

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI



« YO'L MUHANDISLIGI » KAFEDRASI

**“TERMİK VA KIMYOVIY-TERMİK ISHLOV BERISH
NAZARIYASI VA TEXNOLOGIYASI”
fani bo'yicha**

**O'QUV-USLUBIY
MAJMUA**

Bilim sohasi:	300 000- Ishlab chiqarish-texnik soha
Ta'lim sohasi:	320 000 – Ishlab chiqaridh texnologiyalari
Ta'lim yo'nalishi	5320100 – Materialshunoslik va yangi materiallar texnologiyasi(mashinasozlik)

Namangan-2022

Mazkur o'quv-uslubiy majmua 5320100 – “Materialshunoslik va yangi materiallar texnologiyasi(mashinasozlik)” ta’lim yo’nalishi bakalavrlari uchun Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi fani bo’yicha tuzilgan ishchi o’quv dasturga muvofiq tuzilgan.

Tuzuvchi:

M.Ubaydullayev NamMQI, ”Yo‘l muhandisligi” kafedrasida katta o‘qituvchisi

Sh.Shakirov TDTU, ”Materialshunoslik” kafedrasida dotsenti

Taqrizchi:

A.Xabibullayev NamMQI, ”Yo‘l muhandisligi” kafedrasida dotsenti

Sh.Karimov - TDTU, “Materialshunoslik” kafedrasida professori

Fanning o'quv-uslubiy majmuasi “Yo‘l muhandisligi” kafedrasining «___» _____dagi «___» -son yig'ilishida muhokamadan o'tgan va fakultet o'quv-uslubiy kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

Kafedra mudiri

dots.D.Maxkamov

Fanning o'quv-uslubiy majmuasi Yo‘l muhandisligi kafedrasining «___» _____dagi «___» -son yig'ilishida muhokamadan o'tgan va fakultet o'quv-uslubiy kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

Kafedra mudiri

D.Maxkamov

Fanning o'quv-uslubiy majmuasi Muhandislik kommunikatsiyalari fakultet kengashining «___» _____dagi «___» -son yig'ilishida muhokamadan o'tgan va foydalanishga tavsiya etilgan.

Fakultet kengashi raisi

F.Nishanov

O'quv-uslubiy boshqarma boshlig'i:

Q.Inoytov

Namangan muhandislik–qurilish instituti o'quv-uslubiy kengashida ko'rib chiqilgan va tavsiya qilingan. «___»_____202_y. dagi ___ sonli majlis bayoni. (___ - son bilan ro'yhatga olingan).

	Kirish	4
1	Ma'ruzalar mavzulari	4-222
1.1	Mavzu bo'yicha reja reja, tayanch so'z va iboralar, asosiy matn, illyustrativ materiallar, xorijiy adabiyotlarga havolalar	4-222
1.2	Amaliy mashg'ulotlar mavzulari, asosiy matn, topshiriqlar, variantlar, masala va misollar, ko'rsatmalar	223-245
1.3	Laboratoriya ishlarini mavzulari, asosiy matn, topshiriqlar, variantlar, masala va misollar, ko'rsatmalar	246-276
1.4	Kurs ishi variantlari mavzulari, bajarishga uslubiy ko'rsatmalar, misol	276-287
2	Mustaqil tahlim mashg'ulotlari, mavzulari, shakli, ko'rsatmalar, variantlar, tushuntirishlar, boshqa mahlumotlar	287
3	Glossary	308-309
3.1	Ilovalar	309-319
3.2	fan dasturi	319-330
3.3	ishchi fan dasturi	330-339
3.4	tarqatma materiallar	336-339
3.5	Testlar	326-339
3.6	baholash mezonlari	339-348
3.7	qo'shimcha materiallar	340-348
4	Foydalaniladigan adabiyotlar va manbalar	348

Ma'ruzalar mavzulari

1-modulg'. "Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi" faniga kirish

1-mavzu. "Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi" faniga kirish

Ma'ruzaning rejasi:

1. "Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi" fani to'g'risida umumiy ma'lumotlar;
2. Fanning maqsadi, vazifasi va ahamiyati;
3. Metall va qotishmalarga qo'yilgan talablar;
4. Metall va qotishmalarning nazariy va amaliy mustahkamligi va uni oshirish yo'llari;
5. Metall materiallarni berilgan xossada olish, uning sifati va uzoqqa chidamliligini oshirishda termik ishlov berishning roli;
6. Termik ishlov berishning asosiy bosqichlari va rivojlanish tarixi;
7. Termik ishlov berish nazariyasi va amaliyoti sohasidagi vazifalari;
8. Termik ishlov berishning universal turlari.

Tayanch so'z va iboralar: Termik ishlov berish, kimyoviy-termik ishlov berish, termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi, termik ishlov berishning asosiy bosqichlari, termik ishlov berishning universal turlari, qizdirish, ushlab turish, sovutish.

Texnik progressni tezlashtirish, ishlab chiqarish jarayonlarini mexanizatsiyalashtirish va avtomatlashtirishda mashinasozlik sanoati nihoyatda katta rol o'taydi. Mashinasozlik – mamlakat xalq xo'jaligining muhim zvenosi va og'ir sanoatning o'zagi hisoblanadi.

Mamlakatimizda ishlab chiqarishni uzluksiz o'sishi mashinalarning sifati, ishonchliligi va uzoqqa chidamliligini oshirishni talab etadi. Mashinalarning sifati, ishonchliligi va uzoqqa chidamliligini oshirishda metall va qotishmalarning samarali va iqtisodiy puxtalash usullari hisob-langani termik va kimyoviy-termik ishlov berish usullari nihoyatda katta ahamiyat kasb etadi.

Termik ishlov berish metall va qotishmalarning issiqlik bilan ishlov berish jarayoni bo'lib, unda ularning strukturasi, o'z navbatida xossasining o'zgarishi kuzatiladi. Termik ishlov berish jarayoni metall va qotishmalarni ma'lum bir temperaturagacha qizdirish, ushbu qizdirilgan temperaturada ushlab turish hamda berilgan tezlikda sovutishdan iborat.

Termik ishlov berish metall va qotishmalarning texnologik xossasini (shtamplanuvchanligi, kesib ishlov beruvchanligi va boshqalarni) yaxshilash maqsadida oraliq operatsiya sifatida hamda metall va qotishmalarga kom-pleks mexanik, fizik va kimyoviy xossalarni berishda oxirigi operatsiya sifatida qo'llaniladi. Termik ishlov berish metallshunoslikning tarkibiy qismi hisoblanadi.

Metallshunoslik esa metall va qotishmalarning tarkibi, strukturasi va xossalari orasidagi o'zaro bog'liqlikni o'rganadigan fan hisoblanadi.

Buyuk rus olimi, metallurgi P. P. Anosov 1831 yilda birinchi bo'lib, metallarning ichki tuzilishini tadqiq qilishda mikroskopni qo'lladi va natijada u po'latning xossasi faqat kimyoviy tarkibiga bog'liq bo'lmasdan, balki uning strukturasi ham bog'liqligini isbotladi. P.P. Anosov birinchi bo'lib, po'latni uglerodlashning progressiv usullaridan biri hisoblangan gaz yordamida tsementatsiyalashni qo'lladi.

1969 yil rus metallurgi - olimi D. K. Chernov birinchi bo'lib, termik ishlov berish jarayonlarining ilmiy mohiyatini yaratdi. U po'latning xossasi ichki tuzilish bilan aniqlanishini va har bir metall (qotishma) kritik temperaturaga (kritik nuqtaga) ega bo'lib, bu temperaturadan (nuqtadan) o't-ganda ularning tuzilishi va xossasi sakrab o'zgarishini isbotladi.

D.K. Chernov tomonidan kritik temperaturalarni ilmiy asoslanishi va D.I. Mendeleev tomonidan 1869 yil elementlarning davriy sistemasini ochilishi metallar haqida fanni va termik ishlov berish usullarini rivojlanishida mustahkam fundament vazifasini bajardi.

Metall va qotishmalarga termik va kimyoviy-termik ishlov berish fanining rivojlanishida va puxtalashni progressiv texnologik jarayonlariga ishlab chiqishda N.S. Kurnakov, A.A. Baykov, N.T. Gudtsov, S.S. Shteynberg, A.A. Bochvar, N.A. Minkevich, G.V. Kurdyumov, V.P. Vologdin va boshqa olimlar katta hissa qo'shganlar.

Oxirigi yillarda termomexanik ishlov berish, ionli azotlash, impulgsli toblash, yuqori chastotali tok yordamida toblash va boshqa termik va kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyalari ishlab chiqildi.

Termik va kimyoviy-termik ishlov berish sohasidagi erishilgan yutuqlar jarayonlarni kompleks mexanizatsiyalashtirish va avtomatlash-tirishni keng ko'lamda qo'llash, mehnat unumdorligini uzluksiz oshishi va chiqarilayotgan buyumlarning yuqori sifatini tahminlaydigan yangi jihoz va priborlarni yaratish bilan xarakterlanadi.

Hozirgi vaqtda "Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi" fanini rivojlanishida respublikamizdagi yirik ishlab chiqarish korxonalarida hamda Toshkent davlat texnika universitetida talaygina ilmiy-tadqiqot ishlar bajarilmoqda. Toshkent davlat texnika universitetida ushbu sohada

bakalavr, magistr va doktorantlar tayyorlan-moqda. Ayniqsa, hozirgi vaqtda termik va kimyoviy-termik ishlov berish-ning zamonaviy texnologiyalarini Respublikamizning mashinasozlik, avtomobil sanoati, metallurgiya, neft-gaz va boshqa korxonalariga qo'llash va u yerdagi mummolarni hal etish o'ta dolzarb hisoblanadi.

“Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi” fani metallshunos va termistlar tayyorlashda markaziy o'quv fanlaridan biri hisoblanadi.

Termik ishlov berish deb metall va qotishmalardan tayyorlangan buyumlarga, ularning strukturasi va xossasini berilgan yo'nalishda o'zgartirish maqsadida issiqlik bilan tahsir etish yo'li orqali ishlov berish jarayoniga aytiladi.

Termik ishlov berish – metall va qotishmalarning xossasini o'zgar-tiruvchi keng tarqalgan zamonaviy texnik usullardan biri hisoblanadi. Metallurgiya va mashinasozlik korxonalarida termik ishlov berish zagotovka, yarim tayyor mahsulot va mashina detallari ishlab chiqarishni texnologik jarayonlarining muhim zvenolaridan biri hisoblanadi. Termik ishlov berish metall va qotishmalarga bir tomondan texnologik xossalarini (bosim, kesish va boshqa usullar bilan ishlov beruvchanlikni) yaxshilash uchun oraliq operatsiya, ikkinchi tomondan buyumlarni ekspluatatsion tavsifnoma-larini talab darajasida tahminlash uchun metall va qotishmalarni kompleks mexanik, fizik va kimyoviy xossalar berishga mo'ljallangan oxirigi operatsiyalardan biri hisoblanadi. Termik ishlov berish nazariyasi metallshunoslikning mahlum bir qismi hisoblanadi. Metallshunoslikda eng asosiy vazifasi, bu metall va qotishmalarni tuzilishi va texnik muhim xossasi orasidagi o'zaro bog'liqlik qonuniyatlarini o'rganishdir. Qizdirish va sovutishda metall materialning strukturasi o'zgaradi, bu esa uning mexa-nik, fizik va kimyoviy xossalarini o'zgarishiga olib keladi.

Kimyoviy-termik ishlash – po'latning tarkibi, strukturasi va xossalarini o'zgartirish maqsadida uning sirtqi qatlamiga kimyoviy va termik tahsir etish jarayonidir. Kimyoviy-termik ishlash natijasida po'lat sirtining qattiqligi, yeyilishga chidamliligi, korroziyagabardoshligi, kislotaga-bardoshligi kabi xossalari oshadi. Po'latdan tayyorlangan detallarning uzoq muddat ishlashini oshirish uchun ularni mustahkamlashning eng sama-rali usullaridan bo'lganligi sababli, kimyoviy-termik ishlash mashinasoz-likda keng ko'lamda tarqalgan.

Termik va kimyoviy-termik ishlash nazariyasi va texnologiyasi fanini o'qitishdan maqsad – mashinasozlik materiallarga termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi bo'yicha yo'nalish va mutaxassislikka mos bilim, ko'nikma va malakani talabalarda shakllan-tirishdir.

Fanning vazifasi – talabalarda mashinasozlik materiallarga termik va kimyoviy-termik ishlov berishda struktura va xossalarini shakllanish qonuniyatlari, termik va kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyalari hamda respublikamiz ishlab chiqarish korxonalarida qo'llanilayotgan termik va kimyoviy-termik ishlov berish usullari bo'yicha jamlangan bilimlarni hosil qilishdir.

Zamonaviy termik, kimyoviy-termik ishlov berishning barcha turlari metall va qotishmalarning tuzilishi va xossasini o'zaro bog'langanlik asosiga tayanadi.

Metallarning tuzilishi va xossasini o'zaro bog'liqlik qonuniyati XIX asrning boshlarida rus olimi, metallurgi P.P. Anosov (1797-1851) tomonidan ochilgan. Insoniyat termik va kimyoviy-termik ishlov berishni qadimdan ishlatib kelgan. Arxeologik topilmalarni tahlili, qadimdan insonlar termik va kimyoviy-termik ishlov berishlarining dastlabki operatsiyalaridan foyda-langaliklarini ko'rsatdi. Tosh asridan bronza asriga o'tish davrida bi-rinchi metall buyumlar paydo bo'la boshladi. Bu buyumlar boshlanishida oltin va misdan keyin mis rudalaridan eritilib olingan bo'lsa, undan so'ng toshdan yasalgan bolg'a bolg'alah yo'li bilan olingan. Qadimgi insonlar metallarning puxtalanishi tufayli mayin kesuvchi va o'tkir yuzaga ega bo'lgan buyumlarni tayyorlashga qiynalganlar. Metall va qotishmalarning plastikligini oshirish uchun temirchi misdan sovuq holda bolg'alab olingan buyumni qizdirishni amalga oshirgan. Xuddi shunday, qayta kristallanuvchi yumshatish haqidagi dastlabki ishonchli ma'lumot, bizning eramizga qadar V ming yillikning oxiriga to'g'ri keladi.

Toblash yumshatishga qaraganda ancha keyinroq paydo bo'lgan. Temirni metallurgiya usulida ishlab chiqarish bizning eramizga qadar II ming yillikning oxirida boshlangan. Bunda temirni temir rudasidan nam holda puflash orqali olingan. Bunday temirdan tayyorlangan ishva ov qurollarida uglerod miqdorini kamligi tufayli, toblash yordamida puxtalash mumkin bo'lmagan. Dastlabki temirni qo'llanilishi davrda, uni toblash bir vaqt-ning o'zida tsementatsiyalash jarayoni bilan birga qo'shib, olib borilgan. Temirdan tayyorlangan zagotovka issiq holda bolg'alah uchun pista ko'mirli gornda qizdirilib, uglerodlangandan so'ng, uni suvda sovutish orqali temirchi mehnat qurollarini sifati oshganligini payqagan.

Temirni nam holda puflash usuli yordamida ishlab chiqarish, keyingi tsementatsiyalash va toblashning kashf etilishi kishilik jamiyatining tarixining buyuk yutuqlaridan biri hisoblanadi.

Keyinchalik insoniyat tomonidan turli turdagi quyidagi texnologik operatsiyalarni qo'llanila boshlandi: suv yordamida toblash, havo oqimi yordamida toblash, qirquvchi qismni mahalliy toblash, past, o'rtacha va yuqori temperaturali bo'shatish, tsementatsiyalash, qizdirishda po'latni uglerodsiz-lantirishdan himoya qilish, qayta kristallanuvchi yumshatish va boshqalar.

Qadimda termik va kimyoviy-termik ishlash texnologik operatsiya sifatida ishlatilgan bo'lsa, uning fan sifatida rivojlanishiga XIX asrning o'rtalarida asos solingan. Bu vaqtgacha insonni termik ishlash haqida bilishi, ko'p asrlardagi mahorat va tajribalarga asoslangan.

XIX asrda texnikaning taraqqiyoti termik va kimyoviy-termik ishlov berishni sahnatdan fanga o'zgartirishni talab qildi.

1866 yilda Rossiyadagi Peterburgda joylashgan Obuxov po'lat quyish zavodini bolg'alah tsexiga texnik lavozimiga Dmitriy Konstantinovich Chernov (1839-1921) taklif etildi. 1868 yilda D.K. Chernov rus texnik jamiyatida «Po'lat va po'latdan tayyorlangan qurollar nomli Lavrov va Kalakutskiylarni maqolasiga tanqidiy sharx va shu predmet bo'yicha D.K.Chernovning shaxsiy tadqiqotlari» nomli dunyoga mashhur kilgan ma'ruzasini qildi. Bu ma'ruzada u, po'latdan yasalgan pokovkalaridagi nuqsonlarni aniqlashga bag'ishlangan natijalarni ham

ehlon qildi. CHernov o'zining tadqiqotlari natijasida, po'lat qanchalik mustahkam bo'lsa, uni strukturasi shuncha mayin, kichik bo'lishi kerakligi haqidagi xulosaga kelgan. SHundan so'ng, u «po'latning mayin, kichik strukturaga ega bo'lish sababini topishga xarakat qildi». Uning po'latning bolg'alashdan so'ng turli temperaturalarda qiyosiy tadqiqotlari, «po'lat strukturasi o'zgarishini temperatura tahsiri natijasida ekanligini» ko'rsatdi. Bu bilan CHernov mahlum miqdordagi uglerodga ega bo'lgan po'lat markasi uchun strukturasi o'zgartiruvchi temperaturalarni topdi. D.K.CHernov po'latlardagi ichki strukturasi o'zgartiruvchi ikkita, ya'ni temperatura va kritik temperaturalar borligi kerakligi haqidagi genial fikrni aytdi. CHernov bu temperaturalarni aniqlab, ularni a va b nuqtalar bilan belgiladi. «Po'lat qanchalik qattiq bo'lmasin, u a nuqtadan past temperaturagacha qizdirilsa va uni qanchali tez sovutmasak ham, toblashni qabul qilmaydi». Kichik donali sinishni olish uchun po'latni b nuqtadan birmuncha yuqori temperaturagacha qizdirish maqsadga muvofiqligi aniqlandi.

SHunday qilib, 1868 yilda D.K. CHernov po'latdagi ichki struktura o'zgarishlarini ochdi va uni bolg'alashning issiqlik tartibi va termik ishlash texnologiyasi bilan bog'ladi. Bu bilan ulug' rus metallurg termik ishlov berishning ilmiy asosini yaratdi.

D.K.CHernovning qilgan ma'ruzasi chet tillarga o'girilib, u metall-shunoslik va termik ishlash bo'yicha jaxonda tan olindi.

D.K. CHernovning mashhur davomchisi frantsuz muxandisi Floris Osmond (1849-1912) 1886 yilda birinchi bo'lib, Le-SHatelg'e termoparasini termik tahlilda po'latni kritik nuqtalarini topishga qo'lladi. D.K. CHernovni xulosalarini tasdiqlovchi va rivojlantiruvchi Osmondning ishlari metallardagi struktura o'zgarishlari bilan bog'liq muammolar bilan shug'ullanuvchi juda ko'p metallurg va kimyogarlarni o'ziga jalb qildi va bu sohada keng ko'lamda eksperimental tadqiqotlar olib borilishiga qo'shimcha turtki bo'ldi.

Metallshunoslik tarixida XIX asrning oxiri XX asrning boshida geterogen muvozanat metall tizimlari uchun termodinamikani o'rganish bo'yicha keng ko'lamda izlanishlar olib borildi. Turli mamlakatlarda holat diagrammasini qurish bo'yicha tizimli ishlar qilina boshladi. Bu diag-rammalar qotishmalarda qanday faza o'zgarishlari bo'lishi mumkinligini ko'rsatdi, o'z navbatida termik ishlov berishning muhim turlarini tahlil qilish uchun dastlabki mahlumotlarni berdi.

Rangli metall va uning qotishmalarini termik ishlov berish sohasida birinchi yirik tadqiqotlar XX asrning boshida amalga oshirildi. 1900 yil A.A. Baykov (1870-1946) faqat po'latni emas, balki misning surma bilan hosil qilgan qotishmasini toblash ham mumkinligini ko'rsatdi.

1906 yil nemis muxandisi A.Vilg'm (1869-1937) duralyuminiy uchun qotishmalarni puxtalashning asosiy usullaridan biri hisoblangan, toblashdan keyingi eskirtirishni ochdi. 1919 yil amerikalik metallshunos P.Merika (1889-1957) duralyuminiyni eskirtirishni o'ta to'yingan qattiq eritmada dispers ajraluvchilar hosil bo'lishi bilan bog'lab, uni tabiatini kashf etdi. Bu termik ishlov berish nazariyasining eng buyuk yutug'i hisoblanadi.

O'tgan asrning 20-yillarining boshlarida termik ishlov berish nazariyasini rivojlantirishda turli xil fizik tadqiqot usullariga, avvalam bor hamma rentgen tahlillari yordamida qattiq holatda struktura o'zgarishlari tabiati, mexanizmi va kinetikasini alohida o'rganishga alohida ehtibor qaratildi. XIX asrning 50-yillarida elektron mikroskop-ni kashf etilishi termik ishlov berishda metall va qotishmalarning substrukturasini tahlil qilishga imkon yaratib, uni yanada rivojlanishiga asos bo'ldi.

Hozirgi zamonaviy rivojlanish bosqichda termik ishlov berish nazariyasi uchun keng ko'lamda metallarni kristall panjaralardagi nuqsonlar haqidagi bilimlar qo'llanila boshlandi. Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi bilan bir qatorda, ularning texnologiyalari taraqqiy etib bormoqda.

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar:

1. Termik ishlov berish deb nimaga aytiladi ?
2. Mashinasozlik va boshqa sohalarda termik ishlov berishning ahamiyati nimadan iborat ?
3. Kimyoviy – termik ishlash deganda nimani tushunasiz ?
4. Kimyoviy – termik ishlov berish qaerda qo'llaniladi ?
5. “Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi” fanini o'qitishdan maqsad nima ?
6. “Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi” fanini o'qitishdagi vazifalar nimadan iborat ?
7. Metallarning tuzilishi va xossasini o'zaro bog'liqlik qonuniyat-lari birinchi bo'lib qaysi olim tomonidan o'rganilgan ?
8. D. K. CHernov “Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi” fanini rivojlanishiga qanday hissa qo'shgan ?
9. Qaysi olim birinchi bo'lib, Le-SHatelg'e termoparasini termik tahlilda po'latni kritik nuqtalarini topishga qo'lladi.
10. A.A.Baykov tomonidan termik ishlov berish bo'yicha nima ish qilindi?
11. Eskirtirish jarayoni qaysi olim tomonidan ochildi ?
12. 1919 yil amerikalik metallshunos P.Merika termik ishlov berish bo'yicha qanday ish bajardi ?

2-mavzu. Fanning predmeti va uslublari

Ma'ruzaning rejasi:

1. Termik ishlov berish turlarining tasnifi;
2. Yumshatish, normallash, toblash, bo'shatish, kimyoviy-termik ishlov berish, termomexanik ishlov berish;
3. 1-tur yumshatish;
4. Yumshatishda qotishmalar strukturasi va xossasini o'zgarishi.

Tayanch so'z va iboralar: Termik ishlov berish turlari, yumshatish, normallash, toblash, bo'shatish, kimyoviy-termik ishlov berish, termomexanik ishlov berish, 1-tur yumshatish.

2.1. Termik ishlov berish turlarining tasnifi

Xar qanday termik ishlov berish jarayonini temperaturaning vaqt mobaynida o'zgarishini ko'rsatuvchi grafik yordamida tasvirlash mumkin. Bunday grafik yordamida qizdirish temperaturasi, qizdirish va sovutish vaqti, qizdirish va sovutish tezligining o'rtacha va haqiqiy qiymati, qizdirish temperaturasida ushlab turish vaqti va ishlab chiqarish tsiklining umumiy davom etish vaqtini aniqlash mumkin. Lekin bu grafik shakli bilan biz qanday termik ishlov berish turi haqida ish olib borilayotgani haqida hech narsa deya olmaymiz. Termik ishlov berish turi temperaturaning vaqt mobaynida o'zgarishi orqali emas, balki metall va qotishmalarda faza va struktura o'zgarishlari orqali aniqlanadi. Termik ishlov berishning oxirigi belgilariga asoslangan holda rus olimi A.A. Bochvar tomonidan qora va rangli metall va qotishmalarni termik ishlov berishning ko'p sonli turlarini o'zida jamlagan tasnifi ishlab chiqildi.

A.A. Bochvar tasnifiga asosan, Iqtisodiy o'zaro hamkorlik Kengashining standartlash bo'yicha komissiyasi tomonidan po'lat va rangli metall va qotishmalarni termik ishlov berishni turli turlari tasnifi hamda shunga mos terminologiyalar ishlab chiqildi.

2.1-rasmda metall va qotishmalarni termik ishlov berishning asosiy turlari tasnifining sxemasi tasvirlangan.

Termik ishlov berish – termik ishlov berish, termomexanik ishlov berish va kimyoviy-termik ishlov berish turlariga bo'linadi.

Termik ishlov berish – metall yoki qotishmalarga termik tahsir ko'rsatish hisoblanadi.

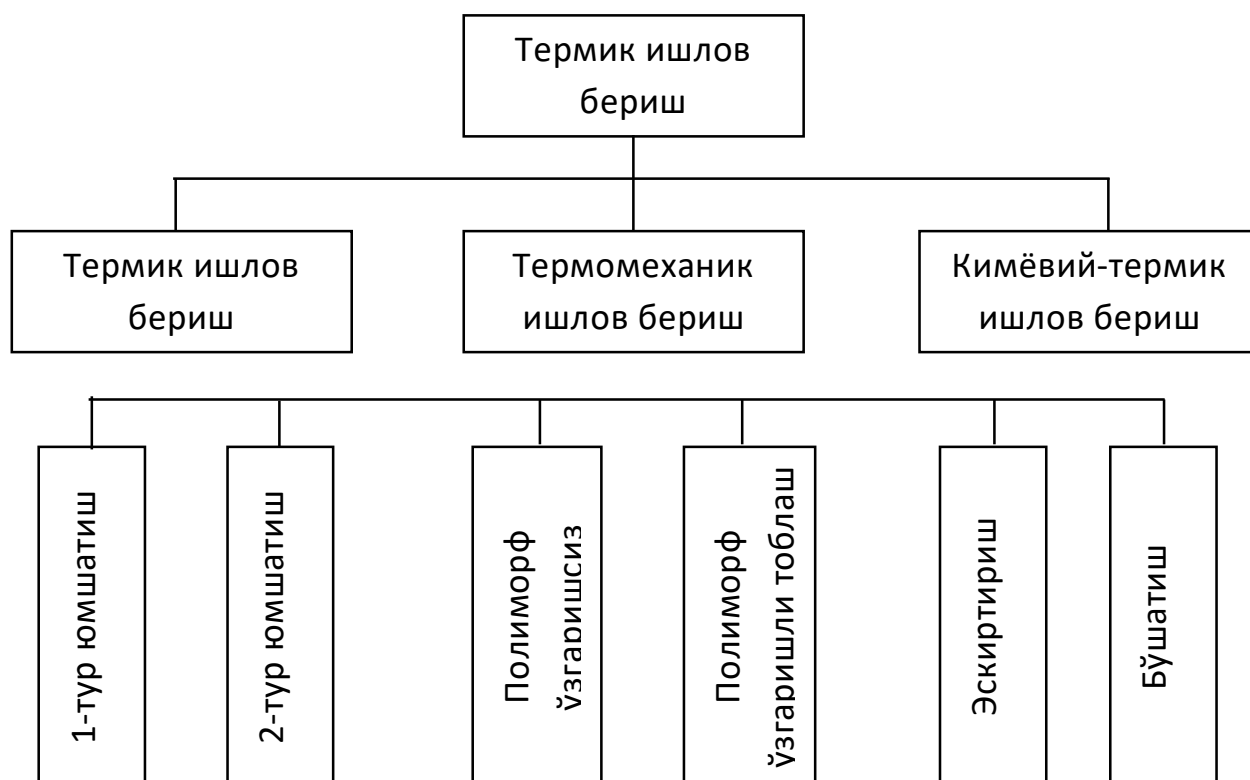
Termomexanik ishlov berish – metall va qotishmalarga termik tahsir ko'rsatish bilan birgalikda plastik deformatsiyalanishni amalga oshirish.

Kimyoviy – termik ishlov berish – metall va qotishmalarga termik va kimyoviy tahsir ko'rsatishdir.

Termik ishlov berish quyidagi asosiy termik ishlov berish turlarini o'zida mujassamlantirgan: 1-tur yumshatish, 2-tur yumshatish, polimorf o'zgarishga ega bo'lgan toblash, polimorf o'zgarishga ega bo'lmagan toblash, metall yoki qotishma sirtini erishi yuzaga keltiradigan toblash, bo'shatish va eskirtirish.

Bunday termik ishlov berish turlari po'lat, rangli metall va qotishmalarga tegishlidir. Termik ishlov berishning har bir turi o'zi alohida turli asosdagi qotishmalarni o'ziga xosligini ehtiborga olgan holda turli turlarga bo'linadi.

Alohida termik ishlov berish turlari zagotovka va detallar olishning boshlang'ich va asosiy jarayonlarida, masalan issiq holda bosim bilan ishlov berishda, quymakorlikda, payvandlashda va boshqa turli operatsiyalarda ham uchraydi. Masalan, quymakorlik sohasida qotishmalarni qolipga quyilganda qotishidan so'ng quymani tez sovutish jarayonida to'la toblash kuzatiladi. Detallarni silliqlashda ularning yuzasini qizishi natijasida bo'shatish jarayoni kuzatilishi mumkin. Payvandlashda payvand choklariga termik tahsirlanish zonasida qayta kristallanuvchi yumshatish va shunga o'xshash termik ishlov berish turlarini uchratishimiz mumkin. Bu qo'shimcha termik ishlov berish turlari bahzi hollarda foydali ham bo'lishi mumkin, shu bilan birga buyumlarda kutilmagan struktura va xossasini o'zgarishiga olib kelishi ham mumkin.



2.1- rasm. Metall va qotishmalarga termik ishlov berish turlarining asosiy tasnifi sxemasi

Quyish, prokatlash, bolg'alash va boshqa ishlov berishlardan so'ng zagotovka notekis soviydi. Natijada bir jinsli struktura xosil bo'l-maydi,

zagotovkaning turli joylarida xossalari turlicha bo'ladi, ichki kuchlanishlar paydo bo'ladi. Bundan tashqari likvatsiya (kimyoviy notekislik) tufayli quymaning kimyoviy tarkibi ham bir xil bo'lmaydi. Bu nuqsonlarni yo'qotish uchun termik ishlov beriladi, unga yumshatish va normallashtirish kiradi.

Yumshatish—zagotovka yoki buyumni kerakli temperaturagacha qizdirish, shu temperaturada ushlab turib, so'ngra asta-sekin sovitishdan iborat: uglerodli po'latlar soatiga 200°S , legirlangan po'latlar esa soatiga $30-100^{\circ}\text{S}$ tezlik bilan sovitiladi. Bunda qoldiq kuchlanishlarsiz barqaror struktura olinadi.

Yumshatishdan maqsad ichki kuchlanishlarni yo'qotish, strukturaning bir xil bo'lishiga erishish, ishlov berishni yaxshilash hamda keyingi termik ishlov berish operatsiyasiga tayyorlashdan iborat.

Normallashtirish deb po'latni Ac_3 va As_m kritik nuqtalardan $30-50^{\circ}\text{S}$ ortiqroq temperaturagacha qizdirib, ushbu temperaturada ushlab turish hamda tinch havoda sovitishdan iborat bo'lgan jarayonga aytiladi. Normal-lashda ichki kuchlanishlar kamayadi, po'lat kayta kristallanadi, payvand choklar, quyma va pokovkalarining yirik zarrali strukturasi maydalanadi.

Po'latning qattiqligi, mustaxkamligi va elastikligini oshirish uchun toblashdan foydalaniladi.

Toblash – po'latni faza o'zgarishlardan yuqoriroq temperaturagacha qizdirish, bu temperaturada ushlab turish, so'ngra tez sovitishdan iborat bo'lgan jarayondir.

Bo'shatish –termik ishlov berishning yakunlovchi operatsiyasi bo'lib, toblangan po'latni kritik nuqtadan (As_1) past temperaturagacha kizdirish, shu temperaturada ushlab turish xamda sekin yoki tez sovitishdan iborat. Bo'shatishdan maqsad po'latdagi kuchlanishni ketkazish yoki yo'qotish, xamda kovushqoqligini oshirib, qattiqligini kamaytirishdan iborat.

Kimyoviy-termik ishlov berish deb metall va qotishmalarni sirtqi qatlamini kimyoviy tarkibi, strukturasi va xossasini o'zgartirish maqsadida ularga termik va kimyoviy tahsirlarni birgalikda amalga oshirish jarayoni bilan bog'liq bo'lgan ishlovga aytiladi

Termomexanik ishlov berish po'latning plastikligini saqlagan xolda, plastik deformatsiyalash bilan mustaxkamlovchi termik ishlov berish (toblash, bo'shatish)ni birlashtiruvchi mustahkamlashning yangi usulidir. Termomexanik ishlov berishda po'lat austenit holatigacha deformatsiyalanadi, keyinchalik tez sovutilib, toblangan po'lat strukturasi (martensit) shakllantiriladi, bunda austenitni puxtalash holati sodir bo'ladi, shu munosabat bilan po'latning mexanik xossalari ortadi.

2.2. I -tur yumshatish

1-tur yumshatish metall va qotishmalarga turli ishlovlar berishda ularda yuzaga keladigan muvozanat bo'lmagan holatni qisman yoki to'liq olib tashlash uchun mo'ljallangan termik ishlov berish turi bo'lib, unda faza o'zgarishlari kuzatilmaydi. 1-tur yumshatish quyimakorlik, bosim bilan ishlov berish, payvandlash, termik ishlov

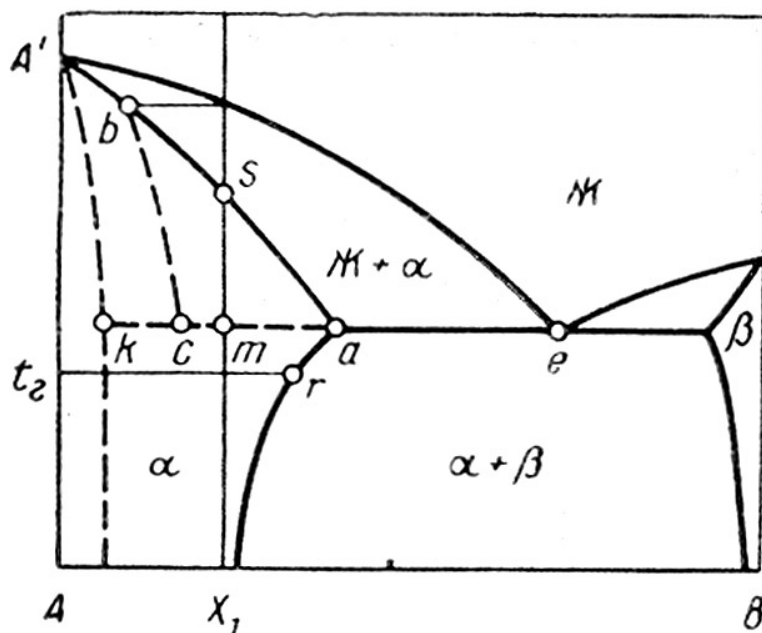
berish va boshqa texnologik jarayonlarda yuzaga keladigan muvozanat bo'lmagan holatni olib tashlash uchun xizmat qiladi.

Qanday muvozanat holatidan og'ishlarni bartaraf qilishga bog'liq ravishda 1-tur yumshatishning quyidagi turlari mavjud: gomogenlovchi, kristallanishga qadar, qayta kristallanuvchi (rekristallanuvchi) va kuchlanishini kamaytiruvchi yumshatish.

Metall yoki qotishmalarni muvozanat holatidan og'ishlarni kamaytiruvchi jarayonlar o'zicha boradi va 1-tur yumshatishda qizdirish faqat bu jarayonlarni tezlashtirish uchun xizmat qiladi. 1-tur yumshatishdagi asosiy parametrlarga qizdirish temperaturasi va ushlab turish vaqti kiradi. Qizdirish va sovutish tezligi yordamchi parametrlar hisoblanadi.

Gomogenlovchi yumshatish – bu termik ishlov berish turi bo'lib, metall yoki qotishmalardagi dendritli kimyoviy notekislik (likvatsiya) tufayli hosil bo'ladigan tahsirlarini (kamchiliklarni) yo'qotish uchun xizmat qiladigan eng asosiy jarayon hisoblanadi.

Dendritli kimyoviy notekislik tufayli qotishmaning asosi hisoblangan, qattiq eritmalardagi ichki kristallarning kimyoviy mikronote-kisligi hosil bo'ladi. SHu bilan birga ortiqcha muvozanatda bo'lmagan faza-lar ham vujudga kelishi mumkin. Masalan,



2.2-rasm. Evtetik turdagi sistemada muvozanat bo'lmagan solidus A'ka va X_1 qotishmada dendritli kimyoviy notekislikda bc qattiq eritmaning o'rtacha tarkibini o'zgarish egri chizig'i

2.2-rasmda ko'rsatilgan X_1 qotishmaning muvozanat holatidagi kristallanishida b – eritmani qotishmaning butun hajmi bo'yicha tarkibi bs chiziq bo'yicha o'zgaradi va kristallanishi evtetika hosil bo'lmasdan muvozanat holdagi solidus nuqtasi hisoblangan s da tugaydi. Muvozanat bo'lmagan holda kristallanishda b – eritmani B komponentlari bilan to'yinganligi kechikib hosil bo'lib, oldindan hosil bo'ladigan qatlamlar tarkibi bilan bir xil holga kelishga

ulgirmaydi va X_1 qotishmadagi birlamchi kristallarning o'rtacha tarkibi bc chiziq bo'ylab o'zgaradi va uning kristallanishi evtektik temperaturada (m nuqtada) tugaydi. X_1 qotishmaning kristallanishi tugashi bilan dendritli yacheykalarda – dendrit shoxlari kesimlarida – legirlovchi elementlar miqdori qotishmaning o'rtasida minimal bo'lsa, sirtqi yuzada esa evtektik temperaturada erish chegarasiga mos keladi (2.2-rasm, a nuqta). Bu qotishma muvozanat bo'lgan holda bir fazali bo'lib, dendritli kimyoviy notekislik tufayli muvozanat bo'lmagan evtektika kristallanadi va uning miqdori cm/ce ga teng bo'ladi. Juda ko'p hollarda muvozanat bo'lmagan evtektika dendrit yacheykalarini chegarasi bo'ylab joylashgan evtektika kelib chiqishga ega bo'lgan v-fazani hosil qiladi. 2.2-rasmda ko'rsatilgan holat diagrammadagi k nuqta berilgan holatda muvozanat bo'lmagan evtektikaning hosil bo'lishining miqdoriy chegarasidir. Ishlab chiqarish sharoitlarida yuzaga keladigan qotishmalarning kristallanishini sovutish tezliklarining diapazonida qattiq eritmadagi tekislangan diffuziya kuchli tarzda bosim ostida bo'ladi va muvozanat bo'lmagan ortiqcha faza legirlovchi elementning juda ham kam miqdorida kristallanadi. Misol tariqasida, evtektik yoki peritektik temperaturada (a) qotishma erishining chegarasi nuqtasida ikkinchi komponentning miqdori va kokilda (metall qolipda) quyma olish sharoitida miqdoriy chegarada (k) muvozanat bo'lmagan fazani hosil bo'lishi quyida ko'rsatilgan:

Sistema.....	Al-Cu	Al-Mg	Mg-Al	Cu-Sn
a, %.....	5,7	15,4	12,7	13,5
k, %.....	0,1	0,5	0,1	4,0

Quyma qotishma kristallanish jarayonida muvozanat holatidan og'ishi natijasida quyidagi kamchiliklarga ega bo'ladi:

1. Agar dendritli kimyoviy notekislik natijasida ortiqcha mo'rt faza hosil bo'lsa, qotishmaning plastikligi odatda, kamayadi. Ayniqsa, qotishmaning dendritli yacheykasi chegarasi bo'ylab, mo'rt birikmalarning (intermetallid, karbidlar va boshqalar) dag'al zarrachalaridan iborat bo'lgan yaxlit qatlamlar hosil bo'lsa, u holda uning plastikli kuchli tarzda kamayib ketadi;

2. Turli kimyoviy tarkibga ega bo'lgan dendritli yacheykalarni markaziy uchastkalari va ularning chegaralari mikrogalg'vanik juftliklar hosil qiladi. SHuning uchun qattiq eritmaning ichki kristallitlararo kimyoviy notekisligi elektrkimyoviy korroziyaga bardoshlikni kamaytiradi. Qattiq eritmada ortiqcha muvozanat bo'lmagan fazalarni hosil bo'lishi odatda, qotishmaning korroziyaga bardoshligini ham kamaytirib yuboradi;

3. Bosim bilan ishlov berishda, masalan prokatlash va presslashda turli kimyoviy tarkibga ega bo'lgan mikrouchastkalar cho'ziladi va maxsus cho'zilgan struktura hosil qilishi mumkin;

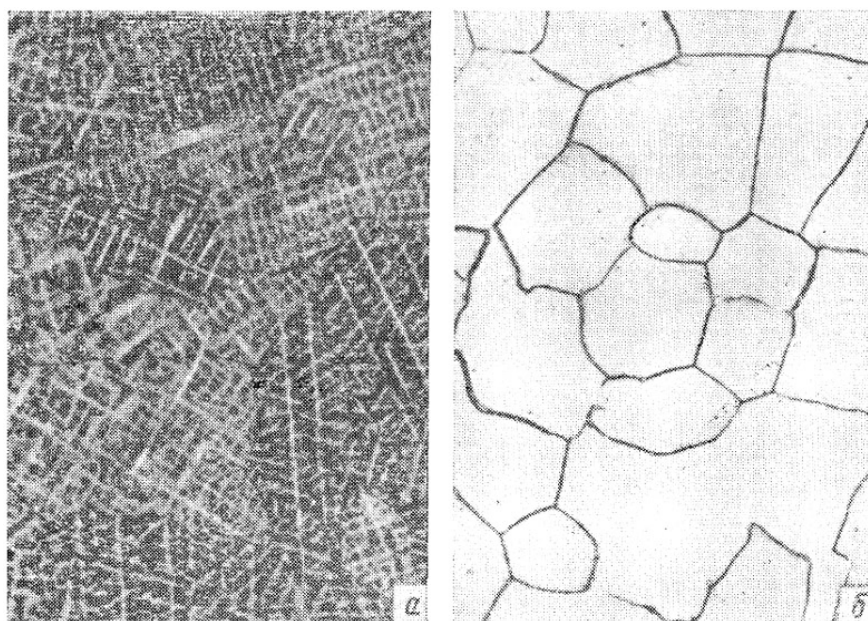
4. Dendritli kimyoviy notekislik qotishmaning solidus temperaturasini kamaytiradi, lekin bunga yo'l qo'ymaslik kerak. Masalan, toblash uchun tez

qizdirilganda yoki bosim bilan ishlov berilganda buyumlar qisman erishi mumkin. Muvozanat bo'lmagan holda hosil bo'lgan evtektikaga ega bo'lgan joylarda buyumning qisman erish kuzatiladi;

5. Vaqt bo'yicha quyma qotishmaning strukturasi va xossasi stabil bo'lmaydi. Yuqori tematuralarda ishlaydigan buyumlarda qattiq eritma-larning tarkibi o'z holicha sekin - asta tekislanib boradi va ortiqcha fazalar so'rilib ketishi kuzatiladi.

Bu yuqoridagi kamchiliklarni yo'qotish uchun metall va qotishmalar yumshatiladi, yahni to'g'riroq aytadigan bo'lsak, gomogenlovchi yumshatishga jalb qilinadi.

Bitta fazali qotishmalarda, masalan mis-nikelli qotishmalarni gomogenlovchi yumshatishda bosh asosiy jarayon qattiq eritma donasini tarkibini bir xillashtirish, yahni ichki kristallitlararo kimyoviy notekislikni yo'qotish hisoblanadi (2.3-rasm).

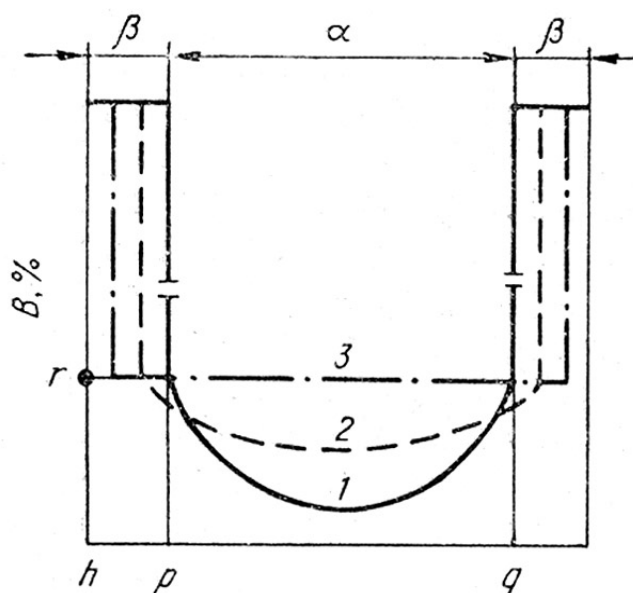


2.3-rasm. Cu- 20 % Niga ega bo'lgan qotishma mikrostrukturasi. X100;
a – quymadan so'ng holati; b – 1000⁰S temperaturada 40 soat
mobaynida

Muvozanat bo'lmagan ortiqcha fazaga ega bo'lgan qotishmalarda, masalan 2.2 -rasmda tasvirlangan X₁ qotishmani gomogenlovchi yumshatishda ikkita asosiy jarayon kechadi: qattiq eritmaning ichki donachalari miqdorini tekislash va muvozanat bo'lmagan ortiqcha fazani eritish. Bu jarayonlarning asosida diffuziya yotadi, shuning uchun gomogenlovchi yumshatishni diffuzion yoki diffuziyali yumshatish deb ham ataladi.

2.4-rasmni 1-egri chizig'ida sxematik tarzda dendritli yacheykaning kesimi bo'yicha legirolovchi elementlarni taqsimlanishi tasvirlangan. 'q kesma birlamchi b – fazaning dendritli yacheykaning kesimiga mos kelsa, h' – esa dendritli yacheykaning chegarasida qo'shimcha ikkinchi fazaning (v) kesimiga mos keladi. Dendritli yacheykaning chegarasida miqdorning vertikal ko'rinishda sakrashi, oshishi bu yerda qo'shimcha ikkinchi fazaning joylashishiga to'g'ri keladi.

Ortiqchav–fazali dendritli yacheyka chegarasida gomogenizatsiyalashgan yumshatishda dastlabki boshlang'ich ushlab turish vaqtida b – eritma miqdorining muvozanati o'rnatiladi va u gomogenlash temperaturasida eruvchanlik chegarasiga mos keladi (2.2 – rasmda t_1 temperaturada r nuqtasidir). b –eritmaning chegaraviy qatlamining miqdori ortiqcha b – faza mavjud bo'lguncha doimiy ravishda ushlab turiladi (2.4 -rasm).

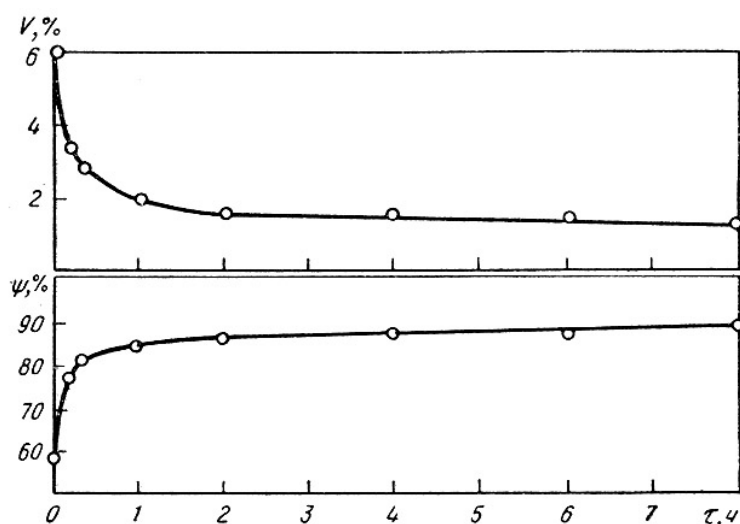


2.4-rasm. v – fazaning chegarasida boshlang'ich (1), oraliq (2) va yakunlovchi (3) gomogenlash momentida b –eritmaning dendritli yacheykasining kesimida legirlovchi elementlarning taqsimlanishining egri chizig'i

Dendritli yacheykaning ichida tarkibni to'g'rilash, tekislash ortiqcha fazani to'liq erishining tezligi va vaqtini aniqlovchi gomogenizatsiyalashning nazorat qiluvchi zvenosi hisoblanadi.

Agar, shartli ravishda b – fazaning ichida tarkibni tekislash va unda ortiqchav – fazani erish jarayonini bir biridan ajratsak, u holda sxematik ko'rinishda quyidagi holatni ko'rsatish mumkin. b – eritmaning ichida tarkibni tekislash uni v – faza bilan chegarasida miqdorini 2.2, 2.4- rasmlarda tasvirlangan r nuqtadan pastki qiymatgacha kamayishiga olib keladi va dendritli yacheykaning chegaraviy qatlami v –fazaga nisbatan to'yinmagan bo'lib qoladi. SHuning uchun v – faza erib, b – eritmaning chegaraviy qatlamini miqdorini muvozanat holatigacha oshiradi va h.k. b/v chegara asta-sekin eruvchi v – faza tomon suriladi, b – fazaning tarkibi esa dendritli yacheyka kesimi bo'ylab tekislanadi (2.4 – rasmda tasvirlangan chiziqcha chiziqcha qilib chizilgan chiziq).

Agar ortiqchav – faza to'liq eriy olsa, u holda uning to'liq yo'q bo'lishidan keyin ma'lum bir vaqtdan so'ng b – faza ichidagi miqdorning tekislanish jarayoni tugallanadi. Agar qotishma tarkibi muvozanat sharoitida bir fazali bo'lmasligi kerak, gomogenlashda esa faqat ortiqcha muvozanat bo'lmagan ikkinchi faza (yoki bir qancha fazalar) eriydi (2.5 -rasm).



2.5-rasm. Diametri 150 mm bo'lgan D16 markali duralyuminiy quymasini eruvchi struktura tashkil etuvchisini hajmiy qismi (V) va 400⁰S temperaturada nisbiy torayishni (sh) 500⁰S temperaturadagi gomogenlash vaqtiga nisbatan bog'liqlik egri chizig'i

Alyuminiy qotishmalar bilan o'tkazilgan sinovlar shuni ko'rsatdiki, ichki kristall kimyoviy notekislikni to'liq olib tashlash vaqti muvozanat bo'lmagan ortiqcha fazani to'liq erish vaqtidan (f_e) bir qanchaga oshiq bo'ladi. Mahlumki, f_e vaqtni oson aniqlash mumkin, uning strukturasini yorug'lik mikroskopi yordamida tadqiq qilish mumkin. Qattiq eritmaning ichidagi miqdorni tekislanish kinetikasini tadqiq qilishda nisbatan qimmat va murakkab tuzilgan mikrorentgenospektral tahlildan foydalaniladi.

Fikning birinchi qonuniga asosan, moddaning diffundirlovchi oqimi I, yahni birlamchi vaqtda birlamchi kesim yuzasidan o'tuvchi modda miqdori, x yo'nalish bo'ylab va bu kesimga perpendikulyar bo'lgan yo'nalish bo'yicha dc/dx gradient miqdoriga proporsionaldir:

$$I = -D \cdot dc/dx \quad (1)$$

Diffuziya koeffitsienti D qotishma tabiati, qattiq eritma turi va tarkibi hamda donaning o'lchami va ayniqsa keskin ravishda temperaturaga bog'liqdir:

$$D = Ae^{-Q/RT} \quad (2)$$

bu yerda, R – gaz doimiysi;

T – temperatura;

Q – diffuziyani faollashtiradigan energiya;

A– temperaturadan amalda bog'liq bo'lmaydigan konstanta.

Temperatura diffuziya koeffitsientini ifodalovchi kattalik darajasiga kiradi va o'z navbatida uncha katta bo'lmagan miqdorda temperaturani oshishi sezilarli darajada diffuziyani tezlashtiradi. Odatda, gomogenlovchi yumshatish

qotishmaning erish temperaturasi $0,90-0,95T_e$ temperaturasidan yuqori temperaturada, lekin solidus nuqtasidan past temperaturada amalga oshiriladi. Bahzi bir hollarda gomogenlovchi yumshatish temperaturasi $0,80 - 0,90T_e$ intervalda bo'ladi.

Diffuziyani faollashtiruvchi energiya Q kristall panjarada atomlarning bir joydan boshqa joyga o'tishini tahminlab beradi. Bu o'tish uchun zarur bo'ladigan ortiqcha energiya qo'shni atomlardan oladi, chunki atomlarning uzluksiz kinetik energiya bilan o'zaro almashinadi. Faollashtiruvchi energiya qiymati diffuziya koeffitsienti qiymatiga kuchli tahsir etadigan daraja ko'rsatkichiga kiradi.

Singdirilgan usulda erigan elementlarning diffuziyasini faollashtiruvchi energiyasi o'rin almashish usulida erigan elementlarnikidan kichik. SHuning uchun, oxirigisi sekin diffuziyalanadi. Masalan, o'rin almashish usulida austenitda erigan legirlovchi elementlar singdirilgan usulda temirda erigan uglerodga qaraganda sezilarli darajada diffuzion xarakterlikka ega bo'ladi. O'rtacha uglerodli po'latlarda austenitdagi uglerodning diffuziyasini faollashtiruvchi energiyasi taxminan 31000 kal/g-atom ga teng bo'lsa, austenitdagi muhim legirlovchi elementlarning diffuziyasini faollashtiruvchi energiyasi esa 60000 kal/g-atom odatda ortiq bo'ladi. Austenitdagi uglerodning diffuziya tezligi austenitdagi legirlovchi elementlarning diffuziya tezligidan bir qancha darajada kattadir.

Uglerodli po'latlardan tayyorlangan quymalar odatda gomogenlovchi yumshatishga jalb qilinmaydi, chunki ularni issiq holda bosim bilan ishlov berishga jalb qilinganda austenitda uglerodning tez diffuziyasi tufayli dendritli kimyoviy notekislik yo'qolishiga ulgiradi. Legirlangan po'latlarda ichki kristallitlararo kimyoviy notekislikni bartaraf etish va evtektik tabiatga ega bo'lgan muvozanatda bo'lmagan ortiqcha karbidlarni erishi uchun ular maxsus qizdirilishga, ya'ni $1050-1250^{\circ}\text{S}$ temperaturada gomogenlovchi yumshatishga jalb qilinadi.

Gomogenlashda haddan ziyod ushlab turish vaqtini ko'paytirish maqsadga muvofiq emas, chunki kam samarali va ko'p elektroenergiyani sarflanishiga va asossiz ish unumdorligini kamayishiga olib keladi.

Yumshatish temperaturasi oshirish ushlab turish vaqtini oshirishga nisbatan taqqoslab bo'lmaydigan samarali holat hisoblanadi.

Gomogenlovchi yumshatishda ushlab turish vaqti odatda, bir qancha soatdan o'nlab soatgacha o'zgarib turadi. Bunda temperaturani oshirib, yumshatishda ushlab turish vaqtini kamaytirish mumkin.

To'liq gomogenlash vaqti qattiq eritmada komponentlarni diffuzion xarakterlikni aniqlaydigan na faqat yumshatish temperaturasi va qotishma tabiatiga bog'liq bo'ladi. Gomogenlash vaqtiga quyma qotishmaning dastlabki mikrostrukturasi ham kuchli tahsir ko'rsatadi.

Gomogenzatsiyalash tezligi ortiqcha faza zarrachasining qalinligi va asosiy fazaning dendritli yacheykasining o'lchamiga bog'liq bo'ladi.

Ortiqcha fazaning erish vaqtini (f_e) tugallanishini eruvchi faza zarrachasini o'rtacha qalinligiga (m) nisbatan bog'liqligi quyidagi tenglamaga bo'ysinadi:

$$f_e = am^b, \quad (3)$$

bu yerda a va b – gomogenizatsiyalanuvchi yumshatishda berilgan qotishma va berilgan temperatura uchun konstantadir. Bu formula bo'yicha alyuminiy qotishmalari uchun daraja ko'rsatkichi 1,2 – 2,5 atrofida bo'ladi.

Mikrostrukturani boshqarib, gomogenizatsiyalashni tezlashtirishning ikki yo'lini qo'llash mumkin. Birinchi yo'l – qotishmani kristallanishini tezligini oshirish. Kristallanish tezligi qanchalik katta bo'lsa, dendritli yacheikaning o'lchami shunchalik kichik bo'ladi va chegara bo'ylab kristallanayotgan ortiqcha faza zarrachasi shunchalik mayin bo'ladi. SHuning uchun katta tezlikda sovutishda qotadigan quymali va shaklli quymalar tezroq va to'laroq gomogenizatsiyalanadi, chunki ular bir biridan mayin tuzilish bilan farqlanadi. Masalan, kichik kesimli uzluksiz quymakorlik qotishmasi katta kesimligiga qaraganda tezroq gomogenizatsiyalanadi; metall qolipda olingan quymalar qumgil qolipda olingan quymalarga nisbatan gomogenizatsiyalanadi.

Gomogenizatsiyalashni tezlashtirishning ikkinchi yo'li – bosim bilan ishlov berish yo'li bilan quymani strukturasi maydalashdir. Bunda legirlangan po'latlardan tayyorlangan quymalarni uzoq vaqt davom etadigan gomogenizatsiyalanuvchi yumshatishga qaraganda oxirigi holatdan oldin deformatsiyalangan zagotokani qizdirish davomiyligini oshirish maqsadga muvofiq bo'ladi.

2.3. Gomogenlovchi yumshatishda qotishmaning xossasini o'zgarishi

2.3.1. Quymakorlik qotishmalari

Gomogenizatsiyalanuvchi yumshatishda xossani o'zgarishiga quymakorlik qotishmasining plastikligini oshishi kiradi. Quymani yumshatish rejimini to'g'ri tanlashda plastiklikning ko'rsatkichini xona temperaturasida o'lchamay, issiq holda bosim ostida ishlov berishning birinchi operatsiyasida o'lchash lozim. Agar, masalan, D16 qotishmadan tayyorlangan quyma presslanish uchun mo'ljallangan bo'lsa, unda plastiklik ko'rsatkichi 400⁰Stemperaturaga teng presslash temperaturasi aniqatlanadi (2.5 – rasm).

SHaklli quymalarning mexanik xossasini detalni ekspluatatsiya qilish temperaturasi qarab o'lchanadi, masalan xona temperaturasi.

Mo'rt fazalarni erishiga qarab, plastiklik oshadi va uni eruvchanligi tugagandan keyin plastiklikning qiymati o'zgarmay qoladi (2.5-rasm). Issiq holda deformatsiyalashda alyuminiy qotishmalarning quymalarining nisbiy uzayishi va torayishi gomogenizatsiyalash natijasida 1,5 – 3 marta-gacha oshadi.

Agar gomogenizatsiyalanuvchi yumshatishdan maqsad plastiklikni oshirish bo'lsa, u holda optimal gomogenlovchi vaqtni muvozanatda bo'lmagan ortiqcha fazani to'liq erish vaqti deb qabul qilsak bo'ladi.

Legirlangan po'latlar, alyuminiy va boshqa qotishmalar quymalarini plastikligini oshirish issiqlik bilan bosim ostida ishlov berishning birinchi operatsiyasida darzlar bo'yicha nuqsonni kamaytiradi. Gomogenlash jarayonini ahamiyati ayniqsa, shaklli quymalar uchun kattadir, chunki ular strukturani maydalaydigan plastik deformatsiyalanishga jalb qilinmaydi.

2.3.2. Deformatsiyalanadigan qotishmalar

Issiq holda bosim bilan ishlov berishda qotishmani tuzilishini nasliy o'zgarishi ro'y bersa ham, lekin u quyma strukturani keyingi sovuq holda bosim bilan ishlov berishda texnologik xossasiga tahsirini to'liq barta-raf etish uchun yetarli bo'lmaydi. Dendritli kimyoviy notekislik bartaraf etilmagan quyma strukturadagi "nasldorlik" qotishmani sovuq holda deformatsiyalashda plastikligini kamayishida namoyon bo'ladi. Bu hol shu bilan tushuntiriladiki, issiq holda bosim bilan ishlov berishda strukturani kuchli tarzda maydalanishi va "surilishi"ga qaramasdan dendritli kimyoviy notekislik natijasida hosil bo'ladigan qotishmaning mikro bir xil emasligi bartaraf etilmaydi. Quymani gomogenizatsiyalash sovuq holda deformatsiyalanadigan qotishmani plastikligini oshirib, oraliq yumshatishni qisqartiradi va sovuq holda prokatlashda siqilish darajasini kamaytiradi, listlarni cho'zilishga nisbatan shtamplanuvchanligini yaxshilaydi.

Quymani strukturaning nasldorligi nisbatan o'ta turg'un bo'ladi va u buyumni ishlashda ekspluatatsion xossasiga tahsir etadi. Bunga qaramasdan qotishma strukturasi texnologik tsiklda kuchli tahsirlarga, jumladan bosim bilan ishlov berish, toblash, bo'shatish va boshqa ishlov berishlarga jalb qilinadi. Xrom va volg'fram bilan legirlangan yuqori uglerodli po'latlarda dendritli kimyoviy notekislik tufayli karbidli evtektika yuzaga keladi. Bu hodisani karbidli kimyoviy notekislik deb ataladi. Buyumlarni issiq holda prokatlash va toblashga qaramasdan dag'al evtektik karbidlarning to'planishi saqlanib qoladi. Bu joylarda asbobni lezviyasi va sharikli podshipnikning ishqalanuvchi yuzasi darz ketadi.

Quymani gomogenizatsiyalash tayyor mahsulotni na faqat xossasini yaxshilamasdan, shu bilan birga bahzi bir xossalarini yomonlashtiradi. Masalan, D16 markali duralyuminiy quymasini 490⁰S temperaturada sutka mobaynida gomogenizatsiyalash toblangan va eskirtirilgan listlarni nisbiy uzayishini bir qancha foizga oshirsa, shu bilan bir vaqtning o'zida uning mustahkamlik chegarasini 1 – 1,5 kgkuch/mm² ga kamaytiradi. Mustahkamlikning bir qanchaga kamayishiga sabab quymani gomogenizatsiyalashda marganetsni o'ziga xos o'zini tutishi bilan tushuntiriladi. Yuqorida tahkidlab o'tganimizdek, 500⁰S temperaturaga yaqin temperaturada marganetsni alyuminiyda eruvchanligi unchali katta emas va kristallanish jarayonida marganets bilan o'ta to'yingan eritma parchalanadi. Quymani gomogenizatsiyalashda eritmadan marganetsni chiqishi va ajralib chiqadigan marganetsli intermetallidlar zarrachasini koagulyatsiyasi qayta kristallangan duralyuminiydan tayyorlanganva to'la termik ishlangan (toblangan va eskirtirilgan) listlarni mustahkamligini bir qanchaga kamaytiradi.

Katta yonilg'i sarfi va sezilarli darajada metallni oksidlanishga o'tishi bilan sodir bo'ladigan po'latlarni gomogenizatsiyalanuvchi yumshatishni faqat mahsuliyatli maqsadlarda ishlatiladigan yuqori sifatli legirlangan po'latlar uchun qo'llaniladi (yumshatish temperaturasi 1050 – 1250⁰S temperatura intervalida olinadi). Uglerodli po'latlardan faqat avtomat po'latlar gomogenizatsiyalanuvchi yumshatishga jalb qilinadi. Avto-mat po'latlar yuqori miqdorda oltingugurt ega bo'lib, po'latga kesib ishlov berishni yaxshilaydi (oltingugurt odatda, 0.04 – 0,06 % o'rniga 0,2 -0,3 % gacha bo'ladi). Oltingugurt kristallanishda donani chegarasi bo'ylab kuchli tarzda singib, prokatslashda issiqlikdan sinuvchanlikka olib keladi. 1150⁰S temperaturadagi gomogenizatsiyalanuvchi yumshatish esa avtomat po'latlarni issiqlikdan sinuvchanligini bartaraf etadi.

Juda ko'p deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalarning quymalari bosim bilan ishlov berishni yaxshilash va undan tayyorlangan yarim tayyor mahsulotlarni mexanik xossasini oshirish uchun gomogenizatsiyalanuvchi yumshatishga jalb qilinadi. Yumshatish temperaturasi odatda, 450–550⁰S temperatura intervalida bo'lib, uni qotishma markasi va yarim tayyor mahsulot turiga qarab, tanlanadi.

Deformatsiyalanadigan magniy qotishmalaridan tayyorlangan quymalar alyuminiy qotishmalardan tayyorlangan quymalarga qo'yilgan maqsadni yechish kabi 390–450⁰S temperaturada gomogenizatsiyalanadi.

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar:

1. Metall va qotishmalarni termik ishlov berishning asosiy turlari tasnifining sxemasi haqida nimani bilasiz ?
2. Termik ishlov berishning oxirigi belgilariga asoslangan holda rus olimi A.A. Bochvar tomonidan qanday tasnif ishlab chiqilgan ?
3. Yumshatish deganda nimani tushunasiz ?
4. Normalash nima va qaerda ishlatiladi ?
5. Toblash nima ?
6. Bo'shatish deganda nimani tushunasiz ?
7. Kimyoviy-termik ishlov berish jarayoni haqida nimani bilasiz ?
8. Termomexanik ishlov berish deganda nimani tushunasiz ?
9. I – tur yumshatish nima ?
- 10.1-tur yumshatishning qanday turlarini bilasiz ?
11. Gomogenlovchi yumshatish haqida nimani bilasiz ?
12. Kristallanishga qadar yumshatish nima ?

2-modulg'. 1 va 2-tur yumshatishlar va toblash

3-mavzu. Rekristallizatsion (qayta kristallanuvchi) yumshatish. Qaytish (yumshatish, poliganizatsiyalash)

Ma'ruzaning rejasi:

1. Rekristallizatsion (qayta kristallanuvchi) va kristallanishga qadar yumshatish;
2. Qaytish (yumshatish, poliganizatsiyalash);
3. Rekristallanish – qayta kristallanish (birlamchi, yig'uvchi);
4. Birlamchi qayta kristallanishda qotishma donasi o'lchamining o'sishi;
5. Yig'uvchi qayta kristallanish;
6. Ikkilamchi qayta kristallanish va uning tabiati;
7. Metallning xossasini qayta kristallanuvchi yumshatishga qadar va qayta kristallanishda o'zgarishi.

Tayanch so'z va iboralar: Rekristallizatsion (qayta kristallanuvchi) yumshatish, kristallanishga qadar yumshatish, qaytish, yumshatish, poliganizatsiyalash, rekristallanish, birlamchi qayta kristallanish, yig'uvchi qayta kristallanish, qayta kristallanuvchi yumshatishga qadar o'zgarish, qayta kristallanishda o'zgarish.

Qayta kristallanishdagi (rekristallizatsion) yumshatish – deformatsiyalangan metall yoki qotishmaga termik ishlov berish bo'lib, bunda bosh jarayon qayta *kristallanish* hisoblanadi.

Kristallanishga qadar yumshatish – deformatsiyalangan metall yoki qotishmaga termik ishlov berish bo'lib, bunda bosh jarayon *qaytish* hisoblanadi.

Ikkala ham termik ishlov berish ko'proq sovuq holda bosim bilan ishlov berishdan so'ng qo'llaniladi.

3.1. Metallni sovuq holda ishlov berishda struktura va xossasini o'zgarishi

3.1.1. Strukturani o'zgarishi

Plastik deformatsiya metallda struktura o'zgarishlariga olib keladi va uni o'z navbatida shartli ravishda uch guruhga bo'lish mumkin: a) kristal-litlar shakli va o'lchamlari o'zgaradi; b) fazoda kristallografik yo'nalish-lar o'zgaradi va v) har bir kristallitni ichki tuzilishi o'zgarishiga.

Metallni bosim bilan ishlov berishda shaklining o'zgarishi har bir kristallitning plastik deformatsiyalanishi oqibatida ro'y beradi.

Bosim bilan ishlov berishda zagotovka shakli bosh deformatsiya sxema-siga muvofiq har bir kristallitdagi plastik deformatsiya natijasida yuzaga keladigan

tashqi kuchlar tahsirida o'zgaradi. Kristallitlar shaklini asosiy o'zgarishi kristallitlarni bosh cho'zilish deformatsiyasi (masalan, prokatalash yoki kiryalash, cho'zilish yo'nalishida) yo'nalishi bo'ylab cho'zilishini o'z ichiga oladi. Sovuq holatda deformatsiya darajasi oshishi bilan dona nisbatan cho'zilib boradi va struktura tolali shaklga keladi.

Plastik deformatsiyalash natijasida donaning kristall panjarasi fazo-da mahlum yo'nalishga ega bo'ladi, yahni deformatsiya teksturasi hosil bo'ladi. Bu esa mahlum tekislik va fazodagi panjaraning yo'nalishiga qarab, har bir donada muhim kristallografik yo'nalishda sirpanishning hosil bo'lishi bo'lib, u qonuniyatli tarzda buyumning deformatsiyalash o'qiga nisbatan buriladi. Masalan, sirpanish yo'nalishiga qarab, monokristallni cho'zish uni cho'zilish o'qiga yaqinlashtiradi.

Deformatsiya teksturasi xarakteri bosim bilan ishlov berish (asosan, bosh deformatsiya sxemasiga qarab) turi va sharti, kristall panjarani turi va nuqsonlar energiyasiga bog'liq.

Rentgen tahlili 10-20% siqilishda sovuq holda deformatsiyalash teksturasi hosil bo'lishini qayd qiladi.

Sovuq holda deformatsiyalashga sarflangan 10% ish metallar tomonidan yutiladi (qolgan qismi esa issiqlik ko'rinishida sochiladi). Metallda to'plangan energiya plastik deformatsiya hosil qilgan kristall panjaradagi nuqsonlar energiyasi ko'rinishida "ushlab qolinadi".

Sovuq holda deformatsiyalashda har bir kristallitni ichki tuzilishini muhim o'zgarishiga undagi dislokatsiya zichligining (dislokatsiya uzunligi yig'indisini metall hajmiga nisbati) oshishidir. Yaxshi yumshatilgan yarim kristall metallning dislokatsiya zichligi $10^6 - 10^8 \text{ sm}^{-2}$ ga teng bo'lib, sovuq holda deformatsiyalashda u bir qancha foizga yahni $10^9 - 10^{10} \text{ sm}^{-2}$ gacha oshadi. Agar juda kuchli deformatsiya tahsirida esa dislokatsiya zichligi (30-40% va unadan yuqori foizgacha oshadi) $10^9 - 10^{10} \text{ sm}^{-2}$ ga yetadi. O'z navbatida, sovuq holatda bosim ishlov berishda dislokatsiya zichligi besh-olti martagacha oshishi mumkin.

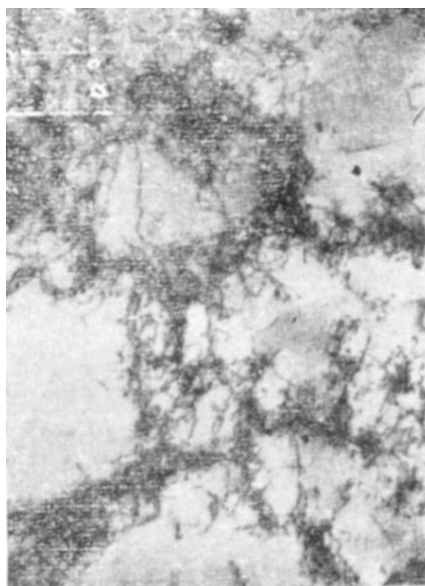
Plastik deformatsiya natijasida vakansiyalar miqdori ham oshadi. Sovuq holatda deformatsiyalangan metallni yumshatilganda strukturasining shakllanish jarayoniga plastik deformatsiya natijasida yuzaga keladigan kristall panjara yo'nalishining mahalliy o'zgarishi va uning turlari muhim rol o'ynaydi.

Juda ko'pchilik metallarda uncha katta bo'lmagan deformatsiyada (5-10 %) yacheykali struktura shakllana boshlaydi; donacha hajmida dislokatsiya qaytadan taqsimlanadi; ularning o'zaro qo'shilishi yemirilgan devorlar (chegaralarda) yuza keltiradi, uning o'rab turgan sohasida dislokatsiyalar zichligi devorlarga nisbatan yetarli darajada kichik bo'ladi (3.1-rasm). Bunday yacheykalarining o'rtacha o'lchami taxminan 0,5-2 mkmni tashkil etadi, uning devorlari qalinligi esa ancha darajada kichik. O'rtacha va katta deformatsiyalar intervalida deformatsiya darajasining oshishi bilan yacheyka o'lchami kam o'zgaradi, yemirilgan chegaradagi dislokatsiyalar zichligi oshadi. Juda ko'p tekshirishlar va ular asosida olingan dalillar, kristallitlar hajmida dislokatsiyalarni qaytadan taqsimlanishining relaksatsion jarayonlarida dislokatsiyaning sirpanishi uning zichligini o'sishiga nisbatan qiyin kechishi oqibatida yacheykali strukturalar hosil bo'lishini ko'rsatdi.

Yacheykali strukturalar hosil bo'lishida dislokatsiyaning ko'ngda-lang sirpanishining majburiy ishtiroki dislokatsiyalarni qaytadan taqsimlanishini tahminlaydi.

Yarim kristall materialda har bir dona tashqaridan qo'yilgan yuklanish-lar tahsirida uni o'rab turgan donachalar bilan bir vaqtning o'zida murakkab o'zaro tahsirlashuvi natijasida deformatsiyalanadi. Bunda har bir donachaning qo'shni uchastkasi majburan turli burchakda buriladi. Natijada qo'shni uchastkalar har bir dona ichida o'zaro bir necha o'n graduslarga burilishi mumkin. Masalan, yarim kristall alyuminiyda bitta dona ichida 40% siqilishda yo'nalish 50° gacha o'zgarishi kuzatilgan.

Upakovkalanen nuqsonlar energiyasi kam bo'lganda cho'zilgan dislokatsiyalarni ko'ngdalang sirpanishi qiyinlashadi, bu holat yacheykali strukturalar hosil bo'lishiga qarshilik ko'rsatilishiga olib keladi. SHuning uchun upakovkalanen nuqsonlar energiyasi qiymati bilan farq qiladigan turli metall va ularning qotishmalarida, plastik deformatsiya oqibatida yacheykali struktura hosil bo'lishiga turlicha moyillik kuzatiladi. Sovuq holda deformatsiyalashdan keyin Al, Ni, Cu, Ag, Au, Fe, Mo va uning qotishmalari yacheykali struktura hosil bo'lishi qayd etilgan. Zanglamaydigan austenitli po'latlarda, b-latunda, bir fazali alyuminiyli va kremniyli bronzalarda upakovkalanen nuqsonlar energiyasi juda kichik bo'lganligidan yacheykali struktura hosil bo'lishi umuman kuzatilmaydi.



3.1-rasm. 5 % ga cho'zilgandan keyin xrom-tsirkoniyli bronzani (0,33 % Cr, 0,07 % Zr) yacheykali strukturasi. Elektron mikro rasm. X12 000 (V. M. Rozenberg, A. I. Novikov)

Plastik deformatsiya natijasida nuqtali nuqson hisoblangan vakansiya va uzellararo atomlarning miqdori oshib boradi. Deformatsiya darajasi oshishi bilan bir vaqtda cho'zilgan dislokatsiyalar zichligi ham oshishi natijasida upakovkalanen nuqsonlar soni ham oshadi.

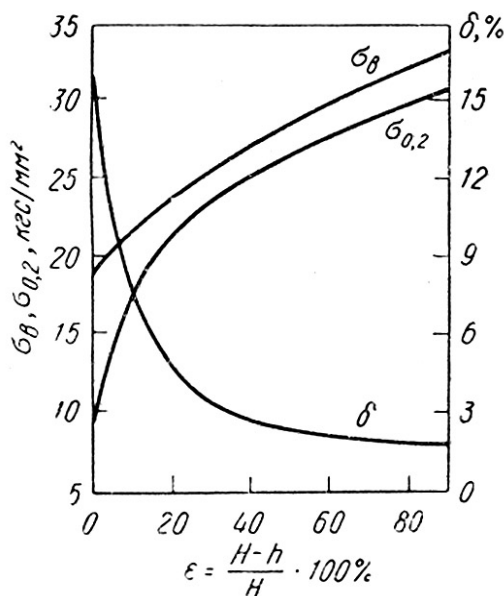
SHunday qilib, plastik deformatsiya darajasi oshishi bilan dislokatsiyalar zichligi va ortiqcha bitta ishoraga ega bo'lgan dislokatsiyalar oshadi, natijada yacheykali struktura shakllanishi mumkin, nuqtali nuqsonlar va upakovkalanen

nuqsonlar miqdori oshishi mumkin. Kristallitlarni ichki tuzilishini yuqorida qayd etilgan hamma o'zgarishlari – metall va qotishmalarni plastik deformatsiyalanishini muhim natijasi hisoblanadi.

3.2. Puxtalanish (naklyop)

Metall yoki qotishmaga bosim ostida ishlov berish yo'li bilan puxtala-nishga **naklep (puxtalanish)** deyiladi. Puxtalanishni keng mahnoda plastik deformatsiya tahsiri natijasida struktura va u bilan bog'liq bo'lgan xossalarni o'zgarishlarining yig'indisi deb ham tushuniladi.

Sovuq holda deformatsiyalash darajasi oshishi bilan deformatsiyala-nishga qarshilik ko'rsatuvchi ko'rsatkichlar (vaqtinchali qarshilik, oquvchanlik chegarasi va qattqlik) oshadi, plastiklik bilan bog'liq bo'lgan ko'rsatkichlar (nisbiy uzayish i torayish) kamayadi (3.2-rasm). Metallni deformatsiyalash darajasi 50-70 % dan ortiq bo'lgan holda, vaqtinchali qarshilik va qattqlik, odatda 1,5 -2 marta, bahzi hollarda metallar tabiati va bosim bilan ishlov berish turiga qarab uch martagacha oshadi.



3.2-rasm. Sovuq holda prokatlashda D1 markali duralyuminiyni mexanik xossasini siqilish darajasiga bog'liqligi (A. V. Tretg'yakov, K.M. Radchenko)

Uncha katta bo'lmagan deformatsiyalar (10 % gacha) odatda vaqtinchalik qarshilikka qaraganda oquvchanlik chegarasiga sezilarli darajada kuchli tahsir qiladi. Katta darajadagi deformatsiyalarda bahzi bir qotishmalar-ning oquvchanlik chegarasi 5-8 marta va undan ham ortiq oshishi mumkin. Nisbatan uncha katta bo'lmagan deformatsiyalarda nisbiy uzayish tezda kamayib ketadi. (3.2 -rasm). Metall yoki qotishmaning vaqtinchali qarshiligi va qattqligini 1,5 – 2 marta oshiruvchi kuchli deformatsiya, nisbiy uzayish-ni 10-20, bahzi hollarda 30-40 va undan ham ko'p marta kamaytiradi.

Deformatsiyalanishga qarshilik ko'rsatuvchi ko'rsatkichlarni oshishi va plastiklik ko'rsatkichlarini kamayishi dislokatsiyalar zichligining oshishi natijasida sodir bo'ladi. Puxtalangan metallda dislokatsiyalar zichligi kattaligidan mavjud bo'lgan sirpanishlar ham juda qiyin kechadi.

Yacheykalar chegarasi va subdonachalar sirpanayotgan dislokatsiyalar uchun to'siq vazifasini o'taydi. Ana shu to'siqlar (yacheykalar o'lchamlarini kamayi-shi) orasidagi masofani kamayishi siqilish darajasini oshishi bilan puxtalanishga olib keladi.

Metall va ularning qotishmalardagi elektron o'tkazuvchanlik nuqtali nuqsonlar va dislokatsiyalar hisobiga sochilib ketadi. SHuning uchun sovuq holda plastik deformatsiyalanishda panjaradagi nuqsonlarni soni elektr qarshilikni oshiradi. Bir vaqtning o'zida ko'pchilik deformatsiyalarda mexanik xossa bir necha yoki o'n marta o'zgaradi, toza metallarda esa elektr qarshilik odatda 2 – 6% gacha oshadi.

Qotishmalarni sovuq holda deformatsiyalashda qiymati jihatidan turli xil va hattoki turli xil ishorali elektr qarshilik yuzaga kelishi kuzatiladi.

3.3. Metall va qotishmalarning anizotropik xossasi

Sovuq holda deformatsiyalangan metallarni xossasi turli yo'nalishlarda turlicha bo'ladi. Xossaning anizotropiyasi ikkita sabab bilan hosil bo'ladi: strukturaning tolaliligi va deformatsiya teksturasi.

Sinaladigan namunaning uzunligi bo'yicha ko'ngdalang holda kesib olingan tolada donalararo chegaralar bo'ylama holda kesib olingan toladagiga nisbatan sezilarli darajada katta bo'ladi. Donalararo chegaralarda qo'shimchalar va nometall tashkil etuvchilar yig'iladi, masalan oksid plyonkalari hosil bo'ladi. O'z navbatida, metallning mexanik xossasi ko'ngdalang va bo'ylama tola bo'yicha turlicha bo'ladi. SHuning uchun bosim ostida ishlov berib olingan yarim tayyor mahsulotlarni nazorat qilishda ularni "qismli" va "ko'ngdalang" namunalarga ajratamiz va ularda mos ravishda "qismli" va "ko'ngdalang" xossalar bo'ladi. Odatda, ko'ndalang kesimli namunalarda plastiklik va zarbiy qovushqoqlik ko'rsatkichlari qismliliga qaraganda kamroqdir.

Har bir kristallit anizotropen bo'lib, uning xossasi kristallografik yo'naliga bog'liqdir. Metallda tartibsiz yo'nalgan kristallar xossasi hamma yo'nalishlarda statik jihatdan o'rtalangan holati olinadi. bunday metall kvaziizotropen deyiladi.

3.4. Qayta kristallanishga qadar yumshatishda strukturaning o'zgarishi

Metallga sovuq holda bosim bilan ishlov berish uni yuqori erkin energiyaga ega bo'lgan muvozanat bo'lmagan holatga olib keladi.

Metallga bosim bilan ishlov berilganda uni muvozanat bo'lmagan holatida Gibbs energiyasini oshishiga olib keladi. Puxtalangan metall o'z-o'zidan nisbatan muvozanat va kichik Gibbs energiyasiga ega bo'lgan xoliga kelishga xarakat qiladi. Qayta tiklanuvchi jarayonlar kristall panjaradagi nuqsonlarning umumiy miqdorini kamaytirishga va ularni nisbatan muvozanat bo'lgan konfiguratsiyalarga

ega bo'lgan kristallitlarda qaytadan taqsimlashga xarakat qilinadi. Bu jarayonlar atomlarini xarakatlanishi orqali ro'y beradi, bunda temperatura juda muhim rol o'ynaydi.

Ishlab chiqarishda ishlatiladigan juda ko'p metall va qotishmalarda, oson eriydiganlardan tashqari, qayta tiklanuvchi jarayonlarni faol olib borilishi va puxtalangan metalldagi Gibbs energiyasini kamaytirish uchun xona temperaturasida atomlarni xarakatlanuvchanligi yetarli emas. Puxtalashni qisman yoki to'liq yo'qotish uchun qizdirish – sovuq holda bosim bilan ishlov berishdan so'ng yumshatish jarayoni amalga oshiriladi.

Sovuq holda deformatsiyalangan metallda temperatura va yumshatish davomiyligiga qarab, turli struktura o'zgarishlari kechadi va ular qaytish jarayoni va qayta kristallanish jarayonlarga bo'linadi.

Puxtalangan metallni nisbatan kichik gomologik temperaturagacha (oddiy tozalikka ega bo'lgan metallar uchun $\sim 0,3 \times T_{er}$) qizdirilgandan so'ng uni yorug'lik mikroskopi ostida kuzatilganda hech qanday deformatsiyalangan donaning shakli va o'lchamlarini o'zgarishi, yangi qayta kristallangan donalar hosil bo'lishi ro'y bermaydi. Lekin, shunday kristallanishga qadar yumshatish metallni bahzi bir xossalarni yetarli darajada o'zgarishiga olib keladi, rentgenostruktura tahlili, elektron mikroskop va boshqa usullar yordamida tadqiq qilishlar deformatsiyalangan donaning ichki tuzilishida o'zgarishlar borligini isbotladi.

Qayta kristallanish boshlanishiga qadar deformatsiyalangan kristalda zichlikni o'zgarishi va nuqsonlarni taqsimlanishi bilan o'z-o'zidan sodir bo'ladigan har qanday jarayonlar yig'indisi **qaytish** deb ataladi.

Agar qaytish deformatsiyalangan donaning ichida sub chegaralarini hosil qilmasdan va uni ko'chmasdan kechsa, **1-tur qaytishi** yoki **xordiq** deyiladi.

Agar qaytish deformatsiyalangan donaning ichida kichik burchakli chegaralar shakllantirib va ularning ko'chishi orqali kechsa **2-tur qaytishi** yoki **poligonizatsiyalash** deyiladi.

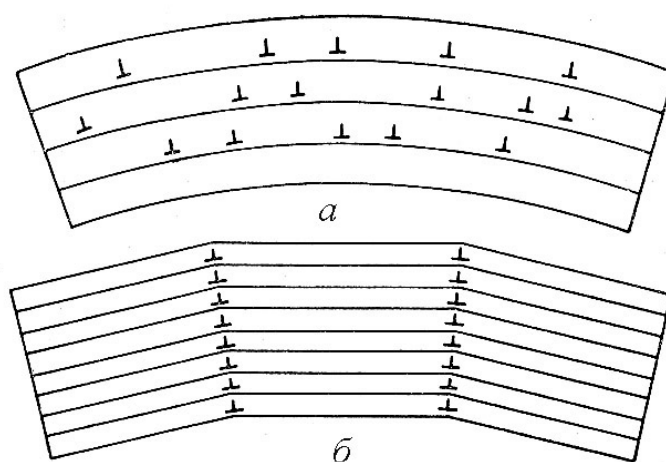
Xordiq – xamma hodisalar ichida eng kichik temperaturada puxtalangan metallni nisbatan muvozanat holatiga o'z-o'zidan o'tishi bilan bog'liq bo'lgan jarayondir. Xordiq bosqichida dislokatsiyalarni xamma xarakatlanishi mahalliy xarakterga ega bo'ladi.

Xona temperaturasida alyuminiydan tayyorlangan folg'gani dislaka-tSION strukturasini elektron mikroskop yordamida kuzatish xordiq jarayonida dislokatsiyalarni uncha katta bo'lmagan holda qaytadan taqsimlanishi sodir bo'lishi va dislokatsiya zichligini aytarli darajada kamayib ketmasligini ko'rsatdi. Texnik metall va qotishmalarda disloka-tsiyalar qo'shimchalar bilan bog'langan bo'ladi, u qo'shimcha ravishda disloka-tsiyalarni xordiq temperaturasi intervalida xarakatlanishini qiyinlashtiradi.

Dislokatsiya nazariyasi poligonizatsiyalash mexanizmini tushuntirib beradi. Kristallning qoldiq egilishi bir xil ishorali ortiqcha chetki dislokatsiyalarga bog'liq (3.3.-rasm, a). Kristallning yuqorigi qirrasiga tegishli to'liq bo'lmagan vertikal ko'rinishdagi atom tekisliklari kristallni egilishiga majbur qiluvchi, yahni klinli

tarzda tahsir etadi. Yumshatishda bir xil ishorali dislokatsiya qaytadan taqsimlanadi va devorga biri ikkinchisi ketidan qator bo'lib turadi (3.3.-rasm, b).

Egilgan kristalldagi dislokatsiya devori sirpanish va dislokatsiyalarni sekin surilishi jarayonlarini o'zaro bog'liqligi tufayli hosil bo'ladi. Bir xil ishorali dislokatsiyadan iborat devor uncha katta bo'lmagan yo'naltirilgan panjaradagi qo'shni subdonalar chegarasini ajratuvchi kam burchakli chegara hisoblanadi. SHunday qilib, poligonalli chegaralarda subdonani qaytishi devorda dislokatsiyalarni ketma-ket joylashishi – kam burchakli chegaralar tufayli sodir bo'ladi. Bu holda qizdirish katta sondagi dislokatsiyalarni sekin surilishini faollashtirish uchun juda zarurdir. Poligonizatsiyalash uchun yumshatish temperaturasi hordiqqa nisbatan yuqori bo'lishi darkor.



3.3 - rasm. Poligonizatsiyalash sxemasi:
 a – egilgan kristallda chetki dislokatsiyalarni xaotik taqsimlanishi;
 b – poligonizatsiyalashdan keyin dislokatsiyalardan iborat devor

3.5. Birlamchi qayta kristallanish jarayoni (qayta kristallanuvchi ishlov berish jarayoni)

Sovuq holda deformatsiyalangan metallni yumshatishda ma'lum o'zgarishi kuzatiladi, bu esa qayta kristallanish jarayoniga tahluqlidir. Yorug'lik mikroskoplarda uncha katta bo'lmagan kattalashtirishlarda cho'zilgan deformatsiyalangan donalar bilan bir qatorda yangi nisbatan katta yoki kichik bir xil o'qli qayta kristallangan donalarni ham farqlash mumkin. Yumshatish vaqti yoki temperaturasini imkon darajada oshirish yangi donalar egallagan shlif yuzasi oshadi, eski deformatsiyalangan dona sekin-asta yo'qolib oradi. Folg'ani rentgen tahlili, keyinchalik elektron mikroskopdagi tadqiq qilish, deformatsiyalangan matritsadagi yangi bir xil o'qli donani eski cho'zilgan donadan na faqat shakli, undan ham muhim hisoblangan dislokatsiya zichligi keskin kamroq bo'lgan nisbatan mukammal ichki tuzilishi bilan ham farqlanishini ko'rsatdi. Agar kuchli

deformatsiyalangan metallarda dislokatsiya zichligi 10^{11} - 10^{12} sm^{-2} bo'lsa, u qayta kristallangan so'ng $10^6 - 10^8$ sm^{-2} gacha kamayadi.

Deformatsiyalangan matritsaga nisbatan mukammal hisoblangan poligonizatsiyalashgan strukturadan farqli ravishda qayta kristallangan dona matritsadan subdonaga o'xshab kam burchak bilan emas, balki ko'p burchakli chegara bilan ajratilgan. Bu farq printsiptial ahamiyatga ega bo'lgan holatdir.

Qayta kristallanuvchi donani katta burchakli chegarasini tez migratsiyasi tufayli deformatsiyalangan matritsani intensiv ravishda "eydi".

Dastlabki deformatsiyalangan donaning fazasi hisobiga ko'p burchakli chegaralar bilan o'ralgan nisbatan mukammal strukturaga ega bo'lgan donaning hosil bo'lishi va uning o'sishi jarayonini **birlamchi qayta kristallanish** yoki **qayta kristallanish uchun ishlov berish** deyiladi.

Qayta kristallanish kinetikasi faza o'zgarishlar kinetikasiga o'xshashdir.

Birlamchi qayta kristallanish kinetikasini tahlil qilishda faza o'zgarishlardagi kinetikaga o'xshab, qayta kristallanish markazlarini hosil bo'lish tezligi va chiziqli o'sish tezligi kabi parametrlarga tayaniladi. Qayta kristallanish markazlarini hosil bo'lish tezligi – birlik vaqt ichida birlik hajmda yuzaga keladigan qayta kristallanish donalari markazlarining sonidir. CHiziqli o'sish tezligi donalar chegarasini ko'chish, surilish tezligidir. Temperatura ortishi bilan ikkala parametr ham eksponentsial ko'rinishda oshadi.

Bir qancha vaqt mobaynida yangi donalar hosil bo'lmaydi yoki topilmaydi. Bu vaqtni **inkubatsion davr** deb ataladi. deformatsiya darajasi va yumshatish temperaturasi hamda metallning tozaligini oshishi bilan birlamchi qayta kristallanishdagi inkubatsion davr kamayadi.

Birlamchi qayta kristallanish kinetikasi qaytish kinetikasida keskin farq qiladi. Agar qaytish inkubatsion davrga ega bo'lmasa, boshlang'ich davrda tezlik maksimal bo'lsa, bu tezlik izotermik ushlab turish vaqtida uzluksiz kamayib boradi. Qayta kristallanishda esa buning aksi bo'lib, inkubatsion davrdan keyin tezlik noldan maksimal qiymatgacha oshadi, so'ngra kamayadi. Qayta kristallanish jarayonini sekinlashishi ko'p sonli yangi donalarni o'sishini to'xtashi ularni o'zaro to'qnashishi bilan tushuntiriladi. Birlamchi qayta kristallanishni termodinamik stimuliga plastik deformatsiya vaqtida asosan dislokatsiya bilan bog'liq holda energiyani to'planishi kiradi. Birlamchi qayta kristallanishda dislokatsiya zichligini kamayishi to'plangan energiyani asosiy qismini ishlatilish uchun saqlab qoladi. Bu hol kalorimetrik tadqiqotlar natijasida aniqlandi.

Har qanday materiallarda va hamma sharoitlarda qayta kristallangan donani hosil bo'lishining bosh mexanizmi yuqori burchakli chegaralar bilan o'ralgan yuqori struktura mukammalligiga ega bo'lgan uchastkani shakllanishidir. Qayta kristallanish kurtaklari deformatsiyalangan donaning yuqori burchakli chegaralarni hosil bo'lishi uchun qulay bo'lgan joylarda shakllanadi. Ancha oldin, metallografik tahlil yordamida qayta kristallangan dona deformatsiyalangan donaning chegaralarida hosil bo'lishi isbotlangan.

Termik ishlov berish rejimlarini ishlab chiqishda va boshqa maqsadlarda qayta kristallangan donani hosil bo'lishini boshlanishini nisbatan oddiy usullarda eksperimental yo'l bilan aniqlashni bilish kerak.

Juda ko'p amaliy masalalarni yechishda shartli ravishda qayta kristallanishning boshlanishi yorug'lik mikroskopi yordamida birinchi navbatda, odatda nisbatan ochiq rangda bir xil o'qli donani deformatsiyalangan matritsaga kuchli reaktiv ettirilib nisbatan qoraygan joy fonida aniqlash mumkin.

Metallning tozaligi oshishi bilan qayta kristallanish chegarasi kamayadi:

Tozaligi Al, %	99,7	99,9	99,99	99,9992
Tq.k.ch ⁰ S.....	240	200	100	-45

A.A. Bochvar qayta kristallanish chegarasi va metallarni erish temperaturasi o'rtasida oddiy nisbat borligini isbotladi: hamma metallar uchun absolyut shkala bo'yicha erish temperaturasini ma'lum bir qismidagi temperaturada qayta kristallanish boshlanadi, ya'ni:

$$T_{q.k.ch} = (0,3 - 0,4) \cdot T_{er}$$

Bu formula bo'yicha 0,3 – 0,4 koeffitsient nisbatan yuqori texnik tozalikka (taxminan 99,99%) ega bo'lgan metallarga tegishlidir. O'ta toza metallar uchun $T_{q.k.ch} = (0,25 - 0,3) \cdot T_{er}$

A.A. Bochvar qoidasiga ko'ra, metallarni taxminan aniqlikda qayta kristallanish temperaturasini ularni ma'lum erish temperaturasi orqali baholash mumkin. Bu hol, qachon ma'lumotnomadagi ko'rsatkichlar yo'q bo'lganda zarur bo'ladi. Masalan, qo'rg'oshinni qayta kristallanish temperaturasini baholash mumkin: $(327+273) \cdot 0,4 - 273 = -33^0$.

3.6. Birlamchi qayta kristallanishda dona o'lchamining o'sishi

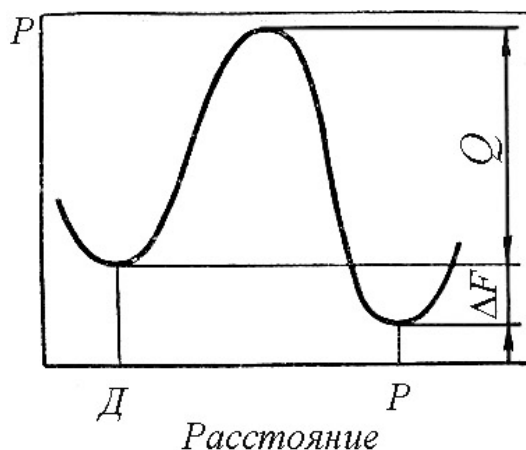
Qayta kristallangan donaning o'sishi deformatsiyalangan matritsa tomon chegaralarda juda tez ko'chishi (migratsiya) orqali sodir bo'ladi. Bunday ko'chishda xarakatlanuvchi kuch vazifasini turli dislokatsiya zichligiga ega bo'lishi natijasida chegaradan ikki tomonda yuzaga keladigan kristallarning elastik energiyasining farqi o'taydi. Yig'uvchi qayta kristallanishdan farqli ravishda birlamchi qayta kristallanishda dona markazdan chetga qarab, ko'chadi. Xarakatlanayotgan yuqori burchakli chegara o'zining yo'lida panjaraning deformatsiyalangan matritsasidagi nuqsonlarni "yuvib" ketadi, bunda nisbatan keskin dislokatsiya zichligi kamayishi oqibatida mukammal strukturani hajmini oshiradi.

Birlamchi qayta kristallanishda donalar chegarasini ko'chishini o'rtacha tezligi temperaturaga bog'liq bo'ladi:

$$x = x_0 \cdot e^{-Q/R \cdot T}$$

bu yerda Q – ko‘chish, migratsiya jarayonining faollashtiruvchi energiyasi.

Qayta kristallanishda yuqori burchakli chegaralarni ko‘chishi bu tartiblanmagan yoki guruh atomlarini deformatsiyalangan donadan qayta kristallangan donaga o‘tishi natijasi deb qaraladi. Chegaradan ikki tomonga joylashgan atomlar tebranma xarakat natijasida vaqt o‘tishi bilan bitta donadan ajralib chiqib, boshqa donaga qo‘shiladi. Bunday mexanizm o‘zining tabiatiga ko‘ra diffuziyali hisoblanadi.



3.4 - rasm. Deformatsiyalashgan va qayta kristallangan donalar chegarasi orqali atomlarni o‘tishida erkin energiyaning o‘zgarish sxemasi

3.4-rasmda donalararo chegaradan atomlarni o‘tishida erkin energiyaning o‘zgarishi tasvirlangan. Ko‘rinib turibdiki, donalar chegarasini ikki tomonida dislokatsiya zichligini turlicha bo‘lishligiga bog‘liq ravishda erkin energiya ΔF ni farqi oqibatida atomlarni qayta kristallangan donadan deformatsiyalangan donaga o‘tishi katta potentsial to‘siqni bosib o‘tishni talab qiladi ($Q+\Delta F$). O‘z navbatida atomlarni deformatsiyalangan donadan qayta kristallangan dona yo‘nalishiga o‘tish chastotasi, teskari yo‘nalishdagi holatdan katta bo‘ladi va bu esa deformatsiyalangan donani qayta kristallangan dona tomonidan “eyish” deyiladi.

Deformatsiyalangan dona yo‘qolgandan keyin yahni birlamchi qayta kristallanish tugagandan so‘ng, erkin energiya kuchli ravishda kamayib ketadi, biroq qayta kristallangan donaning chegarasining yuzasida erkin energiyaning kuchli tarzda ko‘payib ketishi va bu chegaralarda muvozanatda bo‘lmagan sirt tarangligini hosil bo‘lishi natijasida struktura stabil bo‘lmagan holatda qoladi.

Yuqori burchakli chegarani ko‘chish yo‘li bilan bitta qayta kristallangan donani boshqa qo‘shni qayta kristallangan dona hisobiga o‘tishiga **yig‘uvchi qayta kristallanish** deyiladi.

Yig‘uvchi qayta kristallanishning termodinamik stimuliga donalar chegarasidagi erkin energiya kiradi, uni majburiy oshishi shartiga sirt tarangligini muvozanatda bo‘lmaganligi hisoblanadi.

Yig'uvchi qayta kristallanishda dona ozmi yoki ko'pmi bir xilda kattalashadi va metallni donaning bitta o'rtacha o'lchamini qiymati bilan xarakterlash mumkin. Bunday donani o'sishiga normal o'sish deyiladi.

Mahlum bir sharoitlarda yumshatishdan so'ng struktura tahlil qilin-ganda juda ham ko'p bir xil o'lchamli nisbatan kichik o'lchamli donalar va juda ham kam miqdorda juda katta o'lchamli, bahzi hollarda o'lchamlari bir necha santimetr gacha boradigan gigant o'lchamli donalar aniqlanadi. Bunday struktura donani bir tekisda o'smasligi oqibatida hosil bo'lib, uni **ikkilamchi qayta kristallanish** deyiladi. Bu jarayonda juda ko'p donalar juda sekin kattalashadi yoki amaliy jihatdan umuman o'smaydi, alohida bahzi bir donalar katta o'lcham gacha oshib boradi, ular o'zini kichik donali muhitini "eydi".

Ikkilamchi qayta kristallanish bu juda ko'p metall va qotishmalarga xos, donaning o'sishini kam bo'lmagan, maxsus hodisadir va buni qachonlardir donaning o'lchamini o'sishining anomal holati deb qaralgan.

Turli metallar va qotishmalarga ishlov berishning sharoitlari turlicha bo'lib, hattoki bir xilda qalinlikda bo'lmagan listda bir xilda bo'lmagan donaning o'sishi turli sabablar bilan ro'y berishi mumkin. Lekin, hamma holatlarda ham ikkilamchi qayta kristallanishning rivojlanishining majburiy shartiga matritsani stabillash bo'lib, yahni birlamchi qayta kristallanishda ko'p donalarning o'sishini kuchli tarzda tormozlaydigan jarayondir. Agar matritsa yaxlit stabillashgan bo'lsa, bunda alohida donalarni o'sishi qandaydir sabab bilan tormozlanmaydigan bo'lib, ikkilamchi qayta kristallanish mohiyatini tashkil etadi. O'z navbatida, har bir aniq bir holat uchun ikkilamchi qayta kristallanish jarayonini tahlil qilish natijasida quyidagilar aniqlash lozim: birinchidan, nima uchun matritsa stabillashgan bo'ladi va ikkinchidan, alohida donalar hech qanday to'siqsiz, stabillashgan matritsani yeb o'sishi kerak.

Qayta kristallangan matritsani stabillashning sabablari quyidagilar bo'lishi mumkin: a) chegaralardagi dispers zarrachalar yoki qo'shimchalarni segregatsiya qilish; b) "teksturali tormozlanish"; v) "qalinlik samarasi". Yuqoridagi sabablar eksperimental yo'l bilan isbotlangan.

Qayta kristallangan dona – yumshatilgan metallning muhim tavsifnomalardan biridir. Mahlumki, yumshatish vaqti birlamchi qayta kristallanishning davom etish vaqtidan ortiq bo'ladi. SHuning uchun yumshatilgan metallning dona o'lchamiga birlamchi, yig'uvchi qayta kristallanishdagi omillar tahsir qiladi.

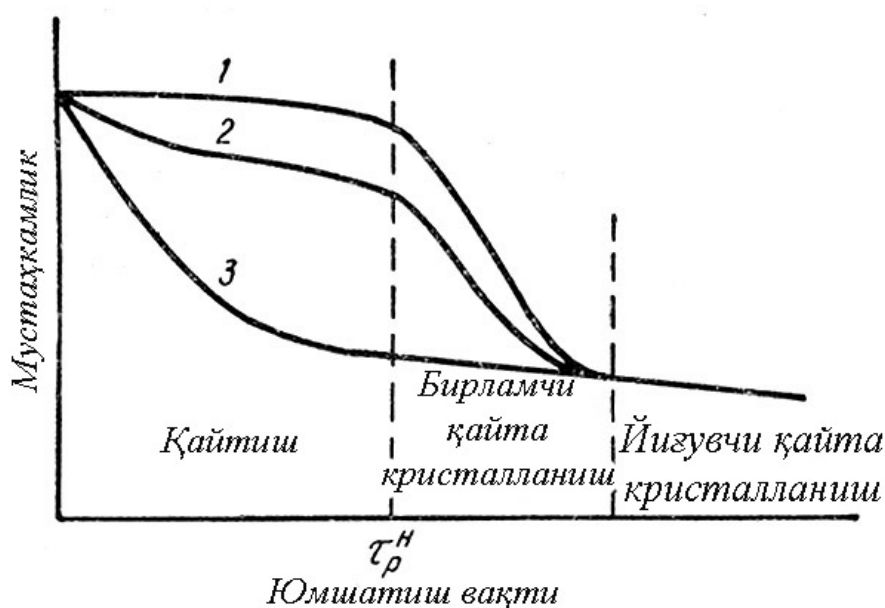
Birlamchi qayta kristallanishning tugallanish momentida dona o'lchami markazlarni hosil bo'lish tezligi va ularning chiziqli o'sish tezligiga bog'liq bo'ladi. Markazlarni hosil bo'lish tezligi qanchalik katta va chiziqli o'sish tezligi shunchalik kichik bo'lsa, birlamchi qayta kristallanishning tugallanishining oxirida dona shunchalik maydaroq bo'ladi va aksi bo'lishi mumkin. birlamchi qayta kristallanish jarayoni tugagandan so'ng yig'uvchi qayta kristallanish jarayoni sababli donani o'lchami kattalashadi. SHuning uchun donaning oxirigi o'lchamiga yana yig'uvchi qayta kristallanishda kristallarning chiziqli o'sish tezligi tahsir qiladi.

Yumshatilgan metall donasining oxirigi o'lchamiga tahsir qiluvchi omillarga quyidagilar kiradi: yumshatish temperaturasi va vaqti, deformatsiya darajasi, dastlabki dona o'lchami, qizdirish tezligi va kimyoviy tarkib.

Yumshatish temperaturasi oshishi bilan markazlarni hosil bo'lish tezligi va chiziqli o'sish tezligi oshadi. Agar ikkala ham parametr temperaturaga bog'liq ravishda bir xil darajada o'zgarsa, birlamchi qayta kristallanishdagi dona o'lchami yumshatish temperaturasiga bog'liq bo'lishi kerak emas. Agar temperatura oshishi bilan markazlarni hosil bo'lish tezligi chiziqli o'sish tezligiga nisbatan intensivroq bo'lsa, u holdadona o'lchami birlamchi qayta kristallanishning tugallanish momentida yumshatish temperaturasidan yuqoriroq temperaturada kichiroq bo'ladi. Ikkala holat ham bir necha marta alyuminiy, alyuminiy qotishmalari, latun va boshqa qotishmalarni yumshatishda kuzatilgan. Yumshatish davomiyligini oshishi bilan dona o'lchami oshadi.

3.7. Metallarni qayta kristallanishga qadar va qayta kristallanishdagi yumshatishda xossasini o'zgarish

Puxtalangan metallning xossasi yumshatishda sovuq deformatsiyalashga qaraganda teskari yo'nalishda o'zgaradi, yahni aynan deformatsiyalashga qarshilikni ko'rsatkichlari (mustahkamlik chegarasi va oquvchanlik, qattqlik) kamayadi, plastiklik ko'rsatkichlari esa (nisbiy uzayish va torayish) oshadi.



3.5 – rasmda doimiy temperaturada puxtalangan metallni mustahkamlik xossalarini yumshatishni kechish vaqti davomiyligini oshishi bilan

Metallni yumshatish temperaturasi va uning davom etish vaqtiga bog'liq ravishda turli struktura o'zgarishlari u yoki bu to'liqlikda ro'y beradi va o'z navbatida puxtalanishni kamayishi ham turlicha kechadi.

3.5-rasmda puxtalangan metallni mustahkamlik xossasini izotermik yumshatish vaqtiga qarab bog'liqlik sxemasi o'zgarishlarining uchta tipdagi

holatlari tasvirlangan. Birlamchi qayta kristallanishni boshlanishiga qadar qachon faqat qaytish jarayoni yuz berayotgan inkubatsion davrda puxtalanish amaliy jihatdan umuman kamaydi (1-egri chiziq), qisman kamayib boradi (2-egri chiziq) va so'ngra to'liq puxtalanish olib tashlanadi (3-egri chiziq).

Metallarni qayta kristallanishiga qadar mustahkamlik xossasini o'zgarish xarakteri to'liqligicha qaytish kinetikasiga mos keladi. Qaytish vaqtini oshishi bilan mustahkamlik xossasining tezligi kamayadi. Agar qaytish tugandan so'ng ham mustahkamlik xossasi haligacha tiklanmaydi, va keyingi birlamchi qayta tiklanish to'liq ravishda puxtalanishni olib tashlaydi.

Qaytishda puxtalanishni saqlab qolinishi mis, nikelg' va kumush uchun xarakterlidir. Metallarni puxtalanishini birlamchi qayta kristallanish boshlangunga qadar qisman olib tashlanishi bahzi bir hollarda alyuminiy, temir va titan qotishmalarini yumshatishda o'ta sezilarlidir.

Qayta kristallanishga qadar yumshatishda puxtalanish hodisasi ko'pchilik mis va nikelg' qotishmalari uchun xarakterli bo'lib, ular nisbatan to'liq o'rganilgan. Puxtalanish qattaligi qattiq eritmaning tarkibiga bog'liq. Juda ko'p qotishmalarni yumshatishda puxtalanish samaradorligi qattiq eritmaning legirlash darajasini oshishi bilan oshadi.

Qayta kristallanishga qadar yumshatishda puxtalanish tabiati turli qotishmalarda turlicha bo'ladi. Puxtalanishning umumiy sababi dastlabki sovuq deformatsiyalangan materialda xarakatlanuvchi dislokatsiyaning mustahkam joylashishi va yumshatish vaqtida poligonizatsiyalashda dislokatsion devorning hosil bo'lishi hisoblanadi.

3.8. Qayta kristallanishga qadar va qayta kristallanishdagi yumshatishda rejimlarni tanlash

Puxtalangan metallarni yumshatishning asosiy parametrlariga yumshatish temperaturasi va uning davom etish vaqti kiradi. U yumshatishda struktura o'zgarishlarini xarakteri va to'liq kechishini hamda yumshatishdan so'ng metall va qotishmani xossasini aniqlab beradi. Bahzi bir hollarda, bu pastda keyinchalik ko'rib chiqiladi, yumshatish temperaturasiga qadar qizdirish tezligi va bu temperaturadagi sovutish tezligi ham muhim rol o'ynaydi.

3.8.1. Qayta kristallanishga qadar yumshatish

Qayta kristallanishga qadar yumshatish yumshatuvchi va puxtalovchi bo'ladi.

Qayta kristallanishga qadar yumshatuvchi yumshatish deformatsion puxtalanishni qisman saqlab qolgan holda plastiklikni oshirishda ishlatiladi. Uni asosan, qachon qayta kristallanishdagi yumshatishda to'liq yumshatilish shart bo'lmagan yoki maqsadga muvofiq bo'lmagan hollarda qo'llaniladi. Yumshatuvchi qayta kristallanishga qadar yumshatish ko'proq buyumlarga mustahkamlik va plastiklikni talab etilgan nisbatda berishda oxirigi operatsiya sifatida ishlatiladi. AD, AD1 va boshqa markali alyuminiydan tayyorlangan listlarni 150 – 300^oS

temperaturada yumshatuvchi qayta kristallanishga qadar yumshatishdan so'ng ishlab chiqariladi.

VIA guruhidagi qiyin eriydigan metallar uchun (Mo va W) qayta kristallanishga qadar yumshatish bosim bilan ishlov berishdan keyin yagona usuldir. Chunki qayta kristallanishda bu metallar kuchli tarzda mo'rtlashadi. Yuqorida qayd etilgan metallar va ular asosidagi qotishmalarni qayta kristallanishga qadar yumshatish na faqat deformatsiyadan hosil bo'ladigan puxtalanishni qisman olib tashlaydi, balki plastik holatdan mo'rtlashgan holatga o'tish temperaturasini ham kamaytiradi.

Qayta kristallanishga qadar yumshatish juda ko'p hollarda plastiklikni oshirib, qoldiq kuchlanishni kamaytirish, xossani stabillashtirish va korroziyaga qarshi bardoshlikni oshirish kabi maqsadlarni amalga oshirishga ham qaratilgan.

Qayta kristallanishga qadar puxtalovchi yumshatish prujina va membranalarni elastiklik xossasini oshirish uchun qo'llaniladi.

Sovuq deformatsiyalangan mis qotishmalarni (alyuminiy va xromli bronza, mis-nikelli qotishmalarni) qayta kristallanishga qadar yumshatishda donalar chegarasi bo'ylab g'ovaklar hosil bo'lishi natijasida "o'tli" mo'rtlashishni kuzatish mumkin. G'ovaklar yumshatishda qoldiq kuchlanishlar tahsirida hosil bo'ladi va vakansiyalar kondensatsiyasi oqibatida o'sadi. O'tli mo'rtlashishga qarshi kurashishda yumshatish davomiyligini kritik temperatura intervaliga mos ravishda minimal bo'lishi kerak.

3.8.2. Qayta kristallanishdagi yumshatish

Qayta kristallanishdagi yumshatish to'la, chala va teksturali turlarga bo'linadi.

To'la qayta kristallanishdagi yumshatish, odatda oddiy qayta kristallanish deyilib, termik ishlov berishda eng ko'p tarqalgan operatsiyalardan biridir.

Qayta kristallanishdagi yumshatish sanoatda metall va qotishmalarga sovuq holda bosim bilan ishlov berishdan oldin (materialga uncha katta bo'lmagan plastiklik berish uchun) birlamchi operatsiya sifatida ishlatilsa, sovuq holda ishlov berish operatsiyasi (puxtalanishni olib tashlash uchun) bilan oxirigi termik ishlov berish operatsiyasi orasidagi oraliq jarayon sifatida ham qo'llaniladi. Po'lat, rangli metall va ularning qotishmalarga qayta kristallanishdagi yumshatish list, lenta va folg'galarga sovuq holda prokatlashdan keyin va boshqa hollarda ishlatiladi.

Rangli metall va ularning qotishmalaridan tayyorlangan yarim tayyor mahsulotlar va buyumlarni qayta kristallanishdagi yumshatish mustaqil termik ishlov berish operatsiyasi bo'lib, po'latlarni ishlab chiqarish texnologiyasidan ham juda keng tarqalgan. Bu hol po'latlarga sovuq holda bosim bilan ishlov berishga qaraganda rangli metall va ularning qotishmalarini qayta kristallanishdagi yumshatish katta hajmni egallashi bilan tushuntiriladi.

Chala qayta kristallanishdagi yumshatish t_q^b temperaturadan yuqori temperaturada t_q^o temperaturadan past temperaturada puxtalanishni qisman olib tashlash maqsadida qo'llaniladi.

Teksturali yumshatish transformatorli po'latlarni qulay anizotropiya xossasini, temirnikelli qotishmalarda doimiy magnit o'tkazuvchanligini olish uchun ishlatiladi.

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar:

1. Qayta kristallanishdagi (rekristallizatsion) yumshatishnima ?
2. Kristallanishga qadar yumshatishni tahriflab bering ?
3. Metallni sovuq holda ishlov berishda struktura va xossasini o'zgarishi haqida nimani bilasiz ?
4. Puxtalanish (naklyop) deganda nimani tushunasiz ?
5. Metall va qotishmalarning anizotropik xossasi haqida nimani bila-siz ?
 6. Qayta kristallanishga qadar yumshatishda strukturaqanday o'zgaradi ?
7. Hordiq nima ?
8. Qaytish deganda nimani tushunasiz ?
9. Birlamchi qayta kristallanish jarayoni (qayta kristallanuvchi ishlov berish jarayoni) haqida nimani bilasiz ?
10. Birlamchi qayta kristallanish deganda nimani tushunasiz ?
11. Yig'uvchi qayta kristallanish mohiyatini tushuntirib bering ?
12. Ikkilamchi qayta kristallanish haqida nimani bilasiz ?
13. Metallarning xossasi qayta kristallanishga qadar va qayta kristallanishdagi yumshatishda qanday o'zgaradi ?
14. Qayta kristallanishga qadar yumshatishda rejim qanday tanlanadi ?
15. Qayta kristallanishdagi yumshatishda rejim qanday olinadi ?
16. Qayta kristallanishga qadar yumshatish qanday turlarga bo'linadi ?
17. Qayta kristallanishdagi yumshatishning qanday turlarini bilasiz ?

4-mavzu. Faza o'zgarishlarga ega bo'lgan 2-tur yumshatish

Ma'ruzaning rejasi:

1. Faza o'zgarishlarga ega bo'lgan 2-tur yumshatish;
2. Qattiq holatda faza o'zgarishlarining umumiy qonuniyatlari;
3. Faza o'zgarishlarida fazalararo chegaralar tuzilishining roli;
4. Gomogen va geterogen fazalarni hosil bo'lishi;
5. Faza o'zgarishlar kinetikasi.

Tayanch so'z va iboralar: Faza o'zgarishlarga ega bo'lgan 2-tur yumshatish, qattiq holatda faza o'zgarishlarining umumiy qonuniyatlari, gomogen faza, geterogen faza, faza o'zgarishlar kinetikasi.

Ikkinchi tur yumshatish

Ikkinchi (2) - tur yumshatish metall va qotishmalarni sovutishda diffuzion (normal) faza o'zgarishlarini qo'llanilishiga asoslangan.

Qotishmalarga 2-tur yumshatishni printsiplial jihatdan qo'llash imko-niyatini holat diagrammasidan foydalanib belgilash mumkin. Qattiq holatda turli xil faza o'zgarishlari kechadi: polimorfli, evtektoidli, qizdirilganda bitta fazani boshqa fazada erishi va sovutilganda qaytadan bitta fazani boshqa fazadan ajralishi va boshqalar.

2-tur yumshatishni fazalar tarkibini to'la o'zgarishi orqali, yahni xona temperaturasida mavjud bo'lgan fazalar qizdirilganda yo'qoladi, yoki yuqori temperaturalarda stabil holatda bo'lgan fazalar sovutilganda yo'qoladi. Masalan, perlitni austenitga aylanishi va austenitni parchalanishi bilan perlit hosil bo'lishi.

Agar fazalar tarkibini o'zgarishi faqat qattiq holatda komponentlarni o'zgaruvchan erishi bilan bog'liq bo'lsa, u holda ortiqcha faza eriydigan asosiy faza past va yuqori temperaturalarda stabil hisoblanadi. Bunday turdagi qotishmalarni qizdirish va sovutishda fazalarni faqat miqdoriy nisbatlari (qizdirilganda bahzi bir fazani to'liq yo'qolishi hisobga olgan holda) o'zgaradi. Misol tariqasida, $CuAl_2$ ni qizdirilganda alyuminiyli eritmaga o'tishi va uni yahni intermetallidni sovutilganda qattiq eritmadan ajralib chiqishini keltirish mumkin.

2-tur yumshatishni amaliy jihatdan maqsadga muvofiqligini, metall yoki qotishmalarning xossasiga struktura o'zgarishlari qanchalik kuchli tahsir etishi aniqlab beradi. Uning maqsadli ishlatilishi turlicha bo'lib, joyiga qarab ishlatiladi.

2-tur yumshatishning asosiy parametrlariga quyidagilar kiradi: qizdirish temperaturasi, ushbu temperaturada ushlab turish vaqti va sovutish tezligi. Qizdirish temperaturasi va ushlab turish vaqti kerakli struktura o'zgarishlarini tahminlab berishi kerak, masalan ortiqcha fazani to'la erishini tahminlashi kerak. Sovutish tezligi yetarli darajada kichik bo'lishi kerakki, past temperaturalarda teskari faza o'zgarishlari ro'y berishiga ulgirishi lozim. Bu jarayonlarning asosida

diffuziya jarayoni yotadi. Odatda, buyumlarni yumshatishda, ular pech bilan birgalikda pechda yoki havoda sovushi lozim. 2-tur yumshatish qattiq holatda faza o'zgarishlarini qo'llashga asoslangan.

4.1. Qattiq holatda faza o'zgarishlarining umumiy qonuniyatlari

4.1.1. Faza o'zgarishlar termodinamikasi

Mahlumki, doimiy temperatura va hajmda sistemada o'zi ro'y beradigan hamma jarayonlar erkin energiyani kamayishi tomonga qarab ketadi. Muvozanat holat erkin energiyaning minimal qiymati bilan xarakterlanadi. Erkin energiya (yoki izoxora-izotermik potentsial) sistemaning xarakterlaydigan funktsiyasi bo'lib, u quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$F = U - T \cdot S,$$

Bu yerda, U – ichki energiya ; S – entropiya; T – absolyut temperatura.

Metall qotishmalarda qattiq holatda faza o'zgarishlari nisbatan uncha katta bo'lmagan hajmni o'zgarishi bilan ro'y beradi. Termodinamikaning birinchi va ikkinchi qonunlarining umumlashtirilgan tenglamalaridan $(\partial F/\partial T)_v = -S$ va $(\partial^2 F/\partial T^2)_v = -(\partial S/\partial T)_v < 0$ ko'rinib turibdiki, birinchi va ikkinchi hosilalar manfiy qiymatga ega. Bu bilan temperatura oshishi bilan har doim ham ichki energiya kamayishi ko'rsatiladi.

Fazaning ichki energiyasining temperaturaga bog'liqligini ko'rsatuvchi egri chiziq temperatura o'qiga nisbatan egilganlik holatida bo'ladi (4.1. - rasm).

Bir komponentli sistemadagi faza o'zgarishlarini, jumladan metalldagi polimorf o'zgarishlarni ko'rib chiqamiz.

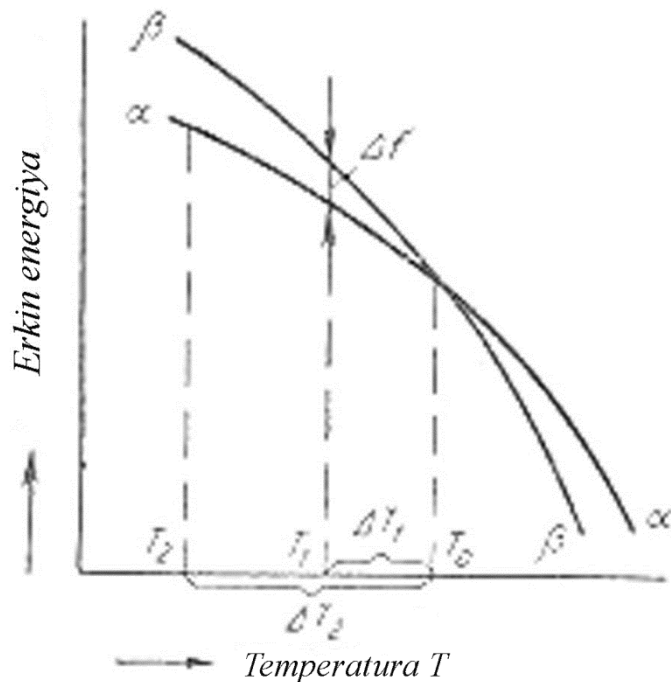
Agar bir komponentli sistemaning ikki fazasi muvozanat holatida bo'lsa, bu fazalarning erkin energiyalari egri chiziqlari o'zaro kesishadi(4.1. - rasm).

4.1. – rasmdan ko'rinib turibdiki T_0 temperaturadan past temperaturada α faza β fazaga qaraganda kichik erkin energiyaga ega bo'ladi. Bunda sistema o'zining erkin energiyasini kamaytirishga xarakat qiladi, sovutishda β faza T_0 temperaturadan past temperaturada α fazaga aylanadi.

Sovutishdagi temperatura o'zgarishi qizdirishdagi teskari faza o'zgarishlari temperaturasidan pastroqda joylashgan bo'ladi. Bu hodisani **o'zgarishning issiqlik gisterezisi** deyiladi. Masalan, oq qalay kul rang

qalayga faqat kuchli sovuqlikda aylanadi, lekin qalayning oq va kul rang modifikatsiyasining muvozanat temperaturasi $+13 \text{ }^{\circ}\text{S}$ ga teng. Ikki fazaning muvozanat turg'unligi temperaturasi (T_0) bilan sovutishdagi haqiqiy o'zgarish temperaturasi orasidagi farqqa **o'ta sovutish darajasi (ΔF)** deyiladi.

O'ta sovutish darajasi sovutish tezligi oshishi bilan oshadi.



4.1 –rasm. Ikki fazaning erkin energiyasini temperaturaga bog'liqligi

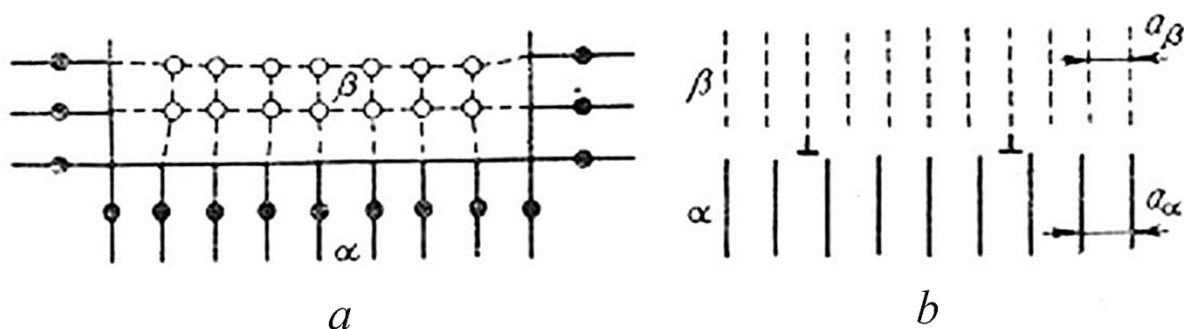
4.2. Faza o'zgarishlarda fazalararo chegaralarni tuzilishining roli

Dastlabki fazaning donalar kurtagi chegarasidagi fazalararo energiya bu chegaralar tuzilishiga bog'liq. Fazalararo chegaraning uchta turi mavjud: **kogerent, yarimkogerent** va **kogerent bo'lmagan**.

Kogerent chegarada bitta fazaning chegarasi sekin-asta boshqa faza panjarasiga o'tadi (4.2-rasm, a): bu chegarada atomlar tekisligi uzilmaydi, faqat bir muncha egiladi. Elastik deformatsiya kogerentlikni tahminlab, ikkita faza panjarasini asta-sekin yaqinlashtiradi va bularda atomlararo masofa har doim turlicha bo'ladi. Agar yangi faza dastlabki fazadan biktir bo'lsa, kogerent deformatsiya asosan dastlabki fazaga moslashadi va buning aksi bo'lishi mumkin.

Agar kristallararo ikkita faza kogerent chegaraga ega bo'lsa, u holda ikkala faza ham kogerent hisoblanadi.

Dona kurtagining o'lchami oshishi bilan ikkita faza panjarasining mos kelmasligining kompensatsiyasi yuzaga kelgan vaziyatda fazalarning hamma bo'linish tekisliklardagi kogerent deformatsiyasi natijasida emas, balki dislokatsiya hisobiga qisman energetik jihatdan qulay holatga keladi (4.2 -rasm, b).



4.2 – rasm. α va β fazalar kristallar orasidagi kogerentli (a) va yarimkogerentli (b) chegaralarini tuzilishi sxemasi

Bu dislokatsiyani struktura yoki dislokatsiyalar mos kelmasligi deb ataladi. Bu fazalarning oraliqlarida ikki faza panjarasining kogerentligi saqlanadi. Bunday tuzilishga ega bo'lgan fazalararo chegara yarim kogerent deb ataladi. Panjaralarning mos kelmaslik darajasi qanchalik katta bo'lsa, yarim kogerent chegarada dislokatsiyalar zichligi shunchalik katta bo'ladi. Ikki faza panjarasining mos kelmasligi ko'p jihatdan strukturalarning dislokatsiyalari orasidagi masofani shunchalik kamaydiki, bunda har bir faza o'zining individualligini yo'qotishgacha boradi. Bunday fazalararo chegara kogerent bo'lmagan chegara deb ataladi.

Baholash hisoblariga muvofiq, kogerent chegaralardagi fazalararo energiya 200 Dj/m^2 , yarim kogerent chegaralardagi fazalararo energiya $200\text{-}500 \text{ Dj/m}^2$ va kogerent bo'lmagan chegaralardagi fazalararo energiya $500\text{-}1000 \text{ Dj/m}^2$ ni tashkil etadi.

Yo'naltirilgan o'zgarishlar umumiy qonuniyatlarga bo'ysinadi va uning mohiyati keng mahnoda **P. D. Dankov** qarashlarida ko'rsatilgan bo'lib, uni yo'naltirilgan va o'lchamga mos bo'lgan tamoyil deb qaralgan. U quyidagicha tahriflanadi: "qattiq jismlar sirtidagi kimyoviy o'zgarishlar shu tariqa rivojlanib ro'y berishi kerakki, bunda dastlabki qattiq faza va yangi qattiq faza atomlarining konfiguratsiyasi saqlanishi lozim". Ko'rsatilgan jarayonda yangi faza kristall panjarasi dastlabki faza kristall panjarasi bilan parametrlari bir-biridan minimal farq qiladigan o'xshash kristall tekisliklar yaqinlashadi. Termodinamika nuqtai nazaridan ikki fazani qonuniyatli yo'nalishi sababi anizotrop muhitda "eski va yangi fazalar o'zaro yaqinlashgan, to'qnashgan tomonlarda joylashgan maksimal o'xshash atomlar minimum sirtqi energiyani tahminlab beradi" (**S.T. Konobeevskiy**).

Yo'naltirilgan va o'lchamga mos bo'lgan tamoyil yoki qisqacha struktura-ga moslik, yana bu **Dankov – Konobeev tamoyili** deb ham ataladi, kogerent faza hosil bo'lishida aniq ko'rinadi, lekin u yo'nalish va kogerent bo'lmagan dona kurtagini aniqlab beradi. Bu yerdagi qonuniyatli yo'nalish kogerent bo'lmagan chegaradagi energiyani kamaytiradi.

Strukturaga moslik tamoyili yangi fazada qonuniyatli yo'nalgan cho'zil-gan kristallarni hosil bo'lishini tushuntirib beradi. SHliflarda bular bir ikkinchisiga parallel holda yoki ma'lum burchak ostida joylashgan bo'ladi. Ushbu strukturani

vidmanshtetten struktura deb atalib, avtriyalik tadqiqotchi A.Vidmanshtetten sharafiga 1808 yil birinchi bo'lib kuzatganligi uchun qo'yilgan.

4.3. Gomogen va geterogen fazalarning hosil bo'lishi

Dastlabki fazani hajmining turli joylarida tasodifiy ravishda yangi fazalarni hosil bo'lishiga **gomogen fazalarni** hosil bo'lishi deyiladi.

Gomogen fazalarni hosil bo'lishi mexanizmlaridan biri kritik kurtaklarni fluktuatsion paydo bo'lishi hisoblanadi. Fluktatsiyadagi energiya va miqdor xaotik issiqlik xarakati natijasi bo'lib, uning dastlabki fazaning turli joylarida hosil bo'lishi ehtimollik xarakteriga ega. SHuning uchun bunday fluktatsiyalar bazasida yuzaga keladigan dastlabki fazalar kurtaklari ham hajm bo'yicha taqsimlanishi ham tasodifiydir.

Donalarni gomogen hosil bo'lishning klassik nazariyasi bug' kondensatsiyasi va suyuqlarni kristallanishiga nisbatan rivojlangan. Bu hol avvalam bor mahlum bo'lganki, yuqorida qayd etilgan jarayonlar idish yoki qolipning asosan devorlarida ro'y beradi.

Suyuq qotishmalarda odatda, har doim juda kichik kimyoviy tahlil yordamida nazorat qilib bo'lmaydigan qo'shimchalar – oksidlar, nitridlar, karbidlar, sulg'fidlar va boshqalar bo'ladi. Juda ko'p miqdordagi "begona" qo'shimchalar pilik vazifasini o'taydi va shuning uchun odatdagi sharoitlarda toza suyuq qotishmaning ichki hajmida donalarni gomogen o'z holicha paydo bo'lishi jarayonlari bilan emas, balki boshqa fazalar bilan sirt bo'linishiga ega bo'lgan donalarni hosil bo'lish jarayoni bilan ish ko'ramiz. SHuning uchun donalar, fazalarning bunday hosil bo'lishiga **geterogen hosil bo'lish** deyiladi.

Fazalarning geterogen hosil bo'lishi donalarning kritik hosil bo'lishining klassik fluktuatsion nazariyasiga zid emas. Qo'shimchalarga ega bo'lgan dona kurtaklarining chegarasidagi sirt energiyasi suyuq eritmani chegarasidagi sirt energiyasidan kichik bo'lsa, u holda donalarni kritik hosil bo'lishiga ketgan ish kichik bo'ladi.

Qattiq holatda donalarni mumkin qadar hosil bo'lishi mahlum bir joylarda qulay bo'lib, bunda dastlabki fazaning juda ko'p joylarida yuqori erkin energiyaga ega bo'ladi va u o'zgarishlarga imkoniyat yaratadi. Bu joylarga dastlabki fazaning donasi va subdonasi orasidagi chegaralar, boshqa fazalarning dispers qo'shimchalari, dislokatsiyalar va upakovka nuqsonlari kiradi.

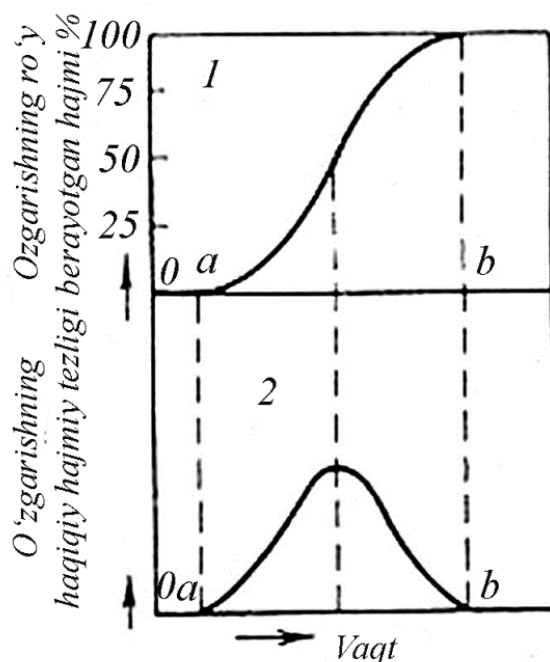
4.4. Faza o'zgarishlarining kinetikasi

Qattiq holatda kristallanish jarayonlarini kinetikasi ikkita parametr - o'zgarishlar bo'ladigan markazlarning hosil bo'lish tezligi va bu markazlarning chiziqli o'sish tezligi bilan aniqlanadi. Yuqorida ko'rib o'tganimizdek, kristallanishning ikkala ham parametri o'ta sovutish darajasiga yoki o'ta qizishga bog'liq.

Mahlum o'ta sovutish yoki o'ta qizishda faza o'zgarishlarining kinetikasini kinetik egri chiziq orqali tasvirlash mumkin, bu egri chiziq vaqt bo'yicha yangi struktura tashkil etuvchilar sonini o'sishini ko'rsatadi (4.3 - rasm).

Sovutishda ro'y beradigan o'zgarishlarning kinetik egri chizig'i quyidagicha quriladi. Namunani fazalar muvozanati nuqtasidan yuqori temperaturagacha qizdiriladi. Bunday temperaturada namuna uzoq muddat dastlabki faza holatida bo'ladi. So'ngra, namunani zudlik bilan fazalarning muvozanat holatidan past temperaturaga ega bo'lgan termostatga o'tkaziladi, yahni termostatdagi temperatura ma'lum o'ta sovutish darajasiga mos keladi. Termostat bo'lib, tuzli yoki moyli vanna hamda erigan metallar vannasi ham xizmat qilishi mumkin.

Namuna juda yupqa, kichik bo'lishi kerak, chunki namuna termostat temperaturasini tezda olishi kerak. Termostatda joylashgan namunaning o'zgarish darajasini uning qandaydir xossasini, masalan magnit yoki elektr xossalarini o'garishi orqali kuzatish lozim.



4.3 - rasm. Doimiy temperaturada fazalar o'zgarishi kinetikasi: 1 – kinetik egri chiziq; 2 – haqiqiy hajmiy o'zgarish tezligining izotermik ushlab turish vaqtiga bog'liqligi; oa – inkubatsion davr; ab – to'liq o'zgarish vaqti

Yana, termostatdagi namunani ma'lum bir vaqt oralig'idan keyin toblash va uning xossasini o'lchash yoki xona temperaturasida toblangan namunani mikrostrukturasini o'rganish mumkin.

Hamma izotermik kristallanish jarayonlari quyidagi kinetika orqali xarakterlanadi (4.3 - rasm).

Qizdirishda ro'y beradigan o'zgarishlardagi kinetik egri chiziq analogik yo'l bilan quriladi. Bu holatda, dastlabki temperaturaga, yahni fazalarning muvozanat nuqtasidan past temperaturaga ega bo'lgan namuna zudlik bilan ma'lum bir o'ta

qizish darajasiga mos keladigan temperaturaga ega bo'lgan termostatga joylashtiriladi.

Dastlab, o'zgarish ro'y berayotgan hajm tezlashgan holda o'sadi, o'zgarishning oxirida esa ushbu hajm zudlik bilan sekinlashadi. SHunday qilib, doimiy temperaturada o'zgarishning haqiqiy hajmiy tezligi o'z holicha o'zgarishlar jarayonida o'zgaradi. Har bir vaqt momenti bo'yicha o'zgarishning haqiqiy hajmiy tezligi grafik yo'l bilan yahni tangens burchakni kinetik egri chiziqqa urinma qiyalik burchagi orqali aniqlanadi.

Boshlang'ich davrda kichik hajmiy tezlikka ega bo'lishi uncha katta bo'lmagan o'zgarishlar markazlari sonini hosil bo'lishi va yangi struktura tashkil etuvchilarning kichik yuzaga ega ekanligi bilan tushuntiriladi. So'ngra, asta-sekin markazlar soni oshib boradi, yangi tashkil etuvchilarning o'lchamlari va kristallanishning jamlangan yuza fronti oshadi, shuning uchun o'zgarishning hajmiy tezligi bu sirtning yuzasiga proporsional bo'lib, oshadi.

Lekin, bu tezlik vaqt o'tishi bilan uzluksiz o'sishi mumkin emas, izotermik ushlab turish darkor. Jarayonning sekinlashishi ayniqsa, o'zgarishning oxirida yaqqol ko'rinadi, bu hol o'sayotgan kristallar bir - biri bilan o'zaro to'qnashib, to'qnashgan joyida kristallar o'sishdan to'xtaydi.

Fazalar o'zgarishining kinetikasini A.N. Kolmogorov va I.L. Mirkin tomonidan matematik tahlil natijasida markazlar hosil bo'lish tezligi (n) va qayta kristallanishning chiziqli tezligining (s) doimiy qiymatlarida o'zgargan hajmni o'zgarish vaqtiga τ nisbatan quyidagi bog'lik olingan:

$$V(\tau) = V_0 - [1 - \exp(-1/3 \cdot \pi \cdot n \cdot c^3 \cdot \tau^4)],$$

Bu yerda V_0 – dastlabki fazaning boshlang'ich hajmi.

Bu formula 4.3 –rasmdagi 1 egri chiziqni xarakteriga mos keladi. Formulaning xulosasi shundan iboratki, yangi faza kristallari biri ikkinchisi bilan to'qnashmaguncha sferik shaklga ega bo'ladi.

Izotermik ushlab turish vaqtining eng boshlang'ich davrida o'zgarishlar kuzatilmaydi (4.3 – rasm, oa – kesma).

Bu davrni **inkubatsion davr** deyiladi. Inkubatsion davrda hosil bo'lgan yangi kristallar soni shunchalik kamki, o'zgarishlar odatdagi tadqiqotlar usullari bilan qayd qilib bo'lmaydi. Inkubatsion davrning oxirini (4.3 –rasmdagi a nuqta) – tadqiqot qilish usullari bilan qayd qilinishi mumkin bo'lgan holatdir.

5-mavzu. Tez sovutishdagi (toblashdagi) o'zgarishlar

Ma'ruzaning rejasi:

1. Tez sovutishdagi (toblashdagi) o'zgarishlar;
2. Polimorf o'zgarishlarsiz toblash;
3. Polimorf o'zgarishlarsiz toblashdagi qizdirish va sovutish;
4. Sovutishning kritik tezligi

Tayanch soʻz va iboralar: Tez sovutishdagi oʻzgarishlar, polimorf oʻzgarishlarsiz toblash, polimorf oʻzgarishlarsiz toblashdagi qizdirish, polimorf oʻzgarishlarsiz toblashdagi sovutish, sovutishning kritik tezligi.

Toblash – metall va qotishmalarga termik ishlov berish turlaridan biri boʻlib, unda tez sovutish vaqtida muvozanat boʻlmagan strukturaning shakllanish jarayonining asosiy jarayoni hisoblanadi.

Toblashning bir-biridan keskin farq qiladigan uchta turi mavjud: **polimorf oʻzgarishlarga ega boʻlmagan toblash; polimorf oʻzgarishlarga ega boʻlgan toblash; sirtqiyuzani eritish bilan bogʻliq boʻlgan toblash.** Bu termik ishlov berish turlari bir-biridan faza oʻzgarishlar turi bilan farqlanadi.

Polimorf oʻzgarishlarga ega boʻlmagan toblash XX asr arafasida ochilgan. Uni ishlab chiqarishga qoʻllash duralyuminiyni aviasozlikka qoʻllash bilan bir vaqtning oʻzida boshlangan. XX asrning 20-30-yillarida polimorf oʻzgarishlarga ega boʻlmagan toblash eskitirish bilan birga rangli metall va qotishmalarni puxtalashning asosiy usuliga aylanib qolgan.

Insoniyat **polimorf oʻzgarishlarga ega boʻlgan toblashni (yoki martensitgacha toblashni)** bizning eramizga boshlanishiga qadar ishlatib kelgan. Asrlar davomida bu toblash poʻlatlarni puxtalashning asosiy usuli boʻlib kelgan. Hozirgi vaqtda bu toblash turi na faqat poʻlatlar uchun balki shu bilan bir qatorda rangli metall va qotishmalar uchun ham qoʻllanib kelinmoqda.

Sirtqi yuzani toblash – termik ishlov berishning yangi turi boʻlib, yuqorida aytib oʻtilgan termik ishlov berishning ikki turiga nisbatan aytarli darajada kichik yoʻnalishda ishlatilmoqda. Bu termik ishlov berish turi XX asrning 70-yillarida ishlab chiqarishda buyumlarni lazer yordamida qizdirish yoʻlga qoʻyilgandan keyin yuzaga keldi.

Har qanday toblashning asosiy parametrlariga quyidagilar kiradi: **qizdirish temperaturasi, ushlab turish vaqti va sovutish tezligi.**

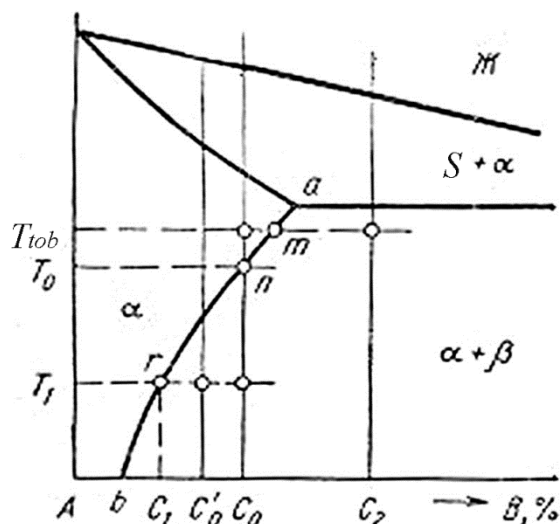
Qizdirish temperaturasi va ushlab turish vaqti shunday boʻlish kerakki, bunda metall yoki qotishmalarda kerakli faza oʻzgarishlari sodir boʻlishga ulgirishi lozim. Masalan, bir yoki bir qancha past temperaturali fazalardan yuqori temperaturali fazalarni hosil boʻlishi va boshqalar. Bunday toblash 2-tur yumshatishga oʻxshash hisoblanadi.

Toblashdagi sovutish tezligi aytarli darajada katta boʻlish kerakki, bunda temperaturani pasayishi bilan diffuziyali faza oʻzgarishlar va metastabil strukturani hosil boʻlishi toʻxtashi lozim. Bu bilan toblash 2 – tur yumshatishi bilan farqlanishi kerak.

5.1. Polimorf oʻzgarishlarga ega boʻlmagan toblash

Polimorf oʻzgarishlarga ega boʻlmagan toblash – metall yoki qotishmalarga termik ishlov berish turi boʻlib, u qotishma holatini xossasi jihatidan yuqoriroq temperaturaga xos boʻlgan nisbatan past temperaturada qayd qilishi jarayonidir.

Polimorf o'zgarishlarga ega bo'lmagan toblash bitta fazani boshqa fazada to'liq yoki qisman erishi kuzatiladigan hamma qotishmalar uchun qo'llash tavsiya etiladi. Masalan, 5.1 - rasmda ko'rsatilgan C_0 qotishmani T_{tob} temperaturasi-gacha qizdirishda β faza matritsali α fazada eriydi. Teskari holatda, ya'ni juda sekin sovutishda β faza α fazadan ajralib chiqadi, bunda B komponent miqdori $n\beta^*$ solg'vus chiziqga mos ravishda kamayadi.



5.1-rasm. Polimorf o'zgarishlarga ega bo'lmagan toblashni tushuntirish sxemasi

α va β fazalar tarkibi turlicha bo'lib, β fazani ajralib chiqishi komponentlarni diffuzion qaytadan taqsimlanishiga bog'liq. Yetarli darajada tez sovutishda diffuzion qaytadan taqsimlanish β faza kristal-larini hosil bo'lishi va o'sishi uchun kerak bo'lib, unda α eritmadan β faza ajralib chiqishga ulgirmaydi. Bunday terik ishlov berishdan (toblashdan) so'ng qotishma xona temperaturasida α fazadan biriga ega bo'ladi.

C_0 qotishmani T_{tob} toblash temperaturasi-gacha qizdirishda qattiq eritma to'yinmagan holatda bo'ladi. Toblashdan so'ng xona temperaturasi-gi α faza toblash temperaturasi-gacha qizdirilgandagi kabi bir xil tarkibga ega bo'ladi, lekin u o'ta to'yingan bo'ladi. Bunda to'yingan eritma tarkibi b nuqtaga mos keladi.

SHunday qilib, polimorf o'zgarishlarga ega bo'lmagan toblashda o'ta to'yingan qattiq eritma hosil bo'ladi. Bunday toblash turini toza metallar uchun qo'llash maqsadga muvofiq emas. Misol tariqasida ko'rib chiqilgan C_0 qotishmani polimorf o'zgarishlarga ega bo'lmagan holda toblash jarayoni alyuminiy, magniy, mis va boshqa qotishmalar hamda bahzi bir legirlangan po'latlar uchun keng ko'lamda qo'llaniladi.

Toblash hamma vaqt ham bir fazali holatni qayd qilmaydi. Masalan, 5.1-rasmda ko'rsatilgan C_2 qotishma har qanday temperaturada, hattoki evtektik temperaturada ham β fazaga ega bo'ladi. T_{tob} toblash temperatura-sigacha qizdirilganda bu qotishmaning tarkibi m nuqtaga mos kelgan va erimagan ortiqcha β fazaga bo'lgan to'yingan qattiq eritmadan tashkil topa-di. Yetarli darajada past

temperaturada sovutilganda α eritmadan ajralib chiqqan β faza mb chizig'i bo'yicha o'zgaradi. Qotishma tez sovutilganda toblash yuz beradi: α eritmadan β faza ajralib chiqishga ulgirmaydi va uning tarkibi xona temperaturasi va toblash temperaturasida ham m nuqta orqali aniqlanadi. O'z navbatida, toblangan C_2 qotishma o'ta to'yingan α eritma m nuqtaga mos va toblash temperaturasigacha qizdirilganda erimagan ortiqcha β faza tarkibga ega bo'ladi. C_2 qotishmani toblash bilan toblash temperatu-rasigacha qizdirilganda stabil bo'lgan holat qayd etiladi.

5.2. Polimorf o'zgarishlarga ega bo'lmagan toblashda xossaning o'zgarishi

Qotishmalarning toblashda ularning strukturasi o'zgarishi fazalar tarkibi va dastlabki hamda toblangan holatdagi qotishma strukturasi o'ziga xosligi, toblash sharoiti, oldingi ishlov berish va boshqa omillarga bog'liq bo'ladi. Turli qotishmalarda xossalarning o'zgarish yo'nalishi va kattaligi turlicha bo'ladi. Bahzi bir hollarda toblash puxtalash deb ham ataladi. Bu noto'g'ri fikr. Ayni vaqtda toblash qotishmani puxtalashi yoki puxtalanishini kamaytirishi mumkin. Bahzi bir qotishmalarda toblash mustahkamlikni oshirsa, plastiklikni kamaytiradi. Boshqa qotishmalarda esa buning teskarisi bo'lib, qotishmaning mustahkamlik xossalari kamaytirib, plastikligini oshiradi. Uchinchi bir holatda ham mustahkamlikni, ham plastiklikni oshirishi mumkin. Umuman, juda ko'p qotishmalar uchun toblashni qo'llash amaliy jihatdan ularning xossalari o'zgartirmaydi.

Ishlab chiqarishda qo'llanilayotgan qotishmalarni polimorf o'zgarishlarga ega bo'lmagan toblashda kuchli puxtalash bilan birga bir vaqtning o'zida plastiklikni tezda kamayishi jarayoni kuzatilmagan.

Deformatsiyalanadigan qotishmalarni polimorf o'zgarishlarga ega bo'lmagan holatda toblashning eng ko'p kuzatiladigan holati yuqori plastiklikni saqlagan holdagi mustahkamlikni oshishi bo'lib, unda plastiklik yumshatilgan qotishmadan juda ham kam farqlanadi. Bunga misol qilib, D16 markali duralyuminiyni ko'rsatish mumkin (5.1 - jadval).

Juda kam hollarda, qotishmani toblash uni mustahkamligini kamaytirib, yumshatilgan holatiga qaraganda plastikligini kuchli ravishda oshiradi. Misol tariqasida BrB2 markali berilliyli bronzani keltirish mumkin (5.1 - jadval). Zanglamaydigan xrom nikelli 12X18H9 markali po'latlarni toblashda nisbiy uzayish issiq holdagi prokatlashdan so'ng 20 dan 45 % gacha oshadi. Bunday qotishmalardan tayyorlangan yarim tayyor mahsulotlarda plastiklikni oshirish uchun ular sovuq holdagi deformatsiyadan oldin yumshatilmay, toblanadi.

Toblashda mustahkamlikni oshishi yoki kamayishi quyidagi omillarga bog'liq bo'ladi. Qattiq eritmadagi legirlovchi elementlarning miqdori oshishi bilan uning mustahkamligi oshadi. SHuning uchun toblangan qotishmada o'ta to'yingan eritma yumshatilgan qotishmadagi kam legirlangan eritmaga nisbatan mustahkamroq hisoblanadi. Yumshatilgan qotishmaning mustahkamligi, eritma matritsasining mustahkamligi hamda ortiqcha fazalar donasini o'lchami va

strukturasida bu donalar orasidagi masofaga bog'liq. Agar yumshatilgan qotishmada ortiqcha fazalar dislokatsiyasining to'xtatish ikki fazali qotishmani mustahkamligiga katta tahsir qilmasa (uning zarrachalari orasidagi masofaning kattaligi tufayli), toblashda eritmani puxtalash legirlanganligi oshishi bilan ortiqcha fazalarning erishi bilan bog'liq holda puxtalikni kamayishini kompensatsiya bo'lib, qotishma mustahkamligini oshiradi.

Quymakorlik qotishmalarni toblashda ularning mustahkamligi va plastikligi odatdagi quyma holatiga qaraganda oshadi. Quymakorlik ishlab chiqarishda ishlatiladigan qotishmalarning strukturasida ortiqcha fazalar nisbatan katta zarrachalar shaklida zarrachalar orasidagi masofa katta bo'lgan holatda bo'ladi. Ularning erishi bilan qotishmaning mustahkamligi eritma matritsasini yuqori legirlanganligi tufayli katta bo'ladi.

Polimorf o'zgarishlarga ega bo'lmagan toblashning asosiy vazifasi qotishmalarni eskirtirishga tayyorlashdir. Bahzi bir qotishmalarni toblash (BrB2, 12X18N9) yumshatish o'rniga sovuq holda deformatsiyalashdan oldin oraliq yumshatuvchi operatsiya sifatida ishlatiladi. Va oxir oqibat toblash buyumlarga kerakli kompleks xossalarga berish uchun oxirgi termik ishlov berish sifatida qo'llaniladi. Bir fazali toblangan qotishma yetarli dara-jada plastiklikka va eskirtirishga qaraganda nisbatan yuqori korroziyaga bardoshlikka ega. AL8 markali quymakorlik alyuminiy qotishmasi xuddi shu sabab bilan toblangan holatda ishlatiladi (5.1 - jadval).

5.1 – jadval

Qotishmalarni quyma, yumshatilgan va toblangan holatdagi mexanik xossalari

Qotishma	$\bar{\sigma}_v$, kgk/mm ²		δ , %		Qotishma	$\bar{\sigma}_v$, kgk/mm ²		δ , %	
	yumshatish	toblash	yumshatish	toblash		quyma	toblash	quyma	toblash
D16	20	30	25	23	AL8	15	30	1	12
Br.B2	55	51	22	46	AL9	16	20	2	6
					ML5	16	25	3	9

5.3. Polimorf o'zgarishlarga ega bo'lmagan toblashdagi qizdirish va sovutish

5.3.1 Toblashdagi qizdirish

Toblash temperaturasini tanlashning asosiy dastlabki holatida ortiqcha fazani matritsa fazasida nisbatan to'liq erishiga erishish kerak.

Agar qotishma qizdirilganda to'liq bir fazali holatga o'tish qobiliyatiga ega bo'lgan holda holat diagrammaning shunday joyida joylashishi kerakki, bunda

toblash temperaturasi ikki sistemaning solg'vus chizig'idan yuqori bo'lishi kerak (5.1 –rasmda C_0 qotishma). C_0 qotishmani T_0 temperaturadan past temperaturada toblashda erimagan β faza va α -eritmaning matritsasi saqlanib, T_0 temperaturadan yuqori temperaturada toblashga nisbatan kam legirlangan bo'ladi.

Kuyishni oldini olish uchun toblash temperaturasining yuqorigi chegarasi qotishma solidus nuqtasidan past qilib olinadi. Toblash kuchlanishlar tahsirida donalar orasidagi o'zaro bog'liqlik chegaralarini erishi tufayli kristallitlar orasida darzlar paydo bo'ladi. Kichik darzlarni aniqlash imkoni bo'lmasligi mumkin, lekin ular metall yoki qotishmaning plastikligi, zarbiy qovushqoqligi, tsiklik uzoqqa chidam-ligini kamaytirib yuboradi. Kuyish bu tuzatib bo'lmaydigan va xavfli nuqsondir.

Ikki sistemada toblash temperaturasining mumkin bo'lgan kenglik intervali solidus va solg'vus nuqtalar orasida "vilka" orqali aniqlanadi. 5.1 –rasmdan ko'rinib turibdiki, C_0 qotishmaning toblash temperaturasi-ning mumkin bo'lgan kenglik intervali C_0 qotishmaga qaraganda kengroq hisoblanadi.

Legirlash sistemasiga bog'liq ravishda legirlangan elementlar miqdori qotishmaning xossasiga, ortiqcha fazalarning to'liq bo'lmagan holdagi erishiga shunchalik kuchli tahsir qiladiki, bunda toblash tempera-turalar intervali gradus va o'nlab graduslarni tashkil etadi (kamdan-kam hollarda 100^0 Sni tashkil etadi). Masalan, turli markali duralyuminiyni toblash temperaturalar intervali 5 dan to 15^0 S ni tashkil etadi. D1 markali duralyuminiyni toblash temperaturasi $495 - 510^0$ S bo'lsa, D16 markaliginiki esa $495 - 505^0$ S ni va yuqori magniyga ega bo'lgan D19P markali qotishmaniki esa $503 - 508^0$ S ni tashkil etadi. Duralyuminiyni toblash temperaturasini yuqorigi chegara intervali solidus nuqtasidan bir qancha gradusga farqlanishi mumkin. Yuqorigi misolga qarama-qarshi misol, bu Al – Zn – Mg sistemasidagi deformatsiyalanadigan va quymakorlik qotishmalarida mumkin bo'lgan toblash temperaturasi duralyuminiyga qaraganda ancha yuqori bo'lib, 150^0 Sni tashkil qiladi. Bu sistemadagi qotishmalarni $350 - 500^0$ S temperaturalar intervalida toblanadi.

Agar toblash temperaturasining mumkin bo'lgan kenglik intervali yetarli darajada katta bo'lsa, uning ichida qizdirish temperaturasini anchali yuqori aniqlikda tanlanadiki, bunda ortiqcha fazaning erish davomiyligi qisqartirilgan holatda bo'lishi kerak. Qizdirish temperaturasidagi ushlab turish vaqtini shunday tanlash kerakki, bunda ortiqcha fazalarning erish jarayonlari tugallanishi lozim. Ortiqcha fazalar qanchalik dispers bo'lsa, ular shunchalik tez eriydi. Deformatsiyalangan yarim mahsulotlarni toblash temperaturasida ushlab turish vaqti quymalarga nisbatan kamroq bo'ladi. Bunga sabab quymalarni gomogenizatsiyalangan yumshatishda ularda ortiqcha fazalarning dag'al zarrachalari erigan bo'ladi va bosim bilan ishlov berilganda strukturasi maydalashtirilgan holatda bo'ladi. Masalan, alyuminiy qotishmasidan tayyorlangan list toblashda qizdirilganda ushlab turish vaqti 10 – 40 minutni tashkil etsa, fasonli quymalarni esa qizdirilganda ushlab turish vaqti 2 – 6 soatdir (bahzi hollarda 10 soatdan ortiq).

5.3.2. Toblashdagi sovutish

Biz “toblash” deganda ko’proq tez sovutishni tushunamiz. Haqiqatan ham juda ko’pchilik buyumlar suvda toblanadi. Biroq, toblashda tez sovutish shart emas. Faqat sovutishda matritsali eritmani parchalanishi sodir bo’lishiga ulgirmaslik kerak. Bu parchalanishning tezligiga bog’liq ravishda toblashdagi sovutish tezligi har xil bo’lishi mumkin. Bahzi bir qotishmalar uchun sovuq suvda toblash majburiy hisoblansa, boshqalarida esa eritma sekin parchalangani uchun uni toblashni havoda ham o’tkazish mumkin. Ishlab chiqarish sharoitlarida ishlatiladigan juda ko’p qotishmalarni, jumladan temir, nikel, alyuminiy va magniy asosli qotishmalarni havoda toblash mumkin bo’ladi.

5.3.3 O’ta sovutilgan eritmani parchalanish kinetikasi

Agar $T_{\text{tob.}}$ temperaturasida qattiq eritma bilan to’yinmagan holatda bo’lgan C_0 qotishmadan tayyorlangan yupqa namunani (5.1 - rasm), tezda $T_1 < T_0$ temperaturali termostatga tezda solsak, T_1 temperaturada r nuqtadagi tar-kibdagi eritmaga o’ta to’yingan holatga o’xshash, α – eritma ham o’ta to’yingan holatda bo’ladi. To’yinganlik darajasini C_0/C_1 nisbatida xarakterlash mumkin bo’ladi.

T_1 temperaturadagi o’ta to’yingan C_0 tarkibga ega bo’lgan α – eritma bir vaqtning o’zida T_0 temperaturaga nisbatan o’ta to’yingan bo’ladi va undan yuqorida faqat α – faza, pastda esa $\alpha + \beta$ ikki fazali qorishma stabil bo’ladi. O’ta to’yinganlik darajasi $\Delta T = T_0 - T_1$ ga teng. Namuna soladigan termostatning temperaturasi qanchalik kichik bo’lsa, uni $T_{\text{tob.}}$ temperaturasigacha qizdirsak, shunchalik o’ta sovutish darajasi va qattiq eritmaning o’ta to’yinganlik darajasi shunchalik katta bo’ladi.

6-mavzu. Polimorf o'zgarishlarga ega bo'lgan toblash

Ma'ruzaning rejasi:

1. Polimorf o'zgarishlarga ega bo'lgan toblash;
2. Po'latni qizdirish va sovutishdagi asosiy o'zgarishlar;
3. Qizdirishdagi o'zgarishlar (austenitni hosil bo'lishi);
4. A_{c1} va A_{c3} kritik nuqtalar.

Tayanch so'z va iboralar: Polimorf o'zgarishlarga ega bo'lgan toblash, po'latni qizdirish va sovutishdagi asosiy o'zgarishlar, austenit, austenitni hosil bo'lishi, A_{c1} va A_{c3} kritik nuqtalar.

6.1 Polimorf o'zgarishlarga ega bo'lgan toblash

Polimorf o'zgarishlarga ega bo'lgan toblash – metall yoki qotishmalarga termik ishlov berish bo'lib, unda bosh asosiy jarayon yuqori temperaturali fazalarning martensitli o'zgarish jarayoni hisoblanadi. SHuning uchun bunday termik ishlov berishni martensitgacha toblash deb ataladi. Bunday toblash turi sovutilganda kristall panjarani qaytadan shakllanishi ro'y beradigan har qanday metall va qotishmalar uchun qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Po'latlarni toblashni o'rganishda martensitli o'zgarishlar kashf etildi. Perlitli o'zgarishlarga nisbatan ko'rgazmali bo'lishi uchun uglerodli po'latlardagi martensitli o'zgarishlarni o'ziga xos xarakterli tomonlariniqisqacha ko'rib chiqamiz:

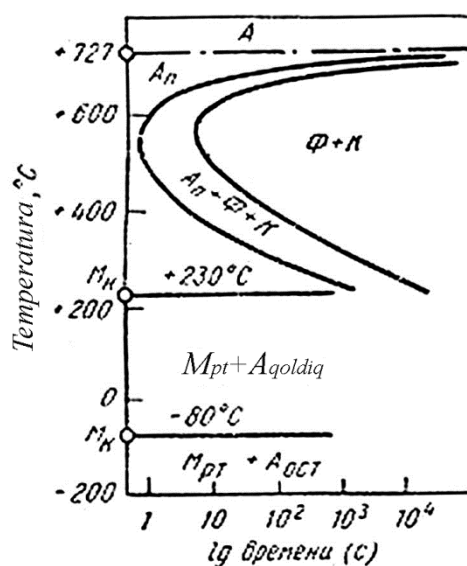
1.Uglerodli po'latlarda martensitli o'zgarishlar, bu po'latlarni A_1 temperaturadan yuqori temperaturagacha tez sovutish natijasida ro'y beradi. Masalan, po'latlar suvda sovutilganda austenitning ikkita faza (ferrit va karbid) qorishmasiga diffuzion jihatdan parchalanishi oqibatida u dastlabki austenitning tarkibidan keskin farq qiladi. Martensidagi uglerod miqdori dastlabki austenitda qanday bo'lsa, shundayligicha qoladi. O'z navbatida, perlitli o'zgarishlardan farqli o'laroq, martensitli o'zgarishlar diffuzionsiz jarayon hisoblanadi.

2.Austenitni martensitga aylanishi har qanday markali po'lat uchun M_b yoki M_s temperaturadan boshlab sovutilganda ro'y beradi. Martensitli o'zgarishlarning boshlanish temperaturasi juda keng diapazonli sovutishda sovutish tezligiga bog'liq emas. Bir vaqtning o'zida perlitli o'zga-rishlarning boshlanish temperaturasi sovutish tezligi oshishi bilan kamayadi. Perlitli o'zgarishlardan farqli ravishda martensitli o'zgarishlar ma'lum bir temperaturalar intervalida yahni yuqorigi martensit nuqtasi M_b bilan pastki martensit nuqtasi M_o oralig'ida yuz beradi. Martensit o'zgarishlarning boshlang'ich va oxirigi M_b va M_b temperaturalarida o'ta sovutilgan austenitni o'zgarishning C-diagrammasida gorizontal holatida bo'ladi (6.1 - rasm). Martensitli o'zgarishlarning boshlanish va oxirigi temperaturasining uglerod miqdoriga bog'liqlik grafigi 6.2– rasmda tasvirlangan.

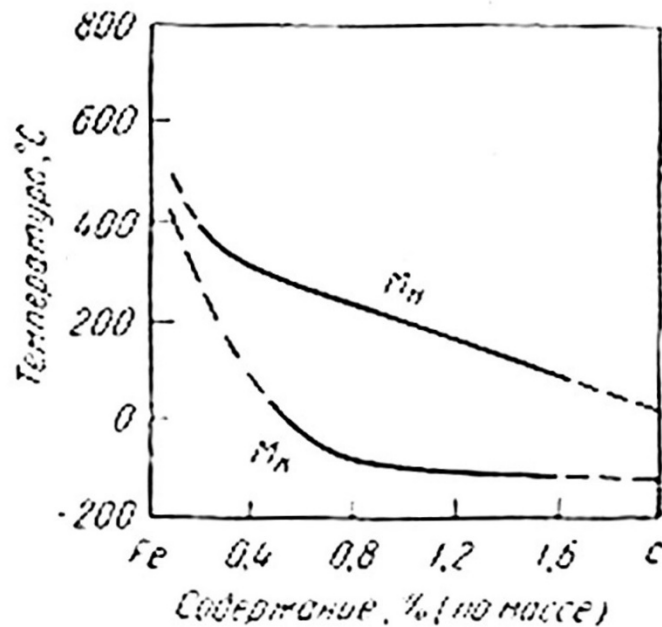
3. Martensit o'zgarishlarning boshlang'ich M_b temperaturasida faqat martensitning boshlang'ich kristallari paydo bo'ladi. Martensitli o'zgarishlar jadallashib turishi uchun uglerodli po'latlarni martensitli o'zgarishlar intervalida $M_b - M_0$ sovutish uzluksiz sovutish kerak. Agar uglerodli po'latni sovutishini to'xtatib va doimiy temperaturada ushlab turilsa, bu intervalning ichida martensitning hosil bo'lishi darrov to'xta-maydi. Bu o'ziga xos holat martensitli o'zgarishlarni perlitli o'zgarishlar kinetikasidan yorqin farqlab beradi. Martensitli o'zgarishlardan so'ng sovutilganda bir qancha miqdorda qoldiq austenit hosil bo'ladi.

4. Uglerodli po'latlarda perlitli o'zgarishlardan farqli ravishda martensitli o'zgarishlar inkubatsion davrga ega bo'lmaydi.

5. Martensit plastinka shaklida har qanday temperaturada, jumladan 0°C dan past temperaturada ham juda katta tezlikda (1 km/s) o'sib, hosil bo'ladi. Martensit plastinkasi "birdaniga" hosil bo'lishidan keyin o'smaydi. M_b dan nuqtadan past temperaturada sovutilganda martensit miqdori "birdaniga" hamma yangi va yangi plastinkalarni hosil bo'lishi hisobiga ortadi. Ana shu jihatdan martensitli o'zgarish perlitli o'zgarishdan kes-kin farq qiladi.



6.1 - rasm. 0,8 % S ga ega bo'lgan po'latlar uchun martensitli nuqtalari bilan S – diagramma: A – turg'un austenit; A_p – o'ta sovutilgan austenit; A_{qoldiq} – qoldiq austenit; M_t – martensit; F – ferrit; K - karbid



6.2 - rasm. Fe – C sistemasida uglerod miqdoriga bog'liq ravishda martensitli o'zgarishlarning boshlang'ich (M_b) va oxirigi (M_o) temperaturalarining bog'liqlik grafigi

6. Martensit kristallari va dastlabki austenit panjaralari orasida ma'lum bir orientatsiyalangan, yo'naltirilgan nisbat bo'lib, martensit panjarasini austenit panjarasiga nisbati qonuniy orientatsiyaga egadir.

7. Uglerodli po'latlarni martensitli o'zgarishlarida tekis polirovka qilingan namuna yuzasida xarakterli relg'ef hosil bo'lib, austenit hajmi shaklini o'zgarishini ko'rsatadi. Perlitli o'zgarishlarda buday relg'ef kuzatilmaydi.

Uglerodli va legirlangan po'latlarni toblashni ochiq holda o'rganish martensitli o'zgarishlar kristall panjarani fundamental usulda qayta shakllanishi tufayli bo'lganligini isbotladi va u turli sifdagi quyidagi kristall moddalar uchun xos hisoblanadi: toza metallar, temir asosli uglerodsiz qotishmalar, rangli metallar qotishmalari, yarim o'tkazgichli birikmalar va boshqalar.

Termik ishlov berish nazariyasi uchun Fe – C va Fe – Ni sistemalar uchun martensitli o'zgarishlarni tadqiqot qilish juda muhimdir. Ikkala ham sistema juda katta amaliy qiziqishga ega.

3-modulg'. Austenitning hosil bo'lish va parchalanish mexanizmlari

7-mavzu. Legirlovchi elementlarning kritik nuqtalarga tahsiri

Ma'ruzaning rejasi:

1. Legirlovchi elementlarning kritik nuqtalarga tahsiri;
2. Austenitning hosil bo'lish mexanizmi;
3. Austenit donasini o'lchami;
4. O'ta qizish va kuyish;
5. Austenit donasining nasldorligi;
6. Legirlovchi elementlarni dona o'lchamiga tahsiri;

Tayanch so'z va iboralar: legirlovchi element, legirlovchi elementlar-ning kritik nuqtalariga tahsiri, austenit, austenitning hosil bo'lish mexanizmi, austenit donachasi, o'ta qizish va kuyish, austenit donasining nasldorligi, legirlovchi elementlarni dona o'lchamiga tahsiri

Po'latni yumshatish (2-tur yumshatish) – termik ishlov bo'lib, bunda bosh jarayon austenitlash va keyingi perlitli o'zgarishlar hisoblanadi.

Austenit hosil bo'lishdan avval dastlabki struktura α faza va karbiddan iborat aralashmadan tashkil topadi. Uglerodli po'latlarda austenit A_1 nuqtadan yuqori temperaturada 0,8 % C ga ega bo'ladi, bu vaqtning o'zida ferrit dastlabki strukturada 0,02 % C ga ega bo'ladi. Eksperiment natijalari asosida austenitning hosil bo'lish mexanizmi quyidagicha: birinchi bosqich – $\alpha \rightarrow \gamma$ polimorf o'zgarishi siljish mexanizmi orqali metastabil kam uglerodli austenit hosil bo'ladi; ikkinchi bosqichda hosil bo'lgan austenitda uglerod miqdorini oshirish, yahni uni karbid zarrachalarini austenitda erishi tufayli muvozanat holatiga yaqinlashtirish jarayoni kechadi.

Austenit kurtaklari hosil bo'lishida panjarani $\alpha \rightarrow \gamma$ ga polimorf o'zgarishining yuzaga keltiruvchi siljish mexanizmi quyidagi faktlarni ko'rsatadi: shlifning polirovka qilingan yuzalarida γ fazaning dastlabki uchastkalarida ninasimon shaklga ega bo'lgan austenit relg'efini hosil bo'lishi va $\alpha \rightarrow \gamma$ polimorf o'zgarishda dislokatsiyaning substrukturasi "nasldorligi" aniqlanadi.

Austenit kurtaklari ferrit donalari chegarasida hosil bo'ladi. Donali perlit strukturasi ega bo'lgan po'latlarda austenit kurtaklari ferrit donalari chegaralarida joylashgan karbid zarrachalari yaqinida hosil bo'ladi.

Evtektoidgacha bo'lgan po'latlarda austenitning dastlabki uchastkalar-ri ortiqcha ferrit donalari va subdonalari va perlit koloniyalari chegaralarida hosil bo'ladi.

20 markali po'latdan tayyorlangan namunani 730 °S temperaturagacha qizdirib, 1 soat ushlab turgandan keyingi holatdagi avtoradiografiya natijalari asosida uglerodning to'g'ri chiziq bo'ylab taqsimlanishi ko'rsatilgan. Ushlab turish

vaqtini oshishi bilan austenit uchastkalarini tarkibi aniq GS chizig'i bo'yicha muvozanat holatiga yaqinlashib boradi. Austenit donalari kurtaklarini o'sishining ikkita holatini tasavvur qilish mumkin. birinchi holatda austenit kurtaklari ferrit va karbid donalari bilan o'zaro kontaktda bo'lib, u bevosita o'suvchi austenit donalari tomonidan yutilib, singib boradi. Ikkinchi holatda austenit donalari ferrit donalari bilan to'liq o'ralgan bo'lib, γ / α chegarasi karbid zarrachasiga mos kelmaguncha karbid ferritda eriydi. Ikkala ham holatda yuqori volg'tli elektron mikroskop kolonnasida to'g'ridan-to'g'ri kuzatish perlit-austenitli o'zgarishlarning jadallashishini qayd qiladi.

Austenit hosil bo'lish markazlarining juda ko'p bo'lishi tufayli $\alpha \rightarrow \gamma$ polimorf o'zgarishlarning oxirida kichik austenit donasi shakllanadi. Bu austenit donasi odatda boshlang'ich austenit donasi deb atalib, uning o'lchami 10-20 mkm atrofida bo'ladi.

Temperatura oshishi bilan austenit kurtaklari markazlari hosil bo'lishi tezligi uning chiziqli o'sish tezligiga nisbatan ko'proq oshadi va o'z navbatida austenitning boshlang'ich donasi kichikroq bo'ladi. O'z navbatida, yuqori temperaturagacha tez qizdirib va juda qisqa muddatda ushlab turish natijasida kichik donali austenitni olish mumkin, bu esa katta tezlikda qizdirib termik ishlov berishda juda muhimdir.

Austenitlashni tugallanishi bilan austenit donasi o'sishga moyil bo'ladi va uni xarakterlanuvchi kuchi donalar chegarasidagi energiyalar hisoblanadi. Temperatura oshishi bilan austenit donasini o'sishi tezlashadi. Austenit donasini bir tekisda va notekis holatda o'sishi mumkin. Bu jarayonlarni aslida ikkilamchi qayta kristallanish deb atashimiz mumkin.

Sovutilganda austenit boshqa fazalarga o'zgaradi, aylanadi va uning o'lchami po'latlarning juda muhim tavsifnomasi hisoblanadi. Bu holat sekin va tez sovutishda po'latlarning struktura tashkil etuvchilari har bir austenit donasi mehyorida shakllanadi. Qanchali austenit donasi kichik bo'lsa, ortiqcha ferritning to'ri uning chegarasi bo'ylab kichik bo'ladi va o'z navbatida perlit koloniyalari o'lchamlari va keyinchalik hosil bo'ladigan martensit kristallari o'lchamlari ham kichik bo'ladi. SHuning uchun austenit yo'q bo'ladigan temperaturalarda austenitning kichik o'lchamli donasi kichik kristalli sinishga, austenitning katta o'lchamli donasi esa katta kristalli sinishga moyil bo'ladi. Austenitning turli o'lchamdagi donasi zarbiy qovushqoqlikka o'ta sezuvchan bo'lib, uning o'lchami kattalashishi bilan u kamayib ketadi. Sovuqlikdan sinish temperaturasi austenit donasi o'lchamini oshishi bilan oshadi.

Uglerodning gamma eritmadagi miqdori oshishi austenit donasi o'lchamini oshishiga olib kelishi mumkin. Austenitda o'ta katta miqdorda uglerod miqdorini oshishi austenit donasi o'lchamini o'sishiga qarshilik ko'rsatadi va bu tsementit zarrachasini tormozlash tahsiriga ega ekanligi bilan tushuntiriladi.

Deyarli hamma legirlovchi elementlar austenit donasi o'lchamini o'sishini tormozlaydi. Faqat bundan marganets mustasno bo'lib, austenit donasi o'lchamini o'sishini tezlashtiradi. Austenit donasi o'lchamini kattalashishiga kuchli tahsir

qiladigan elementlarga quyidagilar kiradi: V, Ti, Al, Zr, W, Mo va Cr. Ni va Si esa yuqoridagi jarayonga kuchsiz tahsir qiladi.

Legirlovchi elementlarning austenit donasi o'lchamlarining o'sishi tahsir qilish sabablari austenitda qiyin eriydigan karbidlar, nitridlar va boshqa fazalarning hosil bo'lishi austenit donasining o'sishiga qarshilik ko'rsatuvchi barg'erlar vazifasini o'tashi bilan tushuntiriladi. Bu fazalarning dispersligi va ularning taqsimlanishi na faqat po'latni eritish va unga issiq holda ishlov berish sharoitiga balki dastlabki termik ishlov berishga (yumshatishga) ham bog'liqdir. O'z navbatida qizdiril-ganda po'lat donasini o'sishiga moyilligi uning asosiy komponent-larini tarkibi, metallurgik sifati, ishlab chiqarish texnologiyasidan tashqari dastlabki termik ishlov berish holatiga ham juda katta bog'liq bo'ladi. Ana shundan kelib chiqib, nasldorligi katta donali va nasldorligi kichik donali bo'lgan po'latlar mavjud.

Nasldorligi katta donali bo'lgan po'latlarda temperatura A_{C3} nuqtadan yuqori temperaturaga nisbatan uncha katta bo'lmagan miqdorda oshganda dona intensiv ravishda oshib boradi. Nasldorligi kichik donali bo'lgan po'latlarda kichik donali austenit donasini A_{C3} nuqtadan 930-1100 °S gacha temperaturalarning keng diapazonida olamiz. Bunday temperatura-lar diapazonidan o'tgan nasldorligi kichik donali bo'lgan po'latni o'ta qizishiga olib keladi. O'ta qizish deganda austenit donasi o'lchamini intensiv kattalashishi oqibatida zarbiy qovushqoqlikni pasayib ketishi tushuniladi.

Po'latlarni qizdirishda austenit donasini o'sishiga alyuminiy kuchli tahsir qiladi. Nasldorligi kichik donali bo'lgan po'latlar pechdan kovshga quyishdan suyuq po'latga 0,05 % Al qo'shib olinadi. Alyuminiy oksidlari va nitridlarining kichik o'lchamli zarralari austenit donalari o'lchamlari o'sishini tormozlaydi. Nasldorligi kichik donali bo'lgan po'latlarda 950-1100°S temperaturadan yuqori temperaturada austenit donasi o'lchamini intensiv oshishi barg'er hosil qiluvchi zarrachalarni erishi va koagulyatsiya bilan tushuntiriladi.

Po'latlarda donalar o'lchamini oshishiga moyilligi standart texnologik proba orqali aniqlanadi. Buning uchun evtektoidgacha bo'lgan po'latdan olingan namunani 930°S temperaturada 8 soat mobaynida tsementatsiyalab, so'ngra kichik tezlikda sovutamiz. Dona o'lchamini austenit donalari chegarasida hosil bo'ladigan karbid to'ri yordamida aniqlanadi. Evtektoiddan keyingi po'latlar 930°Sgacha temperaturada qizdirib va so'ngra 3 soat mobaynida ushbu temperaturada ushlab turib hamda sekin sovutamiz. Bunda dona o'lchami austenit donalari chegarasida ajralib chiqadigan ikkilamchi karbidlar to'ri yordamida aniqlanadi. Dona o'lchamini aniqlashning boshqa usuliga po'latdan tayyorlangan shlifni 930°S temperaturada oksidlovchi muhitda qizdirib so'ngra 3 soat mobaynida ushbu temperaturada ushlab turib sovutilgan namunani austenit donasi chegarasida hosil bo'ladigan oksidlar to'ri yordamida aniqlash kiradi. Juda ko'p markali po'latlarga turli turdagi termik ishlov berishda qizdirish temperaturasi 930°S dan oshmaydi. Ana shu maqsadda 930°S temperatura qizdirish temperaturasi deb qabul qilingan.

Austenit donasi o'lchami taxminan 40 mkmdan dan kichik bo'lganlarni kichik donali va undan katta bo'lganlarni esa katta donali deb ataladi.

SHunday qilib, austenitni nasldorligiga bog'liq bo'lgan donasi va haqiqiy donasi mavjud. Nasldorligiga bog'liq bo'lgan dona standart sharoitda texnologik probalar yordamida olinadi va u po'lat donasi o'lchamini o'sishiga moyilligi bilan tushuntiriladi. Haqiqiy dona esa termik ishlov berish operatsiyasining u yoki bu turi natijasida hosil bo'ladigan donadir. Bu donaning o'lchami nasldorligi kichik yoki katta bo'lgan donaning o'lchamidan termik ishlov berishda 930⁰S temperaturadan yuqori yoki past temperaturada qizdirilganda katta yoki kichik bo'lishi mumkin.

8-mavzu. Sovutishdagi o'zgarishlar

Ma'ruzaning rejasi:

1. Sovutishdagi o'zgarishlar;
2. Austenitni parchalanishi;
3. Austenit parchalanishi mahsulotlari.

Tayanch so'z va iboralar: sovitish, sovitishdagi o'zgarishlar, austenit, austenitning hosil bo'lish mexanizmi, austenit donachasi, austenit parchalanishi mahsulotlari

Hamma uglerodli va ko'pchilik legirlangan po'latlarni sovitishda austenit perlitli, martensitli yoki beynitli o'zgarishlar ro'y beradi. Qaytadan po'latlarni qizdirishda yana qayta ma'lum bir o'lchamli, shaklli austenit hosil bo'ladi. Austenit donasining kristallografik yo'nalishi birlamchi perlitli, martensitli yoki beynitli o'zgarishlardan oldingi dastlabki austenit donasiga o'xshash bo'ladi. Bunday austenit donasining o'lchami, shakli va yo'nalishi irsiyati nasldorlikdagi struktura deyiladi. Bu hodisalar chuqur keng mahnoda V.D. Sadovskiyning ishlarida o'rganilgan. Strukturadagi nasldorlikni namoyon bo'lishi po'latning dastlabki strukturasiga hamda qizdirish tezligi va austenitlanish temperaturasiga bog'liq. Agar po'lat qayta qizdirish orqali martensit yoki beynit strukturasiga ega bo'lsa, u holda uning strukturasidagi nasldorlik yanada yorqin namoyon bo'ladi. Ferrit-perlit strukturasiga ega bo'lgan po'latda dastlabki austenit donasi odatda nasldorlikka o'rganilmaydi. Agar oldindan ana shunday po'lat o'ta qizdirilgan va austenit katta o'lchamli donaga ega bo'lsa, u po'latni qayta $A_{c3} + (30\div 50)$ temperaturagacha qizdirilsa, austenit ko'p joylarda paydo bo'lib, u mayda donali bo'ladi. Katta donali austenit donasi dastlabki vidmanshtetli strukturaga ega bo'lgan holda u o'rganiladi.

Martensitli, beynitli hamda vidmanshtetli strukturaga ega bo'lgan po'latlarning umumiy tomoni ularning kristallografik tartiblangan holati hisoblanadi. Yo'qolgan austenit donasi hajmida α faza plastinasi ma'lum bir kristallografik yo'nalishga ega bo'ladi. Po'latlarni qizdirishda γ fazaning kurtaklari o'z navbatida α faza plastinasiga nisbatan qonuniy yo'naltirilgan bo'lib, natijada dastlabki austenit donasi hajmida A_3 nuqtadan unchali katta bo'lmagan temperaturada qizdirishda po'latda aniq bir austenit donasi shakllanib, uni qayta tiklangan dona deb ataladi.

SHunday qilib, po'latni qayta qizdirishda austenit donasini qayta tiklash uchun birinchi navbatda sovitishda nasldorlikni hosil bo'lishi (har bir dastlabki austenit donasi hajmida α kristallarning kristallografik tartiblangan kompleksini hosil bo'lishi) va ikkinchidan po'latni keyinchalik qizdirishda nasldorligini

namoyon bo'lishiga (ko'rsatilgan α kristallar kompleksini bir qayta tiklangan austenit donasiga o'tishi) erishishdan iborat.

Agar po'latni sovutishda austenitda perlitli o'zgarish kechsa va vidmanshtetli struktura hosil bo'lmasa, hosil bo'lgan ortiqcha ferrit donasi va perlit koloniyasi dastlabki austenit donasi panjarasiga nisbatan mahlum bir aniq kristallografik yo'nalishga ega bo'lmaydi. Bu holda perlit koloniyasi va ortiqcha ferrit donasi har bir dastlabki austenit donasi hajmida bir butun yaxlit kristallografik tartibli kompleks hosil qilmaydi, keyinchalik po'latni qizdirishda uning ichida juda ko'p bir-biriga nisbatan turli yo'nalgan austenit kurtaklari hosil bo'ladi va uning donasi dastlabkisiga nisbatan mayda bo'ladi.

A_3 nuqtadan yuqori temperaturada po'lat qizdirilganda dastlab austenitning katta donaligi tekshirildi, keyinchalik temperatura va ushlab turish vaqtini oshishi bahzi hollarda qayta tiklangan austenit donasi kattalashishi o'rniga maydalashadi. Hech qanday faza o'zgarishlari bo'lmay-digan holda temperaturalar oralig'ida bunday donaning maydalashishi har bir qayta tiklangan austenit donasining o'rniga juda ko'p sonda yangi austenit donalarining hosil bo'lishi oqibatida hosil bo'ladi. Struktura-ning qayta kristallanish jarayoni tashqi belgilari, fizik mohiyati jihatidan qayta kristallanuvchan hisoblanadi. Faqat, odatdagi birlamchi qayta kristallanishdan farqli ravishda, donalarning kerakli holda shakllanishi uchun yuqori dislokatsiya zichligi metallni tashqi kuchlar tahsirida defor-matsiyalanishi natijasida hosil bo'ladi va ko'rib turilgan holat uchun dislokatsiyaning yuqori zichligi ichki fazalarning puxtalanishi (naklyopi) orqali vujudga keladi.

Fazaning puxtalanishi (naklyopi) – faza o'zgarishlar jarayonida yangi fazalarning dislokatsiya zichligining yuqoriligidir. Dislokatsiya zichligi-ning yuqoriligi u eski va yangi fazalarning solishtirma hajmining farqi natijasida har qanday faza o'zgarishlarda hamda martensit o'zgarishlarda ham hosil bo'ladi.

SHunday qilib, po'latni strukturadagi nasldorligi namoyon bo'lgandagi mayda donali strukturasi shakllanishining ikkita bosqichi bor. Birinchi bosqich – dastlabki austenit donasi hajmida α faza kristallarining kristallografik tartiblangan kompleksidan tashkil topgan yuqori dislokatsiya zichligiga ega bo'lgan γ fazaning qayta tiklangan donasining hosil bo'lishi bo'lsa, ikkinchi bosqich - γ faza kristallarining hosil bo'lishi va nisbatan har tomonlama o'sishi, yahni strukturadagi nasldorlikni yo'qotishga olib keladigan qayta kristallanish jarayonini hosil bo'lishi hisoblanadi.

Faza o'zgarishlarini tugallanishi va austenitning birlamchi qayta kristallanishi temperaturalar intervallari bo'yicha o'nlab va yuzlab graduslar bo'yicha bo'linadi. Masalan, 35L uglerodli po'latdan tayyorlangan quyma katta donali vidmanshtetli strukturaga ega bo'ladi, uni odatdagi 850⁰S temperaturagacha qizdirilganda dastlabki austenit donasi qayta tiklanadi, agar 900 – 960⁰S temperaturagacha, yahni A_{c3} dan 100 – 150⁰S temperaturagacha qizdirilganda dona maydalanadi va dastlabki quyma holatdagi strukturaning nasldorligi yo'qotiladi. Agar po'latda ferrit plastinasining vidmanshtetli strukturasi qanchalik ko'p bo'lsa, strukturali qayta kristallanish temperaturasi shunchalik katta bo'ladi.

Legirlangan po'latlarning strukturadagi nasldorligini bartaraf etish uchun uglerodli po'latlarga nisbatan qizdirish temperaturasi A_{c3} dan aytarli darajada katta bo'lishi lozim. Masalan, 20X13L markali po'latdan tayyorlangan quymadagi katta donali strukturani to'g'rilash uchun bu po'lat markasini 1100 – 1150⁰S temperaturagacha, yahni A_{c3} dan taxminan 300⁰S temperaturagacha yuqori temperaturada qizdiriladi.

Dastlabki austenit donasi unchali katta bo'lmagan qizdirish tezligida (gradusni minutga nisbatida) yahni odatdagi pechda qizdirishda o'rganiladi. Qizdirishni tezlashtirish bilan dastlabki austenit donasini tadqiq qilish bo'shashadi.

9-mavzu. Austenitning izotermik parchalanish diagrammasi

Ma'ruzaning rejasi:

Austenitning izotermik parchalanish diagrammasi

Tayanch so'z va iboralar: o'ta sovutilgan austenit, inkubatsion davr, ferrit, perlit, austenitni perlitga aylanishi, sovutishdagi o'zgarishlar, Austenitning izotermik parchalanish diagrammasi

O'ta sovutilgan austenitni izotermik parchalanish jarayoni va mexanizmi amaliy jihatdan bir qancha usullar yordamida tadqiq qilish mumkin. Ularga quyidagilar kiradi: metallografik, magnit, dilatometrik va boshqalar.

Metallografik usulda austenit strukturasi olish uchun po'latdan tayyorlangan namunalar kritik nuqtadan yuqori temperaturagacha qizdiriladi va so'ngra mahlum bir temperaturagacha qizdirilgan tuzli yoki qo'rg'oshinli vannada sovutiladi. Berilgan temperaturada namunalar turli vaqtlarda ushlab turiladi va keyin oxiri suvda sovutiladi. Shundan so'ng ularni mikrostrukturasi tadqiq qilinadi va qattqlikka sinaladi. Tadqiqot natijalari po'latdan tayyorlangan namunalarni vannada turli ushlab turish vaqtlarida austenitning parchalanish darajasini aniqlash imkonini beradi. Vannada sovutilganda parchalanmagan austenit suvda sovutilganda martensitga aylanadi.

Magnit va dilatometrik usullarda izotermik o'zgarishlarni kuzatish namunani magnitlanishini yo'qotish intensivligi yoki uzayishini uzluksiz qayd qilish bilan amalga oshiriladi. Diagrammaning yuqori qismida parchalangan austenit miqdori – vaqt koordinatalarida, diagrammaning pastki qismida esa temperatura – vaqt koordinatalarda austenitning parchalanish miqdori tasvirlangan. Diagrammada tasvirlangan chap tomondagi egri chiziq austenitni yetarli darajada parchalanishiga qadar vaqtni, o'ng tomondagi esa berilgan temperaturada austenitni to'liq parchalanishi uchun kerak bo'ladigan vaqtni ko'rsatadi. M_b gorizontal chiziq diffuziyasiz martensitli o'zgarishlar boshlanishi temperaturasi ko'rsatadi. Austenitni marten-sitli o'zgarishlar chizig'idan yuqorida parchalanishi birdaniga boshlanmasdan, parchalanishni boshlanish egri chizig'igacha bo'lgan masofaga teng bo'lgan bir qancha vaqt oralig'ida amalga oshadi. Parchalanishga qadar oraliq vaqt **inkubatsion davr** deb ataladi. Inkubatsion davrning qiymati turli temperaturalarda turlicha bo'ladi. Uglerodli po'latlar uchun 550 – 600^oS temperaturalarda inkubatsion davr 1 – 3 s ga teng bo'lsa, nisbatan yuqori yoki past temperaturalarda esa uning qiymati minut yoki soatlarga yetadi. Austenitni izotermik parchalanish diagrammasidagi egri chiziq C harfi shaklida bo'ladi va uni ko'pincha C –shaklli egri chiziq deb ataladi. Austenitni parchalanishining boshlanishi uglerod miqdori eng ko'p bo'lgan donalar chegarasi va tsementit kurtaklari hosil bo'lishi mumkin bo'ladigan joylarda yuz beradi.

Perlit alohida koloniyalar ko'rinishida ferrit va tsementit plastinalari aralashadigan joylarda hosil bo'ladi. Bu holat birinchi bo'lib N.I. Belyaev

tomonidan ko'rsatilgan. Ferrit va tsementitning plastikasimon ko'rinishda ajralishi donalar chegarasidan boshlab austenitni ichkarisiga qarab o'sib boradi. Qandaydir omillar (strukturadagi nuqsonlar) tahsirida tsementit plastinalari yo'nalishini (orientatsiyasini) o'zgarishi oqibatida birinчисiga nisbatan burchak ostida yangi perlit koloniyalari hosil bo'lishi mumkin.

Ferrit va tsementit orasida ikki yo'naltirilgan (orientatsiyalangan) nisbatdan bittasi albatta saqlanadi.

Austenitni perlitga aylanishi natijasida hosil bo'ladigan erkin energiya ferrit va tsementit orasidagi sirt ajralishini o'sishini hosil bo'lishiga ketgan energiyani o'rni qoplash uchun yetarli bo'lib, S_0 o'ta sovutilgan temperatura ΔT ga teskari proportsional

$$S_0 = \frac{2T_0}{\rho Q \Delta T}$$

bu yerda, Q – birlamchi massani o'zgarishida issiqlik samarasi (effekti);

T – evtektoidli o'zgarish temperaturasi;

\dot{O} – evtektoiddagi sirtni ajaratuvchi solishtirma energiya;

P - zichlik.

Plastinkalar orasidagi masofa S_0 juda ko'p hollarda asosan legirlovchi elementlar miqdoriga bog'liq bo'ladi. Perlit markazlari ko'ngdalang yo'nalishida o'sib borishi mumkin. Bunda ferrit plastinkasi tsementitga nisbatan 7-8 marta katta. Agar o'zgarishlar $700 - 650^{\circ}\text{S}$ temperaturalar intervalida ro'y bersa, plastinkalar orasidagi masofa 0,5-1 mm ni tashkil etadi. Bunday strukturani perlit (uning qattiqligi HB180-240) deb ataladi. $650 - 600^{\circ}\text{S}$ temperaturagacha o'ta sovutilsa, plastinkalar orasidagi masofa 0,25 mkm ni tashkil etadi. Bunday strukturani shartli ravishda sorbit (uning qattiqligi HB250-350) deb ataladi. O'ta sovutilish temperaturasi yanada ortsa va plastinkalar orasidagi masofa 0,1 mkm ni tashkil etsa, bunda hosil bo'lgan strukturani troostit (uning qattiqligi HB400-500) deb ataladi. Perlit, sorbit va troostitlar turli disperslik darajasidagi perlit hisoblanadi.

Evtektoidgacha bo'lgan po'latni A_3 nuqtadan past temperaturagacha uncha katta bo'lmagan holda sovutilganda avallam bor ferrit hosil bo'lsa, evtektoiddan keyingi po'latda tsementit hosil bo'ladi. Ferrit va tsementit kurtaklarini hosil bo'lishi asosan austenit donalari chegarasida sodir bo'ladi va bu holatda yangi fazalarning kristallanish markazlari kurtaklari hosil bo'lishiga sarflangan ish kamayadi va yuqori energiyaga ega bo'lgan donalar chegarasidagi umumiy yuzani kamaytirish mumkin.

Odatda evtektoiddan keyingi po'latlarda o'zgarishlarning boshlang'ich davrida austenit donasining chegarasida ikkilamchi faza - tsementitning yupqa uzluksiz to'ri paydo bo'ladi. Izotermik ushlab turish vaqti yoki qotishmani sekin sovutishda ro'y beradigan jarayonlarda hosil bo'lgan to'rni saqlash yoki bo'limlarga bo'lish keyinchalik sferoidlash matritsa yuzasini bo'linish

chegarasidagi solishtirma erkin energiya – ajralgan faza va matritsa – matritsa nisbatlarida aniqlanadi. Turg'un tsementit to'riga ega bo'lgan po'latni shartli ravishda tsementit shakliga qarab normal deb atashimiz mumkin, donalar chegarasida hosil bo'lgan sferoidlangan tsementitni tsementit shakliga qarab, obnormal deb ataladi. Izotermik ushlab turish vaqtini oshishi bilan tsementit atrofida ferrit ajralib chiqadi. Keyingi austenitni parchalanishi tsementit va ferritni alohida (mustaqil) ravishda o'sishi oqibatida sodir bo'ladi. Austenitning to'liq parchalanishi abnormal strukturani hosil bo'lishi bilan tugallanadi.

Evtektoidgacha bo'lgan po'latlarda uncha katta bo'lmagan darajada o'ta sovutilganda boshlanishida ortiqcha ferrit ajralib chiqadi .

Austenit uglerod bilan evtektoidgacha miqdorda boyidi. Austenitdan evtektoidli miqdorda ortiqcha ferrit mavjud bo'lgan joyda ferritni ajralishi kuzatiladi. Ferrit uchastkalarini o'sishi austenitning chegara uchastkalarini uglerod bilan mahalliy boyishiga olib keladi. TSementitni hosil bo'lish imkoniyati tug'iladi. Keyinchalik ushlab turish vaqti ferrit va tsementitni asosli o'sishiga olib keladi. TSementitni o'sishi ferrit atrofida ro'y beradi. Uglerod atomlari austenit chegarasidan ferritga o'tadi. Uglerod atomlarini 720-600⁰S temperaturada shunday yetarli masofaga ko'chishi ferritdagi uglerodning yuqori diffuziya tezligi orqali ro'y beradi. 700⁰S temperaturada ferritdagi uglerodning diffuziya koeffitsienti 900⁰S temperaturada austenitdagi uglerodning diffuziya koeffitsientiga nisbatan 19 marta katta. Ferrit va strukturasi erkin bo'lgan tsementitdan iborat maxsus fazalar qorishmasi hosil bo'ladi. Ortiqcha ferritni ajralib chiqqandan so'ng o'ta sovutish darajasini oshishi boshlanishida tsementit kurtaklarini hosil bo'lishi , keyinchalik perlit koloniyalari kurtaklarini paydo bo'lishiga olib keladi. Perlit koloniyalarining kristallanish tezligi alohida ferrit va tsementit kurtaklarini o'sish tezligidan katta bo'ladi. SHuning uchun keyinchalik ushlab turish vaqtlarida austenitning parchalanishi perlitli o'zgarishlar hisobiga ro'y beradi.

10-mavzu. Po'latdagi perlitli o'zgarishlarga legirlovchi elementlarning tahsiri

Ma'ruzaning rejasi:

1. Po'latdagi perlitli o'zgarishlarga legirlovchi elementlarning tahsiri;
2. Martensitli o'zgarishlar;
3. Uglerodli po'latlarda martensitli o'zgarishlarning o'ziga xosligi;
4. Martensitli o'zgarishlarning o'ziga xosligi;
5. Martensitli o'zgarishlar mexanizmi;
6. Martensit kristalining kogerent o'sishi;
7. Austenitning martensitga aylanishining kristallogometriyasi.

Tayanch so'z va iboralar: perlit, perlitli o'zgarishlar, legirlovchi elementlar, martensit, martensitli o'zgarishlar, uglerodli po'latlar, martensitli o'zgarishlar mexanizmi, kogerent o'sish, kristallogometriya

Po'latlarni yumshatishda sovutilish vaqtida kechadigan asosiy o'zgarish-larga – austenitning ferrit va karbidli qorishmaga austenitni evtektoid-li parchalanish jarayoni kiradi. Austenitning izotermik o'zgarish diag-rammasida C –shaklli egri chiziq bilan evtektoidli o'zgarishlar kinetikasi tasvirlangan .

C – diagramma quyidagi tarzda quriladi. Po'latdan tayyorlangan kichik namunalar to'liq austenitizatsiyalash temperaturasi-gacha qizdiriladi va so'ngra tezda kritik nuqtadan past bo'lgan temperaturaga ega bo'lgan termostatga (tuzli vannaga) solinadi. Berilgan temperaturada austenit-ning parchalanishini boshlanish va oxiri temperaturasi bir qancha usullar yordamida aniqlash mumkin. Mikrostrukturali tahlil – eng sodda, shu bilan birga ishonchli, lekin mehnat ko'p talab qiladigan usuldir. Namunalar termostatda turli vaqtlarda ushlab turilgandan so'ng suvda toblanadi. Izotermik parchalanmagan austenit martensitga aylanadi va mikroskop ostida ko'rilganda parchalangan austenit mahsulotdan yaxshigina farqlanadi.

Austenitni evtektoidli o'zgarishida solishtirma hajm oshadi, elektr qarshilik kamayadi va po'lat paramagnit holatidan ferromagnit holatiga o'tadi.

727⁰S temperaturada austenit ferrit va tsementit qorishmalari bilan birga termodinamik turg'un muvozanat holatida bo'ladi. Austenit par-chalanishni boshlashi uchun po'latni 727⁰S temperaturadan past tempera-turada sovutish kerak.

O'ta sovutilgan austenitning turg'unligi inkubatsion davr yahni vaqtlar oralig'i bilan xarakterlanadi.

Evtektoidli po'latlarda 550⁰S yaqin temperaturada o'ta sovutilgan aus-tenit nisbatan turg'un hisoblanadi.

Inkubatsion davrda o'ta sovutilgan austenitda uglerodni qaytadan taqsimlashning tayyorlov jarayonlari kechadi.

Perlit alohida markazlardan koloniyalar ko'rinishida o'sadi. Perlit koloniyalarini kurtaklari bo'lib, austenit donalari chegarasida oson hosil bo'ladigan yoki tsementit, yoki ferrit bo'lishi mumkin. Tsementit plastinkalarini yo'g'onlashishi natijasida unga yaqin turgan austenit uglerod bilan qo'shib, $\alpha \rightarrow \gamma$ polimorf o'zgarishlar yo'li bilan

tsementit plastinkalariga tutashuvchi ferrit plastinkalari hosil bo'lishi sharoiti tug'iladi. Amaliy jihatdan uglerodga ega bo'lmagan ferrit plastinkalari yo'g'onlashganda u austenitga yaqinlashib, uni surib, natijada yangi tsementit plastinkalari hosil bo'lishi uchun qulay sharoit yaratadi va hakozi. Bunday ko'p martali o'zgaruvchan ferrit va tsementit plastinkalarini paydo bo'lishi – evtektoidli koloniyalarining yon tomonga o'sishining birdan-bir imkoniyati emas. Evtektoidli koloniyalar-ning yon tomondan o'sishining boshqa eksperimental belgilangan mexaniz-miga ikkala faza plastinkalarini shoxlashi kirib, u tekis parallel, veer strukturani shakllanishiga olib keladi .

Ferrit va tsementit plastinkalarini yon tomonga o'sishidan tashqari tortsli o'sishi ham kuzatiladi .

Martensitli o'zgarishlarning boshlanish temperaturasi

Martensitli o'zgarishlar T_0 temperaturaga nisbatan har qanday ham kam o'ta sovutishda boshlanmasligi kerak. Martensit kristallarini hosil bo'lishi na faqat hajmiy erkin energiyaning kamayishi bilan balki undan ham muhim hisoblangan o'zgarishlarga to'siq bo'ladigan elastik deformatsiya-ning energiyasiga bog'liq bo'ladi. Elastik deformatsiya energiyasi birin-chidan, faza o'zgarishlarida solishtirma hajmni o'zgarishi va ikkinchidan martensit va dastlabki faza panjarasining kogerentligi tufayli yuzaga keladi.

Sistemadagi yig'indaviy erkin energiyaning kamayishini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\Delta F = - \Delta F_{haj} + \Delta F_{sirt} + \Delta F_{elast}.$$

Martensitli o'zgarishning boshlanishi uchun austenitni uni martensit bilan birgalikda metastabil muvozanatidan past temperaturada shunchalik sovutish kerakki, bunda o'zgarishning termodinamik stimuli (ΔF_{haj}) zarur bo'lgan qiymatga ega bo'lishi kerak. SHuning uchun martensit o'zgarishning boshlanish temperaturasi (M_b) har doim T_0 temperaturadan pastda bo'ladi. Fe – C sistemasida $T_0 - M_b \approx 200 - 250$ °S ga teng bo'ladi.

M_b temperatura mahlum tarkibga ega bo'lgan qotishmaning tavsif-nomasi bo'lib xizmat qiladi. M_b temperaturadagi gorizontaal chiziq berilgan po'latdagi martensit o'zgarish bir xil temperaturada sovutish tezligiga bog'liq bo'lmagan holda boshlanishini ko'rsatadi.

Keyingi kechroq qilingan tadqiqotlar o'ta katta sovutish tezligiga ega bo'lish M_b temperaturani o'zgarishini, lekin bunda kamaymasligini, balki ortishi mumkinligini isbotladi (10.1 – rasm). 0,5 % S ga ega bo'lgan po'lat 6600 °S/s dan kamroq sovutish tezligida M_b temperatura doimiy bo'lib, u 370 °S ga teng. 6600

dan to $16500\text{ }^{\circ}\text{S/s}$ sovutish tezligini oshishi M_b temperaturani 370 dan 460°S gacha oshiradi va sovutishni tezlatish bilan u o'zgar-maydi. Bunga quyidagicha izoh berish mumkin.

Sovutish tezligi yuz va ming gradus sekundda austenit M_b nuqtadan yuqorida o'ndan bir va bir sekundlar davomida o'ta sovutilgan holatida bo'ladi. Bu vaqt ichida juda ham xarakatchan uglerod atomlarning segregatsiyasi austenitning panjara nuqsonida muvozanatdagi miqdorni hosil bo'lishiga ulgiradi va bu bilan uni maksimal puxtalanishiga olib keladi. Bunday austenitda martensitli o'zgarishlarni yuz berishi juda qiyin, M_b temperatura minimal qiymatga ega va u bir necha diapazon tezlig-ida sovutish tezligi va jumladan, odatdagi sovutish tezligiga bog'liq bo'lmaydi. Austenitdagi uglerodning segregatsiyasi bir qancha sovutish tezligida kam miqdorda kechadi va M_b nuqta ko'tariladi. Oxir oqibat, juda katta sovutish tezliklarida M_b nuqtadan yuqori nuqtalarda po'latning austenit holatida bo'lish vaqti juda ham kam bo'lib qoladi.

Qotishma tarkibi odatda, martensitli o'zgarishlar boshlanish temperaturasiga kuchli tarzda tahsir ko'rsatadi. Po'latda uglerod miqdorini oshishi bilan M_b nuqta keskin pasayadi: 1% S ga ega bo'lgan po'latlarda M_b nuqta $200\text{ }^{\circ}\text{S}$ dan yuqorida bo'lsa, 2% gacha uglerodga ega bo'lgan po'latlarda esa M_b nuqta xona temperaturasiga teng bo'ladi.

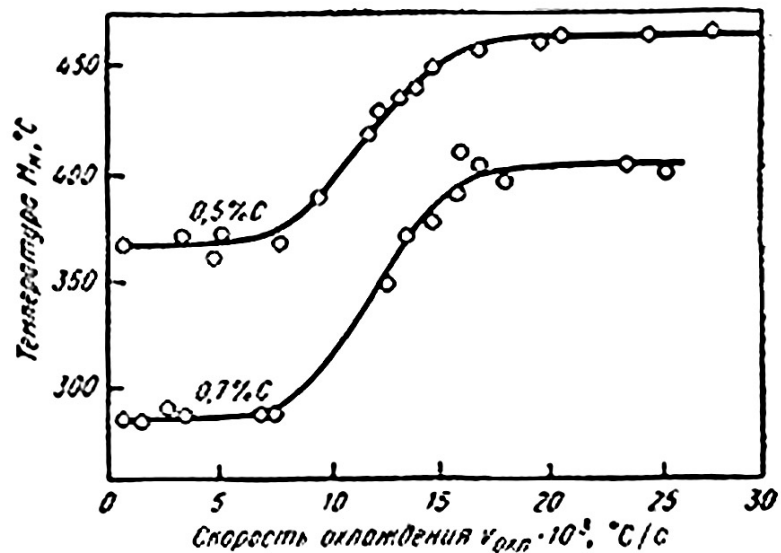
Po'lat va austenitdagi uglerodning miqdori xar doim ham bir hil emas, chunki uglerod karbidlar tarkibiga kiradi. Karbidlar esa M_b nuqtaga tahsir qilmaydi. Toblash temperaturasini oshishi bilan karbidlar austenitda erishi oqibatida undagi uglerodning miqdori oshadi, M_b nuqta pasayadi.

Qotishmadagi tarkibni o'zgarishi martensit o'zgarishlar boshlanishiga xam tahsir qiladi.

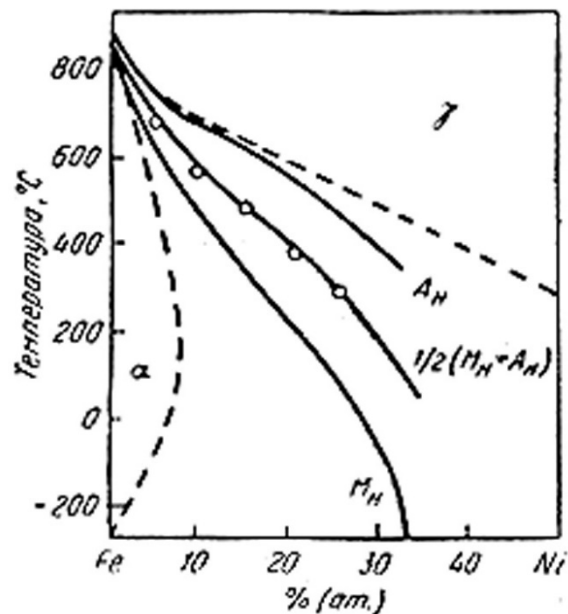
Martensitli o'zgarishlarning qaytuvchanligi

10.2 – rasmdan ko'rinib turibdiki, martensitgacha toblangan qotishma T_0 temperaturadan yuqori temperaturagacha qizdirilganda mahlum bir o'ta qizish darajasiga va mahlum bir o'zgarishning ΔF xarakatlanuvchi kuchlar qiymatiga erishilganda teskari martensit-austenitli o'zgarish ro'y berishi mumkin. Analog bo'yicha M_b nuqta yahni austenitning diffuziyasiz hosil bo'lishining boshlanish temperaturasi A_b nuqta bilan belgilanadi (10.2 -rasm).

Martensitni teskari o'zgarishi bilan austenitni hosil bo'lish jarayoni dastlabki martensitda diffuziya yo'li bilan komponentlarni qaytadan taqsimlanishi to'xtatilgandan so'ng ro'y berishi mumkin. Buning uchun T_0 temperatura uncha katta bo'lishi kerak emas va qizdirishni tezlashgan holda amalga oshirish kerak.



10.1 - rasm. 0,5 % va 0,7 % S ga ega bo'lgan temir asosli qotishmalarda martensitli o'zgarishlarning boshlanish temperaturasi (M_b) toblashdagi sovutish tezligiga ($v_{\text{sovut.}}$) bog'liqligi



10.2–rasm. Sovutishdagi martensitli o'zgarishlarning boshlanish temperaturasi (M_b), qizdirishdagi teskari martensitli o'zgarishda (A_b) va austenit va martensitning erkin energiyasini hisoblangan muvozanat temperaturasi $T_0 = \frac{1}{2}(M_b + A_b)$ ni Fe-Ni qotishmasidagi nikel miqdoriga bog'liqligi:

Singdirilgan eritmada uglerod atomlarining yuqori xarakatlanuvchanligi tufayli uglerodli po'latlarda teskari martensitli o'zgarishlar ro'y bermaydi. Bunda qizdirilganda martensitning diffuziyali parchalanishi A_b nuqtaga yetmasdan oldin sodir bo'ladi.

Teskari martensitli o'zgarishlar Fe-Ni asosli qotishmalarda, mis qotishmalarda va titan qotishmalarda kuzatiladi. Bu qotishmalarda teskari martensitli o'zgarishlar bosh to'g'ridan-to'g'ri tahsir qiladigan hamma belgilarga ega. Qizdirish temperaturasi A_b nuqtaga kam tahsir etadi.

O'zgarish asosan, bitta temperaturada (A_b) boshlanib, nisbatan yuqori temperaturada (A_o) tugallanadi. Masalan, Fe – 32,5% Ni qotishmasi uchun $A_b = 300-310$ °C ga teng bo'lsa, $A_o = 400-410$ °C tengdir. Teskari martensitli o'zgarishda namunaning polirovka qilingan sirtining relg'efi kuzatiladi. Teskari o'zgarishlarda ham to'g'ri o'zgarishlar kabi kristallar o'ta tez hosil bo'ladi.

A_b va M_b temperaturalar orasidagi farq bir necha gradusdan yuz gradusgachani tashkil qilishi mumkin. Bu katta gisterezis matritsaning elastik deformatsiyasini yuqori energiyaga ega bo'lishi ($\Delta F_{elas.}$) undagi yangi fazalarning kristallarini yuzaga kelishiga to'sqinlik qilishi bilan tushuntiriladi.

Martensitli o'zgarishlar mexanizmi

Martensitli o'zgarishlar jarayonini o'rganish sharoitga bog'liq ravishda panjarani qaytadan shakllanishining ikki mexanizmi borligini ko'rsatdi: bular, siljish, ko'chish (martensitli) va "normal" shakllanish mexanizmlaridir.

Normal o'zgarishlar. Normal polimorf o'zgarishlarda yangi fazalarning kristallari chegaralardan atomlarning tartibsiz o'zaro bog'lanmagan o'tishi yo'l bilan o'sadi. Dastlabki fazani termik faollashi natijasida panjaradan ajraladi, masalan, γ – temir atomlari alohida yangi faza panjarasiga qo'shiladi. Yana masalan, α – temir kristall chegaralari natijasida α γ kristall tomonga qarab, ko'chadi: yangi faza onalik fazani "eydi". SHunday atomlarni bir biridan mustaqil ravishda fazalarni bo'linish chegaralari orqali tartibsiz ko'chishi birlamchi qayta kristallanishdagi kristallarning o'sishi o'z diffuziya jarayoniga o'xshash va faqat kelib chiqishi termodinamik stimuli jihatidan farqlanadi. Birlamchi qayta kristallanishda dastlabki va yangi donalarning erkin energiyalar farqi o'sha fazaning dastlabki donasining tuzilishdagi katta nuqsonli tuzilishga ega ekanligi tufayli bo'ladi. Metallning polimorf o'zgarishlardagi termodinamik stimuli bo'lib turli kristall panjarani ikki fazasining erkin "kimyoviy" energiyasi farqi hisoblanadi. Qayta kristallanishda ham panjarani tartibsiz qayta shakllanishi faqat yuqori temperaturalarda kechishi mumkin.

Siljish (martensitli) o'zgarishlar. Martensitli o'zgarishlardagi panjaraning qayta shakllanish mexanizmi G. V. Kurdyumovning klassik ishlarida yozilgan. Faza o'zgarishlarining siljish (martensitli) mexanizmi atomlarning atomlararo masofadan kichik masofada tartibli, kooperativ va o'zaro xarakterga ega bo'lgan siljish yo'li ro'y berishi mumkinligi bilan farqlanadi. Bu jarayonda dastlabki fazaning xar qanday atomi o'zaro almashmasdan qolib, yangi , martensit fazasi donasining qo'shnisi bo'lib qoladi. Bu hol panjaraning qayta shakllanishining siljish orqali ro'y berishi mumkinligini asosiy o'ziga xos tomoni hisoblanadi. Martensitli o'zgarishlarning juda ko'p xarakterli tomonlariga, birinchi navbatda martensit kristallarni o'sish chegarasidagi kogerentlik kiradi.

Haqiqat ham o'zgarishlarda dastlabki fazaning har qanday atomi yangi fazaning atomi bilan qo'shni bo'ladi, natijada donalar orasidagi chegara ham kogerent bo'lishi kerak.

Tadqiqot va tahlillar shuni ko'rsatdiki, ko'rib o'tilayotgan panjarani qayta shakllanishining siljish mexanizmi martensit o'zgarishlarini ikki muhim o'ziga xos tomonlarini tushuntirib berdi: yahni, atomlarning sekin xarakatlanish sharoitida martensit kristallarning juda katta tezliklarda o'sishi va tezda martensit kristallarining o'sishini to'xtalishidir.

11-mavzu. Martensitgacha toblangan qotishmalarni mikrostruktura va substrukturasi

Ma'ruzaning rejasi:

1. Martensitgacha toblangan qotishmalarni mikrostruktura va substrukturasi;
2. Martensitgacha toblangan qotishmalarning xossasini o'zgarishi.

Tayanch so'z va iboralar: toblash, mikrostruktura, substruktura, martensitgacha toblash, qotishmaning xossasi, martensitli o'zgarishlar, uglerodli po'latlar, martensitli o'zgarishlar mexanizmi

Toblangan uglerodli po'latlar va temir asosli uglerodsiz qotishma-larni strukturasi tadqiqoti martensitning ikkita bosh morfologik turini aniqlab berdi: plastinkali va paketli.

Bu martensitning ikki turi kristallarning shakli va o'zaro joylashu-vi hamda gabitusli tekisligi orqali farqlanadi.

Plastinkali martensit (ninasimon, past temperaturali va ikkilangan deb ataladi) – bu yaxshi mashhur “klassik” turdagi martensit bo'lib, u toblangan yuqori uglerodli po'lat va ikkinchi komponenti yuqori miqdoriga ega bo'lgan uglerodsiz temir qotishmalarida yorqin namoyon bo'ladi, masalan Fe – Ni qotishmalarda Ni miqdori 28 % dan ko'p bo'ladi (11.1, 11.2 - rasmlar). Martensit kristallari yuqori linza shakldagi plastinkalarga ega bo'ladi. plastinkaning bunday shakli austenit matritsada hosil bo'lishida panjaralarning elastik qiyshayishdagi minimum energiyasiga mos keladi va mexanik ikkilanishlar shakli ham xuddi shunday analogik bo'ladi. SHlif tekisligiga plastinani katta yuzasi bilan tushishi juda ham kamdan-kam holatlarda uchraydigan hodisadir (11.3 – rasm). Qo'shni plastinkalar bir- biriga nisbatan parallel emas va ko'proq o'ziga xos shaklli ansamblga ega (11.2 - rasm).

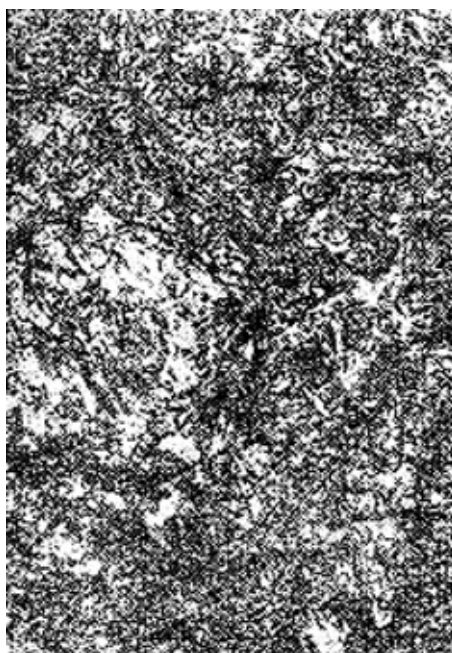
Austenit zonasida temperaturani pasayishi natijasida yangi martensit plastinkalari hosil bo'ladi, ularning o'lchami matritsa zonasini o'lchamlari bilan chegaralangan bo'ladi (11.2 – rasm va 11.4 – rasmdagi sxema ko'rinishi).

Toblashdan so'ng xona temperaturasida martensit plastinkalari orasida qoldiq austenit saqlanib qolinadi (11.2 - rasm).

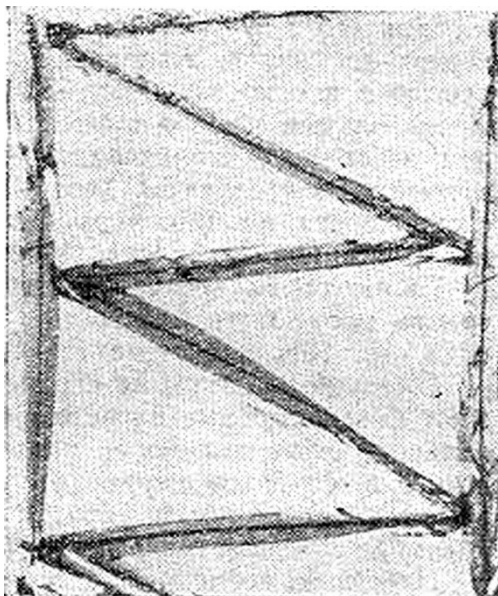
Paketli martensit (yana uni reykali, massivli, yuqori temperaturali va ikkilanmagan ham deb ataladi) – martensitning keng tarqalgan morfologik turi bo'lib, uni toblangan kam uglerodli va o'rtacha uglerodli po'lat-larda, juda ko'p legirlangan konstruktsion po'latlarda, nisbatan kam legirlangan uglerodsiz temir asosli qotishmalarda, masalan, Ni miqdori 28 % dan ko'p bo'lgan Fe – Ni qotishmalarda kuzatish mumkin. Ushbu martensit-ning kristallari taxminan bir xilda yo'nalishga ega bo'lgan yuqori plastinkaga ega bo'ladi va u nisbatan bir o'qli paket hosil qiladi.

Reekali matensit plastinkalari kichik yoki yuqori burchakli chegaralar bo'yicha bo'linadi.

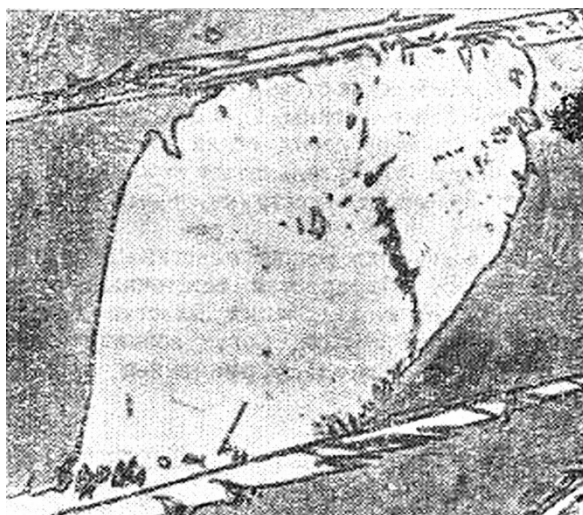
Paket hajmida plastinkalar eni taxminan bir qancha mikrondan o'ndan bir mikrongacha o'lchamli diapazonda bo'ladi. SHuning uchun "reekali" ko'ri-



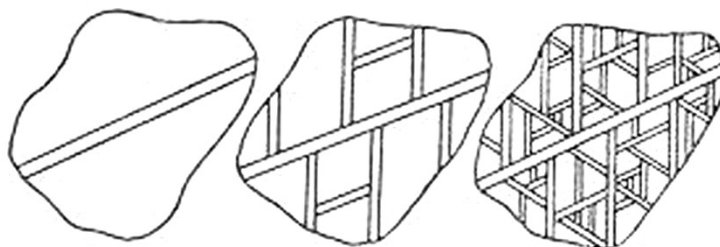
11.1 – rasm.U8 markali toblangan po'latning martensitning ninasimon strukturasi



11.2 – rasm.1,86 % S ga ega bo'lgan toblangan po'latda martensit plastinkalari va qoldiq austenitni shaklga o'xshash joylashishi (yorug', oq fon). Plastinkada midrib. kiritilgan. X 550 (Kraus va Mader)



11.3 – rasm. SHlif tekisligida kamdan-kam hollarda martensit plastinkalarini joylashuvi. X 750 (A.P. Gulyaev, Ye. V. Petunina)



11.4 – rasm. Bitta austenit donasida turli uzunlikdagi martensit plastinkalarini hosil bo'lish sxemasi.



11.5 – rasm. Fe – 1,94 % Mo ega bo'lgan toblangan qotishmaning strukturasiida paketli martensitning ko'rinishi. X 200 (Kraus va Mider).

nishdagi kristallar yorug'lik mikroskopi ostida umuman ko'rinmaydi, yoki paketlarning mayin, yupqa strukturasi namoyon bo'lishi mumkin. Ana shundan kelib chiqib, shlifning asosiy struktura elementi sifatida juda ham mayin alohida kristallar emas, balki plastinkadan iborat paket ko'rinadi (11.5 - rasm). SHuning uchun martensitning bunday strukturasi shaklini ninasimon martensitdan farqlash uchun paketli yoki massivli deb ataladi.

Legirlangan konstruksion po'latlarda martensit paketlarning ichida martensit kristallari orasida qalinligi 200 – 500 Å bo'lgan qoldiq auste-nit qatlamlari joylashgan bo'ladi. Bitta austenit donasida bir qancha martensitli paketlar hosil bo'lishi mumkin.

Substruktura

Juda ko'p qotishmalarda yorug'lik elektron mikroskopiya ko'p miqdorda dislokatsiya va ikkilanganliklarga ega bo'lgan martensit kristallarining mayin murakkab strukturasi aniqlab berdi. Bunday substruktura ikki pritsipial jihatdan turli bo'lgan yo'llar bilan hosil bo'lishi mumkin: birinchidan, panjarani qayta shakllanishida martensitli mexanizmning ajralmas tarkibiy qismi hisoblangan qo'shimcha plastik deformatsiya yordamida yuzaga bo'lsa, ikkinchidan martensit hosil bo'lishdan keyin martensit kristalliga atrofdagi elastik muhitni tahsirlashishi oqibatida plastik deformatsiya orqali hosil bo'ladi. Birinchi holatda o'zgarishlardagi birlamchi substruktura haqida gapirsak, ikkinchi holatda esa deforma-tsiyaning ikkilamchi substrukturasini to'g'risida gapiramiz. Mos ravishda o'zgarishlardagi ikkilanganliklar va deformatsion ikkilanishlar bo'ladi.

Plastinkali martensitning substrukturasini shu bilan xarakterlanadi-ki, bunda yorug'lik mikroskopi yordamida martensit plastinkasi kesimida o'rta chiziqni yoki aniqroq qilib aytsak, yuqori kimyoviy reaktiv tahsir ettirilgan (travleniya qilingan) o'rta zonani, yahni midribni ko'rish mumkin bo'ladi (11.2 - rasm).

Midrib, bu elektron mikroskop yordamida ko'rilganda zich joylashgan parallel yupqa ikkilangan qatlamlardir. Ikkilangan qatlamlarning qalinligi qotishma tarkibiga va martensit hosil bo'lishiga bog'liq ravishda bir qancha angstromdan yuzdan bir angstromgacha bo'ladi. Martensit plastinkasini ikkilangan zonasini eni qotishma tarkibiga bog'liq bo'ladi. Masalan, Fe – Ni sistemasidagi qotishmalarda nikel miqdorini oshishi bilan martensit plastinkasi kesimlarini o'zgarishlardagi ikkilanganlik-lar to'liq egallamaguncha bilan yuqorida qayd etilgan zonaning eni oshadi.

Paketli martensit substrukturasini plastinkali martensit substrukturasidan mayin, yupqa ikkilangan qatlamlar zonasini yo'qligi bilan sifat jihatdan keskin farqlanadi. Paketli martensit substrukturasini murakkab dislokatsion tuzilishga ega bo'lib, uning uchun yuqori dislokatsiyalar zichligida dislokatsion qo'shilish xarakterli hisoblanadi.

12-mavzu. Beynitli (oraliq) o'zgarishlar

Ma'ruzaning rejasi:

1. Beynitli oraliq o'zgarishlar;
2. Beynitli o'zgarishlar kinetikasi;
3. Beynitli o'zgarishlar mexanizmi;
4. Izotermik temperaturada ushlab turishni to'liq parchalanishga bog'liqligi;
5. Beynitning morfologiyasi;
6. Beynitning struktura shakli va uning faza tarkibi;
7. Xususiy beynitli o'zgarishlar jarayonida austenit tarkibini o'zgarishi;
8. Beynitli o'zgarishlar mexanizmini xarakteri;
9. Uglerodli po'latlarda austenitning oraliq o'zgarishlari;
10. Austenitni oraliq o'zgarishlarida uglerodni qaytadan taqsimlanishi;
11. Oraliq mexanizm bo'yicha austenitni xususiy parchalanishini martensitli o'zgarishga tahsiri;
12. Beynitli o'zgarishlarning ahamiyati;
13. Beynitli strukturaga ega bo'lgan po'latlarni mexanik xossalari.

Tayanch so'z va iboralar: beynit, beynitli oraliq o'zgarishlar, beynitli o'zgarishlar kinetikasi, beynitli o'zgarishlar mexanizmi, izotermik temperatura, beynit morfologiyasi, beynit strukturasi, xususiy beynit, uglerodli po'latlar, oraliq o'zgarishlar, austenit, po'lat, mexanik xossa.

Uglerodli po'latlarda C –egri chiziqni pastida ,500 – 250 °S temperaturalar intervalida beynitli o'zgarishlar ro'y beradi. bu o'zgarishlar yana, oraliq o'zgarishlar ham ataladi. Yahni bu oraliq o'zgarishlar, bu perlitli va martensitli o'zgarishlar oraliq'idagi o'zgarishlardir. Bu o'zgarishlarning kinetikasi va hosil bo'ladigan strukturasi diffuziyali perlitli va diffuzionsiz martensitli o'zgarishlarda kuzatiladigan kinetika va struktura xususiyatiga ega bo'ladi.

Beynitli o'zgarishlar natijasida α faza (ferrit) va karbidning qorishmasi hosil bo'ladi va uni beynit deb ataladi. Beynitdagi karbid perlitga xos plastinkali tuzilishga ega emas. Beynitdagi karbid zarralari juda ham dispers bo'lib, ularni faqat elektron mikroskop yordamida aniqlash mumkin.

Yuqorigi va pastki beynitlar bo'ladi. Ular o'z navbatida mos ravishda oraliq temperaturalar intervalining yuqorigi va pastki qismlarida hosil bo'ladi (ular orasidagi shartli chegara 350 °S). Yuqorigi beynit patsimon tuzilishga ega bo'lsa, pastki beynit esa ninasimon, martensitga o'xshash tuzilishga ega bo'ladi. Pastki beynitni mikrostrukturasi ko'rinishiga ko'ra bo'shatilgan martensit strukturasi farqlash juda qiyin.

Elektron-mikroskopik tahlil shuni ko'rsatdiki, uglerodli po'latlarda yuqorigi beynitning α fazasi substrukturasi reekali martensitning sub-strukturasi o'xshash bo'lsa, pastki beynitning α fazasi substrukturasi esa nisbatan yuqori uglerod

miqdoriga ega bo'lgan martensitli po'latning tuzilishiga o'xshashdir. Yuqorigi beynitda α faza eni 5-10 mkm va qalinligi 1 mkmdan kam bo'lgan reekadan iborat bo'lsa, karbid zarrachalari esa reykalar orasida yoki chegaralari bo'yicha va reekaning ichida joylashgan bo'ladi. O'z navbatida, yuqorigi beynitda karbid austenitdan ajralib chiqadi. Pastki beynitda karbid zarrachalari α faza plastinasini ichida bo'ladi, yahni karbidlar uni parchalanishidan hosil bo'ladi. Yuqorigi ham pastki beynitning α fazasining ichida dislokatsiya zichligi katta bo'ladi.

Agar beynitli o'zgarishlar va bo'shatish temperaturalari bir xilda bo'lsa, o'zining fizik xossasi, fazaning tarkibi va strukturasi ko'ra o'ta sovu-tilgan austenitning izotermik o'zgarish mahsulotlari toblangan po'latning bo'shatilgan martensit mahsulotlariga yaqin bo'ladi. Beynitdagi ferrit fazasi α -temirdagi uglerodning o'ta to'yingan qattiq eritmasi hisoblanadi.

Yuqorigi beynitda karbid fazasi tsementit bo'lsa, pastki beynitda esa ϵ –karbid bo'lib, ushlab turish vaqtini oshishi bilan tsementit bilan almashadi.

Legirlangan po'latdagi maxsus karbidlar perlitli o'zgarishlar inter-valida hosil bo'lib, beynitli o'zgarishlarda paydo bo'lmaydi. Legirlovchi elementlar beynitli o'zgarishlarda qaytadan taqsimlanmaydi.

Kremniy bilan legirlangan po'latlarda karbid umuman hosil bo'lmasligi mumkin va beynit α faza va qoldiq austenitdan tashkil topishi mumkin.

Temperaturaning beynitli, shu jumladan perlitli intervalida o'ta sovutilgan austenit bir qancha inkubatsion davrdan so'ng parchalanishni boshlaydi. Karbid hosil qiluvchi elementlar (Cr, W, Mo va boshqalar) bilan legirlangan po'latlarda perlitli parchalanishning C-egri chizig'ini pastida beynitli o'zgarishlarning boshlanishi va tugallanishidagi C-egri chiziq yotadi (12.1 -rasm). Masalan, 12.1 – rasmda 500 °S temperaturada 100 sekunddan so'ng beynitli o'zgarishlar boshlanadi va izotermik ushlab turish vaqtidan taxminan 60 minut so'ng perlitli o'zgarish ro'y beradi.

Yuqori legirlangan po'latlarda perlitli va beynitli o'zgarishlarining C-egri chizig'i o'ta sovutilgan austenitning yuqori turg'unligining temperaturalar intervallari bo'yicha bo'lingan bo'lib, unda perlitni parchalanishi juda ko'p soatlar mobaynida kuzatilmaydi, beynitli o'zgarishlar uchun o'ta sovush hali yetarli bo'lmaydi (12.1-rasm,b). C-egri chiziqni beynitli o'zgarishining maksimal temperaturasi B_n (yoki B_s) nuqtasi bilan belgilanadi.

Beynitli o'zgarishlar kinetikasi perlitli o'zgarishlar kinetikasiga na faqat inkubatsion davrning mavjudligi bilan balki izotermik ushlab turish vaqtida hajmi oshishi bilan ham o'xshash hisoblanadi. SHu bilan birga juda ko'p legirlangan po'latlarda beynitli o'zgarishlar martensitli o'zgarishlarga o'xshash o'ziga xos xarakterga ega bo'lib, u jarayon to'liq austenitni yo'qolishigacha bormaydi. C-egri chiziqni har bir nuqtasi beynitli o'zgarishlar oxirida qoldiq austenitning mahlum bir miqdoriga mos keladi (masalan, 4 egri chiziq 12.1 – rasm,b da).

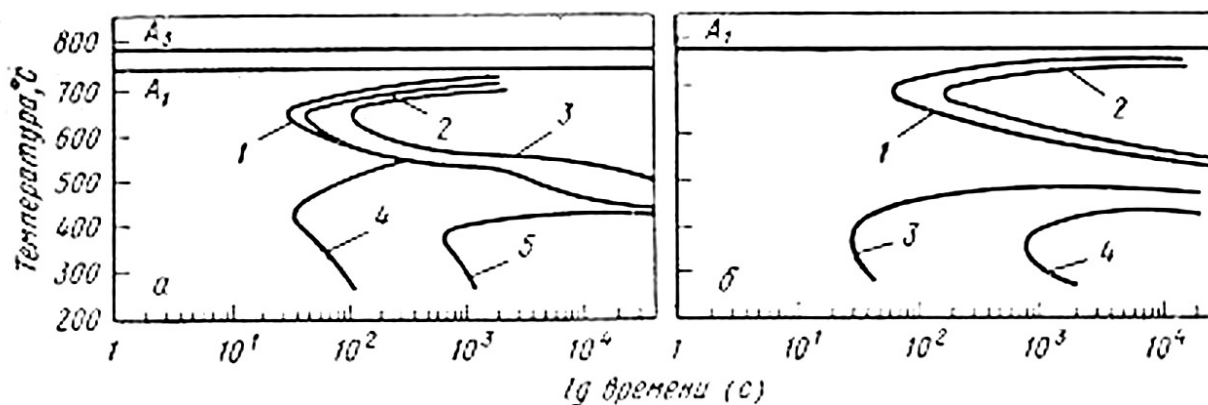
Juda ko'p po'latlarda beynitli o'zgarishlarda austenitda uglerod miqdorining sezarli darajada oshishi kuzatiladi. Bahzi bir po'latlarda izotermik ushlab turish vaqtini oshishi bilan austenitdagi uglerod miqdori kamayadi, yuqori uglerodli

po'latlarda esa uglerod miqdori beynitli o'zgarishlar boshlanishidan kamayib boradi, bu o'z navbatida austenitdan karbidni ajralib chiqishiga bog'liq.

Beynitli temperaturalar intervalida o'zgarmasdan qolgan austenit po'latni xona temperaturasigacha sovutganimizda qisman martensitga aylanadi, biroq bunda M_n nuqta dastlabki austenitdan hosil bo'lgan martensitdan past bo'ladi. Austenit beynitli o'zgarishlardan so'ng uglerod miqdori bo'yicha bir xilda emas va martensit uglerod bilan to'yingan joylarda hosil bo'ladi.

Austenit donasi o'lchami amaliy jihatdan beynitli o'zgarish kinetika-siga tahsir qilmaydi.

Uglerodli po'latlarda beynitli o'zgarishlar perlitli o'zgarishlardan alohida hosil bo'lmaydi. Masalan, evtektoidli po'latlarda perlit va



12.1 – rasm. Perlitli va beynitli o'zgarishlardagi S – egri chiziq bilan ajralib turadigan legirlangan po'latlarda austenitning izotermik parchalanish diagrafmasi (Roze va Peter)

a – 0,43 % S, 1,22 % Cr, 0,82 % Mn va 0,11 % V ga ega bo'lgan po'lat: 1 – ferritni paydo bo'lishini boshlanishi; 2 – perlitni hosil bo'lishini boshlanishi; 3 – perlitni hosil bo'lishini tugallanishi; 4 – beynitni hosil bo'lishini boshlanishi; 5 – beynitni hosil bo'lishini tugallanishi; b – 0,43 % S va 3,52 % Cr ga ega bo'lgan po'lat: 1 – perlit hosil bo'lishini boshlanishi; 2 – perlit hosil bo'lishini tugallanishi; 3 – beynitni hosil bo'lishini boshlanishi; 4 – beynitni hosil bo'lishini tugallanishi.

beynit $\sim 400 - 600$ °S temperaturalar intervalida hosil bo'ladi. Nisbatan yuqori temperaturalarda ushbu po'latning strukturada perlitli o'zgarishlar mahsuloti ustun bo'ladi. Nisbatan past temperaturada strukturada beynit ustun bo'ladi.

Beynitli o'zgarishlar quyidagi asosiy jarayonlarni o'z ichiga oladi: panjarani $\gamma \rightarrow \alpha$ ga qayta o'zgarishi, uglerodning qayta taqsimlanishi, karbidning ajralishi.

Quyidagi muhim savollar beynitli o'zgarishlarda munozarali hisoblanadi: 1) panjarani $\gamma \rightarrow \alpha$ ga qayta o'zgarishi, uglerodni qayta taqsimlanishi va karbidlarni ajralishi jarayonlari qaysi ketma-ketlikda borishi; 2) ferritning hosil bo'lish mexanizmi qandayligi; 3) karbid qaysi fazadan (austenit yoki ferrit) ajralib chiqishi.

Juda ko'p tadqiqotchilar beynitli o'zgarishlar temperaturalar intervalida ferrit austenitdan martensitli mexanizm bo'yicha hosil bo'ladi degan fikrga kelganlar. Tadqiqotchilarni bunday fikrga kelishlariga quyidagi dalillar mavjud: namunaning polirovkalangan (silliqlangan) tekis yuzasida relg'efning hosil bo'lishi (perlitli o'zgarishlarda bunday relg'ef hosil bo'lmaydi), legirlangan po'latlarda beynitli o'zgarishlar tugagandan so'ng qoldiq austenitning mavjudligi (perlitli o'zgarishlarda har doim austenit to'liq yo'qoladi), pastki beynit va bo'shatilgan martensit mikrostrukturasining o'xshashligi hamda yuqorigi beynit va kam uglerodli martensitning substrukturasini o'xshashligi va boshqalar.

Beynitli o'zgarishlar mexanizmi kinetikasi bo'yicha o'ziga xos bo'lib, perlitli va martensitli o'zgarishlarga yaqin bo'lishini quyidagicha tushuntirib berish mumkin: beynitli o'zgarishlar 500 – 450 °S temperaturalardan past temperaturalarda, yahni temirning qayta kristallanish boshlanishidan pastroqda bo'ladi. Bu degani beynitli o'zgarishlar temperaturalar intervalida amaliy jihatdan asosiy komponent (temir) atomlarini diffuzion xarakatlanishini to'liq to'xtatishidir. SHuning uchun ferritni tartiblanmagan $\gamma \rightarrow \alpha$ ga qayta o'zgarishi orqali hosil bo'lishini mumkin emasligi bo'lib, yahni perlitli parchalanish to'xtatiladi. Lekin 200 – 250 °S dan yuqori temperaturalarda uglerodning diffuziyasi yetarli darajada kechadi va bu austenit va ferritdan karbidlarni ajralib chiqish uchun yetarli hisoblanadi.

SHunday dalillar mavjudki, inkubatsion davrda dastlabki austenitdagi uglerod beynitli o'zgarishlardan oldin qaytadan taqsimlanadi. Kichik miqdordagi uglerodga ega bo'lgan austenit joylari martensitli o'zgarishlarni $\gamma \rightarrow \alpha$ kechiradi.

α faza kristallari oraliq temperaturalar intervalida dastlabki γ fazalar bilan elastik bog'liqlikda kogerent tarzda o'sib boradi, yahni M_n martensitli o'zgarishlar boshlanishi nuqtasidan pastdagi o'zgarishlarda martensit plastinalari qanday o'sishiga aniq o'xshash bo'ladi. Lekin, toza martensitli o'zgarishlardan martensit kristallarining "bir zumda" hosil bo'lsa, beynitli o'zgarishlarda esa α faza plastinkalari nisbatan sekin o'sib boradi. Bu asosan, oraliq temperaturalar oralig'ida α faza uglerod bilan bog'langan γ fazadan hosil bo'lishi mumkin. O'z navbatida α faza kristallarining o'sish tezligi uglerod atomlarini diffuzion chiqarish tezligi bilan nazorat qilinadi. Bu uglerod atomlarini chiqarish oqibatida austenitdagi M_n nuqta α faza chegaralarida bevosita oshadi va berilgan po'lat uchun martensitli qayta qurish $\gamma \rightarrow \alpha$ ga M_n nuqtadan yuqorida kechadi.

Martensitli o'zgarishlar momentida uglerod miqdori o'zgarmaydi, faqat panjara o'zgaradi va o'ta to'yingan α eritma hosil bo'ladi. SHuning uchun $\gamma \rightarrow \alpha$ o'zgarishlardan so'ng α eritmada karbidlarni ajralib chiqishi boshlanadi, aslida bo'shatish jarayoni sodir bo'ladi.

$\gamma \rightarrow \alpha$ o'zgarishlardan oldin uglerod bilan to'yingan austenit uchastka-laridan karbidlar ajralib chiqadi.

O'rin almashish usuliga ko'ra erigan legirlovchi elementlar beynitli o'zgarishlarda qaytadan taqsimlanishga ulgirmaydi va uning ferrit va austenitdagi miqdori bir xilda bo'ladi.

Yuqorigi va pastki beynitlarning tuzilishlardagi farq turli xara-katga ega bo'lgan uglerod bilan bog'liq.

Beynitli o'zgarishlarning yuqorigi temperaturasida α faza kam ugle-rodga ega bo'ladi.

Beynit perlitdan mustahkam hisoblanadi, uning mustahkamlik xossalari izotermik o'zgarishlar temperaturasini pasayishi bilan oshadi (12.1 -rasm).

Beynitning yuqori mustahkamligi ferrit kristallarining kichik o'l-chamlari, ajralib chiqadigan karbidlarning dispersligi, dislokatsiyalar zichligining yuqoriligi va boshqa omillarga bog'liq.

12.1 – rasmdan ko'rinib turibdiki, plastiklik perlitli sohadan beynitli sohaga o'tishda kamayadi va temperaturaning pasayishi bilan yana oshadi. Plastiklikning kamayishi yuqorigi beynitning nisbatan dag'al tuzilishga ega ekanligi bilan tushuntiriladi. Ferrit kristallari chegarasida joylashgan karbid zarralari beynitning plastikligini kamaytiradi. Pastki beynitdagi karbid zarrachalari α fazani ichida bo'lganligidan plastiklik yuqoriroq bo'ladi.

Pastki beynit strukturasi ega bo'lgan po'latlar asosan, bir xilda qattqlik va mustahkamlikka ega bo'lgan martensitgacha toblangan va bo'shatilgan po'latlarga nisbatan yuqori qovushqoqlikka ega bo'ladi. Ayniqsa, kremniy bilan legirlangan po'latlarda qovushqoqlik yuqori bo'lib, unda asosan beynit α faza va uglerod bilan to'yingan austenitdan tashkil topgan hamda karbid fazalari bo'lmaydi. Beynitli po'latlarda beynitli struktura issiq holda prokatlash temperaturasidan boshlab yoki oddiy termik ishlov berishda austenit holatigacha havoda sovutish orqali shakllanadi.

5-modulg'. Termik ishlov berishning asosiy texnologiyalari

13-mavzu. Eskirtirish va bo'shatish

Ma'ruzaning rejasi:

1. Eskirtirish va bo'shatish;
2. Bo'shatishda struktura o'zgarishlari;
3. Uglerodli po'latlarni bo'shatish;
4. Uglerodni segregatsiyasi, oraliq karbidlarni ajralishi;
5. Tsementitni hosil bo'lishi, tsementitni koagulyatsiyasi va sferoidlash;
6. Qoldiq austenitni parchalanishi;
7. Bo'shatishning hamma intervalidagi bo'shatishlarda uglerod miqdori-ni α eritmada kamayishi, α fazaga qaytishi va qayta kristallanishi.

Tayanch so'z va iboralar: eskirtirish, bo'shatish, struktura, uglerodli po'latlar, tsementit, qoldiq austenit, uglerod segregatsiyasi, karbid, kristallanish.

Eskirtirish va bo'shatish haqida umumiy ma'lumotlar

Toblangan po'lat metastabil holatida bo'lib, yuqori erkin energiyaga ega bo'ladi. Polimorfsiz o'zgarishsiz toblashda va juda ko'p hollarda polimorf o'zgarishlarga ega bo'lgan toblashda o'ta to'yingan qattiq eritma hosil bo'ladi va toblangan qotishma o'zining erkin energiyasini kamaytirishga xarakter qiladi, natijada qattiq eritma parchalanadi. Hattoki xona temperaturasida o'ta to'yingan qattiq eritmadan ajralib chiqishlar kuzatilishi mumkin, lekin eritmani parchalanishi talab etilgan darajada ma'lum bir vaqtda borishi uchun xona temperaturasida juda ko'p qotishmalarda atomlarning diffuzion xarakterlanuvchanligi yetarli emas. SHuning uchun toblangan qotishmani struktura va xossasi o'zgarishi uchun uni qizdiriladi, ya'ni u eskirtirish yoki bo'shatishga jalb qilinadi.

Tarixiy jihatdan shunday holatlar borki, bahzi bir qotishmalar, masalan alyuminiy qotishmalari uchun "eskirtirish" termini ishlatilgan bo'lsa, boshqa bir qotishmalar, masalan uglerodli po'latlar uchun "bo'shatish" termini qo'llanilgan. Uchinchi bir qotishmalar uchun esa, masalan bronza va titan qotishmalari uchun ikkala ham termin bir xilda ishlatilgan.

Oldingi asrning oxirlarida "bo'shatish" termini faqat polimorf o'zgarishlarga ega bo'lgan qotishmalar uchun ishlatilgan bo'lsa, "eskirtirish" termini esa faqat polimorf o'zgarishlarga ega bo'lmagan qotishmalar uchun ishlatilgan. Bunday tasnifiy bo'linish adabiyotlarda qo'llanilgan.

Juda ko'p sanoatda ishlatiladigan toblangan qotishmalarni eskirtirish va bo'shatishda eng asosiy bosh jarayon metastabil qattiq eritmani parchalash hisoblanadi. Ushbu holatda qotishma nisbatan stabil, turg'un holatga o'tadi va unda qotishmani absolyut minimum erkin energiyaga ega bo'lishi tahminlanadi. Toblangan qotishmada o'ta to'yingan eritmani parchalanish jarayoni o'zicha mustaqil ravishda o'zgarish issiqligini ajratib chiqarilishi orqali kechadi.

Eskirtirish va bo'shatishning asosiy parametrlariga temperatura ushlab turish vaqti kiradi. Qizdirish va sovutish tezligi esa odatda, qo'shimcha ikkinchi darajali rol ni o'ynaydi.

Eskirtirish – termik ishlov berish bo'lib, bunda toblashga jalb qilingan polimorf o'zgarishlarga ega bo'lmagan qotishmada bosh jarayon bo'lib, o'ta to'yingan qattiq eritmani parchalanishi hisoblanadi.

1906 yili nemets muxandisi Alg'fred Vilg'm tomonidan tabiiy eskirtirish hodisasi ochilgan bo'lib, u toblangan alyuminiy mis va magniy bilan hosil qotishmasini (duralyuminiy) xona temperaturasida uzoq vaqt ushlab turilgandan keyin qattiqlikni oshishiga olib kelganini aniqlagan. Vilg'm duralyuminiy yaxshilash usuliga patent olgan, ya'ni unda duralyuminiy toblab keyinchalik tabiiy eskirtirishdan so'ng qotishmani qattiqligi, mustahkamlik chegarasi va oquvchanligi oshishini aniqlagan.

1919 yil amerikalik tadqiqotchilar Merika, Valg'tenberg va Skottlar tomonidan mashhur maqola chop etilgan bo'lib, bu maqolada tadqiqotchilar birinchi marta duralyuminiy eskirtirish tabiatitahlil qilib berishganlar. Merikani

duralyuminiyni eskirtirish alyuminiyda CuAl_2 birikmani o'zgaruvchan eruvchanligiga bog'liqlik degan gipotezani ilgari surgan. Qotishma qizdirilganda CuAl_2 birikma qattiq eritmaga o'tadi va tez sovutilganda (toblashda) qaytadan ajralib chiqishga ulgirmaydi va keyingi xona temperaturasida uzoq vaqt davomida ushlab turish esa sekin-asta o'ta to'yingan eritmadan juda kichik dispersli CuAl_2 birikmani ajralib chiqishi ro'y beradi va u qotishmani puxtalaydi. Bu gipotezani o'sha vaqtda mavjud bo'lgan eksperimentlar natijalari tushuntirib bergan. SHundan keyin olimlar bu jarayonni har tomonlama asoslab, mohiyatini ochib berishgan.

Eskirtirish deganda po'latlarni vaqt bo'yicha xossasini hech qanday mikrostruktura o'zgarishiga tahsir etmasdan o'zgarishidir. Eskirtirish jarayonlari asosan, kam uglerodli po'latlarda ro'y beradi. Eskirtirishda dislokatsiyalarda uglerod (azot) atomlarining yig'ilishi yoki ferritdan ortiqcha fazalarni (karbidlarni, nitridlarni) ajralishi hisobiga mustahkamlik, sovuq holda sinish chegaralari oshadi va mo'rtlikdan yemirilishga qarshiligi kamayadi.

Po'latlarni toblangandan so'ng hosil bo'lgan o'ta to'yingan qattiq eritma turg'un bo'lmagan holatda bo'ladi va u stabil fazalarga parchalanish yo'li bilan turg'un holatga erishishga intiladi. Bu haqida oldingi mavzularda ko'rib chiqilgan.

O'ta to'yingan qattiq eritmalarini parchalanishida turli xildagi birikmalar ajralib chiqadi:

- 1) kichik miqdordagi fluktuatsiya;
- 2) Ging'e – Preston zonasi;
- 3) Metastabil fazalar kristallari;
- 4) Stabil fazalar kristallari .

Fazalarni hosil bo'lish imkoniyati va ketma-ketligi juda ko'p omillarga bog'liq: temperatura, eskirtirish vaqti, plastik deformatsiyada tahsir qiladigan qattiq eritmaning o'ta to'yinish darajasi va boshqalar. Kichik temperaturalarda qotishma tarkibiga mos ravishda atomlarni kam xarakatlanuvchanligi hisobiga faqat Ging'e – Preston zonasi (G.-P. zonasi) hosil bo'ladi. Bu zonani hosil bo'lishi uchun erigan moddalarning uncha katta bo'lmagan diffuzion xarakatlanishi talab etiladi. Kichik faollashuv energiyasi ham talab etiladi. G.-P. zonasi tezda erigan komponentlarning yuqori miqdoriga ega bo'lgan qattiq eritma hajmi bo'lib, unda erituvchining panjarasi saqlanadi, erigan atomlarning yig'ilishi esa kristall panjarani mahalliy qiyshayishlarga olib kelib, plastik deformatsiyada dislokatsiyalar xarakatini qiyinlashtiradi. Komponentlarning atom radiuslari va eskirtirish temperaturasi nisbatlariga bog'liq ravishda G.-P. zonasi bir qancha atomlar diametridan to $50 - 500 \text{ \AA}$ gacha diametrgacha qalinlikka ega bo'lgan disklar shakliga ega bo'ladi.

Umuman po'latlarni eskirtirishning ikki turi mavjud: termik va deformatsion (mexanik).

Termik eskirtirish. Termik eskirtirish jarayoni temperaturaga bog'liq ravishda α temirda uglerod va azot atomlarining eruvchanligining o'zgarishi natijasida ro'y beradi.

Kam uglerodli po'latlarni $650 - 700 \text{ }^\circ\text{S}$ temperaturagacha tezlashtirilgan holdagi sovutishda (masalan, payvandlashda, prokatlashdan keyin yupqa listni

sovutishda va boshqa holatlarda) uchlamchi tsementitni ajralib chiqishi ushlanib qoladi va normal temperaturada esa o'ta to'yingan α eritma (ferrit) qayd etiladi. Po'latlarni normal temperaturada (tabiiy eskirtirish) keyingi ushlab turish vaqtlarida yoki 50-150 °S yuqori temperaturalarda (suhniy eskirtirish) eskirtirishda Kottrell atmosferasi hosil bo'ladi yoki dispers ko'rinishda uchlamchi tsementitni (ϵ -karbidni) ajralib chiqishi bilan qattiq eritmani parchalanishi kuzatiladi. Texnik toza temirni eskirtirish ham qattiq eritmadan Fe_{16}N_2 yoki Fe_4N nitrid zarrachalarini ajralib chiqishiga bog'liq bo'ladi.

Termik eskirtirish asosan kam uglerodli po'latlarda kuzatiladi. Uglerod miqdori nisbatan yuqori bo'lgan po'latlarda perlitli o'zgarishlarda paydo bo'ladigan katta miqdordagi tsementit zarralari, mustaqil ravishda uchlamchi tsementitni (ϵ -karbidni) ajralib chiqishi kuzatilmaydi.

Deformatsion (mexanik) eskirtirish. Bu jarayon qayta kristallanish temperaturasidan past temperaturada va ayniqsa, 20 °S temperaturada plastik deformatsiyasidan keyin kechadi. Deformatsion eskirtirish 20 °S temperaturada 15-16 sutka va 200-350 °S temperaturada bir qancha minutlar ichida amalga oshadi.

Deformatsion eskirtirish asosiy puxtalanishlar to'plangan dislo-katsiyalar atrofida uglerod va azot atomlaridan iborat Kottrell atmosferasini hosil bo'lishi bilan bog'liqdir. Deformatsiyalangan po'latlarni qizdirishda karbid zarrachalari va metastabil nitrid fazasi- Fe_{16}N_2 va stabil nitrid fazasi- Fe_4N ni hosil bo'lishi lozim.

Po'latlarda termodeformatsion eskirtirishlar, yahni bir vaqtning o'zida ham termik va deformatsion eskirtirishlar kuzatilishi mumkin. Juda ko'p po'latlarning ekspluatatsion va texnologik xossalarga eskirtirish salbiy ta'sir etishi mumkin. Bu holat egilishda, montaj va payvandlash bilan bog'liq bo'lgan plastik deformatsiyalangan qurilish va ko'prik uchun mo'ljallangan po'latlarda ro'y beradi. Yahni bu po'latlarda kichik temperaturalarda mo'rtlikni oshishi konstruktsiyani yemirilishiga olib keladi. Deformatsion eskirtirishni jadallashishi listli po'latlarni shtamplanuvchanligini tezda kamaytirib yuboradi va shuning uchun juda ko'p uglerodli po'latlarning deformatsion eskirtirishga moyillikka majburiy ravishda sinab ko'riladi.

Po'latlarning eskirtirishga moyilligi ularni alyuminiy, titan yoki vanadiy bilan modifitsirlab kamaytiriladi.

Toblangan po'latlarni Ac_1 nuqtadan past temperaturagacha qizdirish va sovutish bilan bog'liq bo'lgan termik ishlov berish turi bo'shatish deb ataladi.

Toblangan po'latning strukturasi - martensit va qoldiq austenit bo'lib, muvozanat bo'lmagan fazalar hisoblanadi. Po'latlarni nisbatan turg'un holatga o'tishi martensit va qoldiq austenitning parchalanishi bilan ferrit va tsementitdan iborat bo'lgan fazalardan tashkil topgan strukturani hosil bo'lishidan iborat. Bu fazalarning parchalanishi diffuziya mexanizmi orqali ro'y beradi va shuning uchun jarayon tezligi asosan qizdirish temperaturasiga bog'liq. Yuqorida ko'rsatilgan fazalardan birinchi navbatda martensit parchalanadi.

Martensitni parchalanishi (bo'shatishdagi birinchi o'zgarishlar). 200 °S temperaturadan past temperaturada kechadigan o'zgarishlarning birinchi bosqichida martensit kristallarida karbidlar hosil bo'ladi. Bu kardid zarrachalarini

hosil bo'lishida uglerod faqat martensit uchastkalaridan sarflanadi. Bu uchastkalarda uglerod miqdori tezda kamayib ketadi, uzoqroq uchastkalarda toblangandan so'ng uglerod miqdori saqlanadi. SHunday qilib, po'latlarni to past temperaturagacha qizdirganimizda (150°S dan past temperaturagacha) ajralib chiqqan karbidlar zarrachalari bilan bir qatorda, bir vaqtning o'zida ikkita, yahni nisbatan yuqori (dastlabki) va past miqdordagi uglerodga ega bo'lgan α qattiq eritmaga (martensitga) ega bo'ladi.

SHu sababli, bu natijalar orqali martensitning xuddi shunday turdavisini parchalanishi ikki fazali deb ataladi.

200° temperaturadan past temperaturalarda kechadigang diffuziyalar tezligi kichik, shuning hosil bo'ladigan karbidlar zarrachalari kattalashmaydi, va martensitning parchalanishi odatda, martensit kristallari chegarasida va nuqsonlar zichligini ko'p to'plangan joylarda yangi karbid zarrachalari hosil bo'lishi bilan birga boradi.

Ajralib chiqqan karbid zarrachalari qalinligi bir qancha atomlar qatlamlaridan va uzunligi bir necha noldan bir nanometrlarga ega bo'lgan yupqa plastinka shakliga ega bo'ladi. ϵ karbid plastinkalari α eritma panjarasi bilan kogerent bog'langan.

Buning oqibatida, karbid va α eritmaning solishtirma hajmlari turlicha bo'ladi, ular orasida ikkila fazaning kristall panjarasini kuchli mikro qishayishi yuzaga keladi.

Martensit parchalanishining ikkinchi bosqichi $200-350^{\circ}\text{S}$ temperatu-rada kechadi. Bu bosqichda martensitdan karbidlarning ajralib chiqishi davom etadi va o'z navbatida u uglerod bilan birlashadi.

Bunday temperaturadagi bo'shatishda uglerod diffuziyasi oshadi, yuqori miqdoriga ega bo'lgan qattiq eritmalar (martensit) sohasida uglerodning ko'plab to'planishi natijasida karbidlar kristallari kattalashadi. SHuning uchun oxir oqibatda martensit kristallardagi uglerod miqdori bir xil holatga yaqin bo'ladi.

Past temperaturali bo'shatishda hosil bo'lgan karbidlar zarrachalari kristallografik tuzilishiga va tarkibiga ko'ra tsementitdan farqlanadi. Past temperaturali bo'shatishdan so'ng martensitda geksagonal ϵ karbid (Fe_xC - ehtimol Fe_2C) mavjud bo'ladi. Bo'shatishda nisbatan turg'un bo'lgan tsementit o'rniga ϵ karbidning hosil bo'lishi α eritma va ϵ karbidlar chegarasida panjaralarini yaxshi bog'langanligi, o'z navbatida sirt energiyasi martensit va tsementit chegaralaridagiga qaraganda kichik bo'lishi bilan tushuntiriladi. SHuning uchun bu karbidning kritik kurtaklarini yuzaga kelishi kichik fluktuatsiya energiyasini talab qiladi.

Legirlangan po'latlarning past temperaturali bo'shatishda legirlovchi elementlarning diffuzion qayta taqsimlanishi kuzatilmaydi va shuning uchun ajralib chiqqan karbidlar zarrachalari martensitdagiga o'xshash o'rtacha miqdorda legirlovchi elementlarga ega bo'ladi.

350°S temperaturadan past temperaturada martensitni parchalanishi oqibatida yuzaga keladigan struktura bo'shatilgan martensit strukturasi deyiladi va u toblanganda yuzaga keladigan martensitdan undagi uglerod miqdori va martensit

panjarasi bilan kogerent bog'langan ϵ karbidning dispers kristall qo'shimchalarining kamligi bilan farqlanadi. Bo'shatilgan martensitda uglerod miqdori qizdirish temperaturasi va uni davom etish vaqti hamda dastlabki martensitning tarkibi bilan aniqlanadi. Bo'shatish temperaturasi qanchalik katta bo'lsa, qattiq eritmada (martensitda) shunchalik uglerod miqdori kam bo'ladi. Ushbu temperaturada qizdirish davomiyligini oshishi bilan dastlab uglerodning intensiv ajralib chiqishi kuzatilsa, keyin jarayon sekinlashadi va uzoq ushlab turish vaqtlarida umuman amaliy jihatdan to'xtab qoladi.

Eritmani uglerod bilan qo'shilishi natijasida martensitning tetrago-nallik darajasi (c/a) sekin-asta kamayib boradi va 300 – 350 °S temperaturada amaliy jihatdan kub panjaragiga o'xshash birga teng bo'lib qoladi. Bu degani, α qattiq eritmada (martensitda) qolgan uglerod miqdori muvozanat holatiga yaqinlashib boradi. Lekin α qattiq eritma panjarasi elastik qiyshaygan, buzilgan holatda qoladi va tuzilishdagi yuqori nuqsonlar zichligi bilan farqlanadi. Bo'shatishda martensitni parchalanishi hajmi kamayishi bilan kechadi.

Bo'shatish

Bo'shatish termik ishlov berish turlaridan biri bo'lib, oldindan ma'lum bo'lgan. Bo'shatishga martensitgacha toblangan qotishmalar jalb qilingan. Quyida faqat juda ko'p sanoatda qo'llaniladigan martensitgacha toblangan po'latlarni bo'shatishni ko'rib chiqamiz. Bo'shatishni ko'p sonli tadqiqotlar qilinishiga qaramasdan, masalan rentgenostrukturaliy tahlil, elektron mikroskopiya va turli fizik xossalarni aniqlanishiga qaramasdan yana qanchadan qancha tomonlarini tadqiqot qilishni davom ettirishga to'g'ri keladi. Bunga sabab bo'shatishda parallel ravishda ro'y beradigan struktura o'zgarishlarining xilma-xilligi, bo'shatishning dastlabki bosqichida yuqori disperslikni ajralib chiqishi va bu ajralib chiqqan strukturalarini mohiyatini yechishni qiyinligi hisoblanadi.

Po'latlarni bo'shatishda struktura o'zgarishlari

Toblangan po'latlarning strukturasi metastabildir. Qotishmalarni tob-lashdan keyin qizdirish natijasida atomlarning xarakatlanuvchanligini oshishi oqibatida po'latni strukturasi nisbatan muvozanat holat tomonga qarab o'zgarishi uchun sharoit tug'iladi. Bu jarayonlarning xarakteri toblangan po'lat tuzilishining uchta muhim tomonlari bilan aniqlanadi: kuchli o'ta to'yingan qattiq eritma – kristall panjarani nuqsoni hisoblan-gan yuqori zichlikka ega bo'lgan martensit; kam burchakli va yuqori burchakli chegara; ikkilangan qatlam va juda ko'p po'latlarda mavjud bo'lgan sezilarli darajadagi qoldiq austenit miqdori.

Karbidlarni ajralib chiqishi bilan martensitning parchalanishi – po'latlarni bo'shatishdagi bosh jarayonidir. Martensitni parchalanishini qonuniyatlarini ko'p jihatdan polimorf o'zgarishlarsiz toblashga jalb qilingan qotishmalarni eskirtirishda o'ta to'yingan eritmani parchalanish qonuniyatlariga o'xshash bo'ladi. Temperatura va bo'shatish vaqtiga bog'liq ravishda martensitning parchalanishi

oraliq metastabil karbidlarni oldindan ajralishi va ajralishi hamda tsementitning ajralashi va koagu-lyatsiyasi orqali ro'y beradi.

Bo'shatishdagi struktura o'zgarishlari qoldiq austenitni parchalanishi bilan murakkablashadi.

Panjarani martensitli shakllanishida, qayta qurishda qo'shimcha defor-matsiya hisobiga oshirilgan dislokatsiya zichligi martensit substrukturasi putalangan metall substrukturasi o'xshash qiladi. Natijada bo'shatish jarayonida poligonizatsiyalash va qayta kristallanish jarayonlarini jadallashishiga imkoniyat yaratadi.

Martensitgacha toblashdan keyingi qizdirishda har qanday strukturalar o'zgarishlar yig'indisiga bo'shatish jarayoni deb qaraladi. Faqat o'ta to'yingan eritmani parchalanishi bundan holidir.

Uglerodli po'latlarni bo'shatish

Uglerodli po'latlarni bo'shatishda struktura o'zgarishlar xarakteri temperatura, bo'shatish davomiyligi va po'latdagi miqdoriga bog'liq. Austenitda uglerod miqdorini oshishi bilan α – eritmani o'ta to'yinganligi oshadi, M_b ni temperaturasi pasayadi, natijada paketli martensit plastinkaliga aylanadi va qoldiq austenit miqdori oshadi. Bularning hammasi bo'shatish jarayoniga tahsir qiladi.

Uglerodli po'latlarni bo'shatishda martensit kristallaridan uglerodni segregatsiyasi, yahni ajralishi birinchi struktura o'zgarishi hisoblanadi. Uglerodni ajralish jarayoni tabiatidan ikki turli xil turi eksperiment-lar natijasida aniqlangan: martensit panjarasi nuqsonlarida qo'shimchalar atmosferasini hosil bo'lishi va klasterlarni paydo bo'lishi.

Po'latlarni bo'shatishda martensitdan oraliq karbidlarni ajralishi jarayoni uglerodni segregatsiyasidan keyingi bosqichdagi struktura o'zgarishidir.

Po'latlarni bo'shatishda tsementitni hosil bo'lish jarayoni ham po'latlarni ishlatishda muhim rol o'ynaydi.

Tsementitni koagulyatsiyasi va sferoidlash po'latlarni bo'shatishda karbid hosil bo'lish jarayonlarida yakunlovchi bosqich hisoblanadi.

Yuqori uglerodli po'latlarni bo'shatish jarayonida qoldiq austenitni sezilarli darajada ko'pligi natijasida qoldiq austenitni parchalash jarayoni juda ham muhim rol o'ynaydi. Austenitni parchalanishi faol tarzda 200 – 300⁰ S temperaturalar intervalida kechadi. Bo'shatishda qoldiq austenit pastki beynitga aylanadi.

Bo'shatishda α eritmada uglerod miqdorini kamayishi hamma temperatura intervalida undan karbid fazalarini ajralishi kuzatiladi.

Bo'shatish jarayoniga legirlovchi elementlar tahsiri

Legirlovchi elementlar ,faqat 200⁰S temperaturadan past temperaturada martensitning parchalanishiga unchali ham katta tahsir ko'rsatmaydi. Nisbatan yuqori temperaturalarda esa po'latga Cr, Mo, W, V, Si vaTi larni qo'shish martensit parchalanishi, karbidlar zarrachalarini paydo bo'lishi va ularni o'sishini

kuchli tarzda tormozlaydi. Bu esa amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega. Agar uglerodli va kam legirlangan po'latlarda yuqori qattqlikka ega bo'lgan bo'shatilgan martensit holati 250 – 350 °S tempera-turagacha saqlansa, yuqori legirlangan po'latlarda esa 450 – 500 °S tempera-tura va undan yuqorigacha saqlanadi.

200-300 °S temperaturada qoldiq austenitning yuqori miqdoriga ega bo'lgan yuqori uglerodli va juda ham ko'p legirlangan o'rtacha uglerodli po'latlarni bo'shatishda, ularni parchalanishi kuzatiladi. Qoldiq austenitning parchalanish mexanizmi bilishimizcha, o'ta sovutilgan austenitni beynitli o'zgarishlar mexanizmiga juda ham yaqin bo'ladi. Natijada qoldiq austenitni o'zgarishlaridan toblangan martensitni ushbu temperaturada bo'shatishdagi kabi uglerod bilan qo'shilgan martensit va karbidlar zarrachalari iborat fazalar hosil bo'ladi, lekin qoldiq austenitning parchalanish mahsulotlari holati martensitli o'zgarishlardan hosil bo'lgan mahsulotlardan farq qiladi.

Juda ko'p legirlovchi elementlar na faqat toblangan po'latlarda M_n temperaturasini kamayishi bilan qoldiq austenit miqdorini, balki bo'sha-tishdagi parchalanishning temperaturalar intervalini ham oshiradi. Bahzi bir yuqori legirlangan po'latlarda, masalan 25-35 % qoldiq austenitga ega bo'lgan tezkesar po'latlarda parchalanish bo'shatishdan keyin 500-600 °S temperaturada yuz beradi.

Ichki kuchlanishlarni olib tashlash va karbidli o'zgarishlar (bo'sha-tishdagi uchlamchi o'zgarishlar). 350 – 400 °S temperaturada α eritmadan (martensitdan) uglerodni ajralib chiqishi to'liq tugallanadi, kogerentlik buziladi va bir vaqtning o'zida karbidli o'zgarishlar kechishi bilan bog'liq ravishda ferrit va karbid panjaralari ajraladi, natijada tsementit hosil $Fe_2C \rightarrow Fe_3C$ bo'ladi.

Bundan tashqari, karbid zarrachalari o'lchami va shakli o'zgaradi. Ushbu bo'shatish temperaturasida karbidli o'zgarishlar bilan bir qatorda strukturani ham o'zgarishi kuzatiladi. 350 – 400 °S temperaturada bo'sha-tishdan keyingi struktura odatda bo'shatilgan troostit deb ataladi.

Karbidlarning koagulyatsiyasi. Uglerodli va juda ko'plab kam va o'rtacha legirlangan po'latlarni bo'shatish temperaturasini 500 °S gacha va undan yuqori temperaturagacha oshishi fazalar tarkibini o'zgarishiga olib kelmaydi. Biroq, temperaturalarning oshishi bilan mikrostrukturaga o'zgaradi, karbidlarni koagulyatsiyasi va sferoidlash jarayoni boradi.

Bo'shatish jarayonlarida karbidlarning koagulyatsiyasi uglerod atom-larini α qattiq eritma orqali ko'chishi oqibatida yuz beradi. po'latlarni yuqori temperaturali bo'shatishdan keyingi strukturasi bo'shatilgan sorbit deyiladi.

Bo'shatilgan troostit yoki sorbit strukturasiidagi karbidlar zarrachalari o'ta sovutilgan austenitni parchalanishi natijasida olingan troostit yoki sorbit strukturasiidan farqli o'laroq, plastinkali emas, balki donali tuzilishga ega. Donali strukturani hosil bo'lishi po'latlarning juda ko'pchilik xossalarini yaxshilaydi. Bir xilda qattqlik, vaqtinchali qarshilik va plastiklikka ega bo'lgan donali strukturaga ega bo'lgan po'latlar yuqori oquvchanlik chegarasi, nisbiy torayish va zarbiy qovushqoqlikka ega bo'ladi.

Koagulyatsiya natijasida karbidlar zarrachalari o'lchami $\sim 10 \times 10^{-5}$ mm bo'lib, 400 – 450 °S temperaturada bo'shatishdan keyin u 3×10^{-5} mmni tashkil etadi (bo'shatilgan troostitda). A₁ nuqtaga yaqin temperaturada ferrit-karbidan iborat yanada dag'al struktura (karbid zarrachalarini taxminiy diametri $\sim 30 \times 10^{-5}$ mm) hosil bo'lib, uni donali perlit (donali tsementit) deb ataladi.

Cr, Mo, W, V kabi legirlovchi elementlar koagulyatsiya jarayonini sekinlashtiradi, shuning uchun bo'shatishdan so'ng bir xilda temperaturaga ega bo'lgan po'latda, yuqoridagi elementlar bilan legirlanganida karbid zarrachalarini yuqori dispersligi, o'z navbatida katta mustahkamlik saqlanadi.

Ko'rsatilgan yuqori temperaturalarda diffuziya jarayoni kechishi mumkin bo'lib qoladi va legirlovchi elementlar ferrit va tsementit o'rtasida qaytadan taqsimlanishiga olib keladi. Karbid hosil qiluvchi elementlar (Cr, Mo, W) ferritni tsementitga diffuziyalaydi, karbid hosil qilmaydigan elementlar (Co, Ni, Si) tsementitni ferritga diffuziyalaydi. To'yinish darajasigacha legirlovchi elementlar bilan tsementitni boyitish uni maxsus karbidga ($M_{23}C_6$, M_7C_3) aylanishiga olib keladi, u oldin tsementit zarrachalari bo'lgan joylarda yuzaga keladi. MC va M_2C karbid turlari qattiq eritmada karbidlarni hosil bo'lishi va keyinchalik ajralib chiqishi tarzda vujudga keladi. Bunda uglerodni qattiq eritmalar va karbid fazalar orasida qaytadan taqsimlanishi talab etiladi. Qattiq eritmalaridan ajralib chiqqan MC va M_2C karbidlar ko'p hollarda qattiqlikni oshishiga – dispersli puxtalanishga olib keladi.

Mexanik xossaga bo'shatishning tahsiri. Bo'shatishda martensitni parchalanishi po'latning hamma xossasiga tahsir qiladi. Past temperaturali bo'shatishda (200-250 °S temperaturagacha) po'latlarni mo'rtlikdan sinishiga moyilligi kamayadi. Past temperaturali bo'shatishda toblangan va bo'shatilgan po'latning qattiqligi undagi mavjud legirlovchi elementlarga kam bog'liq bo'lib, asosan uglerodni α eritmadagi (martensitdagi) miqdoriga bog'liq. SHu sababli, yuqori qattiqlikka ega bo'lgan yuqori uglerodli po'latlar toblashdan so'ng (uglerodni martensitdagi nisbatan yuqori miqdorida) va 200-250 °S temperaturali bo'shatishdan keyin ham qattiqlikni saqlaydi. Past temperaturali bo'shatishlarda mustahkamlik va qovushqoqlik makro- va mikro kuchlanishlarni kamayishi va struktura holatini o'zgarishi hisobiga bir qanchaga oshadi. Bo'shatish temperaturasini 200-250 °S dan 500-600 °S gacha oshishi sezilarli darajada qattiqlik, vaqtinchali qarshilik va oquvchanlik chegarasini kamaytiradi va nisbiy uzayish, torayish va darga bardoshlik K_{1c} ni oshiradi.

Ayniqsa, karbid hosil qiluvchi hamma legirlangan po'latlar bo'shatishdan keyin bir xil temperaturada uglerodli po'latlarga nisbatan yuqori qattiqlik ega bo'ladi, bu asosan martensit parchalanish jarayonini sekinlashishi va karbidlar koagulyatsiyasi bilan bog'liq. Ko'p miqdorda xrom, volg'fram yoki molibdenga ega bo'lgan po'latlarda yuqori temperaturali bo'shatishdan (500-600 °S) so'ng hatto martensitdan maxsus karbidlarni ajralib chiqishi bilan bog'liq holda qattiqlikni oshishi kuzatilib, u po'latni plastik deformatsiyalanishiga qarshiligini oshiradi (dispers puxtalanish jarayoni kechadi).

Legirlangan po'latlarni bo'shatishdagi mo'rtlik. Bahzi bir legirlangan po'latlarni bo'shatishda (250-400 va 500 – 550 °S) zarbiy qovushqoqlik kamayadi. Zarbiy qovushqoqlikni bunday kamayishi bo'shatishdagi mo'rtlik degan nom olgan.

Legirlangan po'latlarda ikki xil bo'shatishdagi mo'rtlik kuzatilishi mumkin .

Bo'shatishdagi mo'rtlikning birinchi turi qaytmaydigan bo'shatishdagi mo'rtlik yoki I –tur mo'rtlik bo'lib, 250-400 °S temperaturada bo'shatishda kuzatiladi. Mo'rtlikning bu turi u yoki bu mahnoda hamma po'latlarga tegishlidir. I –tur mo'rtlikning ajralib turadigan o'ziga xos tomonlari uning qaytmaslik jarayoniga ega ekanligi va qaytadan xuddi shu temperaturada bo'shatilganda ham qovushqoqligi yaxshilanmasligidir. Bu turdagi mo'rtlikni po'latlarni 400 °S temperaturadan yuqori temperaturada qizdirib yo'qotish mumkin, lekin bunda qattiqlik kamayib ketadi. Keyingi 250-400 °S temperaturada bo'shatish zarbiy qovushqoqlikni kamaytirmaydi. Qaytmaydigan bo'shatishdagi mo'rtlikka ega bo'lgan po'lat silliq kristallitlararo sinishga ega bo'ladi. Mo'rtlikdagi holat martensitni bir xilda bo'lmagan holatda parchalanishi oqibatida yuzaga keladigan hajmiy-kuchlanganlik holatini yuzaga kelishi bilan vujudga keladi. SHuning uchun I –tur mo'rtlikni intensiv jadallashishiga olib keladigan temperaturalar intervalida bo'shatish o'tkazilmaydi.

Bo'shatishdagi mo'rtlikning ikkinchi turi, qaytadigan bo'shatishdagi mo'rtlik yoki II-tur mo'rtlik deb ataladi va u 500-550 °S temperaturada bo'shatilgandan so'ng sekin sovutilish (pechda yoki hatto havoda) oqibatida mahlum bir holatda legirlangan bahzi po'latlarda kuzatiladi. II-tur mo'rtlikni rivojlanishida zarbiy qovushqoqlikni tezda kamayib ketadi va asosiysi sovuqlikdan sinish chegarasi oshib ketadi. Mo'rtlikning bu turi sovutish po'latni bo'shatish temperaturasidan tezda amalga oshirilsa , masalan suvda sovush amalga oshirilganda hosil bo'lmaydi.Bo'shatish temperaturasi 500-550 °S dan boshlab po'lat tezda sovutilganda sinish – to'liqinsimon bo'lib, qovushqoqlikdan sinishga xarakterli hisoblanadi. Sekin sovutilgandan so'ng mo'rt kristall sinishni olishimiz mumkin.

II-tur mo'rtlikning eng asosiy belgisi qaytariluvchanligidir. 500-550 °S temperaturadan sekin sovutilganda hosil bo'ladigan mo'rtlik qaytadan 600-650 °S temperaturadagi bo'shatish bartaraf qilinishi mumkin.

II-tur mo'rtlik ko'proq yuqori miqdorda fosfor, marganets, kremniy, xrom kabi elementlarga ega bo'lgan po'latlarda kuzatiladi. Po'latga uncha katta bo'lmagan miqdorda molibden yoki volg'framni qo'shilishi (0,2-0,4 % Mo yoki 0,5-0,7 % W) bo'shatishdagi mo'rtlikka moyillikni kamaytiradi.

II-tur mo'rtlikni yuzaga kelishi ehtimol ko'proq donalar chegarasida bahzi bir elementlar atomlarini erishi oqibatidagi diffuziya orqali bog'liqdir. Ayniqsa , sezarli darajada II-tur mo'rtlikni yuzaga kelishiga donalarni chegara zonalarini fosfor bilan boyishi oqibatida bo'lib, donalararo darzlarni hosil bo'lish ishini kamayishi orqali tushuntiriladi va u bo'shatishdagi mo'rtlikka olib keladi. Xrom, marganets, nikelg' kabi legirlovchi elementlar donalar chegaralari zonalarida

fosfor miqdorini oshirsa, molibden va volg'fram kamaytirib, bo'shatishdagi mo'rtlikka moyillikni kamaytiradi.

Po'latlarni bo'shatishda mexanik xossalarini o'zgarishi va bo'shatish rejimini tanlash

Uglerodli po'latlar

Toblangan uglerodli po'lat na faqat qattiqligi, balki mo'rtlikdan yemirilishga juda yuqori darajada moyilligi bilan ham xarakterlanadi. Bundan tashqari, toblashda sezilarli darajada qoldiq kuchlanish yuzaga keladi. SHuning uchun uglerodli po'latlarni toblashni yuqori mustahkamlik va qattqlik bersa ham oxirigi operatsiya deb qo'llanilmaydi. Po'latlarni toblashdan keyin qovushqoqlikni oshirish va toblanish kuchlanishini kamaytirish uchun bo'shatiladi.

Bo'shatishda martensitni parchalanishi disperslik qattqlashishga olib kelsa, umumiy holda esa po'latning mustahkamlik xossalarini bo'shatish temperaturasi bog'liqligi rangli metall qotishmalarini eskirtirish jarayoniga sifat jihatdan juda o'xshashdir. Biroq, taxminan 100° S temperaturagacha bo'shatishda toblangan po'latning qattiqligi yoki amaliy jihatdan o'zgarib qolmaydi, yoki kuchsiz tarzda oshadi (1 – 2 HRC ga). Keyingi bo'shatish temperaturasi oshishi bilan qattqlik sekin-asta kamayadi. Eksperiment va tahlillar shuni ko'rsatdiki, uglerodli po'latlarni toblashdagi sovutish davrida o'z-o'zicha bo'shatish ro'y beradi, bunda dispersli qattqlashish maksimal puxtalanishgacha boradi.

Bo'shatish temperaturasi oshishi bilan quyida ko'rsatilgan sabablar bilan puxtalanishsizlik kuchayadi: 1) α eritmada uglerod miqdori kamayishi hisobiga; 2) karbid – matritsa chegarasida kogerentlikni buzilishi va elastik mikro kuchlanishlarni olib tashlash hisobiga; 3) karbidlarni koagulyatsiyasi va zarralararo masofani oshishi hisobiga; 4) qaytish jarayonini jadallashishi va qayta kristallanish hisobiga.

Etarli darajada qoldiq austenitga ega bo'lgan yuqori uglerodli po'latlarda karbidlar ajralishi bilan parchalanishi qattqlikni kamayishini ushlanib qoladi va $200 - 250^{\circ}$ S temperaturalar intervalida esa bir qanchaga oshiradi.

Uglerodli po'latlarning mustahkamlik tavsifnomalari (mustahkamlik chegarasi, oquvchanlik chegarasi va qattqligi) bo'shatish temperaturasi 300° S temperaturadan yuqoriga oshishi hisobiga uzluksiz kamayib ketsa, plastiklik ko'rsatkichlari (nisbiy uzayish va torayish) esa uzluksiz ravishda oshib ketadi. 300° S temperaturadan yuqori temperaturada bo'shatishda zarbiy qovushqoqlikni intensiv ravishda oshishini boshlanishi kuzatiladi. Maksimal zarbiy qovushqoqlikka sorbit strukturasiga ega bo'lgan po'lat 600° S temperaturali bo'shatishda erishadi.

Qizdirish temperaturasi qarab, past, o'rtacha va yuqori temperaturali bo'shatishlarni ajratish mumkin:

Bo'shatilgan martensitga ega bo'lgan past temperaturali bo'shatish ($120 - 250^{\circ}$ S) asboblarni toblashdan keyin, tsementatsiyalangan va tsianlangan buyumlar va yuzani toblashdan so'ng qo'llaniladi. Past temperaturali bo'shatishdan maqsad

– qoldiq toblash kuchlanishini kamaytirishdir. Past temperaturali bo'shatish temperaturasi shunday tanlanadiki, bunda qattqlik va yeyilishga chidamlilik kamayib ketmasligi yoki juda ham kam miqdorda kamayishi lozim. Past temperaturali bo'shatishda ushlab turish vaqti odatda 1 – 3 soatdan oshmaydi. Keyingi ushlab turish vaqtini oshirishda qoldiq kuchlanish juda ham kuchsiz ravishda kamayadi.

Past temperaturali bo'shatishning turliligiga stabillovchi bo'shatish kiradi. Hattoki xona temperaturasida toblangan po'latlar, temperatura-larni klimatik ravishda o'zgarishi natijasida asta-sekin martensitning parchalanishi, qoldiq austenitni martensitga o'tishi va kuchlanishlarni olib tashlanishi jarayonlari kuzatiladi. Bu hamma hodisalar sekin-asta buyumning o'lchamini kamayishiga olib keladi. Yuqori aniqlik sinfiga ega bo'lgan o'lchov asboblari va pretsizion podshipniklarning o'lchamlari, hattoki bir qancha mikrongacha o'zgarishiga yo'l qo'yilmaydi. SHuning uchun bunday buyumlarni o'lchamini stabillashtirish kerak bo'ladi. Sovuq holda ishlov berish bilan qoldiq austenitning zararli tahsirini uni miqdorini kamaytirib, olib tashlanadi. Martensit va kuchlanganlik holatni stabil-lash 100 – 180⁰ S temperaturada 30 soat, bahzi bir hollarda 150 soatgacha vaqt mobaynida ushlab turilib, past temperaturali bo'shatishda erishiladi.

Bo'shatilgan troostit strukturasi ega bo'ladigan o'rtacha tempera-turali bo'shatish (350 – 450⁰ S) - nisbatan kamdan-kam uchraydigan operatsiya-dir. Uni faqat yuqori mustahkamlik, elastiklik va shu bilan birga yetarli darajadagi zarbiy qovushqoqlikni mujassamlanganligida ishlatiladi. O'rtacha temperaturali bo'shatishga prujina va resoralar jalb qilinadi.

Bo'shatilgan sorbit strukturasi ega bo'ladigan yuqori temperaturali bo'shatish (450 – 650⁰ S) mashinasozlikda na faqat yetarli darajada mustah-kamlikka va zarb yuklanishlariga yaxshi qarshilik ko'rsatuvchi xossalarga ega bo'lgan konstruksion po'latdan tayyorlangan po'latlar uchun qo'llaniladi. Yuqori temperaturali bo'shatishda ushlab turish vaqti berilgan kompleks xossani olish uchun sinov yo'li bilan tanlanadi.

Sorbit strukturasi olishning ikki operatsiyasi hisoblangan, tob-lash yuqori temperaturali bo'shatish bilan bo'lgan jarayonni yaxshilash deb ataladi. Bu operatsiya 0,35 % dan 0,6 % gacha uglerodga ega bo'lgan o'rtacha ugle-rodli po'latlar uchun qo'llaniladi. Ushbu po'latlar yaxshilanadigan po'latlar deb ham ataladi.

Toblash sifati po'latning xossasiga yuqori temperaturali bo'shatish-dan so'ng kuchli tarzda namoyon bo'ladi. Detal yaxshilanishda ochiq holda tob-lanishi kerak. Aks holda, yuqori temperaturali bo'shatishdan keyin bir xil qattqlikka ega bo'lgan ichki qatlam tashqi qatlamga qaraganda kamroq zarbiy qovushqoqlikka ega bo'ladi. Chunki u ichki qatlam plastinkali tsementit strukturasi ega bo'lsa, tashqi qatlam esa aniq yoki donali tsementitga ega bo'ladi. Sovutish tezligi bo'shatish temperaturasi bilan birgalikda uglerodli po'latlarning mexanik xossasiga tahsir qilmaydi, agar termik kuchlanishlar xavfli bo'lsa, u holda tezlashgan sovutishni o'tkazish mumkin bo'ladi.

Bahzi bir hollarda toblash bo'shatish bilan birgalik qo'shib, bitta operatsiya bo'lib, uni toblash o'z - o'zini bo'shatish bilan birgalikda deb ataladi. Buyumlarni juda qisqa vaqt suvga solinadi yoki suv bilan dush qilib uriladi. SHunda yuza qatlam martensitgacha toblanadi va keyin buyumning ichki qatlamlarini issiqligi hisobiga bo'shatiladi. Xuddi shu usul bilan relg'sning kallagining sirtqi qatlami sorbitazatsiya qilinadi.

Kam uglerodli po'latlarda martensit o'zgarishlarining tugallanishi M_0 300⁰ S temperaturadan yuqorida bo'ladi, unda bo'shatishdagi struktura o'zgarishlari bo'shatishda sodir bo'ladigani kabi xarakterlidir va u jarayon Mb – Mo martensitli temperaturalar intervalida va M_0 dan ham past temperaturalarda ham toblashdagi sovushda sodir bo'lishga ulgiradi. Bunday o'zicha bo'shatish hodisa birinchi bo'lib rus olimi K.F. Starodubov tomonidan prokatlarni termik puxtalash uchun ilgari surilgan.

Legirlangan po'latlar

Legirlangan po'latlarni 200 – 300 dan to 450 – 550⁰ S temperaturagacha bo'shatishda undagi legirlovchi elementlar martensitni parchalanishini va karbidlarning koagulyatsiyasini qiyinlashtiradi, intensiv puxtalanishsiz-liklarning boshlanish temperaturalar chegarasini aralashtirib yuboradi. Toblangan legirlangan po'latlarning issiqlikka bardoshligini oshirish, yahni qizdirilganda yumshashiga qarshilik ko'rsatish qobiliyati – asboblarni ishlab chiqarishda legirlashning asosiy maqsadlaridan biridir.

Legirlangan konstruksion po'latlar uchun yuqori temperaturali bo'shatishda tsementitga qaraganda nisbatan dispers shaklga ega bo'lgan maxsus karbidlarni ajralib chiqishi juda muhimdir. Bu esa yuqori qovushqoqlikni tahminlab beradi, chunki mikro bo'shliqlar katta donali tsementit donasini oldida qaraganda maxsus karbidlar atrofida paydo bo'lishi qiyinroq hisoblanadi.

Titan, molibden, vanadiy yoki volg'fram qo'shilgan po'latlarda odatdagi, martensitni parchalanishi va tsementit zarralarini koagulyatsiyasi tufayli puxtalanishsizliklardan so'ng bo'shatish temperaturasini oshishi natijasida qattqlik oshadi. 500 – 600⁰ S temperaturada bo'shatishdan keyin aniqlangan, ushbu hodisaga ikkilamchi qotish deyiladi.

Ikkilamchi qotishmani hosil bo'lishiga sabab, nisbatan dag'al ko'rinishdagi tsementit zarralarini nisbatan ajralib chiqqan dispers maxsus karbidlar bilan almashishi hisoblanadi (TiC , V_4C_3 , Mo_2C yoki W_2S).

Molibdenli va volg'framli po'latlarda karbidlarning ketma-ketlik tarzida o'zgarishlarda $Fe_3C \rightarrow Me_2C + Me_{23}C_6 \rightarrow Me_6C$ ikkilamchi qotish maksimumi Me_2C va $Me_{23}C_6$ dispersli zarrachalarni ajralish bosqichiga mos keladi. Bu zarralarning koagulyatsiyasi qattqlikni kamayishiga olib keladi. Me_6C karbidi zarralari nisbatan dag'al ko'rinishda tezda hosil bo'ladi va u puxtalashga olib kelmaydi.

Po'latga xromni qo'shish, uni yumshashini ushlab qolishi ikkilamchi qattiqlashishni kamligi yoki umuman u jarayonni sodir bo'lmasligi bilan tushuntiriladi.

Bo'shatishdagi mo'rtlik hamma po'latlar xosdir. Bo'shatishdagi mo'rtlik muammosi oldingi asrning boshlarida katta kesimli buyumlarni legir-langani po'latlardan ishlab chiqarish kengayganligi tufayli oshib ketgan edi. Natijada legirlangan po'latlarni yuqori temperaturada bo'shatishni sekin sovutish bilan birgalikda olib borilishi natijasida legirlangan po'lat-larning zarbiy qovushqoqligi o'sha temperaturada suvda sovutishga qaraganda bir qanchaga past bo'ldi. Bo'shatishdagi mo'rtlik xona temperaturasida boshqa mexanik xossalarga amaliy jihatdan tahsir qilmaydi.

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar:

1. Eskirtirishnima ?
2. Eskirtirishni birinchi bo'lib kim va qachon kashf etgan ?
3. Eskirtirishning asosiy mohiyati nimadan iborat ?
4. Eskirtirish jarayoni qaysi metall va qotishmalar uchun qo'llaniladi ?
5. Eskirtirishning necha turi bor ?
6. Bo'shatish nima ?
7. Po'latlarni bo'shatishda strukturalar qanday o'zgaradi ?
8. Uglrodli po'latlarni bo'shatish haqida nimani bilasiz ?
9. Bo'shatish jarayonga legirlovchi elementlar qanday tahsir qiladi ?
10. Po'latlarni bo'shatishda mexanik xossalari qanday o'zgaradi ?
11. Legirlangan po'latlar qanday bo'shatiladi ?
12. Bo'shatishni necha turi bor?
13. Past temperaturali bo'shatish qaerda qo'llaniladi?
14. Prujina va resoralar qaysi bo'shatish turi yordamida bo'shatiladi?
15. Yuqori temperaturali bo'shatish necha gradusni tashkil etadi ?

14-mavzu. Bo'shatish jarayoniga legirlovchi elementlarni tahsiri

Ma'ruzaning rejasi:

1. Bo'shatish jarayoniga legirlovchi elementlarning tahsiri;
2. Po'latni bo'shatishda mexanik xossalarni o'zgarishi;
3. Legirlangan po'latlar xossasini o'zgarishi;
4. Ikkilamchi qotish, bo'shatishdagi mo'rtlik.

Tayanch so'z va iboralar: bo'shatish, legirlovchi elementlar, mexanik xossa, legirlangan po'lat, xossa, ikkilamchi qotish, bo'shatishdagi mo'rtlik

Legirlovchi elementlar ,faqat 200 °S temperaturadan past temperaturada martensitning parchalanishiga unchali ham katta tahsir ko'rsatmaydi. Nisbatan yuqori temperaturalarda esa po'latga Cr, Mo, W, V, Si vaTi larni qo'shish martensit parchalanishi, karbidlar zarrachalarini paydo bo'lishi va ularni o'sishini kuchli tarzda tormozlaydi. Bu esa amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega. Agar uglerodli va kam legirlangan po'latlarda yuqori qattqlikka ega bo'lgan bo'shatilgan martensit holati 250 – 350 °S tempera-turagacha saqlansa, yuqori legirlangan po'latlarda esa 450 – 500 °S tempera-tura va undan yuqorigacha saqlanadi.

Qoldiq austenitning o'zgarishi (bo'shatishdagi ikkilamchi o'zgarishlar).

200-300 °S temperaturada qoldiq austenitning yuqori miqdoriga ega bo'lgan yuqori uglerodli va juda ham ko'p legirlangan o'rtacha uglerodli po'latlarni bo'shatishda, ularni parchalanishi kuzatiladi. Qoldiq austenitning parchalanish mexanizmi bilishimizcha, o'ta sovutilgan austenitni beynitli o'zgarishlar mexanizmiga juda ham yaqin bo'ladi. Natijada qoldiq austenitni o'zgarishlaridan toblangan martensitni ushbu temperaturada bo'shatishdagi kabi uglerod bilan qo'shilgan martensit va karbidlar zarrachalari iborat fazalar hosil bo'ladi, lekin qoldiq austenitning parchalanish mahsulotlari holati martensitli o'zgarishlardan hosil bo'lgan mahsulotlardan farq qiladi.

Juda ko'p legirlovchi elementlar na faqat toblangan po'latlarda M_n temperaturasini kamayishi bilan qoldiq austenit miqdorini, balki bo'sha-tishdagi parchalanishning temperaturalar intervalini ham oshiradi. Bahzi bir yuqori legirlangan po'latlarda , masalan 25-35 % qoldiq austenitga ega bo'lgan tezkesar po'latlarda parchalanish bo'shatishdan keyin 500-600 °S temperaturada yuz beradi.

Ichki kuchlanishlarni olib tashlash va karbidli o'zgarishlar (bo'sha-tishdagi uchlamchi o'zgarishlar). 350 – 400 °S temperaturada α eritmadan (martensitdan) uglerodni ajralib chiqishi to'liq tugallanadi, kogerentlik buziladi va bir vaqtning o'zida karbidli o'zgarishlar kechishi bilan bog'liq ravishda ferrit va karbid panjaralari ajraladi, natijada tsementit hosil $Fe_2C \rightarrow Fe_3C$ bo'ladi.

Bundan tashqari, karbid zarrachalari o'lchami va shakli o'zgaradi. Ushbu bo'shatish temperaturasida karbidli o'zgarishlar bilan bir qatorda strukturani ham o'zgarishi kuzatiladi. 350 – 400 °S temperaturada bo'sha-tishdan keyingi struktura odatda bo'shatilgan troostit deb ataladi.

Karbidlarning koagulyatsiyasi. Uglerodli va juda ko'plab kam va o'rtacha legirlangan po'latlarni bo'shatish temperaturasini 500 °S gacha va undan yuqori temperaturagacha oshishi fazalar tarkibini o'zgarishiga olib kelmaydi. Biroq, temperaturalarning oshishi bilan mikrostruktura o'zgaradi, karbidlarni koagulyatsiyasi va sferoidlash jarayoni boradi.

Bo'shatish jarayonlarida karbidlarning koagulyatsiyasi uglerod atom-larini α qattiq eritma orqali ko'chishi oqibatida yuz beradi. po'latlarni yuqori temperaturali bo'shatishdan keyingi strukturasi bo'shatilgan sorbit deyiladi.

Bo'shatilgan troostit yoki sorbit strukturasiidagi karbidlar zarrachalari o'ta sovutilgan austenitni parchalanishi natijasida olingan troostit yoki sorbit strukturasiidan farqli o'laroq, plastinkali emas, balki donali tuzilishga ega. Donali strukturani hosil bo'lishi po'latlarning juda ko'pchilik xossalarini yaxshilaydi. Bir xilda qattqlik, vaqtinchali qarshilik va plastiklikka ega bo'lgan donali strukturaga ega bo'lgan po'latlar yuqori oquvchanlik chegarasi, nisbiy torayish va zarbiy qovushqoqlikka ega bo'ladi.

Koagulyatsiya natijasida karbidlar zarrachalari o'lchami $\sim 10 \times 10^{-5}$ mm bo'lib, 400 – 450 °S temperaturalarda bo'shatishdan keyin u 3×10^{-5} mmni tashkil etadi (bo'shatilgan troostitda). A_1 nuqtaga yaqin temperaturalarda ferrit-karbidan iborat yanada dag'al struktura (karbid zarrachalarini taxminiy diametri $\sim 30 \times 10^{-5}$ mm) hosil bo'lib, uni donali perlit (donali tsementit) deb ataladi.

Cr, Mo, W, V kabi legirlovchi elementlar koagulyatsiya jarayonini sekinlashtiradi, shuning uchun bo'shatishdan so'ng bir xilda temperaturalarga ega bo'lgan po'latda, yuqoridagi elementlar bilan legirlanganida karbid zarrachalarini yuqori dispersligi, o'z navbatida katta mustahkamlik saqlanadi.

Ko'rsatilgan yuqori temperaturalarda diffuziya jarayoni kechishi mumkin bo'lib qoladi va legirlovchi elementlar ferrit va tsementit o'rtasida qaytadan taqsimlanishiga olib keladi. Karbid hosil qiluvchi elementlar (Cr, Mo, W) ferritni tsementitga diffuziyalaydi, karbid hosil qilmaydigan elementlar (Co, Ni, Si) tsementitni ferritga diffuziyalaydi. To'yinish darajasigacha legirlovchi elementlar bilan tsementitni boyitish uni maxsus karbidga ($M_{23}C_6$, M_7C_3) aylanishiga olib keladi, u oldin tsementit zarrachalari bo'lgan joylarda yuzaga keladi. MC va M_2C karbid turlari qattiq eritmada karbidlarni hosil bo'lishi va keyinchalik ajralib chiqishi tarzda vujudga keladi. Bunda uglerodni qattiq eritmalar va karbid fazalar orasida qaytadan taqsimlanishi talab etiladi. Qattiq eritmalaridan ajralib chiqqan MC va M_2C karbidlar ko'p hollarda qattqlikni oshishiga – dispersli puxtalanishga olib keladi.

Mexanik xossaga bo'shatishning tahsiri. Bo'shatishda martensitni parchalanishi po'latning hamma xossasiga tahsir qiladi. Past temperaturali bo'shatishda (200-250 °S temperaturalariga) po'latlarni mo'rtlikdan sinishiga moyilligi kamayadi. . Past temperaturali bo'shatishda toblangan va bo'shatilgan po'latning qattqligi undagi mavjud legirlovchi elementlarga kam bog'liq bo'lib, asosan uglerodni α eritmada (martensitdagi) miqdoriga bog'liq. SHu sababli, yuqori qattqlikka ega bo'lgan yuqori uglerodli po'latlar toblashdan so'ng (uglerodni martensitdagi nisbatan yuqori miqdorida) va 200-250 °S temperaturali

bo'shatishdan keyin ham qattiq-likni saqlaydi. Past temperaturali bo'shatishlarda mustahkamlik va qovushqoqlik makro- va mikro kuchlanishlarni kamayishi va struktura holatini o'zgarishi hisobiga bir qanchaga oshadi. Bo'shatish temperaturasini 200-250 °S dan 500-600 °S gacha oshishi sezilarli darajada qattqlik, vaqtinchali qarshilik va oquvchanlik chegarasini kamaytiradi va nisbiy uzayish, torayish va darga bardoshlik K_{1c} ni oshiradi (128-rasm,a).

Ayniqsa, karbid hosil qiluvchi hamma legirlangan po'latlar bo'shatishdan keyin bir xil temperaturada uglerodli po'latlarga nisbatan yuqori qattqlik ega bo'ladi, bu asosan martensit parchalanish jarayonini sekinlashishi va karbidlar koagulyatsiyasi bilan bog'liq. Ko'p miqdorda xrom, volg'fram yoki molibdenga ega bo'lgan po'latlarda yuqori temperaturali bo'shatishdan (500-600 °S) so'ng hatto martensitdan maxsus karbidlarni ajralib chiqishi bilan bog'liq holda qattqlikni oshishi kuzatilib, u po'latni plastik deformatsiyalanishiga qarshiligini oshiradi (dispers puxtalash jarayoni kechadi).

Legirlangan po'latlarni bo'shatishdagi mo'rtlik. Bahzi bir legirlangan po'latlarni bo'shatishda (250-400 va 500 – 550 °S) zarbiy qovushqoqlik kamayadi. Zarbiy qovushqoqlikni bunday kamayishi bo'shatishdagi mo'rtlik degan nom olgan.

Legirlangan po'latlarda ikki xil bo'shatishdagi mo'rtlik kuzatilishi mumkin (128-rasm,b).

Bo'shatishdagi mo'rtlikning birinchi turi qaytmaydigan bo'shatishdagi mo'rtlik yoki I –tur mo'rtlik bo'lib, 250-400 °S temperaturada bo'shatishda kuzatiladi. Mo'rtlikning bu turi u yoki bu mahnoda hamma po'latlarga tegishlidir. I –tur mo'rtlikning ajralib turadigan o'ziga xos tomonlari uning qaytmaslik jarayoniga ega ekanligi va qaytadan xuddi shu temperaturada bo'shatilganda ham qovushqoqligi yaxshilanmasligidir. Bu turdagi mo'rtlikni po'latlarni 400 °S temperaturadan yuqori temperaturada qizdirib yo'qotish mumkin, lekin bunda qattqlik kamayib ketadi. Keyingi 250-400 °S temperaturada bo'shatish zarbiy qovushqoqlikni kamaytirmaydi. Qaytmaydigan bo'shatishdagi mo'rtlikka ega bo'lgan po'lat silliq kristallitlararo sinishga ega bo'ladi. Mo'rtlikdagi holat martensitni bir xilda bo'lmagan holatda parchalanishi oqibatida yuzaga keladigan hajmiy-kuchlanganlik holatini yuzaga kelishi bilan vujudga keladi. SHuning uchun I –tur mo'rtlikni intensiv jadallashishiga olib keladigan temperaturalar intervalida bo'shatish o'tkazilmaydi.

Bo'shatishdagi mo'rtlikning ikkinchi turi, qaytadigan bo'shatishdagi mo'rtlik yoki II-tur mo'rtlik deb ataladi va u 500-550 °S temperaturada bo'shatilgandan so'ng sekin sovutilish (pechda yoki hatto havoda) oqibatida mahlum bir holatda legirlangan bahzi po'latlarda kuzatiladi. II-tur mo'rtlikni rivojlanishida zarbiy qovushqoqlikni tezda kamayib ketadi va asosiysi sovuqlikdan

sinish chegarasi oshib ketadi. Mo'rtlikning bu turi sovutish po'latni bo'shatish temperaturasidan tezda amalga oshirilsa, masalan suvda sovush amalga oshirilganda hosil bo'lmaydi. (128 – rasm,b). Bo'shatish temperaturasi 500-550 °S dan boshlab po'lat tezda sovutilganda sinish – to'lqinsimon bo'lib, qovushqoqlikdan sinishga xarakterli hisoblanadi. Sekin sovutilgandan so'ng mo'rt kristall sinishni olishimiz mumkin.

II-tur mo'rtlikning eng asosiy belgisi qaytariluvchanligidir. 500-550 °S temperaturadan sekin sovutilganda hosil bo'ladigan mo'rtlik qaytadan 600-650 °S temperaturadagi bo'shatish bartaraf qilinishi mumkin.

II-tur mo'rtlik ko'proq yuqori miqdorda fosfor, marganets, kremniy, xrom kabi elementlarga ega bo'lgan po'latlarda kuzatiladi. Po'latga uncha katta bo'lmagan miqdorda molibden yoki volg'framni qo'shilishi (0,2-0,4 % Mo yoki 0,5-0,7 % W) bo'shatishdagi mo'rtlikka moyillikni kamaytiradi.

II-tur mo'rtlikni yuzaga kelishi ehtimol ko'proq donalar chegarasida bahzi bir elementlar atomlarini erishi oqibatidagi diffuziya orqali bog'liqdir. Ayniqsa, sezarli darajada II-tur mo'rtlikni yuzaga kelishiga donalarni chegara zonalarini fosfor bilan boyishi oqibatida bo'lib, donalararo darzlarni hosil bo'lish ishini kamayishi orqali tushuntiriladi va u bo'shatishdagi mo'rtlikka olib keladi. Xrom, marganets, nikelg' kabi legirlovchi elementlar donalar chegaralari zonalarida fosfor miqdorini oshirsa, molibden va volg'fram kamaytirib, bo'shatishdagi mo'rtlikka moyillikni kamaytiradi.

15-mavzu. Termik ishlov berishning asosiy texnologiyalari

Ma'ruzaning rejasi:

1. Termik ishlov berishning asosiy texnologiyalari;
2. Qizdirish temperaturasini tanlash;
3. Qizdirish vaqti;
4. Mayin va massali o'ziga xos qizdirish;
5. Qizdiriladigan muhitning kimyoviy tahsirlanishi.

Tayanch so'z va iboralar: termik ishlov berish, termik ishlov berish texnologiyasi, qizdirish vaqti, kimyoviy tahsirlanish, qizdiriladigan muhit, qizdirish temperaturasi

Temir-uglerodli qotishmalarning ichki strukturasi va xossalarini o'zgartirish uchun ularni qizdirish va sovitish bilan bog'liq bo'lgan jarayonlar termik ishlov berish deb ataladi. Termik ishlov berishdan maqsad temir-uglerodli qotishmalarga ishlatish jarayonida talab qilinadigan xossalar berishdan iborat. Termik ishlov berish natijasida mexanik xossalarining yaxshi tomonlari, yaxshi fizik-kimyoviy xossalar bilan qo'shilib ketadi; qotishmaning magnitlanish xossasi yaxshilanadi, korroziyagabardoshligi ortadi. Bahzi bir termik ishlov berish turlari yaxshilovchi, oraliq operatsiya hisoblanadi.

Puxtalanadigan detallar nomenklaturasi juda ham ko'p bo'lib, ularga priborlar, turli xil mashina detallaridan tortib, to metallurgiya, traktor va qishloq xo'jaligi, energetik va neft-gaz sanoatining yirik element, detal va uzellarigacha kiradi.

Termik ishlov berishning asosiy turlariga po'latni struktura va xossasini turlicha o'zgartiradigan va yarim tayyor hamda tayyor mahsulotlarga qo'yilgan talablarga bog'liq ravishda yumshatish, normallashtirish, toblash va bo'shatish kiradi.

Termik ishlov berish texnologiyasida eng asosiy parametrlardan biri qizdirish temperaturasi va qizdirish vaqti hisoblanadi.

Umuman, termik ishlov berish detal yoki zagotovkalarini berilgan temperaturagacha qizdirish, ushbu temperaturada ushlab turish va so'ngra kerakli tezlik bilan sovutish jarayonidan iborat. Qizdirish temperaturasi va ushlab turish vaqti materialning kimyoviy tarkibi va tanlab olingan termik ishlov berish turi bilan aniqlanadi.

Metallning qizdirish tezligi bir tomondan ruxsat etilgan qizdirish tezligi, boshqa tomondan esa termik ishlov o'tkazalidigan agregatdagi mumkin bo'lgan qizdirish tezligi bilan aniqlanadi. Ruxsat etilgan qizdirish tezligi bir

tomondan metallning fizik-kimyoviy xossasi, shakli va o'lchamiga, ikkinchi tomondan issiqlikni uzatish usuliga bog'liq.

Po'latlarni qizdirishda metallning tashqi qatlamlari ichki qatlamlariga qaraganda nisbatan yuqori temperaturaga ega bo'ladi. Metallning tashqi qatlamlarini kengaytirishga ichki, nisbatan kam qizdirilgan qatlamlar qarshilik ko'rsatadi. O'zaro tahsirlashishlar natijasida tashqi qatlamlar siquvchi kuchlanishlar tahsirida bo'ladi, bunda maksimal siquvchi kuchlanishlar metallning yuzasida bo'ladi. Metallning ichki qatlami tashqi qatlamlar tahsirida yuzaga keladigan cho'ziladigan kuchlanishlar tahsirida bo'ladi. Maksimal cho'zuvchi kuchlanishlar zagotovkaning ichkari qismida bo'ladi. Kritik nuqtalardan o'tgandagi qizdirishlarda struktura o'zgarishlari oqibatida ichki kuchlanishlar xarakteri va kattaligi o'zgarishi mumkin. Bu vaqtda metall plastik holatda bo'ladi va yuzaga keladigan kuchlanish faqat plastik deformatsiyani vujudga keltirishi mumkin. Nisbatan eng xavfli ichki kuchlanishlar hali metall kichik plastiklikka ega bo'lgan 600-700 °S temperaturalar intervalida bo'ladi. Agar qizdirish natijasida ichki kuchlanishlar yuzaga kelsa va u metallning haqiqiy yemirilishga qarshilik ko'rsatish chegarasidan oshib ketsa, darzlar paydo bo'lishi mumkin. darzlarni yuzaga kelishi metallning haqiqiy yemirilishga qarshiligi va plastikligiga bog'liq. Metallning haqiqiy yemirilishga qarshiligi va plastikligi qanchalik katta bo'lsa, darzlarning hosil bo'lishi nisbatan kam ehtimollikka ega. Uncha katta bo'lmagan vaqtinchali yemirilish qarshiligiga ega bo'lgan plastikligi yuqori bo'lgan metallda darzlar vujudga kelmaydi, bunda paydo bo'ladigan cho'zuvchi kuchlanishlar faqat plastik deformatsiyani yuzaga keltiradi. Mo'rt bo'lgan metallar uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega bo'lgan haqiqiy yemirilishga qarshilik hisoblanadi.

Metallning berilgan mexanik xossalaridagi darzlarni hosil bo'lish ehtimoli qizdirish natijasida vujudga keladigan ichki kuchlanishlarga bog'liqdir. Uning kattaligi birinchi navbatda metallning tashqi va ichki qatlamlaridagi temperaturalar farqiga, kengayish koeffitsientiga hamda dastlabki metallda mavjud bo'lgan kuchlanish qiymatiga bog'liq bo'ladi. Agar qanchalik temperaturalar farqi katta bo'lsa, ichki kuchlanishlar qiymati ham shunchalik katta bo'ladi.

Ruxsat etilgan qizdirish tezligini tanlashda quyidagi parametrlarni hisobga olish zarur:

- 1) metallning mexanik xossalarini dastlabki holatdagini hisobga olish muhim. Plastikligi yuqori bo'lgan metallni tez qizdirish mumkin, lekin plastikligi kichik va mo'rt bo'lgan metallni sekin qizdirishimiz lozim. SHuning uchun quymalar va toblangan holatdagi po'latlarni

- sekin qizdirish talab etiladi. Kam va o'rtacha uglerodli yumshatilgan po'latlarni amaliy jihatdan turli xil tezliklarda qizdirishimiz mumkin;
- 2) qizdirishni bir tekis tahminlash kerak. Agar buyumlar qanchali bir tekis qizdirilsa va uning o'lchami qanchali kichik bo'lsa, qizdirish tezligi katta bo'lishi mumkin, bunda metallning tashqi va ichki qatlamlardagi temperaturalar farqi kichik bo'ladi. Pechga nisbatan vannalarda metallni qizdirish tez amalga oshirilsa, qarshilik usulida qizdirish esa boshqa manba-larga qaraganda bir qancha marta tez amalga oshiriladi;
 - 3) metallning issiqlik o'tkazuvchanligi ham muhim ahamiyatga ega bo'lgan parametrdir. Metallning issiqlik o'tkazuvchanligi qanchalik katta bo'lsa, qizdirish tezligi ham shunchali katta bo'ladi, bunda metallning tashqi va ichki qatlamlaridagi temperaturalar farqi kamayadi;
 - 4) buyumning konfiguratsiyasi. Yuqori qizdirish tezligi murakkab konfiguratsiyaga ega bo'lgan buyumlarda qishayish va deformatsiyani yuzaga keltirishi mumkin;
 - 5) dastlabki metalldagi qoldiq ichki kuchlanishlar kattaligi. Bu kuchlanishlar qiymati qanchalik katta bo'lsa, buyumni qizdirish tezligi shunchalik kichik bo'lishi kerak.

Bumlarni qizdirish ikki usulda amalga oshiriladi:

- 1) tashqi issiqlik manbalari yordamida (pechlar, vannalar, gaz gorelkalari alangasi);
- 2) elektr energiyani issiqlik energiyasiga aylanishi oqibatida metallning ichki qatlamlaridan issiqlikni ajralib chiqishi yo'li yordamida (sanoat va yuqori chastotali toklar bilan induksion toblash, qarshilik usuli yordamida qizdirish).

Birinchi holatda issiqlik qizdiriladigan jismga nurlanish orqali (mufilli pechlarda), nurlanish birgalikda konveksiya yordamida (alangali pechlarda), issiqlik o'tkazuvchanligi va qisman konveksiya orqali (metallarni erigan tuzlarda, qo'rg'oshinda va turli xil suyuqliklarda qizdirish orqali) uzatiladi. Qizdirish tezligi qizdirish agregati turi va detalni agregatga yuklangan holatdagi temperaturasiga bog'liq.

Qizdirish davomiyligi 50 mm² kesim yuzasiga ega bo'lgan namunalar uchun bir xil temperaturada turli agregatlarda 11.1-jadvalda berilgan.

11.1 – jadval

№	Agregat nomi	Qizdirish davomiyligi, min.
1.	Qo'rg'oshinli vanna	6,0
2.	Tuzli vanna	6,6

3.	Alanga pechida	27,0
4.	Elektr pechida	31,8

Metallarni istiqbolli qizdirishga qaynaydigan qatlamlarda qizdirish kirib, u metallni katta va bir tekisda qizdirish tezligini tahminlab beradi. Bir xil agregatda temperatura qanchalik katta bo'lsa, metallning qizdirish tezligi ham shunchalik katta bo'ladi. Ana shundan kelib chiqqan holda qizdirishni bir qancha usullarini farqlashimiz mumkin, ularning asosiylariga sekin, normal, forsirlangan qizdirishlarni ajrati-shimiz mumkin. Buyumlarni sekin qizdirishda, ular pech bilan birgalikda sovuq yoki uncha yuqori temperaturagacha qizdirilgan pechga yuklanadi. Kesim bo'yicha temperaturalar farqi uncha katta bo'lmaydi, shuning uchun qizdirish vaqti katta bo'ladi. Bu usul asosan, quymalar va toblangan katta gabaritli buyumlarni bo'shatishda ishlatiladi.

Normal qizdirishda buyumlar berilgan temperaturaga ega bo'lgan pechga yuklanadi. Bunda temperaturalar farqi birinsiga qaraganda katta bo'ladi. Birinchi usulga nisbatan bu usulda qizdirish vaqti kamroq bo'ladi. Bu tartiblar (rejimlar) ko'plab hollarda qo'llaniladi.

Bumlarni forsirlangan usulda qizdirishda, ular berilgan temperaturadan yuqori temperaturaga ega bo'lgan pechlarga yuklanadi, keyin qizdirishga qarab, pech temperaturasi berilgan temperaturagacha pasaytiriladi. Qizdirish tezligi unchalik katta emas. Bu holda temperaturalar farqi vujudga keladi va o'z navbatida birinchi va ikkinchi usulga qaraganda kuchlanishlar katta bo'ladi.

Qizdirish tezligi qizdirish usuliga, buyumni shakli va o'lchamlariga bog'liq. Buyumlarni issiqlik qabul qiladigan yuzasi qanchalik kichik bo'lsa va kesim yuzasi qanchalik katta bo'lsa, qizdirish tezligi shunchalik katta bo'ladi.

Buyumni bir tomondan ikkinchi tomonga ochiq usulda qizdirishning istiqbolli usulida metallni bevosita qizdirish, buyum orqali past kuchlanishli tokni o'tkazish va past chastotali toklar orqali buyumni induksion qizdirish yordamida amalga oshiriladi.

Birinchi usulning mohiyati shundan iboratki, bumlar ikki kontaktlar orasida joylashtirilib, keyin metall orqali past kuchlanishli va katta kuchli tok o'tkaziladi hamda issiqlik ajralib chiqadi:

$$Q = 0,24I^2R\tau$$

bu yerda, Q – ajralib chiqadigan issiqlik miqdori, kal;

I – tok kuchi, A;

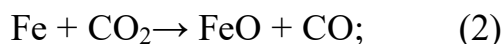
R – qarshilik, Ohm;

τ – qizdirish vaqti.

Ajralib chiqadigan issiqlik bumlarini berilgan temperaturagacha tez qizdirish uchun (bir qancha sekund) yetarlidir. Bu usul asosan, simlarni uzluksiz qizdirishda (volg'framli va molibdenli simlarni qizdirishda), oddiy shaklga va bir xil kesimga ega bo'lgan turli xil buyumlarni toblash uchun keng ko'lamda qo'llaniladi.

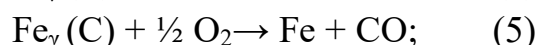
Buyumlarni yuqori temperaturagacha qizdirishda metallning yuzasi bilan tashqi muhit orasida reaksiya kechadi va natijada po'latni oksidlanishi va uglerodlansiztirilishi kuzatiladi hamda bumning sifati yomonlashadi. Oksidlanish metallni qaytmaydigan yo'qotishlarga olib keladi, buyumlarni o'lchamini kamaytiradi va oksidlangan qatlamni keyingi olib tashlashni talab etadi. Yuzani uglerodlansizlantirishi toblangandan keyin kichik qattqlikni yuzaga keltiradi va oqibatida yuzani yeyilishga turg'unligi va hamma detalni toliqishdagi mustahkamligini kamaytiradi.

Oksidlanishning asosiy reaksiyalariga quyidagilar kiradi:



SHunday qilib, oksidlanish asosan, kislorod, karbonat angidrid va suv bug'lari yordamida amalga oshiriladi. Qayta tiklovchi gazlarga uglerod oksidi va vodorod kiradi.

Uglerodsizlantirishni asosiy reaksiyalari quyidagicha:



$\text{H}_2\text{O} + \text{CO} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$ va shundan so'ng jarayon (5)- reaksiya bo'yicha kechadi.

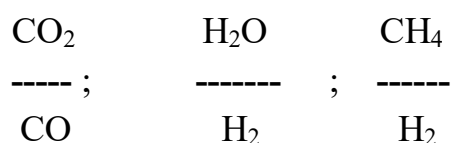
Uglerodsizlantirishni yuzaga keltiruvchi gazlarga kislorod va vodorod hamda suv bug'lari kirsa, uglerodlovchi gazarga esa metan va uglerod oksidi kiradi.

Jarayonlarning boshlang'ich bosqichida gaz bilan metall yuzasi o'rtasida o'zaro tahsirlashuv kimyoviy reaksiyasi sodir bo'ladi, natijada oksid plyonkasi hosil bo'ladi. Po'latning keyingi oksidlanishi ikki jarayondan tashkil topgan bo'lib, ular metall oksididan metallga tomon ochiq kislorod diffuziyasi va metall diffuziyasini ochiq usulda oksid qatlami orqali metall yuzasiga bo'lgan diffuziyasidir. Oksidlanish nisbatan ko'proq oksidlar qatlamlarida (oksid - gaz chegarasida) metallni okalina tomonga qarab ochiq diffuziyasi orqali kechadi. Uning tezligi metallning kimyoviy tarkibiga, tashqi muhitga va qizdirish temperaturasiga bog'liq. Zich oksidlangan qatlamda jarayon tezligi kamayadi yoki

no'lg'a intiladi. Uglersizlantirish jarayoni yana buyumlarni erigan qo'rg'oshin va tuzlarda qizdirilganda ham kuzatiladi.

Buyumlarni pechda qizdirishda ular yonilg'ini yonishida hosil bo'ladigan mahsulotlar bilan kontaktda bo'ladi, shuning uchun yonilg'ini kimyoviy tarkibi va alangani to'g'ri regulirovka qilish asosiy parametrlar hisoblanadi. Qattiq, suyuq va gaz holatdagi yonilg'i minimal darajada namlikka yoki suv bug'lariga va oltingugurt qo'shimchalariga ega bo'lishi kerak. Suv bug'lari po'latni uglersizlantirish tezligini oshiradi, gazdagi oltingugurt esa SO₂ ko'rinishda oksidlanish tezligini oshiradi, bu tayyor buyumlarni yuzasiga tahsiri natijasida uning o'lchamlarini kamayishi olib kelib, buyumni nuqsoniga sabab bo'ladi va uni ishdan chiqaradi, shuning uchun ham juda xafvli hisoblanadi. Alangali pechlarda ortiqcha havo yordamida qizdirishda alanga oksidlanuvchi hisoblanib, metallni tezda oksidlaydi. Metallni minimal darajada oksidlash va uglersizlantirish uchun uni qizdirish minimal ortiqcha havoga ega bo'lgan neytral alangada amalga oshirilishi lozim.

Mufel va elektr pechlarda, metallarni qizdirishda oksidlanish yoki uglersizlantirish bo'lmasligi uchun gazlar o'rtasida mahlum bir nisbatlar bo'lishi shart:



Gaz neytral bo'lishi uchun, gaz tarkibini muvozanat egri chizig'iga mos ravishda gaz tarkibini ushlab turish kerak. Po'latlarni qizdirishda nisbatan kuchli uglersizlantirishga gazlar fazasidagi suv bug'lari tahsir qiladi. Amaliy jihatdan to'liq oksidlanishdan holi bo'lgan holatni olish mumkin emas, shuning uchun buyumlarga qo'yilgan talablardan kelib chiqqan holda oksidlanishni ruxsat etilgan qiymati belgilanadi.

Oksidlanishdan himoyalovchi muhit sifatida po'latning kimyoviy tarkibi va qizdirish tartibiga qarab, generator gazi, tabiiy gazlarni to'liq bo'lmagan holatdagi yonishi va boshqalardan foydalaniladi.

Mayda buyumlarni oksidlamasdan toblashda tuzli vannada qizdirishdan foydalaniladi.

16-mavzu. Po'latning toblanish chuqurligi

Ma'ruzaning rejasi:

1. Po'latning toblanish chuqurligi va toblash usullari;
2. Ichki kuchlanish;
3. Toblangan po'latdan tayyorlangan buyumlar;
4. Sovuqlik bilan ishlov berish;
5. Toblashda yuzaga keladigan nuqsonlar.

Tayanch so'z va iboralar: po'lat, toblanish chuqurligi, toblash usullari, ichki kuchlanish, toblangan po'lat, ichki kuchlanish, sovuqlik bilan ishlov berish, nuqsonlar, toblashda yuzaga keladigan nuqsonlar

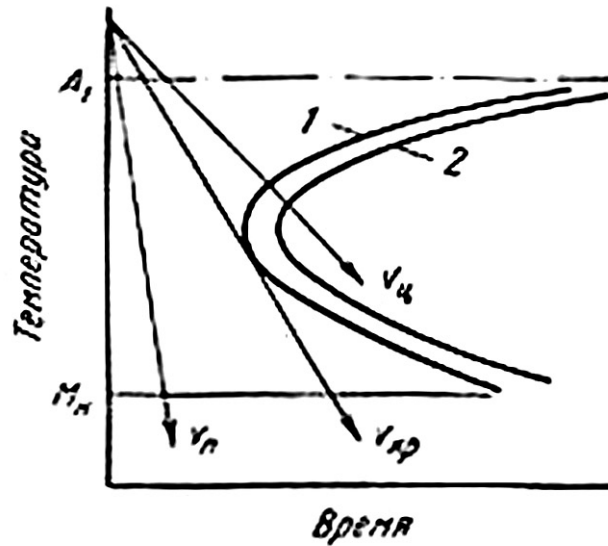
Po'latning toblanish chuqurligi

Toblanish chuqurligi va sovutishning kritik tezligi

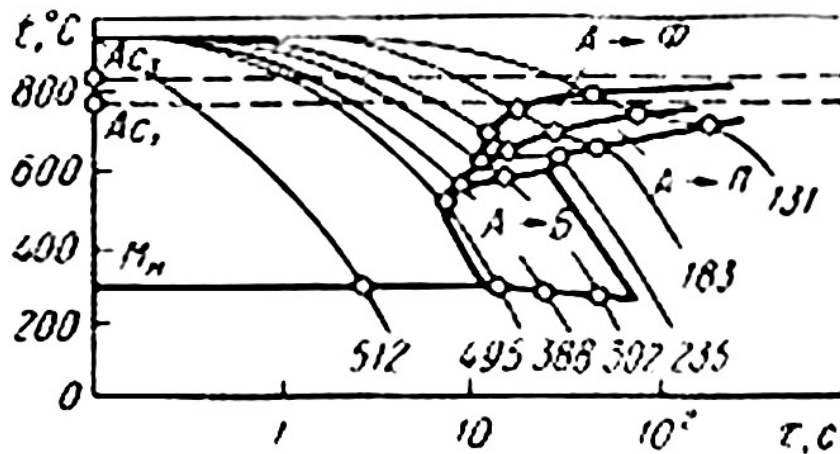
Po'lat martensitgacha toblanganda toblash temperaturasidan boshlab sovushi kerak, chunki austenit ferrit-karbidli qorishmaga parchalanishiga ulgirmasdan M_n nuqtadan past temperaturada sovushi lozim. Buning uchun buyumni sovutish tezligi kritik nuqtadan yuqori bo'lishi kerak. Sovutishning kritik tezligi – bu minimal sovutish tezligi bo'lib, bunda austenit hali ferrit-karbid qorishmasiga parchalanmagan bo'ladi.

Toblashdagi sovutishning kritik tezligi birinchi yaqinlashishda austenitni parchalanishini boshlanishida C – egri chiziqqa urinmani qiya holatida aniqlanadi (16.1 –rasm, v_{kr}). Bunday aniqlanishda kattalik, taxminan haqiqiy kritik tezlikdan 1,5 martagacha katta bo'ladi. Haqiqiy kritik tezlikni v_{kr} temokinetik diagrammani qo'llab, olishimiz mumkin. 16.2 – rasmda xuddi shunday diagramma 35GS po'lati uchun berilgan. Sovutish egri chizig'ini termokinetik diagramma chizig'i bilan kesishishi mos ravishda o'zgarishni boshlanishi va tugallanishini, egri chiziqdagi raqamlar esa sovutish tugagandan keyingi qattqlikni Brinel shkalasi bo'yicha qiymatini ko'rsatadi. 35GS po'latni martensitgacha toblashdagi minimal sovutish tezligi shunday bo'lish kerakki, bunda beynitli o'zgarishlar boshlanishiga ulgirmasligi lozim ($A \rightarrow B$).

Buyumning yuzasida sovutish tezligi kritik tezlikdan yuqori, markazida esa kam bo'lishi mumkin. Bunday holatda, austenit buyumning sirtqi yuzasida martensitga aylanishi, uning markazida esa perlitli o'zgarishlar



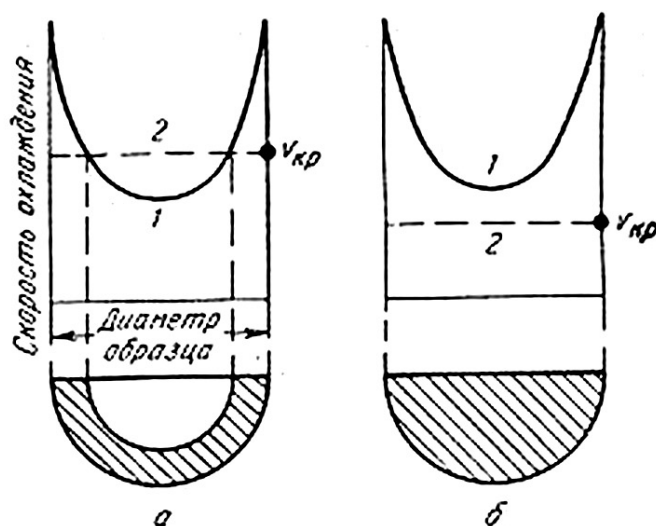
16.1 – rasm. S – diagramma bo‘yicha toblashning kritik tezligini aniqlash:
 v_m va v_{yu} – buyumning markazida va yuzasida sovutish tezligi; 1 – austenitning parchalanishini boshlanishi; 2 – austenitni parchalanishini tugallanishi



16.2 – rasm. 0,34 % S, 1 % Mn, 0,76 % Siga ega bo‘lgan 35GS markali po‘latni termokinetik diagrammasi (K. F. Starodubov, Yu. Z. Borkovskiy, V. V. Parusov)

ro‘y berishi kuzatiladi, yahni detal ochiq holda to‘liq toblanmaydi. **Toblanish chuqurligi** – po‘latning muhim tavsifnomalaridan biri hisoblanadi. Toblanish chuqurligi deganda buyumdagi toblangan qatlamni uning ichkarisiga kirish chuqurligi tushuniladi.

Toblanish chuqurligi, avvalam bor buyumni sovutishning kritik tezligiga bog‘liq bo‘ladi. 16.3 – rasmda tsilindsimon namunani diametri bo‘yicha sovush tezligini taqsimlanish egri chizig‘i kritik tezlik qiymatiga solishtirish bilan tasvirlangan. Buyumning xalqasimon yuzasi hajmi kritik tezlikdan yuqori tezlik bilan sovutiladi, shuning uchun u



16.3 – rasm. TSilindrning toblanish chuqurligi:

a – ochiq bo'lmagan toblash; b – ochiq bo'lgan toblash; 1 – tsilindr diametri bo'yicha sovutish tezligini taqsimlanish egri chizig'i; 2 – kritik sovutish tezligi (shtrix qilingan qatlam martensitgacha toblangan qatlamdir)

martensitgacha toblanadi. TSilindrning o'zagi esa kritik tezlikdan pastroq tezlikda sovutiladi va shuning uchun u martensitgacha toblanmaydi. Katta kesim yuzasiga ega bo'lgan gabarit o'lchamli, katta hajmli detallarda toblashdan so'ng hamma gamma strukturalarni kuzatish mumkin: detalni yuzasi yaqinidan martensitdan troostomartensit, troosit va sorbit orqali uning markazida perlitga bir tekis, ohista o'tishi ro'y beradi.

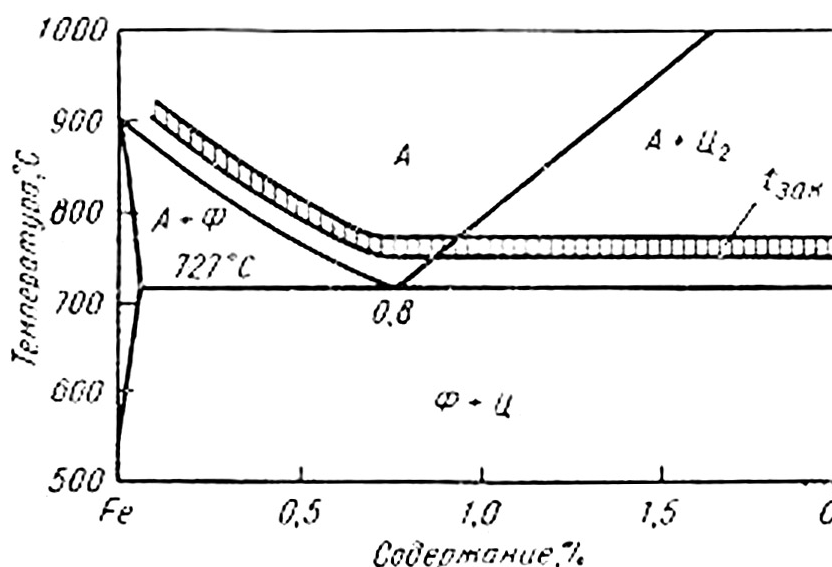
Agar buyum markazi kritik tezlikdan yuqori tezlikkacha sovutilsa, unda detal martensitgacha to'liq, ochiq holatgacha martensitga toblanadi (16.3 – rasm, b).

Sovutishning kritik tezligi austenitni parchalanish tezligiga tahsir qiluvchi hamma omillarga bog'liq bo'ladi. Austenitni parchalanishiga qarshilik ko'rsatuvchi o'ta sovutilgan austenitning bardoshligini oshiruvchi omillar, ya'ni C egri chiziqni o'ng tomonga surish toblanish chuqurligini oshiradi (C egri chiziqni o'ng tomonga surish kichik burchak ostida urinma ko'rinishda bo'ladi).

Po'latlarni toblashdan oldin qizdirish temperaturasi va ushlab turish vaqtini oshirish γ -eritmaning miqdorini bir xil holatga olib keladi va austenit donasi o'lchamini oshiradi, ya'ni o'ta sovutilgan austenitning turg'unligini oshiradi. SHuning uchun toblashdan oldin qizdirish temperaturasi va ushlab turish vaqtini oshishi po'latlarni toblanish chuqurligini oshiradi va bunda birinchi omil nisbatan samarali hisoblanadi.

Toblanish chuqurligiga austenitning kimyoviy tarkibiga juda ham kuchli tarzda tahsir qiladi. Austenitda uglerod miqdorini oshishi uni turg'un qiladi va buning natijasida toblashni kritik tezligi kamayadi. Eng yaxshi toblanish chuqurligiga evtektoidli po'latlar tarkibiga yaqin tarkibga ega bo'lgan po'latlarda bo'ladi. Evtektoiddan keyingi po'latlarni nisbatan sovutishning yuqoriroq kritik tezligiga ega bo'lishi, ularni austenit joylashgan zonasida emas, balki A_1

temperaturadan yuqori , lekin A_{cm} temperaturadan past temperaturalar sohasida bo'lishi bilan tushuntiriladi (16.4 – rasmga qarang). Evtektoiddan keyingi po'latlarda uglerod miqdorini oshishi uning toblashning normal temperaturasida ($A_1 + 35 \div 60$) K austenitdagi miqdori oshmaydi, tsementit miqdori esa oshib boradi. Tsementit zarrachalari perlitli o'zgarishlar uchun moyillik bo'lib, o'ta sovutilgan austenitning turg'unligini kamaytiradi. SHuning uchun evtek-toiddan keyingi po'latlarda uglerod miqdorini oshishi toblashning kritik tezligi oshadi. Agar evtektoiddan keyingi po'latlar A_{cm} temperaturadan yuqori temperaturada (austenit zonasida) toblansa, sovutishni kritik tezligi po'latdagi uglerod miqdori oshishi bilan uzluksiz kamayib boradi, bunda austenitdagi uglerodning miqdori oshadi.



16.4 – rasm. Uglerodli po'latlarni toblashda qizdirish temperaturasi intervali

Uglerodli va kam uglerodli po'latlarni toblanish chuqurligi unga boni nol butun ming bir foiz miqdorida qo'shilganda sezilarli darajada oshadi, bu esa amaliy jihatdan qo'llanilishini namoyon qilib kelmoqda. Juda ham kam miqdorda borni qo'shish po'latni toblanish chuqurligiga tahsir etishi uning austenit yuzasida faol ekanligi bilan tushuntiriladi.

Eksperimentlar shuni ko'rsatdiki, bir xil markadagi, lekin turli eritishda olingan po'latlar turli toblanish chuqurligiga ega bo'ladi, chunki undagi nazorat qilib bo'lmaydigan erigan va oksid qo'shimchalari, nitridlar, sulg'fidlar va boshqalarning tahsiri oqibatida austenit donasi o'lchamla-rini turlicha bo'lishi bilan tushuntiriladi. Kobalg'tdan tashqari austenit-da erigan hamma legirlovchi elementlar uni parchalanishini qiyinlash-tiradi, toblashning kritik tezligini kamaytiradi va toblanish chuqurli-gini yaxshilaydi. Ana shu maqsadda po'latga keng ko'lamda marganets, nikel, xrom va molibden qo'shiladi. Ayniqsa, o'ta samarali kompleks legirlash va bundagi bahzi bir alohida elementlarni toblanish chuqurligiga foydali tahsir etishi natijasida o'zaro uni kuchaytiradi. Masalan, 0,4 % C va 3,5 % Ni ga ega bo'lgan

po'latlarda toblashning kritik tezligi $150^{\circ}\text{S}/\text{c}$ ga teng bo'lsa, unga 0,75 % Mo qo'shilsa, uning tezligini taxminan $4^{\circ}\text{S}/\text{c}$ ga kamaytiradi.

Po'latlarni legirlashda uning toblanish chuqurligini oshirish ikki yo'nalishda qo'llaniladi. Birinchidan, legirlangan po'latlarni qo'llash, agar uglerodli po'latdan tayyorlangan katta kesimli detallarda ochiq usulda toblash mumkin bo'lmaydigan holllarda ochiq toblash toblanish chuqur-ligini tahminlab bergan holdagina ishlatiladi.

Ikkinchidan, uglerodli po'latdan tayyorlangan uncha katta bo'lmagan kesimga ega bo'lgan buyumlarni legirlangan po'latlarga almashtirsak, nisbatan sekin tez toblashdan sovushga olib keladi.

Toblanish chuqurligi tavsifnomasi

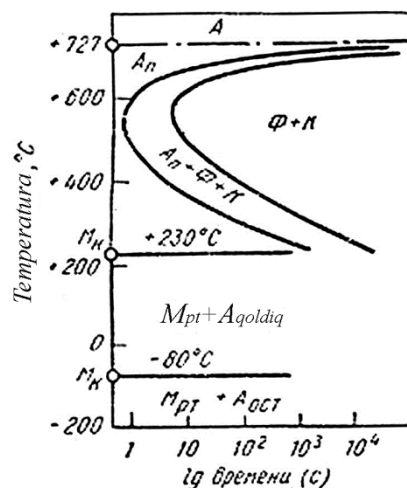
Buyumlarni mahlum bir sovutkichlardagi toblanish chuqurligining eng oddiy tavsifnomasiga toblanish chuqurligi kiradi. Toblanish chuqurligi toblashdagi sinov toblash usuli bilan mikroshlifdagi sinish va buyum kesimidagi qattqlikni taqsimlanishi orqali aniqlanadi. Martensitgacha toblangan po'lat mo'rt bo'ladi. Buyumning toblangan zonasidagi sinish bir xil kam donali, matali – kul rang, farforodli ko'rinishga ega bo'ladi. Buyumning yaxshi toblanmagan o'zagini sinishi nisbatan qovushqoq bo'lib, unda sinishi bir xil bo'lmagan, g'adir-budir, yengil to'liqinsimon ko'rinishda bo'ladi. Bu ikki zonalar orasidagi chegara singan namunalardan tayyorlangan namunalar yuzasida yaxshi ko'rinadi.

Makroshlifdagi toblangan va yaxshi toblanmagan zonalar yuzasi kislota bilan tahsir ettirilganda (travleniya qilinganda) turlicha bo'ladi va buni farqlash juda ham osondir.

Toblangan tsilindrning kesimi bo'yicha qattqlikni taqsimlanishi 16.5 – rasmda ko'rsatilgan. Bunda buyum yuzasidan mahlum bir masofada qattqlikni intensiv o'zgarishi xarakterli bo'lib, bunda bu masofa singan namuna va makroshlifda aniqlangan toblangan va yaxshi toblanmagan zonalar orasidagi chegaralar uchun mos keladi.

Toblanish chuqurligi ,shartli ravishda sovutiladigan yuzadan to yarim martensit strukturasi-ga ega bo'lgan qatlamgacha (50 % troostit va 50 % martensitga ega bo'lgan struktura) bo'lgan masofa hisoblanadi. Bu qatlam zonasidagi qattqlikka buyum yuzasidan bo'lgan masofa juda ham katta tahsir ko'rsatadi. SHuning uchun toblanish chuqurligini, yahni sovutiladigan yuzadan to yarim martensit strukturasi-ga ega bo'lgan qatlamgacha bo'lgan masofani buyumning qattqligini o'lchab va yarim martensitgacha bo'lgan strukturaga ega bo'lgan turli tarkibli po'latlarni qattqligini mahlumot-noma materiallaridan foydalanib, topib nisbatan aniq aniqlash mumkin (16.5 – rasmga qarang, HRC^{nm}).

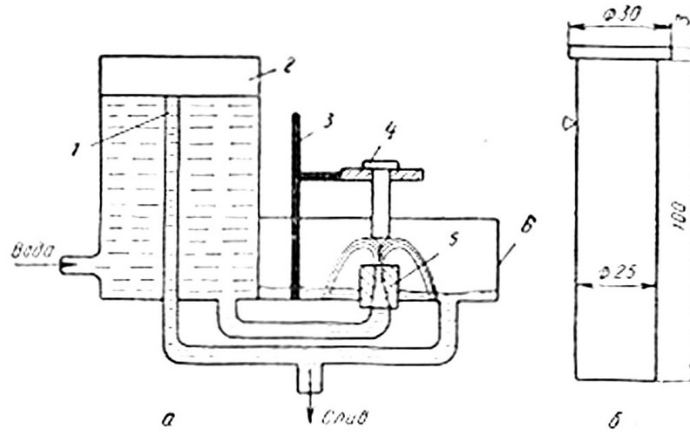
60 markali po'latdan tayyorlangan 38 mm diametrli prutok suvda toblanganda toblanish chuqurligi 7 mmga, moyda toblanganda esa 0,4 mmga teng bo'ladi. Toblanish chuqurligini tavsifnomasi bo'lib, berilgan sovutkichda ochiq holda toblangan detalning kritik diametri , yahni maksimal kesim diametri xizmat qilishi mumkin.



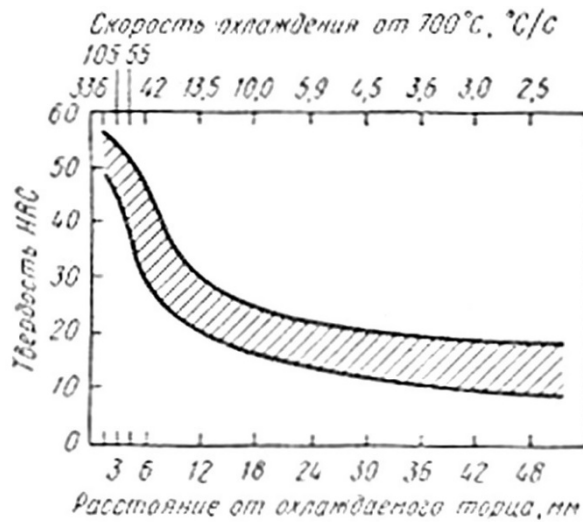
16.5 – rasm. 815 °S temperaturagacha toblangan 60 markali po’latdan tayyorlangan namunani diametri bo’yicha qattqlikni taqsimlanishi:

1 – suvda toblash; 2 – moyda toblash; HRC^{YaM} – yarim martensit strukturasi ega bo’lgan po’latning qattqligidiametrli prutok suvda toblanganda toblanish chuqurligi 7 mmga, moyda toblanganda esa 0,4 mmga teng bo’ladi.

Uglerodli va legirlangan po’latlarni toblanish chuqurligini aniqlash uchun havoda toblashdan tashqari, standart toretsli toblash usuli (Djomini usuli) juda ham keng qo’llaniladi. Standart namuna pechda qizdirilgandan keyin maxsus qurilmaga olinib, solinadi va unda faqat torets uchun ma’lum bir bosim bilan suv oqimida sovutiladi (16.6 - rasm). Namuna to’liq sovutilgandan so’ng uning ikki diametral qarama-qarshi tashkil etuvchisi 0,5 mm chuqurlikda yuzagacha shlifovka qilinadi. Bu yuza uzunligi bo’yicha har 1,5-3 mmdan so’ng qattqlik HRC shkalasi bo’yicha o’lchanadi va qattqlik – toretsdan bo’lgan masofa koordinatalarida egri chiziq quriladi. Po’latning toblanish chuqurligi qanchali kichik bo’lsa, toretsdan uzoqlashganda qattqlik tezda kamayib boradi. Bir xil markali po’latlarni har eritishda toblanish chuqurligi o’zgarib boradi. SHuning uchun ma’lum bir markali po’lat toblanish chuqurligini markali yo’li (polosasi) bo’yicha xarakterlanadi (16.7 - rasm). Po’lat markasini toblanish chuqurligini indeksi (raqam ko’rsatkichi) bo’lib sovutiladigan toretsdan ma’lum bir masofagacha bo’lgan oraliqda maksimal va minimal qattqlik qiymati yoki sovutiladigan toretsdan to berilgan qattqlik nuqttagacha (“yarim martensit” strukturagacha) bo’lgan maksimal va minimal masofa xizmat qiladi.



16.6 – rasm. Toretli toblash uchun qurilma (a) va namuna (b):
 1 – doimiy bosim hosil qilish uchun tenglantiruvchi trubka; 2 – bosimli bochka; 3 – shtativ; 4 – namuna; 5 – soplo; 6 – suvni to’kuvchi korobka



16.7 – rasm. 40 markali po’latni toblanish chuqurligi yo’l-yo’l chizig’i

Po’latlarni A_{cm} temperaturasidan yuqori temperaturagacha qizdirish xavfli hisoblanadi, chunki bunda qattqlik oshmaydi, lekin austenit donasi o’lchami kattalashadi, yuzada uglerodsizlantirish jarayoni kuchayadi va toblash kuchlanishi qiymati oshadi.

Po'latlarni toblashda qizdirish va sovutish

Toblash uchun qizdirish

Po'latlarni qizdirishda ro'y beradigan o'zgarishlar oldingi paragraflarda ko'rib o'tilgan. Uglerodli po'latlarni toblash uchun qizdirish temperaturasi holat diagrammasi bo'yicha tanlab olish mumkin (16.4 - rasm). Evtektoidgacha bo'lgan po'latlar A_3 nuqtadan $30 - 50$ °S yuqori temperatura-gacha qizdiriladi. Nasldorligi mayda donali bo'lgan po'latlar nisbatan yuqori temperaturada toblashga ruxsat etiladi. Nasldorligi katta donali bo'lgan po'latlar o'ta qizdirilganda toblash katta ignali martensitg' strukturasi hosil qiladi. Po'latlarni $A_1 - A_3$ temperaturalar intervalida toblashda (to'liq bo'lmagan toblashda) strukturada martensit bilan bir qatorda ortiqcha ferrit ham qoladi, bu esa toblangan po'latni qattiqligini kuchli tarzda kamaytiradi va bo'shatishdan keyin mexanik xossalari yomonlashtiradi.

Evtektoiddan keyingi po'latlar A_1 nuqtadan $35 - 60$ °S yuqori temperaturagacha toblanadi. $A_1 - A_{cm}$ temperaturalar intervalida toblashda evtektoiddan keyingi po'latlar strukturasi martensit bilan bir qatorda ikkilamchi tsementit ham bo'ladi, bu esa asbobni yeyilishga chidamliligini oshiradi. Po'latlarni A_{cm} temperaturasidan yuqori temperaturagacha qizdirish xavfli hisoblanadi, chunki bunda qattiqlik oshmaydi, lekin austenit donasi o'lchami kattalashadi, yuzada uglerodsizlantirish jarayoni kuchayadi va toblash kuchlanishi qiymati oshadi.

Juda ko'p legirlangan konstruksion va asbobsozlik legirlangan po'latlarni toblash uchun qizdirish temperaturasi $800 - 880$ °S atrofida bo'ladi. Yuqori miqdorda karbid hosil qiluvchi elementlarga ega bo'lgan po'latlar (W, V, Cr) nisbatan yuqori temperaturalarda, bahzi bir hollarda solidus temperaturasiga yaqin temperaturada toblanadi, chunki bu holatda katta miqdordagi qiyin eriydigan karbidlarni austenitga o'tkazish kerak. Maslan, R9 va R18 markali tezkesar po'latlar $1250 - 1300$ °S temperaturalar-da toblansa, 3X2V8F markali shtampli po'latlar $1050 - 1100$ °S temperaturalarda toblanadi.

Qizdirish temperaturasida ushlab turish vaqti shunday bo'lish kerakki, bunda austenitni gomogenizatsiyalash jarayoni bo'lib o'tish kerak. Qizdirish tezligi ish unumdorlikni oshirish uchun iloji boricha maksimal bo'lish lozim.

Juda ko'p buyumlar yuqori yuza qattiqligiga, yuza qalamida yuqori mustahkamlikka va qovushqoq o'zakka ega bo'ladi. Buyumni yuzasi va o'zagidagi bunday xossalarning mutanosibliigi yuqori chastotali tok yordamida toblanib, erishiladi.

Mahlumki, o'zgaruvchan tokning chastotasi oshishi bilan uni o'tkazgich kesimi bo'ylab bir tekis bo'lmagan taqsimlanishi oshadi. Amaliy jihatdan tok yuqori chastotada yuqqa sirtqi qatlam orqali o'tadi.

Toblashdagi sovutish

Toblashdagi sovutish rejimi avvalam bor, talab etilgan toblanish chuqurligini tahminlab berishi kerak. Boshqa tomondan, sovutish rejimi shunday bo'lish kerakki, bunda buyumni qiyshayishiga olib keluvchi kuchli toblash kuchlanishi va toblanish darzlari yuzaga kelishi kerak emas.

Toblanish kuchlanishlari termik va strukturali kuchlanishlar yig'in-disidan hosil bo'ladi. Toblashda har doim buyumning kesimi bo'ylab temperaturani farqi kuzatiladi. Sovutish davrida tashqi va ichki qatlamlarni termik siqilish kattaligini har bo'lishi termik kuchlanishlarni yuzaga kelishi bilan tushuntiriladi.

Martensitli o'zgarishlar hajmni bir qancha foizga oshishiga bog'liq bo'ladi. Buyumning sirtqi qatlami uning o'zagiga nisbatan oldin martensit nuqtaga erishadi. Martensitli o'zgarishlar va u bilan bog'liq bo'lgan hajmni oshishi buyum kesimining turli nuqtalarida bir vaqtda sodir bo'lmaydi, bu esa strukturali kuchlanishlarni paydo bo'lishiga olib keladi.

Yig'indaviy toblash kuchlanishlar toblash uchun qizdirishda temperatu-ra va sovutish tezligini oshishi bilan oshadi, chunki ikkala holda ham buyum kesimi bo'ylab temperaturalar farqi turlicha bo'ladi. Temperaturalar farqining oshishi termik va strukturali kuchlanishlarni oshishiga olib keladi.

Po'latlar uchun martensit nuqtasidan past temperaturalar intervali-da toblash darzlarni hosil bo'lish ehtimoli strukturali kuchlanishlar paydo bo'lishida sodir bo'ladi va mo'rt faza – martensit yuzaga keladi. Martensit nuqtasidan yuqorida faqat termik kuchlanishlar hosil bo'ladi, bu holatda po'lat austenit holatida bo'ladi va biz bilamizki, austenitni o'zi plastik hisoblanadi.

S – digamma shuni ko'rsatadiki, po'latni toblagandan so'ng tez sovutish o'ta sovutilgan austenitning nisbatan turg'un bo'lmagan holatida muhimdir. Juda ko'p po'latlar uchun ushbu holat 650 – 400 °S temperaturalar intervaliga to'g'ri keladi. Ushbu temperaturalar intervalidan past yoki yuqori temperaturalarda austenit parchalanishga nisbatan S – egri chizig'i egilishi atorofida o'ta turg'un bo'ladi va bu holda buyumni nisbatan sekinroq sovutish kerak bo'ladi. Sekin sovutishni asosan, 300 – 200 °S temperaturalarda boshlash o'ta muhimdir, chunki ushbu temperaturadan pastda juda ko'pchilik po'latlarda martensit hosil bo'ladi. S – egri chizig'i egilishidan yuqorida sekinroq sovutishda faqat termik kuchlanish kamayasa, martensit intervalida esa ham termik ham strukturali kuchlanishlar kamayadi.

Toblash muhitlari sifatida ko'proq suv, NaOH va NaCl larni 10 %li suvdagi eritmaları va moylar qo'llaniladi.

Sovuq suv – eng arzon va o'ta faol sovutkich hisoblanadi. Sovuq suv perlitli hamda martensitli temperaturalar intervalida tezda sovutadi. Suvga tuzni yoki ishqorni qo'shilishi perlitli intervalda sovutuvchanlik qobiliyatini oshiradi. Suvning eng katta kamchiligiga, uning martensit intervalida yuqori sovutish tezligiga ega ekanligi hisoblanadi.

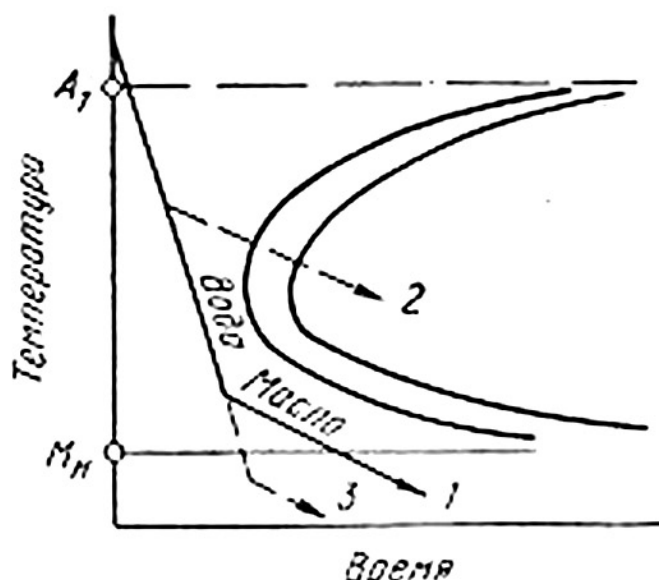
Mineral moylar martensit intervalida (bu uning eng katta yutug'i hisoblanadi) hattoki, perlitli intervalda ham (bu uning eng katta kamchiligi hisoblanadi) sekinroq sovutadi. SHuning uchun moydan yaxshi toblanish chuqurligiga ega bo'lgan po'latlarni sovutishda foydalaniladi.

Hozirgacha perlitli temperaturalar intervalida tez sovutishi va marten-sitli temperaturalar intervalida esa sekin sovutishi lozim bo'lgan toblash muhiti topilmagan.

Toblash usullari

Po'latlarni 650-400 °S temperatura intervalida tez sovushini tahminlovchi toblash muhiti yo'q va undan yuqorida sekin sovushi va undan past intervalda kerakli sovutish tartibini tahminlovchi turli toblash usullaridan foydalaniladi.

Po'latlarni martensitli intervalida sovutish tezligini kamaytirish uchun ikki muhitdagi toblashdan foydalaniladi (5.19 - rasm). Avval detal suvga botiriladi va bu suvda juda ham qisqa vaqt ushlab turgandan keyin moyga olinadi. SHuning uchun bu toblash usulini suv orqali moyda toblash deb ataladi.



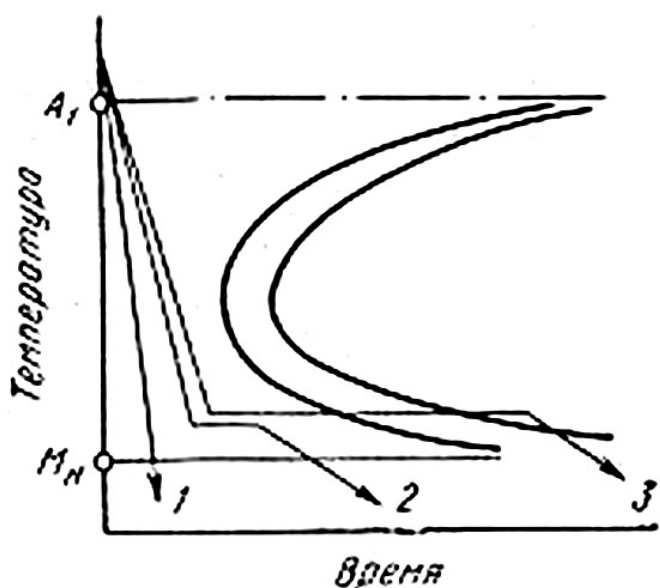
16.8 – rasm. Suv orqali moyda toblash (ikki muhitda toblash):

1 – normal rejim; 2 - suvda kam vaqt ushlab turilishi; 3 - suvda ko'p vaqt ushlab turilishi holatimoyga olinadi.

Suvda tez sovutish perlitli o'zgarishlarni oldini oladi, keyingi sekin moyda sovutish esa martensitli intervalda toblash kuchlanishini kamaytiradi. Bunda mahsuliyatli moment bo'lib, havoda ushlab turish bo'lib, uni davom etish vaqti har bir aniq buyum uchun belgilanadi. Buyumlarni suvda kam va ko'p ushlab turish nuqsonga olib kelishi mumkin. Suvda kam ushlab turishda austenitni qisman yoki to'liq parchalanishi kuzatiladi va pasaytirilgan qattqlikka ega bo'ladi, agar suvda ko'proq ushlab turilsa, nisbatan kuchli kuchlanishlar hosil bo'ladi va u qiyshayishga va darzlar paydo bo'lishiga olib keladi. Lekin, yuqorida ko'rsatilgan kamchiliklarga qaramasdan, suv orqali moyda toblash uglerodli po'latlardan tayyorlangan

kesuvchi asboblarda ishlab chiqarishda keng ko'lamda qo'llaniladi (uglerodli po'lat uncha katta bo'lmagan toblanish chuqurligiga ega va undan tayyorlangan kesuvchi asboblarni moyda toblash mumkin emas).

Martensitli intervalda sovutish tezligini kamaytiruvchi boshqa toblash usuliga pog'onali toblash kiradi (16.9 - rasm). Toblash tempera-turasigacha qizdirilgan buyum issiq muhitga ega bo'lgan vannaga tezda solinadi, so'ngra bir qancha vaqt ushlab turilgandan keyin sovuq havoga olinadi yoki sovuq moyga yuklanadi. Birinchi marta issiq muhitda toblash D.K. Chernov tomonidan ko'rib chiqilgan. Pog'onali toblashning tartibini tanlashda S-diagrammadan foydalaniladi. Issiqlik muhitining tempera-turasi ("pog'ona" temperaturasi) martensit nuqtasi yaqinida ($20 - 30^{\circ}\text{S}$ yuqori temperaturada) o'ta sovutilgan austenitning yuqori turg'unligi sohasida tanlanadi. Issiqlik muhitida ushlab turish vaqti mos temperaturalarda inkubatsion davrdan kam bo'lishi kerak. Pog'onali toblash ishlatilishiga qarab suv orqali moyda toblashga qaraganda sodda bo'lib, nisbatan turg'un natijalar beradi. pog'onali toblashning boshqa muhim yutug'i uning issiqlik muhitida ushlab turish vaqtida buyumning kesimi bo'yicha temperaturasini bir xil holatga keltirish hisoblanadi. Bunday ushlab turishdan keyin ro'y beradigan martensitli o'zgarishlar bir vaqtning o'zida hamma hajm bo'ylab sekin sovutilishda sodir bo'ladi, natijada toblanish kuchlanishi kamayadi.



16.9 – rasm. Suvda va issiq muhitlarda toblash:

1 –suvda toblash; 2 – pog'onali toblash; 3 – izotermik toblash

Va oxir oqibat, ushbu toblash usulida po'latning sezilarli darajada katta yutuqqa ega bo'lishi uning "pog'ona" temperaturasida austenit holatida bo'lishidir. Issiqlik muhitidan olingan buyum bir qancha vaqt plastik bo'lib, uni qiyyashini to'g'rilash mumkin bo'ladi. Bu holat ayniqsa, yuqqa va uzun buyumlarni toblashda juda ham bebahodir.

Pog'onali toblashning eng katta kamchiligi, bu uning issiqlik muhitida kichik tezlikdagi sovushidir (16.9 – rasmdagi 1 va 2 –egri chiziqlarni solishtirish kerak). SHuning uchun uglerodli po'latlardan tayyorlangan uncha katta bo'lmagan kesim yuzasiga ega bo'lgan (qalinligi 8-10 mmgacha bo'lgan) buyumlar uchun pog'onali

toblash chegaralangan bo'ladi. Katta kesimga ega bo'lgan buyumlar issiqlik muhitida sekin sovutiladi, va austenit evtektoidli parchalanishga ulgiradi. Sovutishning kritik tezligi kichik

bo'lgan legirlangan po'latlardan tayyorlangan buyumlarni pog'onali toblashga yo'naltirish oson hisoblanadi. Masalan, xromli po'latlardan (SHX15, XVG va 9XS) tayyorlangan asboblar va mashina detallariga ishlov berishda keng ko'lamda pog'onali toblashdan foydalaniladi.

Pog'onali toblashning turlaridan biri issiqlik muhitida toblash bo'lib, uning temperaturasi martensit nuqtasiga qaraganda bir qancha pastdir. Nisbatan kichik temperaturaga ega bo'lgan "pog'ona" yuqori toblanish chuqurligini tahminlab beradi, chunki martensit miqdori hali ko'p bo'lmaydi.

Pog'onali toblashda 3 ta issiqlik muhitlari turlari ishlatiladi: mineral moy, selitra eritmasi va ishqorlar eritmasi.

Agar "pog'onaning" uzunligi beynitli o'zgarishlar temperaturalar intervalida bo'lsa, austenitning izotermik parchalanishiga ko'p vaqt ketadi, va bu termik ishlov berish operatsiyasi izotermik yoki beynitli toblash deb ataladi (16.9 – rasm, 3 egri chiziq).

Toblash kuchlanishlari va qiyshayishni tezda kamaytirish jarayoni izotermik toblashning muhim yutuqlaridan biri hisoblanadi. Beynitli o'zgarishlarda bahzi bir legirlangan po'latlarda katta miqdorda qoldiq austenit saqlanib, izotermik ushlab turishdan keyin sovutishda martensit-ga aylanmaydi. Bunday po'latlarni izotermik toblash yuqori zarbiy qovush-qoqlikni tahminlab, martensitgacha toblangan va bo'shatilgan po'latlarga qaraganda kerkik, kesilish hosil bo'lishiga sezuvchanligini tezda kamaytirib yuboradi. O'z navbatida, izotermik toblash po'latning konstruksion mustahkamligini oshiradi.

Sovuq bilan ishlov berish yo'li bilan toblash

Juda ko'p po'latlarda martensitli interval ($M_b - M_o$) minus temperaturalgacha tushib ketadi. Bu holda toblangan po'latlar qoldiq austenitga ega bo'ladi, buyumni xona temperaturasidan past temperatura-larda sovutib, qo'shimcha tarzda martensitga aylantirish mumkin. Mohiyat jihatdan bunday sovuq bilan ishlov berish toblashdagi sovutishni davom etiradi.

M_o nuqta noldan pastda bo'lganda sovuq bilan ishlov berishni hamma vaqt ham davom etirish mumkin. Sovuq bilan ishlov berishning samarasi xona temperaturasidagi qoldiq austenit miqdoriga bog'liq. Po'latda uglerod miqdorini oshishi bilan nisbatan past temperaturalar sohasida martensitli interval kamayadi hamda qoldiq austenit miqdori oshadi va u toblangan po'latni martensit nuqtasidan M_o past temperaturada sovutishda martensitga aylanadi. Po'latni M_o dan past temperaturada sovutish hech qanday mahno bermaydi, chunki u qo'shimcha martensitli o'zgarishlarga olib kelmaydi.

Sovuq bilan ishlov berishdan maqsad – buyumning o'lchamlarini turg'un holiga keltirishdir. Katta miqdorda qoldiq austenitga ega bo'lgan toblangan po'lat strukturasi turg'un bo'lmaydi. Xona temperaturasida, hatto uncha katta bo'lmagan

temperaturaning klimatik pasayishlarida qoldiq austenit sekin - asta martensitga aylanadi. Bu aylanishlar hajmi oshishi bilan kechadi va buyumning o'lchamlari ham o'zgaradi. SHarikli va rolikli podshipniklar, kalibrlar va boshqa o'lchash asboblari kabi bunday buyumlarning o'lchamlari mikrometr aniqlikkacha saqlanishi kerak. Bu buyumlarni o'lchamlarini turg'unlashtirish, turg'unlashtirish uchun sovuq bilan ishlov beriladi. Juda ko'p hollarda toblangan detalni noldan past temperaturada sovutish talab etilmaydi, hatto +5 dan +10 °S gacha temperaturaga ega bo'lgan suvda sovutish ham yetarli hisoblanadi.

Sovuq bilan ishlov berishning boshqa yutug'iga - kesuvchi asboblari, shtamplar va o'lchash asboblarini qattiqligi va yeyilishga chidamliligini oshirish kiradi.

Sovuq bilan ishlov berish tsementatsiya qilingan legirlangan va konstruksion po'latlardan tayyorlangan detallarni qattiqligi va yeyilishga chidamliligini oshiradi va silliqlanganda hosil bo'ladigan darzlarni yo'qotadi. Yuqori uglerodli tsementatsiyalangan qatlamda toblashdan keyin yetarli darajada austenit miqdoriga ega bo'ladi, bu po'latni qattiqligini kamaytiradi va uning parchalanishi oqibatida silliqlanganda darzlar paydo bo'ladi.

Sovuq bilan ishlov berish yana po'latlarda paramagnit austenitni qo'shimcha tarzda ferromagnit martensitga o'tishi natijasida doimiy magnitlarni magnit xossalari ham oshiradi.

Toblashda yuzaga keladigan nuqsonlar

Toblash uchun qizdirishda va toblash jarayonida quyidagi nuqsonlar vujudga kelishi mumkin: darzlar, deformatsiyalanish va tob tashlash, uglerodsizlanish, yumshoq dog'lar, qattiqligining past bo'lishi. Toblash darzlari termik ishlov berish jarayonida paydo bo'ladigan, tuzatib bo'lmaydigan nuqsonlardir. Ular katta ichki kuchlanishlar tufayli yuzaga kelaadi. Katta o'lchamli shtamplarda toblash darzlari, xatto moyda toblanganda xam yuzaga kelishi mumkin. SHuning uchun shtamlarni 150-200 °S gacha tez bo'shatib sovitish kerak.

Konstruksiyasida o'lchami keskin o'zgaruvchan sirtlari, mexanik ishlov berishdan keyin qolgan dag'al tirnalgan joylari, o'tkir burchaklari, yupqa devorlar va hokazolari bo'lgan detallarda noto'g'ri qizdirish (o'ta qizdirish) va juda tez sovitish natijasida darzlar paydo bo'ladi.

Detailarning deformatsiyalanishi va tob tashlashi qizdirish va sovitish vaqtida strukturasi va shu strukturasi bilan bog'liq bo'lgan xajmiy o'zgarishlarining notekis bo'lishi natijasida, metallarda paydo bo'ladigan ichki kuchlanishlar tufayli ro'y beradi.

Detal sirtining utlerodsizlanishi va oksidlanishi asosan, uni toblash uchun qizdirganda pehdagi gaz yoki suyultirilgan tuzlar bilan reaksiyaga kirishishi natijasida sodir bo'ladi. Kesuvchi asboblarda bunday nuqsonlarni bo'lishi juda xavfli, chunki u asbobning puxtaligini bir necha marta kamaytirib yuboradi.

Yumshoq dog'lar - detal yoki asbob sirtidagi qattiqligi past bo'lgan qismlaridir. Bu nuqsonlar sirtida kuyindi yoki ifloslangan, uglerodsiz-langani joylar bo'lgan detallar toblash muhitida sovitilganda, shuningdek, detal toblash muhitida keragicha tez xarakatlantirilmaganda va detal sirtida bug' kuylagi xosil bo'lganda yuzaga keladi.

Asboblarni toblashda ko'pincha qattiqligining yetarli emasligiga kuzatiladi. Qattiqlikning yetarli bo'lmasligiga toblash muhitida kerakli darajada tez sovitilmasligi, toblash temperaturasi pastligi, shuningdek toblash uchun qizdirilganda yetarlicha ushlab turilmasligi sabab bo'ladi. Bu nuqsonni yo'kotish uchun detal yukori temperaturada bo'shatilib, qaytadan toblanadi. Toblash uchun detal o'ta qizdirilganda metall zarralari (donlari) yiriklashadi, mexanik xossalari esa yomonlashadi. Metall haddan ziyod mo'rt bo'lib qoladi. Detallarni qaytadan toblashdan oldin donachalarini (zarralarini) kichiklashtirish uchun, ularni yumshatish kerak.

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar:

1. Toblashnima ?
2. Polimorf o'zgarishlarga ega bo'lmagan toblash deganda nimani tushuna-siz ?
3. Polimorf o'zgarishlarga ega bo'lgan toblash haqida nimani bilasiz ?
4. Sirtqi yuzani eritish bilan bog'liq bo'lgan toblash nima ?
5. Har qanday toblashning asosiy parametrlariga nimalar kiradi?
6. Polimorf o'zgarishlarga ega bo'lmagan toblashdagi qizdirish va sovutish haqida nimani bilasiz ?
7. O'ta sovutilgan eritmani parchalanish kinetikasini tushuntirib bering ?
8. Martensit nima ?
9. Martensitli o'zgarishlarning boshlanish temperaturasi haqida nimani bilasiz ?
10. Martensitli o'zgarishlarning qaytuvchanligini tushuntirib bering ?
11. Martensitli o'zgarishlar mexanizmi haqida nimani bilasiz ?
12. Martensitgacha toblangan qotishmalarning mikrostrukturasini tushun-tirib bering ?
13. Martensitgacha toblangan qotishmalarning substrukturasini tushun-tirib bering ?
14. Beynit nima ?
15. Beynitli o'zgarishlar haqida nimani bilasiz ?

17-mavzu. Yumshatish va normallashtirish

Ma'ruzaning rejasini:

1. Yumshatish, to'la va chala yumshatish;
2. Past temperaturali yumshatish;
3. Gomogenlovchi (diffuzion) yumshatish;
4. Normallashtirish;
5. Normallashtirdan maqsad va uning qo'llanilishi.

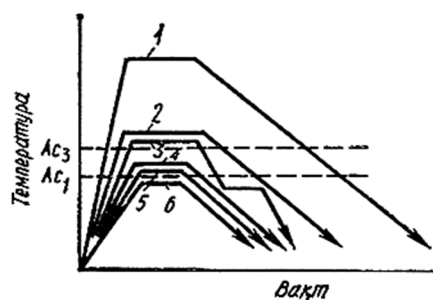
Tayanch so'z va iboralar: yumshatish, to'la yumshatish, chala yumshatish, past temperaturali bo'shatish, gomogenlovchi yumshatish, qizdirish, sovutish, havoda sovutish, pechg' bilan sovutish, normallashtirish, kimyoviy notekislik, ichki kuchlanish, zo'riqish

Quyish, prokatlash, bolg'alash va boshka ishlov berishlardan so'ng zagotovka notekis soviydi. Natijada bir jinsli struktura xosil bo'lmaydi, turli joylarida zagotovkaning xossalari turlicha bo'ladi, ichki kuchlanishlar paydo bo'ladi. Bundan tashqari likvatsiya tufayli quymaning kimyoviy tarkibi ham bir xil bo'lmaydi. Bu nuqsonlarni yo'qotish uchun termik ishlov beriladi, unga yumshatish va normallashtirish kiradi.

Yumshatish zagotovka yoki buyumni kerakli temperaturagacha qizdirish, shu temperaturada ushlab turib, so'ngra asta-sekin sovutishdan iborat: uglerodli po'latlar soatiga 200°S , legirlangan po'latlar esa soatiga $30-100^{\circ}\text{S}$ tezlik bilan sovutiladi. Bunda qoldiq kuchlanishlarsiz barqaror struktura olinadi.

Yumshatishdan maqsad ichki kuchlanishlarni yo'qotish, strukturaning bir xil bo'lishiga erishish, ishlov berishni yaxshilash hamda keyingi termik ishlov berish operatsiyasiga tayyorlashdan iborat.

Qanday xossali po'lat olinishiga qarab, turli xil yumshatish usullaridan foydalaniladi (6.2-rasm); 1-diffuzion yumshatish; 2-to'la yumshatish; 3-izotermik yumshatish; 4-chala yumshatish; 5-sferoidlovchi yumshatish; 6-rekristallazitsion yumshatish.



6.2-rasm. Turli xil yumshatish tartiblari.

Diffuzion (gomogenlovchi) yumshatishdan po'lat va shakldor quyimalarning kimyoviy ko'p jinsligini kamaytirish uchun foydalaniladi.

Ayniqsa legirlangan po'latdan olingan quymalar bir xil tuzilishga ega emas. Tuzilishining bir xil emasligi, karbidli va dendritli likvatsiya-lar tufayli bo'ladi, chunki karbidlar hosil bo'ladigan joylarda yoki dendritlarning o'rta qismida legirlovchi elementlar to'planadi. Quymalarning kimyoviy tarkibini bir xillashtirish uchun, ular yuqori temperaturagacha qizdiriladi, bunda elementlar atomlarining xarakati juda tezlashadi. Natijada atomlar kimyoviy elementlar ko'p to'plangan joylardan kamroq joylarga suriladi. Bunday diffuziya tufayli quymaning hajmi buyicha kimyoviy tarkibi tekislanadi.

Po'lat 1000-1100°S temperaturagacha qizdiriladi, shu temperaturada 10-20 soat mobaynida tutib turiladi, so'ngra 600-650°S gacha sekin sovitiladi (6.2-rasm, 1-egri chiziq). Diffuzion yumshatio'da po'lat donachalari o'sadi, bu nukson mayda donacha xosil bo'lguncha qayta yumshatish (to'la yumshatish) bilan yo'qotiladi. Po'lat yuqori mexanik xossalarga ega bo'ladi.

To'la yumshatishdan (6.2-rasm, 2-egri chiziq) (zarralarni) donachalarni maydalashtirish va ichki kuchlanishlarini yo'qotish maqsadida evtektoid-gacha bo'lgan po'latlar uchun, asosan pokovka va quymalarga issik holda bosim ostida ishlov berilgandan keyin foydalaniladi. Bunga po'latni yuqori kritik nuqta A_{s3} dan 30-50°S yuqori temperaturada qizdirib, sekin sovitish bilan erishiladi. To'la yumshatishda po'latning qattiqligi va mustahkamligi kamayadi, sgrukturasi bir-muncha yaxshilanadi va plastinkasimon perlit hosil bo'ladi.

Po'lat A_{c3} temperaturadan yuqori temperaturada qizdirilganda perlit austenitga aylanadi. Bu quyidagicha sodir bo'ladi: boshlang'ich bosqichda austenitning mayda kristallari paydo bo'ladi, ular esa temperatura ko'tarilishi bilan o'sadi. Temperatura A_{c3} dan ozgina (30-50°S ga) ko'tarilganda austenitning hosil bo'lgan kristallari hali mayda bo'ladi. Keyinchalik A_{c1} dan past temperaturagacha sovitilganda ferrit-perlit turdagi bir jinsli mayda zarrali struktura hosil bo'ladi. Bunda bitta austenit donasi (zarrasi) chegarasida bir necha perlit zarralari hosil bo'ladi. Ular o'zlari hosil bo'lgan austenit zarralaridan ancha mayda bo'ladi.

Uglerodli po'latlardan tayyorlangan detallarni qizdirish temperaturasi holat diagrammasida (6.3-rasm), legirlangan po'latlar uchun mahlumotnoma jadvallarida keltirilgan, ularning kritik nuqtalari A_{c3} holatiga qarab aniqlanadi.

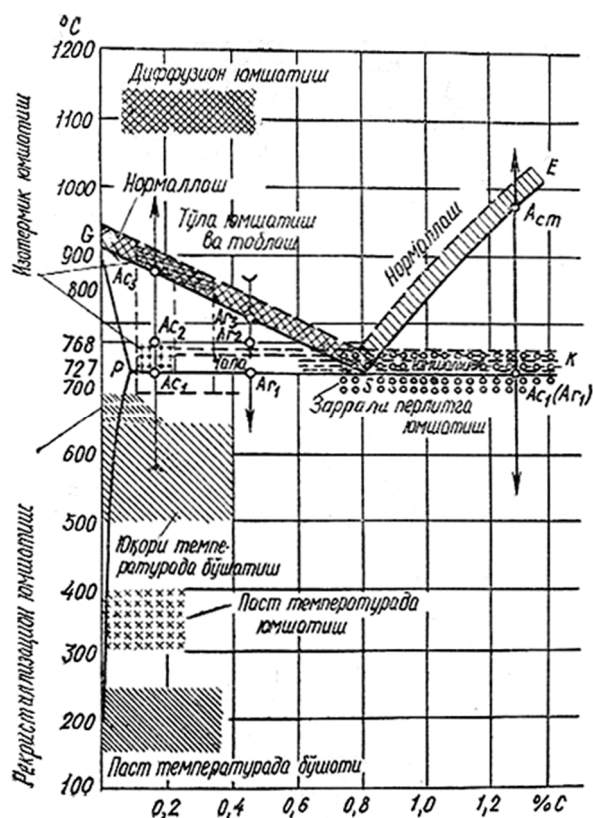
CHala yumshatish quyidagidan iborat: po'lat SK chizig'idan 30-40°S ga yuqoriroq temperaturagacha, taxminan 750-760°S gacha qizdiriladi. Asbobsozlik uglerodli po'latlar uchun yumshatish birdan-bir termik ishlov berish usuli hisoblanadi. Bunda donador (zarrali) perlit hosil bo'ladi, natijada po'latning ishlanuvchanligi yaxshilanadi va kuchlanish kamayadi.

Evtektoid va evtektoiddan keyingi po'latlardan donador (zarrali) perlit olinguncha yumshatiladi. Qizdirilib, belgilangan temperaturada 3-5 soat tutib turilgach, pech bilan birgalikda asta-sekin sovitiladi.

Izotermik yumshatish (6.2-rasmda, 3-egri chizik) da austenit ferrit-tsementitli aralashmaga o'zgaras temperaturada parchalanadi. Bu bilan u boshqa yumshatish turlaridan farq qiladi. Yumshatishning boshqa turlarida bunday parchalanish temperatura uzluksiz pasayishi sharoitida sovish davrida sodir

bo'ladi. Austenit parchalanib bo'lgach, sovish tezligi-ning ahamiyati deyarli qolmaydi, shuning uchun izotermik tutib turishdan keyin sovitish havoda o'tkaziladi. Izotermik yumshatishda konstruksion po'latlar A_{c1} nuqtadan 50-100°S yuqori temperaturagacha qizdiriladi.

Po'lat tutib turilgach, suyultirilgan tuzda asta-sekin A_{r1} nuqtadan pastroq temperaturagacha (680-700°S, 6.2-rasmga qarang) sovtiladi. Bu temperaturada austenit perlitga to'la aylangunga qadar izotermik ushlab turiladi, so'ngra tinch havoda sovtiladi. O'lchamlari uncha katta bo'lmagan legirlangan po'latdan yasalgan buyumlar izotermik yumshatilganda termik ishlov berish muddati to'la yumshatishga qaraganda 2-3 marta tezlashadi. Yirik buyumlarda vaqtdan yutishning iloji yo'q, chunki buyum hajmi bo'yicha temperaturani tekislash uchun ko'p vaqt kerak bo'ladi. Izotermik yumshatish murakkab legirlangan po'latlarning, masalan, 18X2NCHVA po'lat qattiqligini kamaytirish va kesib ishlov berilishini yaxshi usuli hisoblanadi.



6.3-rasm. Uglерodli po'latni yumshatish, normallash, toblash va bo'shatish uchun qizdirish intervallari ko'rsatilgan xolat diagrammasi

Sferoidlovchi yumshatish (6.2-rasm, 5-egri chiziq) natijasida plas-tinkali perlit zarrali (donador) sferoidlangan perlitga aylantiriladi. Bu po'latlarni kesib ishlov berishini yaxshilaydi. donali perlit olish uchun yumshatish quyidagi tartibda o'tkaziladi: po'lat A_{s1} nuqtadan bir oz yuqoriroq temperaturagacha qizdiriladi, keyin avval 700°S gacha, so'ngra 550-600°S gacha, keyinchalik havoda sovtiladi. Sferoidlovchi yumshatish tarkibida 0,65% dan ko'proq uglerod bo'lgan SHX15 markali sharikli podshipnikbop po'latlarni yumshatishda qo'llaniladi.

Rekristalizatsion yumshatish (6.2-rasm, 6-egri chiziq) sovuq holda prokatlashda, cho'zish yoki shtamplashda metallning plastik deformatsiyasi tufayli paydo bo'ladigan qattiqlashgan qismi (naklep) ni yo'qotish uchun qo'llaniladi. Metallning sovuq holda plastik deformatsiyasi tufayli mustaxkamlanishiga puxtalash deyiladi. Sovuq holda metallni prokatlash, shtamplash, cho'zishda uning donalari deformatsiyalanib, maydalanadi. Bu metallning qattiqligini oshiradi, uning plastikliгинi kamaytirib, mo'rt qilib qo'yadi. Puxtalanishning moxiyati ham shunda.

Rekristalizatsion yumshatishda po'lat Ac_1 nuqtadan past temperaturagacha ($650-700^\circ S$) qizdiriladi, so'ngra asta-sekin sovitiladi. Metall $650-700^\circ S$ gacha qizdirilganda (rekristalizatsion yumshatish) atomlarning diffuzion qo'zg'aluvchanligini oshiradi va qattiq holatda ikkilamchi kristalizatsion jarayonlar (rekristallanish) sodir bo'ladi.

Deformatsiyalangan zarralar chegaralarida yangi kristallanish markazlari paydo bo'lib, ular atrofida qaytadan panjara hosil bo'ladi. Deformatsiyalangan eski donalar o'rnida yangi teng o'qli donalar o'sib chiqadi va deformatsiyalangan struktura to'la yo'qoladi. Bunda metallning dastlabki strukturasi va xossalari tiklanadi.

Po'latni Ac_3 va As_m kritik nuqtalardan $30-50^\circ S$ temperaturagacha ortikrok qizdirib, ushbu temperaturada ushlab turish hamda tinch xavoda sovitishga normallashtirish deyiladi (7.3-rasm). Normallashtirishda ichki kuchlanishlar kamayadi, po'lat kayta kristallanadi, payvand choklar, quyma va pokovkalarining yirik zarrali strukturasi maydalashadi. Po'latni normallashtirish yumshatishga qaraganda ancha qisqa termik ishlov berish jarayoni xisoblanadi, shuning uchun u unumdirdir. SHuning uchun uglerodli va kam legirlangan po'latlar ko'pincha yumshatilmay, normallashtiriladi. Po'latdagi uglerod miqdori ortishi bilan yumshatilgan va normallashtirilgan po'latlar orasidagi farq ortadi. Tarkibida 0,2% gacha uglerod bo'lgan po'latlarni normallashtirish maqsadga muvofiqdir. Tarkibida 0,3-0,4% uglerod bo'lgan po'latlarni normallashtirishda yumshatishga qaraganda qattiqlik ortadi, buni ehtiborga olmoq zarur. SHuning uchun yumshatishni har vaqt normallashtirish bilan almashtirib bo'lmaydi. Normallashtirishdan so'ng qotishmalar mayda donali strukturaga ega bo'ladi va yumshatilgandagiga qaraganda birmuncha kattaroq mustaxkamlik va qattiqlikka ega bo'ladi.

18-mavzu. Bo'shatish

Ma'ruzaning rejasi:

1. Toblangan po'latlarni bo'shatish;
2. Bo'shatish turlari.

Tayanch so'z va iboralar: po'lat, toblash, toblangan po'lat, bo'shatish, bo'shatish turlari, past temperaturali bo'shatish, o'rtacha temperaturali bo'shatish,

yuqori temperaturali bo'shatish, konstruksion po'latlar, asbobsozlik po'latlari, prujina va resoralar uchun qo'llaniladigan po'latlar, qattqlik, struktura, bo'shatishdan keyingi struktura

Bo'shatish termik ishlov berishning yakunlovchi operatsiyasi bo'lib, toblangan po'latni kritik nuqtadan (A_{s1}) past temperaturagacha kizdirish, shu temperaturada ushlab turish xamda sekin yoki tez sovitishdan iborat. Bo'shatishdan maqsad po'latdagi kuchlanishni ketkazish yoki yo'kotish, xamda kovushqoqligini oshirib, qattqligini kamaytirishdan iborat. Bo'shatish uchun po'lat 150-600°S temperaturagacha qizdiriladi. Qizdirish temperaturasiga ko'ra past, o'rtacha va yuqori temperaturada bo'shatish turlari bo'ladi:

Past temperaturada bo'shatishda toblangan po'lat 150-250°S gacha qizdiriladi. Mahlum vaqt (1-3 soat) ushbu temperaturada tutib turilganda detal bo'shatilgan martensit strukturasini oladi. Past temperaturada bo'shatilganda toblashda yuzaga kelgan kuchlanishlar yo'qotiladi. Agar po'latda qoldiq austenit anchagina bo'lsa, past temperaturada bo'shatilgandan so'ng, qattqligi 2-3 birlikka ortishi mumkin. Past temperaturada bo'shatish asbobsozlik po'latlari tsementatsiyalangandan, sirti toblangandan keyin qo'llaniladi;

Toblangan po'latni o'rtacha temperaturada bo'shatish uchun 350-450°S temperaturagacha qizdiriladi. Natijada troostit strukturasini hosil bo'ladi. Bunday bo'shatishdan so'ng, buyumlarning elastikligi yaxshi, qovushqoqligi yetarli darajada bo'lishi bilan birga qattqligi (41-46 HRC) va mustahkamligi nisbatan katta bo'ladi. SHuning uchun prujina va resorlar o'rtacha temperaturalarda bo'shatiladi;

Yuqori temperaturada bo'shatishda toblangan buyumlar 450-650°S gacha qizdiriladi. SHu temperaturada kizdirilib, mahlum vaqt tutib turilgach, sorbit strukturasini hosil bo'ladi. Normallashtan keyin olingan sorbitdan farqli ravishda yuqori temperaturada bo'shatishdan so'ng tsementit donador strukturaga ega bo'ladi. Bu zarbiy qovushqoqlikni keskin oshiradi. SHuning uchun foydalanayotgan paytda zarbiy kuchlar tushadigan mashina detallari yukori temperaturalarda bo'shatiladi.

Toblash bilan yuqori temperaturada bo'shatish birgalikda po'latning xossalari yaxshilash deb ataladi. Bo'shatish temperaturasi qancha yukori bo'lsa, zarbiy qovushqoqlik shuncha kattalashadi, lekin bahzi konstruksion po'latlarda zarbiy qovushqoqlikning kamayishi ham kuzatiladi. Bu nuqsonni bo'shatish mo'rtligi deyiladi, u bo'shatishdagi sovitish tezligiga bog'liq bo'lib, martensitning sorbitda notekis aylanishi bilan tushuntiriladi. Uglerodli po'latlardan yasalgan detallar qaytadan kizdirilganda bo'shatish mo'rtligi kuzatilmaydi. Legirlangan po'latlar uchun bo'shatish mo'rtligi qaytadan sodir

bo'laveradi, shuning uchun bo'shatish mo'rtligiga moyil bo'lgan po'latlardan yasalgan buyumlarni qiziydigan sharoitda ishlatib bo'lmaydi.

19-mavzu. Yuzani toblash

Ma'ruzaning rejasi:

1. Yuzani toblash;
2. Gaz alangasi yordamida va induksion toblash;
3. Induksion toblashda ishlatiladigan kichik toblanish chuqurligiga ega bo'lgan po'latlar.

Tayanch so'z va iboralar: toblash, yuzani toblash, induksion toblash, po'latlar, induksion toblash, toblanish chuqurligi, gaz alangasi, lazer, lazer yordamida toblash, yuqori chastotali tok (YuCHT)

Buyumlar yuzasini toblashda ma'lum bir (talab etiladigan) chuqurlikda, faqat yuza qatlam toblanadi, buyumning o'zagi esa toblanmasdan qoladi.

Yuzani toblashdan asosiy maqsad: ishlov beriladigan buyumning qattiq-ligi, yeyilishga chidamliligi va chidamlilik chegarasini oshirishdir. Buyumning o'zagi esa ,qovushqoq holatda qolib, zarb yuklanishlarini qabul qila oladi. Amaliyotda ko'proq , yuqori chastotali tok (YuCHT) yordamida buyum yuzasini induksion qizdirish orqali toblash jarayoni qo'llaniladi.

Elektr tok, detal yahni o'tkazgich orqali o'tib, qarshilikka uchraydi, bu-ning natijasida uni qizdiradi. Bunday issiqlik miqdori Q ni ma'lum formula orqali hisoblash mumkin:

$$Q = 0,239 \times 4,184 I^2 R \tau ;$$

Tok kuchi I ni o'zgartirib, turli miqdordagi issiqlik miqdori va o'z navbatida turli temperatura va qizdirish tezligini olish mumkin. Metall-dagi qarshilik R metall turiga bog'liq bo'ladi. Tokni tahsir etish vaqti τ ish unumdorligini oshirish maqsadida kam olinadi.

Elektr termik ishlov berishning xarakterli tomonlaridan biri, buyum-ning juda katta tezlik bilan qizdirilishidir, bunda buyum pechda tashqi issiqlik manbasiga nisbatan yuz va hatto ming marta yuqori tezlik bilan qiziydi. Metallning, faqat yuza qatlami qizdiriladi, bunda tok chastotasi qanchalik katta bo'lsa, buyumning

chuqurligi shunchalik kam qizdiriladi, o'z navbatida buyum toblanadi. Hozirgi vaqtda elektr tok bilan qizdirishda yuqori chastotali tokdan foydalanilmoqda.

Buyumni YuCHT yordamida qizdirishda o'tkazgich (induktor) orqali o'tadigan o'zgaruvchan tok bilan hosil qilinadigan magnit oqimi induktor ichida joylashtirilgan detalni metallini induktsiyalaydi, o'rama tok bilan detal qizdiriladi.

Mahlumki, shaxar elektr tarmog'ida odatdagi o'zgaruvchan tok 50 Gts chastotaga ega bo'lib, past chastotali (ishlab chiqarish chastotali) toklar qatoriga kiradi. 50 Gts chastotadan yuqori chastotaga ega bo'lgan o'zgaruvchan tok esa yuqori chastotali tokka kiradi.

Metallni induktsion qizdirishda qo'llaniladigan YuCHT maxsus mashina generatori yordamida olinadi va unda chastota 500 Gtsdan 5000 Gtsgacha, hatto 15000 Gtsgacha boradi yoki lampali genaratoridan YuCHT olinib, uning chastotasi 10000000 Gtsgacha boradi.

O'tkazgich kesimi bo'ylab o'zgaruvchan tokni taqsimlanishi bir tekis emas. O'tkazgich yuzasida tok zichligi o'zagiga nisbatan katta. Amaliy jixatdan tok o'tkazgichning sirtqi qatlami orqali o'tib, uning chuqurligi (δ) chastotaga bog'liq bo'ladi:

$$\delta = 5030 \sqrt{\mu \epsilon} / f$$

bu yerda, f – tok chastotasi, Gts; δ – tok kirish chuqurligi, sm; ϵ – solishtirma elektr qarshilik, Om; μ – magnit o'tkazuvchanlik, Gs/E.

Yuqorida keltirilgan formuladan ko'rinib turibdiki, qanchalik chastota f katta bo'lsa, tokni kirish chuqurligi δ shunchalik kichik bo'ladi. SHuning uchun kichik o'lchamli detallarni uncha katta bo'lmagan chuqurlikda qizdirish-da lampali generatorlardan, katta gabaritli detallarni katta bo'lgan chuqurlikkacha qizdirishda esa (2-3 mmdan yuqori) mashinali generatorlardan foydalaniladi.

Detailarni to'g'ri va imkoniyat darajasida bir tekisda induktsion qizdirishning asosiy sharti – har bir detal uchun uning shakli va o'lchamiga mos induktorni yaratishdir. Induktor, asosan qizil mis trubasidan qopqon yoki vitka ko'rinishida tayyorlanadi. Induktorni ichiga qizdiriladigan detal joylashtiriladi. So'ngra detalni qizdirilgan qismini induktordan suv dushi qurilmasi (spreyeri) tomon surilib, detal toblanadi.

YuCHTni yutug'i quyidagilardan iborat: a) yuqori ish unumdorlikka ega ekanligi; b) uglerod va boshqa elementlarni yonib ketmasligi hamda aytarli darajada oksidlanish va oksidlarni hosil bo'lmasligi; v) detallarni minimal qishayishi; g) toblangan qatlam qalinligini aytarli aniq darajada regulirovka, boshqarish mumkinligidir. Ishlov berishning bunday yutug'i, yuqori ish unumdorligi va avtomatlashtirish mumkinligi detallarni YuCHT bilan

induktsion qizdirib, toblashni termik ishlov berishning ratsional usullaridan biri bo'lishiga olib keladi.

Yuzani toblash jarayonida, odatda uglerod miqdori 0,4 % va undan yuqori bo'lgan oddiy uglerodli po'latlar qo'llaniladi. Legirlangan po'latlarni ushbu maqsadda ishlatish mumkin emas, chunki chuqur toblanish chuqurlikka legirlash orqali ham ega bo'lish mumkin. SHu bilan birga, bahzi hollarda kichik toblanish chuqurligiga ega bo'lgan po'latlarni ishlatish talab qilinadi. Masalan, tishli g'ildirakni xamma konturi bo'yicha bir tekisda qizdirish o'ta qiyindir.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, YuCHT yordamida toblangan 1 mm qatlam olish uchun 50000-60000 Gts, 2 mm qatlam olish uchun 15000 Gts va 4 mm qatlam olish uchun esa hammasi bo'lib, taxminan 4000 Gts chastota zarur bo'ladi.

Toblanish chuqurligi A_{s3} kritik nuqtadan yuqori temperaturagacha qizdirish chuqurligiga taxminan teng bo'lib, detalni ichki chuqurlik qatlami kritik nuqtadan past temperaturada qizdiriladi va sovutilganda esa puxtalanmaydi. Zarur bo'lgan hollarda detal o'zagini mustahkamligini oshirish uchun yuza toblashdan oldin, detal normalizatsiya qilinadi.

Optimal puxtalangan qatlam qalinligini tanlash, detalni ishlash sharoitiga qarab, tanlanadi. Agar buyum, faqat yeyilishga yoki toliqish sharoitiga ishlasa, toblangan qatlam qalinligini ko'proq 1,5-3 mm qilib, olinadi. Yuqori kontaktli yuklanishda va qayta shlifovka qilish mumkinligi holatida toblangan qatlam qalinligi 4-5 mm qilib, olinadi. O'ta katta kontaktli yuklanishlarda esa, masalan sovuq holda prokatlaydigan valiklar uchun toblangan qatlam qalinligi 10-15 mm va undan yuqori bo'lishi mumkin.

Odatda, toblangan qatlam qalinligi, detalning hamma kesim yuzasini 20 %idan ko'p bo'lishi kerak emas. Tishli g'ildirak uchun esa bu ko'rsatkich uning modulini 0,2-0,28%ini tashkil qilish kerak.

Induktsion qizdirish orqali toblashning quyidagi usullari mavjud:

- 1) buyumning hamma yuzasi bo'yicha bir vaqtning o'zida qizdirish va soutish jarayoni bo'lib, u uncha katta bo'lmagan puxtalash yuzasiga ega bo'lgan buyumlar uchun qo'llaniladi. Ularga valik, o'qli asboblar, barmoqlar va boshqalar misol bo'la oladi;
- 2) buyumning alohida joylarini ketma-ketlik tarzda qizdirish va sovutish bo'lib, bunga tirsakli vallarini sheekasini toblashda (bunda, tirsakli val sheykasini birin ketin ketma-ketlik tarzda qizdirish va sovutish), 6 va undan ortiq modulga ega bo'lgan tishli g'ildirak (tishli g'ildirak tishini ketma-ket toblash), taqsimlanish vallarini kulachoklarni toblash kiradi;
- 3) uzluksiz-ketma-ket tarzda qizdirish va sovutish bo'lib, bu usul uzun vallarni, o'qlarni va boshqalarni toblashda qo'llaniladi. Bu holda buyum qo'zg'almas induktor va sovutish qurilmasiga nisbatan xarakat qiladi. Buyumni induktsion qizdirish yordamida toblashdan keyin, u 160–200^oS

temperaturada past temperaturada bo'shatiladi.

Yuzani induksion qizdirish orqali toblashda 0,4-0,5 % S ga ega bo'lgan po'latlardan (40, 45, 40X, 45X, 40XN va boshqalar) foydalaniladi. Toblashdan so'ng, buyum yuqori qattqlikka (HRC 50-60), yeyilishga qarshilikka va mo'rtlikdan yemirilishga moyil emaslikka ega bo'ladi.

Buyumni YuCHT bilan chuqur qizdirishda maxsus ishlab chiqilgan yoki toblanish chuqurligi reglament qilingan po'latlardan foydalaniladi. Bu holga po'latdagi qo'shimchalarni (Mn, Cr, Ni va boshqalarni) miqdorini kamaytirib, po'latda erimaydigan zarrachalar AlN, TiC va boshqalarni borligi tufayli austenitni mayda va barqaror donasi olinadi. Ko'proq kam toblanish chuqurligiga ega bo'lgan 0,55 -0,63 % S ga va 0,55%dan kam miqdorda Si, Mn, Cr, Ni kabilar bo'lgan po'latlar (55PP) va 0,44-0,51 % S , 0,9-1,2 % Mn, 0,06-0,12 %Ti ga ega bo'lgan toblanish chuqurligi reglamentirlangan po'latlar (47 GT) YuCHT bilan buyumlarni chuqur qizdirib, toblashda ishlatiladi.

Induksion qizdirish yordamida buyumning yuzasini toblashda HRC qattqlik pechda qizdirib, toblashga qaraganda 3-5 birlikka katta bo'ladi. Bu hodisa asosan, buyumni toblash jarayonida bo'shatishni talab etmaydigan, martensitli o'zgarishlar temperatura intervalida yuzani toblashning yuqori tezlikda amalga oshirilishi bilan tushuntiriladi. Induksion qizdirish yordamida yuzani toblashdan so'ng austenit donasi o'lchami haqiqat ham pechda qizdirib ,odatdagi toblashga (7-10 ball) qaraganda mayda bo'ladi (11-12 ball). Buyumni dastlabki yaxshilash yoki normallashtan so'ng mayda dispersli dastlabki struktura olib va unga austenit hosil qilishda yuqori qizdirish tezligiga (500-1000 °S/s) ega bo'lishi austenitning o'ta kichik donasi (14-15 ball) va martensitni olish imkoni beradi. Bunday donachaga ega bo'lgan po'lat yuqori mustahkamlikka ($\sigma_v=2500\text{MPa}$) va plastiklikka ($\delta=20\%$) ega bo'ladi.

Gaz alangasida toblash

Bu usuldagi toblash katta gabaritli buyumlar (prokat valiklari, vallar va boshqalar) uchun qo'llaniladi. Detal yuzasi yuqori temperaturaga (2400-3150 °S) ega bo'lgan gaz alangasi yordamida qizdiriladi. Sezilarli darajada-gi issiqlik tahsiri natijasida buyumning yuzasi toblash temperaturasigacha tezda qiziydi, a detalning o'zagi qizishga ulgirmaydi. Keyingi tezda sovi-tish detal yuza qatlamining toblanishini tahminlaydi. Yonilg'i sifatida atsetilen, tabiiy gaz hamda kerosin qo'llaniladi. Toblangan qatlam qalinligi 2-4 mm, uning qattqligi 0,45-0,5 % S ega bo'lgan po'latlar uchun 50-56HRCdir. Mayin yuza qatlamida martensit, pastki qatlamlarda esa troostomartensit hosil bo'ladi.

Lazer yordamida qizdirib, yuzani toblash

Lazer bu yorug'lik generatoridir (optik diapazondagi kvant generatorla-ri). Bu ishning asosida atomlarning (molekulalarning) induksion nurla-nishi yordamida elektomagnet tebranishning kuchayishidir. Lazer nurlari monoxromatik bo'lib, juda kichik darchadan (puchokdan) tarqaladi va sezilarli yuqori darajadagi energiya miqdori bilan xarakterlanadi. Ishlab chiqarish maqsadlarida ko'proq SO₂-lazerlar

6-modulg'. Kimyoviy-termik ishlash nazariyasi va texnologiyasi

20 - Mavzu: Kimyoviy-termik ishlov berish

Ma'ruzaning rejasi:

1. Kimyoviy-termik ishlov berish;
2. Kimyoviy-termik ishlash jarayoni, vazifasi va qo'llanilish sohalari;
3. Kimyoviy-termik ishlov berish jarayonlardagi umumiy qonuniyatlar: adsorbtsiya, diffuziya, atom holatidagi reagentlarni olish;
4. Diffuziya jarayonlarni umumiy qonuniyatlari;
5. Atomli va reaktiv diffuziya;
6. Atomli va reaktiv diffuziyada diffuziyalangan qatlamlarni tuzilishi;
7. Kimyoviy-termik ishlashning turlari.

Tayanch so'z va iboralar: kimyoviy-termik ishlov berish, jarayon, adsorbtsiya, diffuziya, atom holatidagi reagentlar, diffuziya, diffuziya jarayonlari, atomli diffuziya, reaktiv diffuziya, qatlam, diffuziyalangan qatlam, to'yinish, yuzani to'yintirish, kimyoviy-termik ishlov berish turlari

Metall va qotishmalarni sirtqi qatlamini kimyoviy tarkibi, strukturasi va xossasini o'zgartirish maqsadida ularga termik va kimyoviy tahsirlarni birgalikda amalga oshirish jarayoni bilan bog'liq bo'lgan ishlovga kimyoviy-termik (yuzani legirlash) ishlov berish deyiladi.

Kimyoviy-termik ishlov berish (KTIB) deganda po'latni sirqi qatlamini nometall materiallar (C, N, Si, B va boshqalar) va metallar bilan (Cr, Al va boshqalar) faol suyuqlik yoki gaz muhitida ma'lum bir temperaturada ushlab turish jarayonida diffuziya yordamida to'yintirish jarayoni tushuniladi.

KTIBda bir vaqtning o'zida bir qancha jarayonlar kechadi:

- 1) tashqi muhitda (yoki alohida reaksiya bo'limida) diffuziyalanuvchi elementni atomar (ionlashgan holatda) holatda hosil bo'lishi; ishlov beriladigan metallni (buyumni) sirtida diffuziyalanuvchi elementning yuqori miqdorini tahminlovchi to'yintiruvchi atmosferani yuzaga keltirish; to'yintiruvchi muhitdan metallga o'tadigan atomlar miqdori, asosan to'yintiruvchi modda ajratib chiqaradigan kimyoviy reaksiyalar (yoki bug'lanishlar) tezligi bilan aniqlanadi;
- 2) to'yintiruvchi element ionlari bilan asosiy metall (xemosobtsiya) o'rtasida kimyoviy bog'lanish hosil qiladigan metallar sirtida atomlar (ionlar) adsorbtsiyasini hosil bo'lishi;
- 3) ishlov beriladigan metall (buyum) yuzasidan ichkarisiga qarab adsorbtsiyalangan atomlarning diffuziyasi kuzatiladi.

Diffuziya natijasida diffuziyali qatlam hosil bo'ladi. Diffuziyali qatlam deganda detal materiali qatlamini to'yintirish yuzasi o'zining kimyoviy tarkibi, strukturasi va xossasi bilan o'zgarishi tushuniladi.

Metall yuzasidan ichkarisiga qarab, diffuziyalanuvchi element miqdori kamayadi (1-ram). Buning natijasida struktura va xossa o'zgaradi. Metallni turli elementlar bilan to'yintirishda, masalan temirni, qatlamni tuzilishi umumiy qoidalarga bo'ysinadi. Bu qonunlarga muvofiq diffuziya Fe-M (M – boshqa xar qanday element) faza muvozanat diagrammasidagi bir fazali sohaga mos kelib, bir fazali qatlam hosil bo'lishiga olib keladi. Diffuziya qatlami bir fazali soha kabi shunday ketma-ketlikda holat diagrammasida berilgan temperatura to'yinishida hosil bo'ladi. Bitta fazadan boshqa fazaga o'tishda miqdorni tez o'sishi kuzatiladi. Bu holatni temir-diffuziyalovchi element holat diagrammasida ko'rib chiqamiz.

20 - Mavzu: Kimyoviy-termik ishlov berish

Ma'ruzaning rejasi:

1. Kimyoviy-termik ishlov berish;
2. Kimyoviy-termik ishlash jarayoni, vazifasi va qo'llanilish sohalari;
3. Kimyoviy-termik ishlov berish jarayonlardagi umumiy qonuniyatlar: adsorbtsiya, diffuziya, atom holatidagi reagentlarni olish;
4. Diffuziya jarayonlarni umumiy qonuniyatlari;
5. Atomli va reaktiv diffuziya;
6. Atomli va reaktiv diffuziyada diffuziyalangan qatlamlarni tuzilishi;
7. Kimyoviy-termik ishlashning turlari.

Tayanch so'z va iboralar: kimyoviy-termik ishlov berish, jarayon, adsorbtsiya, diffuziya, atom holatidagi reagentlar, diffuziya jarayonlari, atomli diffuziya, reaktiv diffuziya, qatlam, diffuziyalangan qatlam, to'yinish, yuzani to'yintirish, kimyoviy-termik ishlov berish turlari

Metall va qotishmalarni sirtqi qatlamini kimyoviy tarkibi, strukturasi va xossasini o'zgartirish maqsadida ularga termik va kimyoviy tahsirlarni birgalikda amalga oshirish jarayoni bilan bog'liq bo'lgan ishlovga kimyoviy-termik (yuzani legirlash) ishlov berish deyiladi.

Kimyoviy-termik ishlov berish (KTIB) deganda po'latni sirqi qatlamini nometall materiallar (C, N, Si, B va boshqalar) va metallar bilan (Cr, Al va boshqalar) faol suyuqlik yoki gaz muhitida mahlum bir temperaturada ushlab turish jarayonida diffuziya yordamida to'yintirish jarayoni tushuniladi.

KTIBda bir vaqtning o'zida bir qancha jarayonlar kechadi:

- 1) tashqi muhitda (yoki alohida reaksiya bo'limida) diffuziyalanuvchi elementni atomar (ionlashgan holatda) holatda hosil bo'lishi; ishlov beriladigan metallni (buyumni) sirtida diffuziyalanuvchi elementning yuqori miqdorini tahminlovchi to'yintiruvchi atmosferani yuzaga keltirish; to'yintiruvchi muhitdan metallga o'tadigan atomlar miqdori, asosan to'yintiruvchi modda ajratib chiqaradigan kimyoviy reaksiyalar (yoki bug'lanishlar) tezligi bilan aniqlanadi;
- 2) to'yintiruvchi element ionlari bilan asosiy metall (xemosobtsiya) o'rtasida kimyoviy bog'lanish hosil qiladigan metallar sirtida atomlar (ionlar) adsorbtsiyasini hosil bo'lishi;
- 3) ishlov beriladigan metall (buyum) yuzasidan ichkarisiga qarab adsorbtsiyalangan atomlarning diffuziyasi kuzatiladi.

Diffuziya natijasida diffuziyali qatlam hosil bo'ladi. Diffuziyali qatlam deganda detal materiali qatlamini to'yintirish yuzasi o'zining kimyoviy tarkibi, strukturasi va xossasi bilan o'zgarishi tushuniladi.

Metall yuzasidan ichkarisiga qarab, diffuziyalanuvchi element miqdori kamayadi (1-ram). Buning natijasida struktura va xossa o'zgaradi. Metallni turli elementlar bilan to'yintirishda, masalan temirni, qatlamni tuzilishi umumiy qoidalarga bo'ysinadi. Bu qonunlarga muvofiq diffuziya Fe-M (M – boshqa xar qanday element) faza muvozanat diagrammasidagi bir fazali sohaga mos kelib, bir fazali qatlam hosil bo'lishiga olib keladi. Diffuziya qatlami bir fazali soha kabi shunday ketma-ketlikda holat diagrammasida berilgan temperatura to'yinishida hosil bo'ladi. Bitta fazadan boshqa fazaga o'tishda miqdorni tez o'sishi kuzatiladi. Bu holatni temir-diffuziyalovchi element holat diagrammasida ko'rib chiqamiz.

21 - Mavzu: TSementatsiyalash jarayoni

Ma'ruzaning rejasi:

1. TSementatsiyalash, ahamiyati va maqsadi;
2. TSementatsiyalash uchun ishlatiladigan po'latlar;
3. TSementatsiyalash jarayonlarini turlari;
4. Qattiq, suyuq va gaz muhitida tsementatsiyalash jarayonlari mexanizmi;
5. TSementatsiyalash jarayoniga po'latning tarkibi, muhitning faolligi va temperaturaning ta'siri;
6. TSementatsiyalashda karbidlarning hosil bo'lishi;
7. Uglerodli va legirlangan po'latlarda diffuziyali qatlamlarni hosil bo'lishi;
8. Turli tarkibdagi tsementatsiyalangan po'latlarni termik ishlov berish usullari va ularning turlari;
9. TSementatsiyalashni turli usullarini iqtisodiy samaradorligini tuzish.

Tayanch so'z va iboralar: kimyoviy-termik ishlov berish, jarayon, tsementatsiyalash, uglerod, diffuziya, diffuziya jarayonlari, qattiq muhit, suyuq muhit, gaz muhiti, karbid, uglerodli po'lat, qatlam, diffuziyalangan qatlam, to'yinish, yuzani to'yintirish, legirlangan po'lat

Po'lat sirtqi qatlamini mos muhitda – karbyurizatorida uglerod bilan qizdirilganda diffuziya yordamida to'yintirish bilan bog'liq bo'lgan kimyoviy-termik ishlov berishning turiga tsementatsiyalash (uglerodlash) deyiladi.

Odatda, tsementatsiyalash jarayoni austenit barqaror bo'lgan, erigan uglerod katta miqdorda bo'lgan $A_{s3}(930 - 950 \text{ } ^\circ\text{S})$ nuqtadan yuqori temperaturada o'tkaziladi.

TSementatsiyalangan buyum oxirigi xossasiga, tsementatsiyalanganidan so'ng toblanib va past temperaturada bo'shatilib, erishadi.

TSementatsiyalash va undan keyingi termik ishlov berishdan maqsad – sirtqi qatlamga yuqori qattqlik va yeyilishga chidamlilik berish, kontaktdagi chidamlilik chegarasi va egilish, buralishdagi chidamlilik chegarasini oshirishdir.

Odatda tsementatsiyalash uchun kam uglerodli (0,1-0,18% S), ko'proq legirlangan po'latlar ishlatiladi. Katta gabaritli detallarni tsementatsiyalashda ko'proq uglerod miqdoriga (0,2-0,3% S) ega bo'lgan po'latlardan foydalaniladi. Bunday markali po'latlarni tanlash, ularning tsementatsiyalanganidan keyin uglerod bilan to'yinmaydigan o'zagi toblashdan so'ng yuqori qovushqoqlikni saqlab qolish qobiliyatiga ega ekanligi asosida amalga oshirildi.

Detallar tsementatsiyalash shlifovkalash qo'yimiga (50-100mkm) ega bo'lgan mexanik ishlov berishdan keyin amalga oshiriladi. Ko'p hollarda faqat detallarni

talab qilingan qismi tsementatsiyalashga jalb qilinib, qolgani, puxtalash talab qilmaydigan qismi esa juda kichik qatlamda (20-40 mkm) mis bilan qoplanadi. Mis bilan qoplash eletroliz usulida olib boriladi yoki o'tga chidamli glina, qum va asbestdan iborat qorishma, suyuq shishada aralashtirilgan so'ng hosil bo'ladigan maxsus qoplamalar bilan qoplanib, izolyatsiya qilinadi.

TSementatsiyalangan qatlamning hosil bo'lish mexanizmi va tuzilishi. Agar uglerodga ega bo'lgan gazlarni (SO_2 , SN_2 va boshqalar) dissotsiatsiyasi tufayli olingan uglerod atomar holatiga o'tsa, u holda po'latlarda uglerodni diffuziyasini amalga oshirish mumkin. Atomar ko'rinishidagi uglerod po'lat sirtqi qatlamida adsorbtsiyalanib, metallning ichiga diffuziyalanib, kirib boradi.

TSementatsiyalash temperaturasida (A_{s3} nuqtadan yuqoritemperaturada) diffuziya qatlami na faqat austenitdan, balki sekin sovutishdan keyin austenitni parchalanishi tufayli hosil bo'ladigan ferrit va tsementitdan ham iborat bo'ladi. Bunda uglerod miqdori ushbu temperaturada to'yinish chegarasigacha yetib bormaydi.

TSementatsiyalangan qatlam qalinligi bo'yicha o'zgaruvchan miqdorga ega bo'lib, uning miqdori detalning sirtidan boshlab o'zagiga borguncha kamayib boradi (1-rasm,a). SHu munosabat bilan sekin vovutishdan so'ng tsementatsiyalangan qatlamda uchta zonani (sirtidan o'zakka qarab) ko'rish mumkin (1-rasm,a): oldingi austenit donasiga qarab, to'r hosil qiluvchi perlit va ikkilamchi tsementitdan tashkil topgan evtektoiddan keyingi zona (1); faqat bitta plastinkali perlitdan tashkil topgan evtektoidli zona (2); perlit va ferritdan tashkil topgan evtektoidgacha bo'lgan zona (3). Bu zonada ferrit miqdori o'zakka yaqinlashguncha uzluksiz o'sib boradi.

TSemetatsiyalangan qatlamning samarali qalinligi qilib, ko'pincha evtektoiddan keyingi zona bilan o'tish (evtektoidgacha) zonasi (uglerod miqdori 0,45% gacha) yarimining yig'indisi olinib, uning qattiqligi 50 HRCga mos keladi (1-rasm,b). Juda ko'p buyumlar uchun samarali qatlam qalinligi toblashdan so'ng qattiqligi 500HVga va mahsuliyatli detallar uchun esa 700HV teng.

Sinovlar 0,17% dan kam miqdorda ugleroddan iborat po'latlar uchun tsemetatsiyalangan qatlamning samarali qalinligi tsemetatsiyalangan kesimning qalinligi yoki diametrini 15%ini tashkil etishini ko'rsatdi. Agar po'latda uglerod miqdori 0,17%dan ko'p bo'lsa, qatlam qalinligi 5-9% gacha kamayadi. Yeyilishga, katta solishtirma yuklanishlarsiz ishlaydigan detallar uchun tsemetatsiyalangan qatlamning samarali qalinligi tsemetatsiyalangan kesimning qalinligi yoki diametrini 3-4 %ini tashkil etishi aniqlangan.

Sirtqi qatlamda uglerod miqdori 0,8-1,0 %ni tashkil etishi kerak. Yuqori kontaktli toliqishga erishish uchun po'latdagi uglerod miqdori 1,1-1,2 %gacha

oshirish kerak. Uglerodning yanada yuqori miqdorida tsementatsiyalangan buyumning mexanik xossalari yomonlashadi.

Agar po'latlar legirlangan karbid hosil qiluvchi elementlar bilan tsementatsiyalansa, diffuziya temperaturasida austenit va karbidlardan tashkil topgan ikki fazali qatlam hosil bo'lishi mumkin. Tsementatsiyalanadigan po'latdagi legirlovchi elementlar tsementatsiyalangan qatlam qalinligiga amaliy jixatdan tahsir qilmaydi.

Qattiq karbyurizatorlarda tsementatsiyalash. Bu jarayonda tsementatsiyalashda to'yintiruvchi muhit sifatida donachasi o'lchami 3,5-10 mm bo'lgan pista ko'mir yoki toshko'mirning yarim koksi va torf koksi ishlatiladi. Toshko'mirning yarim koksi va torf koksiga uni faollashtiruvchi qo'shimchalar - ko'mir massasiga nisbatan 10-40 % miqdorda uglekarbonat bariy (BaCO_3) va kalg'tsiyli soda (Na_2CO_3) qo'shiladi.

Keng ko'lamda tsementatsiyalashda ishlatiladigan karbyurizator pista ko'mirdan iborat bo'lib, unga karbyurizatoridagi zarrachalarni qizdirib pishirishda yo'qotish maqsadida 20-35 % BaCO_3 , ~3,5 % Na_2CO_3 lar qo'shiladi. Tsementatsiyalashda asosan 25-35 % yangi karbyurizatoridan va 65-75 % ishlatilib, ishlov berilgan karbyurizatoridan tashkil topgan ishchi qorishmadan foydalaniladi. Bu ishchi qorishmaga 5-7 % BaCO_3 qo'shiladi, u talab etilgan qatlam qalinligini tahminlaydi va sirtqi qatlamda dag'al tsementit to'rini hosil bo'lishini oldini oladi.

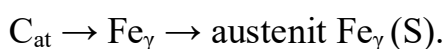
Tsementatsiya qilinadigan detallar dastlabki tozalashdan so'ng payvandlangan po'latdan yoki kamroq, to'g'ri burchakli yoki tsilindrsimon shaklga ega bo'lgan quyma cho'yandan tayyorlangan qutichalarga solib, taxlanadi. Buyumlarni upakovka qilishda quticha tagiga 20-30 mm qalinlikda karbyurizator solinadi va trambovka qilinadi va uning ustiga birinchi qatorga detallar, ular orasidagi va quticha yon devoridan 10-15 mm masofalarni ehtiborga olib, joylashtiriladi. SHundan keyin 10-15 mm qalinlikda karbyurizator qatlami detallar ustidan solinib, trambovka qilinadi va uning ustiga boshqa detallar joylashtiriladi. Oxirigi (ustki) detallar qatoriga 35-40 mm qalinlikdagi karbyurizator qatlami solinadi va bu bilan ro'y beradigan kirishuv oldi olinadi. Quticha qopqog'i yopiladi va uni o'tga chidamli gлина yoki linani daryo qumi bilan aralashmasi bilan xar tomonlama qoplanadi. SHundan so'ng quticha pechga joylashtiriladi.

Tsementatsiya temperaturagacha ($910-930\text{ }^{\circ}\text{S}$) qizdirish vaqti quticha minimal o'lchamining xar bir santimetri uchun 7-9 minutni tashkil qiladi. Tsementatsiyalash temperaturasida qutichani minimal o'lchami 150 mm bo'lganda 700-900 mkm qalinlikdagi qatlam olishda ushlab turish vaqti 5,5 – 6,5 soatni va 1200-1500 mkm qalinlikdagi qatlam olishda esa 9-11 soatni tashkil qiladi. Katta o'lchamli qutichalarda (minimal o'lcham 250 mm) 700-900 mkm

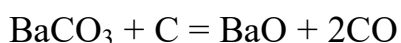
qalinlikdagi qatlam olishda ushlab turish vaqti 7,5-8,5 soatni, 1200-1500 mkm qalinlikdagi qatlam olishda esa 11-14 soatni tashkil etadi.

Tsimentatsiyalashdan keyin qutichalar xavoda 400-500 °S da sovutiladi va so'ngra ochiladi. Po'latni tsimentatsiyalash atomar uglerod orqali amalga oshiriladi. Qattiq karbyurizatorida tsimentatsiyalashda atomar uglerod quyidagicha hosil bo'ladi. Tsimentatsiyalanadigan qutichada xavo bo'lib, undagi kislorod yuqori temperaturada karbyurizatoridagi uglerod bilan o'zaro tahsirlashadi va uglerod oksidini hosil qiladi. Temirda mavjud uglerod oksidi quyidagi tenglama orqali dissotsialanadi: $2SO = CO_2 + C_{at}$.

Bu reaksiya natijasida ajralib chiqadigan uglerod hosil bo'lish vaqtida atomar bo'lib, austenitda diffuziyalanadi:



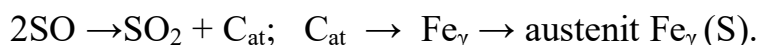
Karbyurizatorga bariy tuzlarini qo'shish, tsimentatsiya qutichadagi uglerod oksidini atmosferasini boyitib, uni faollashtiradi:



Gaz yordamida tsimentatsiyalash. Bu jarayon buyumni uglerodga ega bo'lgan muhitda qizdirilib, amalga oshiriladi. Gaz yordamida tsimentatsiyalash qattiq karbyurizatorida tsimentatsiyalashga qaraganda bir qator yutuqlarga ega, shuning uchun katta partiyada detallar tayyorlaydigan zavod va korxonalarda keng ko'lamda qo'llaniladi:

Gaz yordamida tsimentatsiyalashda qatlamda berilgan miqdordagi uglerodni olish imkoni bor; jarayonni davom etish vaqti anchaga kamayadi; jarayonni to'liq avtomatlashtirish va mexanizatsiyalashtirish imkoniyati tahminlanadi; detallarga keyingi termik ishlov berish aytarli darajada soddalashadi, chunki toblashni bevosita tsimentatsiya pechida amalga oshirish imkoni tug'iladi.

Eng sifatli tsimentatsiyali qatlamni karbyurizator sifatida tabiiy gaz ishlatilganda olish mumkin. Bu gaz to'liq maxsus ishlov beriladigan metan (SN₄) va propanbutan, suyuq uglevodorodlar qo'shilgan qorishmadan tashkil topgan. Gaz yordamida tsimentatsiyalashda uglerodlashni tahminlaydigan asosiy reaksiya quyidagicha kechadi:



Atmosferada yuqori darajada metan bo'lsa, u holda reaksiya quyidagicha kechadi:



Jarayon 910-930 °S temperaturada 6 – 12 soat mobaynida kechadi (qatlam qalinligi 1000-1700 mkm gacha boradi).

Seriyali ishlabchiqarishda gaz yordamida tsementatsiyalash shaxtali pechda amalga oshiriladi. Gaz yordamida tsementa-tsiyalash uchun zarur bo'lgan atmosfera pech kamerasiga uglerodga boy suyuqlikni (kerosin, sintin, spirt va boshqalar) yuborib, erishiladi. Bunda yuqori temperaturada uglevodrodli birikmalar parchalanib, tsementatsiya gazini hosil qiladi.

Katta seriyali va massali ishlab chiqarishda gaz yordamida tsementatsiyalash uzluksiz ishlaydigan mufelsiz pechlarda amalga oshiriladi. Bu qurilmalarda kimyoviy-termik ishlov berishning xamma tsikli (tsementatsiya, toblash va past temperaturali bo'shatish) to'liq mexanizatsiyalashtirilgan va avtomatlashtirilgan holatda bo'ladi. Tsementatsiyalash uchun mo'ljallangan uzluksiz ishlaydigan pechlarda endotermik atmosferadan foydalaniladi. Bu atmosferani asosi tabiiy gaz xisoblanadi.

Endotermik atmosferani asosiy yutug'i – uglerod potentsialini avtomatik ravishda boshqarish mumkin, yahni uglerodlash qobiliyati tushuniladi. Bunda yuzani tsementatsiyalangan qatlami ma'lum miqdorda uglerod miqdori bilan tahminlanadi.

Gaz yordamida tsementatsiyalashda 1500-1700 mkm qalinlikda qatlam olish uchun 930 – 950 °S temperaturada tsementatsiya tezligi 0,12 - 0,15 mm/soat ni tashkil etadi.

Po'latlarga tsementatsiyalashdan keyingi termik ishlov berish va tsementatsiyalangan detallar xossasi.

Tsementatsiyalangan detallar oxirigi xossaga tsementatsiyalashdan keyin termik ishlov berilgandan so'ng erishadi. Bu ishlov berish bilan struktura to'g'rilaydi va o'zakdagi hamda tsementatsiyalangan qatlamdagi donachalarni maydalaydi, bu bilan tsementatsiyalangan qatlamda yuqori qattqlik va o'zakda yaxshi mexanik xossalari olish imkonini yaratadi, tsementatsiyalangan qatlamdagi karbid to'rlarini olib tashlaydi.

Ko'p hollarda, ayniqsa irsiy kichik donachali po'latlarga ishlov berishda, 820 – 850 °S temperaturadagi toblashdan foydalaniladi.

Bu esa donani maydalashni tahminlaydi va tsementatsiyalangan qatlamni to'liq toblashga olib keladi hamda o'zakdagi donachani qisman qaytadan kristallanishi va maydalanishini amalga oshiradi. Gaz yordamida tsementatsiyalashdan so'ng ko'pincha qaytadan qizdirmasdan tsementatsiya pechini o'zida toblash bajariladi. Bu bilan ishlov beriladigan buyumni qiyyshayishi

kamaytiriladi. Bunday ishlov berish tsementatsiyalangan qatlamdagi va o'zakdagi strukturani to'g'rilamaydi, shuning uchun toblashni faqat buyum irsiy kichik donachali po'latdan tayyorlangan bo'lsa, qo'llaniladi. TSementatsiyalangan buyumdagi deformatsiyani kamaytirish uchun issiq moyda ($160 - 180 \text{ }^{\circ}\text{S}$) pog'onali toblash o'tkaziladi.

TSementatsiyalashdan so'ng termik ishlov bahzi bir hollarda ikkilamchi toblash va bo'shatishdan iborat bo'ladi. birinchi toblash (yoki normallashtirish) $880 - 900 \text{ }^{\circ}\text{S}$ temperaturada (o'zak uchun A_{s3} nuqtadan yuqori temperaturada) o'zakdagi strukturani to'g'rilash uchun amalga oshiriladi. Bundan tashqari, qizdirilganda sirtqi qatlamda austenitda tsementit to'ri eriydi, keyinchalik qaytadan tez sovutilganda hosil bo'lmaydi. Ikkinchi toblash $760 - 780 \text{ }^{\circ}\text{S}$ temperaturada qizdirilganda tsementatsiyalangan qatlamdagi o'ta qizdirish bartaraf etiladi va buyumga yuqori qattqlik beriladi. Bunday termik ishlov berishning kamchiligi texnologik jarayonning murakkabligi, buyumlarning qiyshayishini oshishi va oksidlanish hamda uglerodsizlanishni ro'y berishidir.

Termik ishlov berilgandan keyin sirtqi qatlamda kichik ignali martensit struktura (2-rasm,b) va qoldiq austenitni izolyatsiyalangan uchastkasi ($30 - 50 \%$ gacha) hosil bo'ladi. TSementatsiyalangan qatlamning toblanish chuqurligi juda katta ahamiyatga ega. TSementatsiyalangan qatlamning toblanish chuqurligi deganda po'latning yuzadan berilgan masofagacha $59 - 62 \text{ HRC}$ qattqlikka va martensit strukturasiga ega bo'lishi tushuniladi. TSementatsiyalangan qatlamda karbidlarni hosil bo'lishi va ichki oksidlanish, austenitda legirlovchi elementlar miqdorini kamaytirib, tsementatsiyalangan qatlamning toblanish chuqurligini kamaytiradi. Karbidlar qo'shimcha toblanish chuqurligini kamaytirib, austenitni parchalanishini tayyor markazlari bo'lib xizmat qiladi hamda austenitni turg'unligini kamaytiradi. TSementatsiyalangan qatlamda qatlamni mo'rtligini oshiruvchi karbidlar to'rini hosil bo'lishi mumkin emas. Izolyatsiya qilingan karbidlar ham tsementatsiyalangan po'latning qovushqoqligini kamaytiradi, ayniqsa detallarning burchaklarida va toretslarida bu hol ko'proq kuzatiladi. Sovutishning intensivligini oshirish qatlamning toblanish chuqurligini oshiradi.

TSementatsiyalangan detallarni oxirigi termik ishlov berish operatsiyasi xamma xollarda xam $160 - 180 \text{ }^{\circ}\text{S}$ temperaturadagi past temperaturali bo'shatish bo'lib, bunda sirtqi qatlamdagi toblangan martensit strukturasiga bo'shatilgan martensit strukturasiga aylanadi, shu bilan kuchlanishlar olib tashlanadi.

Uglerodli po'latdan tayyorlangan buyum o'zagining strukturasi sorbitdan, legirlangan po'latlarda esa kam uglerodli martensit yoki pastki beynitdan iborat strukturadan tashkil topadi. Kam uglerodli martensit yuqori mustaxkamlik va o'zakda yetarli qovushqoqlikni tahminlaydi. Qatlamda ferrit to'rlarini saqlanib qolishi mumkin emas, chunki u tsementatsiyalangan detallarni mustaxkamligi,

plastikligi va qovushqoqligini kamaytiradi. Turli markali po'latlar uchun o'zakdagi qattqlik 30 – 45 HRC ga teng bo'ladi (1-ram).

Tsmentatsiyalash va keyingi termik ishlov berish po'latdan tayyorlangan buyumlarning chidamlilik chegarasini, sirtqi qatlamda yetarli darajada siquvchi qoldiq kuchlanishlar (400 – 500 MPagacha) hosil bo'lishi tufayli oshiradi.

22 - Mavzu: Azotlash jarayoni

Ma'ruzaning rejasi:

1. Azotlash. Jarayonning maqsadi va vazifasi;
2. Azotlashda ishlatiladigan po'latlar;
3. Temir-azot holat diagrammasi;
4. Diffuziyali qatlamlarni shakllanishi;
5. Azotlashda uglerodli po'latlarni kamchiliklari va po'latlardagi legirlovchi elementlarning roli;
6. Azotlangan qatlamni hosil bo'lish mexanizmi;
7. Azotlash texnologiyasi. Azotlangan po'latlarni strukturasi va xossasi;
8. Azotlash uchun ishlatiladigan jihozlar;
9. Azotlashning yangi usullari;
10. Ionli azotlash.

Tayanch so'z va iboralar: kimyoviy-termik ishlov berish, jarayon, azotlash, azot, diffuziya, diffuziya jarayonlari, qattiq muhit, suyuq muhit, gaz muhiti, karbid, uglerodli po'lat, azotlangan qatlam, temir-azot, holat diagramma, azotlash texnologiyasi, azotlangan po'latlar, ionli azotlash.

Po'lat sirtqi qatlamini azot bilan diffuziya yordamida to'yintirish jarayoniga azotlash deb aytiladi. Azotlash juda kuchli ravishda sirtqi qatlamning qattqligi, uning yeyilishga chidamliligi, chidamlilik chegarasi va atmosfera, suv va boshqa muhitlarda korroziyaga bardoshligini oshiradi. Azotlangan qatlam qattqligi tsmentatsiyalangan qatlam qattqligiga qaraganda yuqori va uning qattqligi yuqori temperaturalarda (450-500 °S) ham saqlanadi. Martensit strukturasi ega bo'lgan tsmentatsiyalangan qatlam qattqligi 200 -225 °S temperaturagacha saqlanadi.

Azotlash jarayoni dissotsiyalangan ammiak NH_3 (25-60%) muhitida bajariladi.

Ishlov beriladigan yuzada NH_3 dissotsiatsiyalanib, azot ionlarini hosil qiladi, bu ionlar yuzada adsorbtsiyalanib, metallni ichki kismigacha diffuziyalanib, boradi. Agar azotlash jarayoni evtektoidli temperaturadan past temperaturada amalga oshirilsa (1-rasm), bunda azot dastlavval, Fe_4N

α -fazaga diffuziyalanib (azotli ferrit), so'ngra esa eruvchanlik chegarasiga yetgandan so'ng, Fe_4N (γ' - faza) va Fe_{2-3}N (ε - faza) nitridlar hosil qiladi. To'yintirish temperaturasida azotlangan qatlam $\varepsilon \rightarrow \gamma' \rightarrow \alpha$ fazalardan tashkil topadi, sovigandan so'ng, ε va α -fazalarni parchalanish oqibatida $\varepsilon + \gamma' \rightarrow \gamma' \rightarrow \alpha + \gamma'$ fazalardan iborat bo'ladi (2-rasm). Agar azotlashni 591°S dan yuqori temperaturada olib borilsa (1-rasm), azotli austenit (γ -faza) hosil bo'ladi, u sovitilganda azotli ferrit (α - faza) va Fe_4N nitrididan (γ' -faza) iborat qorishmaga parchalanadi. SHuning uchun diffuziyalangan qatlamning nitridlar qatlami (ε va γ' - fazalar) tagida γ - faza qatlami hosil bo'ladi va u sovitilganda evtektoidli o'zgarishlarni kechiradi (2-rasm, b). Bitta fazadan boshqa fazaga o'tish azot miqdorini tezda kamayib ketishi bilan kechadi (3-rasm). Temirda azotlangan qatlamning qattiqligi unchali katta emas $\sim 300\text{-}350$ HV. SHuning uchun azotlashga asosan, xrom, molibden, vanadiy, alyuminiy bilan legirlangan o'rtacha uglerodli po'latlar tavsiya etiladi, chunki ular azotlashdan so'ng yuqori qattiqlik va yeyilishga chidamlilikka ega bo'ladi. Legirlangan po'latlar yuzasida azotlangandan so'ng legirlangan ε - va γ' - fazalar: $(\text{Fe},\text{M})_{2-3}\text{N}$ va $(\text{Fe}, \text{M})_4\text{N}$ lar hosil bo'ladi. Ferritda erigan xrom, vanadiy va boshqalar α - fazada azot eruvchanligini oshiradi va maxsus nitridlar MN va M_2N hosil qiladi (2 - rasm, v).

Past temperaturada azotlashda α -qattiq eritmada , dastavval Ging'e- Preston zona turidagi segretatsiya hosil bo'ladi. Yuqoriroq temperaturalarda esa legirlangan elementlarning (Cr, Mo, V va boshqalar) dispersli nitridlari vujudga keladi. Ging'e- Preston zonasi va maxsus ajralib chiqqan nitridlar dislokatsiyalar harakatlanishiga to'sqinlik qiladi va bu bilan azotlangan qatlamning qattiqligini oshiradi. Ayniqsa, po'latdagi Al, Cr, Mo va V lar azotlangan qatlamdagi qattiqlik katta miqdorda oshiradi va ikkinchi tomondan qatlamning qalinligini kamaytiradi.

Agar yuzadagi yuqori qattiqlik va yeyilishga chidamlilik azotlangan qatlamga qo'yilgan bosh va asosiy talab bo'ladigan bo'lsa, u holda 0,35-0,42 % S, 1,35-1,65 % Cr, 0,7-1,10 % Al va 0.15-0,25 % Mo va qolgani Fe bo'lgan 38X2MYuA markali po'lat markasini qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladi. Bir vaqtning o'zida po'lat tarkibida bo'lgan alyuminiy, xrom va molibden azotlangan qatlam qattiqligini 1200 HV gacha oshiradi. Bundan tashqari, molibden azotlanish temperaturasidan sekin sovitilganda hosil bo'lishi mumkin bo'ladigan bo'shatishdagi mo'rtlikni ham bartaraf etadi.

Biroq alyuminiy, azotlangan qatlamga yuqori mo'rtlik beradi. SHuning uchun ko'proq Cr (1-3 %), Mo(0,2 – 0,4 %), V(1,0-1,2 %gacha) bilan legirlangan

po'latlar qo'llanilmoqda. Bu po'latlarning sirtqi yuzasi kamroq qattiqlikka 750-950 HV va qolgan boshqa holatlarda esa samarali azotlangan qatlam qalinligiga ega bo'ladi (400-500 HV gacha), bu o'z navbatida jarayonni davom etish vaqtini kamaytiradi. Korroziyagabardoshlikni oshirish uchun uglerodli po'latlarni ham azotlash mumkin.

Azotlangan po'latning yeyilishga chidamliligi tsementatsiyalangan va toblangan po'latnikiga qaraganda ancha yuqori. Azotlangan qatlamda qoldiq siquvchi kuchlanishi hosil bo'ladi va yuzada 600 – 800 MPa ni tashkil etadi. Bu kuchlanish po'latni chidamlilik chegarasini oshiradi va tolqishdan yemirilish o'chog'ini azotlangan qatlam tagiga ko'chiradi. Silliqlik namunalardagi chidamlilik chegarasini 30-40 % gacha, kuchlanishlar konsentratorlari bo'lgan holda esa 100 % dan ortiqqa oshiradi.

Azotlash jarayoni texnologiyasi. Azotlash jarayoni texnologiyasi bir qancha texnologik operatsiyalarni ko'zda tutadi va bu operatsiyalar quyida ko'rsatilgan:

1. Zagotovkaga dastlabki termik ishlov berish. Bu operatsiya buyumning o'zagida yuqori mustahkamlik va qovushqoqlik olish uchun po'latlarni toblash va yuqori temperaturada bo'shatishdan iborat. Bo'shatish yuqori temperaturada 600 - 675 °S olib boriladi. Bu temperatura keyingi azotlashni maksimal temperaturasidan yuqori bo'lib, po'latni kesib ishlov berish mumkin bo'lgan qattiqligini tahminlaydi;
2. Detallarga mexanik ishlov berish, silliqlash detalga oxirigi o'lchamlarni beradi;
3. Buyumni azotlanishi talab qilinmaydigan joylariga elektrolit usuli bilan juda kichik qatlamda (0,01-0,015 mm) qalaydan yoki suyuq shishadan qoplab, azotlashdan himoya qilinadi. Qalay azotlash temperaturasida po'latni yuzasida juda kichik o'lchamdagi yupqa qatlam ko'rinishda bo'lib, eriydi;
4. Azotlash jarayoni;
5. Buyumni oxirigi silliqlash yoki tayyor holatga keltirish.

38X2MYuA markali po'latdan tayyorlangan kichik devorli murakkab konfiguratsiyali buyumni azotlashni 500-520 °S temperaturada o'tkazish tavsiya etiladi. Jarayonning davomiyligi talab etiladigan azotlangan qatlamning qalinligiga bog'liq. Azotlash temperaturasi qanchalik katta bo'lsa, azotlangan qatlamning qattiqligi shunchalik kichik va qatlam qalinligi esa shunchalik kattadir (4-rasm). Azotlangan qatlamdagi qattiqlikni kamayishi legirlangan elementlarning nitridlarini koagulyatsiyasiga bog'liq. Odatda azotlashda qatlam qalinligini 0,3-0,6 mm olish maqsadga muvofiqdir. 500–520°S temperaturada azotlash jarayoni davom etish vaqti uzoq bo'lib, 24 – 60 soatni tashkil etadi.

Azotlash jarayonini tezlashtirish uchun ikki pog'onali jarayon qo'llaniladi: avval azotlash 500–520°S temperaturada, so'ngra esa 540–560°S temperaturada

amalgga oshiriladi. Ikki pog'onali azotlash jara-yonida jarayon davomiyligi kamayadi, biroq bunda yuqori qattqlik saqlanib qoladi.

Po'latni yuzasiga azot bilan to'yintirish jarayonida buyumning o'lchamlari juda ham kichik miqdorga yuza qatlamning hajmi oshishi hisobiga o'zgaradi. Azotlash temperaturasi va qatlam qalinligi oshishi hisobiga, deformatsiya ham oshadi.

Alyuminiyga ega bo'lmagan po'latlarni (Cr-Mo-V ga ega bo'lgan po'latlar) azotlash 570 °S temperaturada 6-10 soat mobaynida amalgga oshiriladi, bu esa kerakli 0,3-0,4 mm qatlam qalinligini, yuqori qattqlikni (~800HV) va yeyilishga chidamlilikni tahminlaydi. Azotlashdan so'ng sovutish yuzadagi oksidlanishni oldini olish uchun pech bilan birgalikda ammiak oqimida (200 °S gacha) amalgga oshiriladi. 570 °S temperaturada 5-10 soat mobaynida 50 % endogaz va 50 % ammiak yoki 50 % metan va 50 % ammiak bo'lgan atmosferada amalgga oshiriladigan azotlash jarayoni qo'llanila boshlandi. Bunday ishlov berish natijasida po'latni yuzasida juda kichik, mayin karbonitridli qatlam (Fe, M)₂₋₃ (N, C) hosil bo'ladi. Bu qatlam kichik mo'rtlikka va nisbatan yuqoriroq yeyilishga chidamlilikka ega bo'ladi. Legirlangan po'latlardagi karbonitridli qatlam qattqligi 600-1100 HV ga tengdir. Umuman bunday ishlov berish buyumning chidamlilik chegarasini kuchli ravishda oshiradi.

Ionli azotlash. Oxirigi yillarda kamayib boradigan zaryadsizlanishda (ionli azotlash) azotlash qo'llanila boshlandi. Bu azotlash turi zaryadsizlanishda azotga ega bo'lgan atmosferada (NH₂ va N) ishlov beriladigan detalni manfiy elektrodga – katodga ulab, amalgga oshiriladi. Qurilmadagi konteyner anod bo'lib, xizmat qiladi. Katod (detal) va anod o'rtasida kamayib boradigan zaryadsizlanish va gaz ionlari qaytadan tiklanadi, katod yuzasini portlatib, uni to'yintirish temperaturasigacha qizdiradi. Ionli azotlash jarayoni ikki bosqichda amalgga oshadi: birinchisi – yuzani katod sochilishlaridan tozalash; ikkinchisi – o'z tabiati bilan to'yinish jarayonidir.

Katodni sochilishi 5-60 min davomida 1100-1400 V kuchlanish va kichik bosimda kechadi. Katodni sochilish jarayonida detal yuzasidagi temperatura 250 °S dan oshmaydi. Azotlash jarayoni 470-580 °S temperaturada, 400-1100 V ishchi kuchlanishda va 1-24 soat davomida amalgga oshiriladi.

Ionli azotlash jarayoning umumiy davom etish vaqtini kamaytiradi, boshqariladigan tarkib va tuzilishda diffuziyali qatlamni olish imkonini tug'diradi, juda kichik deformatsiya hosil qiladi va yuqori iqtisodiy samaraga ega bo'ladi.

Suyuq muhitlarda azotlash (tenifer - jarayon). Bunday azotlash jarayoni 570 °S temperaturada 0,5-3,0 soat davomida erigan tsianli tuzlarda (40 % KCNO ga ega bo'lgan 85 % tuz va 60% NaCN +15%NO₂CO₃ va 45% Na₂CO₃ yoki 55% karbamiddan (NH₂)₂CO va 45% Na₂CO₃ bu orqali quruq havo o'tkaziladi)

amalgga oshiriladi. Tuzlar titandan tayyorlangan tiglda eritiladi. Kichik temperatura oqibatida, po'latga asosan tsianli tuzlar ajralishida hosil bo'ladigan azot diffuziyalantiriladi. Ishlov berish oqibatida po'latni yuzasida juda kichik o'lchamli (7-15 mkml), yuqori yeyilishga chidamli va mo'rtlikdan sinishga moyil bo'lmagan karbonitridli qatlam $(Fe, M)_{2-3} (N, C)$ hosil bo'ladi. Karbonitridli qatlamning tagida azotning α -temirdagi qattiq eritmasi va γ' –fazaning ortiqcha kristallaridan tashkil topgan qatlam joylashgan bo'ladi. Qatlamning umumiy qalinligi 0,15-0,5 mmni tashkil etadi. Bunday va gaz yordamida azotlashdan so'ng uglerodli po'latlardagi qatlam qattiqligi 300-350 HV , legirlangan po'latlarda esa 600-1100 HVni tashkil etadi. Suyuq muhitdagi azotlash aytarli darajada po'latni chidamlilik chegarasini oshiradi. Jarayonni yutug'iga o'lchamlarni juda kichik miqdorda o'zgarishi va detallarni qishayishi bo'lmasligi bo'lsa, kamchiligi toksikligi, inson xayoti uchun xavfliligi va tsianli tuzlarning qimmatligidir. Bu jarayondan avtomobil detallariga (tirsakli val, tishli g'ildirak va boshqalar), shtamplarga, press-qoliplarga va boshqalarga ishlov berishda keng ko'lamda qo'llaniladi.

23 - Mavzu: Nitrotsementatsiyalash, tsianlash va diffuzion metallash

Ma'ruzaning rejasi:

1. Nitrotsementatsiyalash va tsianlash;
2. Jarayonni borishi va ahamiyati. Maqsadi va qo'llanilish sohasi;
3. Po'latlarda azot va uglerodni birgalikdagi diffuziyasini o'ziga xosligi;
4. Nitrotsementatsiyalash. Nitrotsementatsiyalash uchun ishlatiladigan po'latlar;
5. Kimyoviy jarayonlar. Nitrotsementatsiyalash tartiblari;
6. Diffuziyali qatlamlarni shakllanishi. Strukturasi va xossasi;
7. TSianlash. Jarayonning mexanizmi;;
8. Po'latlarni tsianlashni strukturasi va xossasi;
9. Diffuzion metallash. Jarayonning borishi va ahamiyati. Jarayonborishidagi umumiy qonuniyatlar;
10. Borlash. Borlashning usullari va texnologiyasi;
11. Borlangan buyumlarni termik ishlash. Borlangan qatlamlarni strukturasi va xossasi;
12. Borlashni qo'llanilishi;
13. Diffuziyali xromlash;
14. Alitirlash. Silitsirlash.

Tayanch so'z va iboralar: nitrotsementatsiyalash, tsianlash, azot, uglerod, diffuziya, diffuziya jarayonlari, nitrotsentatsiyalashda ishlatiladigan po'latlar, diffuzion metallash, borlash, xromlash, karbid, alitirlash, silitsirlash

Po'lat sirtqi qatlamini uglerodlovchi gaz va ammiakdan iborat bo'lgan gaz muhiti bilan 840-860 °S temperaturada bir vaqtning o'zida uglerod va azotga diffuziya yordamida to'yintirish jarayoniga nitrotsementatsiyalash deyiladi. Jarayonning davom etish vaqti 4 – 10 soatni tashkil etadi. Nitrotsementatsiyalashdan asosiy maqsad – po'latdan tayyorlangan detallarni qattiqligi, yeyilishga chidamliligi va chidamlilik chegarasini oshirishdir.

Izlanishlar natijasida, bir vaqtning o'zida uglerod bilan azotni diffuziyalanishi jarayonida uglerod diffuziyasi tezlashishi aniqlandi. Nitrotsementatsiyalash temperaturasi tsementatsiyalash temperaturasidan 100 °S kam bo'lsa ham 500 mkm chuqurlikda nitrotsementatsiyalangan va tsementatsiyalangan qatlamni hosil bo'lish tezligi deyarli bir xil kechadi.

Legirlangan po'latlarni nitrotsementatsiyalashda xajm bo'yicha 1,5 – 5,5 % ishlov berilmagan tabiiy gaz va 1 – 3,5 % NH₃ dan iborat muhitni nazorat qilinadigan endotermik atmosferaga qo'shish yordamida hosil bo'ladigan atmosferani qo'llash tavsiya etiladi.

Nitrotsementatsiyalashdan so'ng pechni o'zida toblashni o'tkazish kerak, kamdan-kam hollarda esa qayta qizdirishdan keyin pog'onali toblash ham qo'llaniladi. Toblashdan so'ng 160-180 °S temperaturada bo'shatiladi.

Optimal sharoitlarda nitrotsementatsiyalangan qatlam strukturasi kichik kristallardan iborat martensit, kam miqdorda bir xilda taqsimlangan kichik o'lchamli karbonitrid va 30-50 % qoldiq austenitdan tashkil etish kerak.

Nitrotsementa qiyalangan qatlam qattiqligi toblash va past temperaturali bo'shatishdan so'ng 58-60 HRC, 570-690 HV ni tashkil etadi. Yuqori miqdordagi qoldiq austenit miqdori, masalan, silliqanmaydigan avtomobil tishli g'ildiragini, yaxshi ishlovchanligini yahni shovqinsiz ishlashini tahminlab beradi. Maksimal darajadagi mustaxkamlik ko'rsatkichlarga ushbu po'lat uchun nitrotsementatsiyalangan qatlam yuzasida optimal bo'lgan uglerod va azot miqdorida erishiladi.

Qatlamda azot miqdori ichki oksidlanishda hosil bo'ladigan zararli oqibatlarni oldini olishi mumkin bo'lgan miqdordan kam bo'lmasligi shart (~0,1-0,15 %). Qatlamda azot miqdori yuqori bo'lsa (0,4-0,5 %), qora ko'rinishdagi tashkil etuvchi hosil bo'lib, u yuzada qora nuqtali to'r ko'rinishida namoyon bo'ladi. Qora tashkil etuvchilar, yuqori bosim ostida kattiq eritmadan molekulyar azotni ajralib chiqishi natijasida yuzaga keladigan g'ovaklar hisoblanadi. Qora tashkil etuvchilar po'latni chidamlilik chegarasini 30-70 %ga va kontaktli chidamlilik chegarasini esa 5-6 martaga kamaytirib, yuboradi. Uglerod va azotdan tashkil topgan qorishmada optimal uglerod miqdori po'latni markasiga bog'liq va 1,0 – 1,65 % intervalda o'zgaradi. Qatlam strukturadagi kam miqdordagi uglerod miqdori martensit donasi cherasida troostitni hosil qiladi. Cr, Mn, Ti, V larga ega bo'lgan po'latlardagi uglerod miqdori yuqori bo'lgan hollarda karbonitrid hosil bo'ladi. Uglerod va legirlovchi elementlarni karbonitridlarga aylanishi austenit turg'unligini kamaytiradi, bu esa troostit qatlamini hosil bo'lishiga ham olib keladi. Karbonitrid va troostit to'rlarini hosil bo'lishi po'latni chidamlilik chegarasi, plastikligi va qovushqoqligini kamaytiradi.

Nitrotsementatsiyalangan qatlam qalinligi odatda 200 – 800 mkmni tashkil etadi. U 1000 mkmdan oshmasligi kerak.

CHunki katta qatlam qalinlikda po'latda qora tashkil etuvchilar va boshqa nuqsonlar hosil bo'lib, po'latni mexanik xossasini kamaytirib yuboradi.

Nitrotsementatsiyaga asosan, murakkab shaklga, qiyshayishga moyil detallar tavsiya etiladi. Gaz yordamida nitrotsementatsiyalashga qaraganda nitrotsementatsiyalash quyidagi yutuqlarga ega: jarayon nisbatan past temperaturada (910-930 °S temperatura o'rniga 840-860 °S temperaturada kechadi) kechadi; qatlam qalinligi kichik; detallar deformatsiyasi va qiyshayishi kichik; yeyilish va korroziyaga qarshiligi yuqori.

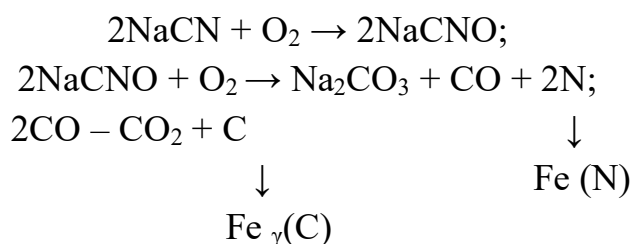
Nitrotsementatsiyalash jarayoni avtomobilsozlik va traktorsozlikda keng ko'lamda qo'llanilmoqda.

TSIANLASH

NaCN guruhidagi erigan tuzlar muhitida 820-950 °S temperatura intervalida bir vaqtning o'zida azot va uglerod bilan po'lat sirtqi qatlamini diffuziya yordamida to'yintirish jarayoniga tsianlash deb ataladi.

O'rtacha temperaturada tsianlash. Bu jarayonda buyum 820-860 °S temperaturagacha NaCN guruhidagi erigan tuzlar muhitida qizdiriladi. Uncha katta bo'lmagan qalinlikda qatlam (0,15-0,35mm) olish uchun jarayon 820-860 °S temperaturali vannada (20-25% NaCN, 25-50% NaCl va 25-50% Na₂CO₃) olib boriladi. Jarayonni davom etish vaqti talab etiladigan qatlam qalinligiga qarab, 30 - 90 minutni tashkil qiladi.

TSianli natriy tsianlash jarayonida havodagi kislorod bilan oksidlanadi va unda quyidagi reaksiyalar kechadi:



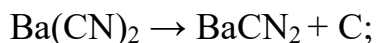
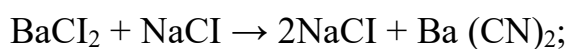
Ajralib chiqadigan atomar uglerod va azot po'latni diffuziyalantiradi. 820 – 860 °S temperaturada olingan tsianlangan qatlam 0,7% S va 0,8 – 1,2% N larga ega bo'ladi.

Talab etiladigan, nisbatan uncha katta bo'lmagan temperaturalardagi tsianlash toblashni bevosita tsianli vannada bajarish imkonini yaratadi. Toblashdan so'ng past temperaturali bo'shatish (180-200 °S) amalga oshiriladi. Termik ishlov berishdan so'ng tsianlangan qatlam qattiqligi HRC58-62 bo'ladi. TSianlangan qatlam tsementatsiyalangan qatlamga nisbatan yuqoriroq yeyilishga chidamlilikka ega va u chidamlilik chegarasini samarali ravishda oshiradi. Bu tsianlash turi yordamida, asosan kichik o'lchamli detallar puxtalanadi.

Yuqori temperaturada tsianlash. Katta qalinlikda (0,5 – 2,0 mm) tsianlangan qatlam olish uchun 930 – 950 °S temperaturali 8% NaCN, 82% BaCl₂ va 10% NaCl (eriguncha vannadagi tarkib) tarkibga ega bo'lgan vannada yuqori temperaturali yoki chuqur tsianlash o'tkaziladi. Vanna oynasi issiqlikni ko'p yo'qotmaslik va tsianli tuzlarni bug'lanishini oldini olish uchun grafit qatlami bilan

qoplanadi. Talab etiladigan qalinlikdagi qatlamlar olish uchun buyumni vannada ushlab turish vaqti 1,5 – 6 soatni tashkil etadi.

Vannada tsianlash, kuyidagi reaksiyalar orqali kechadi:



Ajralib chiqadigan atomar uglerod va azot po'latni diffuziyalantiradi. Talab etiladigan yuqori temperaturalarda po'latni sirtqi yuzasiga ko'p darajada uglerod (0,8-1,2% gacha) va kamroq azot (0,2 – 0,3 %) bilan to'yintiriladi. TSianlangan qatlamning tuzilishi tsementatsiyalanganikiga o'xshashdir. Yuqori temperaturali tsianlashdan so'ng detallar havoda sovutiladi, keyin undagi donani maydalash uchun tuzli vanna yoki pechda qizdirilib, toblanadi va past temperaturali bo'shatish o'tkaziladi.

TSianlash jarayoni tsementatsiyalash jarayoniga nisbatan berilgan qatlam qalinligini olish uchun kam vaqt talab etadi, nisbatan kam darajada deformatsiya hosil bo'lishi va murakkab shakldagi detallarni qishayishiga olib kelishi, yeyilishga va korroziyaga yuqori qarshilik ko'rsatish bilan xarakterlanadi.

TSianlashni kamchiligi qimmatligi, tsianli tuzlarni zaxarligi va bu bilan bog'liq ravishda mehnatni muhofaza qilish uchun maxsus choralar ko'rilishini talab qilinshidir.

BORLASH

Po'lat va temir asosidagi qotishmalarni sirtqi yuzasini bor bilan to'yintirish jarayoniga borlash deyiladi. Borlash jarayonida po'lat va temir qotishmalari sirtqi qalamida boridlar – Fe_2B va F_4B lar hosil bo'ladi. Bu esa qattqlik va yeyilishga chidamlilikni hamda korroziyaga bardoshlikni oshishiga olib keladi.

Po'lat va temir asosidagi qotishmalarni bor bilan to'yintirish jarayoni turli muhitlarda amalga oshiriladi. Bor faol holatda qattiq, suyuq va gazsimon holatlarda olinishi mumkin, hamda borni sirqi qatlamga surib, qoplab ham ishlatish mumkin. Po'lat va temir asosidagi qotishmalarni sirtqi qatlamini bor bilan qattiq muhitda to'yintirishda va qoplashda faol bor olish manbasi sifatida bor karbidi F_4B va amorf bor kukunidan foydalaniladi. Suyuq holatda borlashda (elektroliz va elektrolizsiz usullarda) to'yintiruvchi muhit sifatida bura $\text{Na}_2\text{B}_2\text{O}_7$, bor oksididan B_2O_3 iborat qorishmadan foydalaniladi. Bahzi hollarda, bu qorishmaga bor karbidi F_4B ham qo'shib, ishlatiladi. Gaz yordamida borlashda to'yintiruvchi muhit sifatida dibor B_2H_8 yoki uchxlordli borni BCl_3 vodorod(azot,

ammiak) bilan hosil qilgan qorishmasi qo'llaniladi. Borlash natijasida ko'p qatlamli diffuziya qatlami hosil bo'ladi. Bunda buyumning sirqi yuzasida temir boridi FeB, so'ngra borid Fe₂B qatlam, oxirigi qatlamda esa temirdagi borning qattiq eritmasi hosil bo'ladi. Diffuziya qatlamini hosil bo'lishi Fe-B holat diagrammasi orqali kechadi (1-rasm).

Bor bilan qattiq eritmani to'yintirilgandan keyin boridlardan iborat bo'lgan qatlam shakllanadi. Boridlar stolba ko'rinishda po'lat yoki qotishmani ichkarisiga qarab, o'sadi. Bir qator hollarda (to'yintirish sharoitiga qarab) bir fazali boridlar qatlami FeB, boshqa hollarda esa ikki fazali boridlar FeB va Fe₂B hosil bo'ladi. 2,a-rasmda 40 % bor karbidi va 60 % buradan iborat qorishmasini, 2,b-rasmda bor karbidi kukunini, 2,v-rasmda esa eletrolizda hosil bo'ladigan bura eritmasini buyum sirtqi yuzasini to'yintirishda legirlovchi elementlarni diffuziya qatlam chuqurligiga qarab kirib borishiga tahsirlari ko'rsatilgan.

Turli muhitlarda borlash shuni ko'rsatadiki, borlash muhitidagi uglerod va legirlovchi elementlar (Co, Ni, Mnlardan tashqari) borlangan qatlam chuqurligini kamaytiradi. Yuqorida qavs ichida ko'rsatilgan 3 ta element amaliy jixatdan borlash chuqurliligiga tahsir etmaydi.

Borlash chuqurligiga uglerod va legirlovchi elementlarning turlicha tahsir qilishi sababi bor diffuziyasi jarayoniga faol energiya qo'shimchasini tahsiri etishi hisoblanadi. Texnik temirdagi diffuziyani faol energiyasi

142 kDj/g-atomga teng. Po'latga 0,83 % uglerodni qo'shish faol energiyasini Q 152 kDj/g-atomgacha oshirsa, 4 % W va 2,7 % Mo Qni 159 kDj/g-atomgacha oshiradi. Q kattalik kristall panjaradagi energiya bog'lanishlarni xarakterlaydi.

O'z navbatida, Co, Ni, Mnlardan tashqari, uglerod va boshqa xamma legirlovchi elementlarni qo'shish diffuziya qatlamida bor bog'lanishlarini kuchaytiradi. Co, Ni, Mnlar qo'shilganda bor diffuziyasini faol energiyasi amaliy jixatdan o'zgarimasdan qoladi.

O'rta va yuqori uglerodli po'latlarda boridlar qatlamiga ajralib chiqqan tsementit asosidagi karboboridli fazalar [Fe₃ (C,B)] qo'shiladi. Legirlangan po'latlarda legirlovchi elementlar boridlar qatlamidan siqib chiqariladi (titandan tashqari). Sirtqi qatlamda titan miqdori oshadi. Borid qatlamdan so'ng, temirdagi borning qattiq eritmasi ko'rinishidagi o'tish qatlami joylashgan bo'ladi. Bor qatlamini chuqurligiga borlash vaqtini tahsiri, boshqa elementlar bilan to'yintirish ham parabola qonuniyatiga bo'ysinadi (2-rasm).

Boridlarni hosil bo'lishi zichlikni kamaytiradi. Boridlar mo'rt, ajralib ko'chishga va darz ketishga moyil. SHuning uchun buyumlardagi eng yaxshi toliqishdagi mustahkamlikni 20-50 %ga oshishiga bir fazali borlashni qo'llaganda erishiladi. Biroq, bunday texnologik jarayon sirtqi qatlamdagi qattqlikni kamayishiga olib keladi, bu esa yeyilishga chidamlilikka salbiy tahsir ko'rsatadi.

FeB boridni mikroqattiqligi H_{100} 19500 – 20000 MPa, Fe₂Bni mikroqattiqligi H_{100} esa 13000 – 14000 MPaga teng.

Boridlar qattiqligiga po'latga qo'shilgan legirlovchi elementlar tahsir qiladi. 3-rasmda po'latga Al, Ni va Cular qo'shilganda, FeBni qattiqligi kamayishi ko'rsatilgan. Cr, Mn va ayniqsa W va Molarni qo'shish bu boridni yetarli darajada qattiqligini oshiradi. Boshqacha aytganda, legirlovchi elementlar Fe₂Bga tahsir qiladi. Bu boridning qattiqligi amaliy jixatdan Cu, Al, Mnlar tahsirida o'zgarmaydi. Ni, Mn kabi qo'shimchalar, ayniqsa W va Molar borid qattiqligini kamaytiradi. SHunday qilib, bahzi bir legirlovchi elementlar FeB va Fe₂B boridlar qattiqligiga to'g'ri qarama-qarshi proportsionaldir.

Borlangan po'latlarni mo'rtligi juda katta axamiyatga ega. Deformatsiya 1-2 % bo'lganda sirtqi qatlamni ko'chishi boshlanadi. Bu borlangan qatlamni katta mo'rtlikka ega bshlishi bilan aniqlanadi. Uglerod miqdorini oshishi FeB boridi mo'rtligi omilini Fe₂B boridinikiga qaraganda 6 martaga katta bo'lishiga olib keladi. Borid qatlamlarini yuqori mo'rtligi kontaktli yeyilishda buyumning ekspluatatsion tavsifnomasiga salbiy tahsir ko'rsatadi. SHu bilan bir qatorda bunda, abraziv yeyilishga chidamlilikka qarshilik oshadi. 4-rasmda bir fazali va ikki fazali borlashda buyumni toblash va past temperaturada bo'shatishga qaraganda yeyilishga chidamliligini oshishi ko'rsatilgan.4-rasmdan borlangan qatlamning abraziv bardoshligi toblangan va bo'shatilgan po'latga nisbatan bir necha marta kattaligi va xromlangan qatlamning abraziv yeyilishidan kam farq qilishi ko'rinib turibdi.

Nikel, kobalg't, bu metallar qotishmalari hamda qiyin eriydigan metallardan (Mo, W, Nb, Ta, Zr, Re)tayyorlangan buyumlarda foydali xossalarni olishda borlashdan foydalaniladi.

METALLARNI DIFFUZIYALI XROMLASH JARAYONI

Diffuziyali xromlash – materiallarga kimyoviy-termik ishlov berish turlaridan biridir. Diffuziyali xromlash metall va qotishmalar sirtqi qatlamini xrom bilan to'yintirish jarayonidir. Bunda to'yintiriladigan metall (qotish-ma) tarkibi, strukturasi va xossasi o'zgaradi.

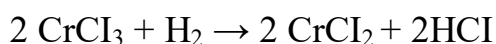
Diffuziyali xromlash, keyinchalik uni oddiy xromlash deb ataymiz, kimyoviy-termik ishlov berish turlaridan biri bo'lib, to'yintiruvchi muhitda atomar xromni faol holatda olish, keyin bu atomlarni buyumni to'yinuvchi yuzasiga adsorbtsiyalash va metall yoki qotishma ichkarisiga diffuziya yordamida kiritish jarayonidir. Xromlash jarayoni to'yintiruvchi muhitga bog'liq ravishda to'rtta usulda amalga oshiriladi: 1) qattiq fazada; 2) bug' fazasida; 3) gaz fazasida; 4) suyuqlik fazasida.

Qattiq fazada to'yintirish jarayoni to'yintiruvchi modda qattiq bo'lak va kukunlar bilan buyumni to'yinadigan yuzasini o'zaro kontaktida amalga oshiriladi. Bunda diffuziya jarayoni kontakt joyida kechadi. Xromlashning bunday turi, masalan, galg'vanik usul yordamida xrom qatlami bilan dastlabki qoplangan temirni yumshatishda qo'llaniladi.

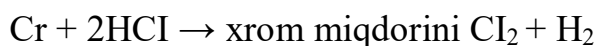
Bug' fazasida to'yintirish jarayoni metallni qizdirishda hosil bo'ladigan diffuziya yordamida to'yinadigan modda bug' fazasi bilan to'yintirishdir.

Gaz fazada to'yintirish jarayonida gaz fazasi sifatida bug'lanuvchi kimyoviy birikmalar ko'rinishidagi elementlardan (CrCl_2 , CrF_2 , CrI_2 va boshqalardan) foydalaniladi. Galogenidlar bilan to'yintiriladigan metall va qotishmalar yuzasini o'zaro tahsirlashuvida temir galogenidini hosil qiladi, bunda erkin qolgan xrom atomi galogenid hosil qilgan temir o'rniga metallni sirtqi yuzasida qoladi. Erkin xrom xloridni vodorod bilan o'zaro tahsirlashishida ham hosil bo'ladi.

Diffuziyali xromlashning gaz usuli xrom galogenididan CrCl_3 500-600 °S temperaturada quruq vodorodni o'tkazish yo'li bilan amalga oshiriladi:



Boshqa usul bilan gaz yordamida to'yintirish xrom orqali quruq vodorod xloridini o'tkazish orqali olinadi:



Suyuqlik fazasida to'yintirish jarayoni to'yintiriladigan metall (qotishma) yuzasini to'yintiruvchi metall va uning tuzlarining suyuqlik qotishmalari bilan o'zaro kontaktda sodir bo'ladi.

Bug' va gaz fazasida xromlash usuli keng ko'lamda qo'llanilmoqda. Bug' fazasida xromlash asosan xromning o'ziga xosligiga, yahni uning oson bug'lag'anishiga moyilligiga asoslanadi. Temperaturani 907 °S dan 1090 °S gacha oshishi xromning partial bosimini $1,2 \times 10^{-7}$ Padan $1,14 \times 10^{-5}$ Pa va 10^2 Pa gacha oshiradi. SHunday qilib, xromni qattiq holatida qizdirishda xromning bug'i o'zining elastikligini milliard martaga ortiradi. Bunday operatsiyani vakuumda o'tkazish bug'lanish temperaturasini kamaytiradi, bu esa to'yintirish jarayonini tezlashtiradi. Bug' fazasida xromlashda temperatura va xromlash davomiyligining texnik temirdagi qatlam qalinligiga tahsiri 1-rasmda ko'rsatilgan. 1-rasmdan ko'rinib turibdiki, xromlash temperaturasi va vaqtini boshqa elementlar bilan diffuziya yordamida to'yintirish xuddi shunga o'xshashdir.

Xromlashdagi diffuziya qatlamining strukturasi na faqat xrom diffuziya bilan balki uning to'yinadigan qotishmadagi komponent va fazalar bilan o'zaro tahsirlashuvi bilan aniqlanadi. 2-rasmda texnik temirni xrom bilan diffuziya

yordamida to'yintirishda xrom miqdorini diffuziya qatlami chuqurligi bo'yicha o'zgarishi ko'rsatilgan. Bunday xarakterdagi to'yintirish jarayonini olish sababini Fe – Cr holat diagrammasini ko'rib chiqqanimizda, tushunish oson kechadi (3-rasm). Po'latning yuzasiga yaqin joyda xrom bilan 1100 °S (1200 °S) temperaturada to'yintirish α -Fe da kechadi. Agar xrom miqdori 10 % va undan kam bo'lsa, temir γ - Fe holatida bo'ladi. Xromning diffuziyaga moyillik faolligi temirning kristall strukturasi bog'liq ravishda o'zgaradi. Bunda xromning γ -Fedagi va α -Fe dagi diffuziya koeffitsientlari (D_γ), (D_α)larni (1)-tenglama orqali tasvirlanadi (V.G.Borisov, V.M. Golikov, G.N.Dubin):

$$D_{Cr_\gamma} = 10^{-2} \text{ yexr}(-150/RT); \quad D_{Cr_\alpha} = 1,55 \times 10^{-3} \text{ yexr}(-129/RT).$$

Bu tenglamalarni ko'rib chiqib, tahlil qilinganda xromni α -Fedagi xarakterlanuvchanligi γ - Fedagiga nisbatan oson kechadi. Ferritning diffuziya faollik energiyasi (129 kDj/g-atom) austenitnikiga (150kDj/g-atom) nisbatan kichikdir. Bunda shuni ehtiborga olish kerakki, kimyoviy-termik ishlov berishda to'yinish natijalari yana ikkita omillar bilan aniqlanadi: yuzadagi xar bir qatlamga to'yinadigan elementning miqdori va xar bir qatlamning o'sish tezligi (ushbu holatda xromli ferrit va xromli austenit nazarda tutilmoqda). SHunday qilib, bu holatda diffuziya qatlamini tuzilishi holat diagrammasi orqali aniqlanadi; qatlamning kinetikasi va qalinligi – diffuziya doimiysi va yuzadagi xar bir qatlamning chegarasidagi xrom miqlori bilan aniqlanadi.

Po'latni xromlashda uchinchi komponentni paydo bo'lishi diffuziyali to'yinish xarakteri va qatlam strukturasi o'zgartiradi. 4-rasmda 0,25 % Sga ega bo'lgan po'latda xrom va uglerodning faza va miqdorlarining taqsimlanishlari ko'rsatilgan. Sirtqi qatlam xromning murakkab karbidlari asosidagi bir qancha fazalardan tashkil topgan. Namunani yuzasida $Cr_{23}C_6$ murakkab xrom karbidi hosil bo'ladi. Yuzadagi mayin qatlamda xrom miqdorining yuqoriligi (90 %) ehtiborga oladigan bo'lsak, u holda yuzadagi qatlam ko'p miqdorda xromga ega bo'lgan karbid yoki toza xromga ega bo'ladi. Keyin kam miqdorda xromga ega bo'lgan qatlam bo'ladi; bu qatlam yuqori uglerod miqdoriga ega bo'lgan austenit (1 % dan ko'p) va 10-12 % Crdan tashkil topadi. Sovutilganda bu austenit parchalanishi bilan evtektoidli qorishmani hosil qiladi. Bu qorishma ferrit va $Cr_{23}C_6$ tipidagi karbiddan tashkil topgan bo'ladi.

Diffuziyali xromlash po'lat va qotishmalardan tayyorlangan buyumlarga yuqori ekspluatatsion tavsifnomalar beradi. Uglerodsiz temir qotishmalarga xromni to'yintirishda 25 % xromga ega bo'lgan qatlam hosil bo'ladi. Bu holatdagi xromlash buyumlarni gaz va atmosferadagi korroziyaga qarshiligini oshishiga olib kelishini tahminlaydi. Po'lat yuzasini xrom bilan to'yintirishda qatlamdagi xrom

miqdori 80 %dan ko'p bo'ladi. Bunda hosil bo'ladigan karbid qatlami yuqori qattiqligi bilan ajralib turadi, bu esa o'z navbatida yeyilishga chidamlilikni oshiradi. Xromlangan qatlamning muhim texnologik o'ziga xosligi asosiy metall (qotishma) bilan mustahkam bog'liqligi va uning plastikligi hisoblanadi. Bu esa xromlangan buyumlarni shlifovka qilish, silliqdash, payvandlash va boshqa operatsiyalar bajarish imkonini beradi. Xromlangan buyumlarni strukturasi va xossasini butun xajm bo'yicha yaxshilash maqsadida termik ishlov qilinadi. Xromlangan diffuziyali qatlamning qalinligi unchali katta emas, u 0,01 mmdan 0,1mmgacha o'zgaradi.

Legirlangan po'latlar, cho'yanlar, grafit hamda nikel, molibden, volg'fram, niobiy va kobalg't qotishmalarini xromlashda foydali ekspluatatsion tavsifnomalarga ega bo'lgan buyumlar olish imkoni tug'iladi.

SILITSIRLASH

Po'latni sirtqi qatlamini kremniy bilan to'yintirish jarayoniga silitsirlash deyiladi. Silitsirlash po'latga dengiz suvida, azot, sulg'fat va tuzli kislotalarda yuqori korroziyaga bardoshlik, yeyilishga qarshi chidamlilikni bir qanchaga oshiradi.

Silitsirlangan qatlam asosan α temirdagi kremniyni qattiq eritmasidan iborat. Diffuziya qatlami ostidan ko'pincha, perlit qatlami kuzatiladi. Bu asosan diffuziya qatlamidan uglerodni kremniyli ferritda kam miqdordagi eruvchanligi hisobiga siqib chiqarilishi bilan tushuntiriladi.

Silitsirlangan qatlam yuqori g'ovakliklik bilan ajralib turadi va uning qalinligi 300-1000mkmni tashkil etadi. Silitsirlangan qatlam kichik qattiqlikka - 200-300 HVga ega bo'lishiga qaramasdan, 170-200 °S temperaturada moy bilan shimdirilgan holatda yuqori yeyilishga chidamlilikka ega bo'ladi.

Kimyo, qog'oz va neft sanoatida ishlatiladigan detallar (masalan, nasos valiklari, truba yo'llari, armaturalar, gayka, boltlar va boshqalar) silitsirlashga tavsiya etiladi. Molibden qotishmalarini yuqori temperaturalarda oksidlanishiga qarshiligini oshirish maqsadida keng ko'lamda silitsirlashdan foydalaniladi.

PO'LATLARDAN TAYYORLANGAN BUYUMLARNI YUZASINI BOR NITRIDI, TITAN NITRIDI VA BOSHQA USULLAR BILAN TO'YINTIRISH JARAYONLARI VA ULARNING AHAMIYATI

Mashina detal va asboblarni ishga layoqatligini oshirish maqsadida keng ko'lamda turli xil himoyalovchi qoplamalardan foydalaniladi. Bu qoplamalar qattiqlikni, yeyilishga chidamlilikni, kontaktli chidamlilik chega-rasini,

korroziyaga va eroziyaga bardoshlikni va boshqa ishchi xossalarini oshirib, buyumlarni ishonchliligini va ishga layoqatligini tahminlab bera-di.

Hozirgi vaqtda buyumlarni yeyilishga chidamliligi va korroziyaga bardoshligini oshirish maqsadida buyumlar yuzasini yuqori qattqlikka ega bo'lgan nitridlar (TiN, Ti(NC), ZrN), karbidlar (TiC), oksidlar (Al_2O_3) bilan 2-10 mm qalinlikda plyonkali qoplama bilan qoplab, to'yintirish jarayonlaridan foydalaniladi.

7-modulg'. Turli sohalarda ishlatiladigan qotishma, asbob va detallarga termik va kimyoviy-termik ishlov berish

24 - Mavzu: Alohida guruhdagi qotishmalarga termik ishlov berish

Ma'ruzaning rejasi:

1. Tezkesar po'latlarga ishlov berish;
2. Temperatura va qizdirish vaqtini tanlash;
3. Sovutish muhirlari, toblash usullari;
4. Tezkesar po'latdan tayyorlangan buyumlarni bo'shatish

Tayanch so'z va iboralar: po'lat, tezkesar po'lat, termik ishlov berish, temperatura, qizdirish vaqti, sovitish muhirlari, toblash, toblash usullari, bo'shatish, karbidlar, struktura, qotishma

Tezkesar po'latlar yuqori temperaturada kesishda, og'ir sharoitlarda ishlatiladigan turli xil kesuvchi asboblarni tayyorlashda qo'llaniladi. Keskich, parma va boshqa asboblarni sifati tezkesar po'latlarning sifatiga, asboblarni to'g'ri tayyorlanishi va ularga to'g'ri termik ishlov berish texnologiyalariga bog'liq bo'ladi. Tezkesar po'latlar yuqori legirlangan po'latlar bo'lib, yuqori issiqlikka bardoshlikka, yahni qizdirilgan holatda ($600 - 650$ °S temperaturagacha) yuqori qattqlikni saqlash qobiliyatiga egadir. Tezkesar po'lat po'latlarning ledeburitli klassiga mansubdir. Quyma holatda tezkesar po'lat strukturasi ledeburitli evtektika va austenitni parchalanish mahsulotlaridan iborat bo'ladi (165 – rasm, a). Quyma tezkesar po'lat uchta turdagi karbidlarga ega: birlamchi (ledeburitli evtektika), austenitni sovitishda ajralib chiqadigan ikkilamchi karbidlar va perlitli o'zgarishlarda hosil bo'ladigan evtektoidli. Tezkesar po'latlarda karbidlarning qulay bo'lmagan shakldagi karbidlarni (ledeburitli evtektikani) buzish va quyma tezkesar po'latni mo'rtligini yo'qotish uchun unga issiq holda bosim bilan ishlov beriladi (prokatlash, bolg'lash).

Tezkesar po'latlarni qattiqligini kamaytirish, ishlov berish yaxshilash va strukturasi toblashga tayyorlash uchun prokatlashdan (bolg'alashdan) so'ng yumshatish operatsiyasi o'tkaziladi. Izotermik yumshatishda tezkesar po'lat 830 – 850 °S temperaturagacha qizdiriladi va shu temperaturada ushlab turilgandan keyin (30-40 °S/soat tezlik bilan) 720 – 750 °S temperaturagacha sovutiladi, so'ng shu temperaturada ushlab turilib, pech bilan birgalikda (40-50 °S/soat tezlik bilan) 600 – 650 °S temperaturagacha sovutilib, keyin havoda sovutiladi. Yumshatishdan keyingi qattiqlik 207-255HB ga yetadi. Bunda hosil bo'ladigan mikrostruktura sorbit ko'rinishdagi perlit va karbiddan iborat bo'ladi (165 – rasm, b).

Tezkesar po'lat toblashda yuqori temperaturagacha qizdiriladi, masalan, '18 markali po'lat 1270 – 1300 °S gacha, '12 markali po'lat 1225 – 1245 °S gacha, '9 markali po'lat esa 1220 – 1240 °S gacha qizdiriladi. Tezkesar po'latdan tayyorlangan keskichlarni toblashda nisbatan yuqori temperatura, fasonli asboblarni toblashda esa nisbatan kichik temperatura tayinlanadi. Tezkesar po'latlarni yuqori temperaturagacha qizdirish imkon darajasida ikkilamchi karbidlarni (birlamchi karbidlar eritmada qolmaydi) nisbatan to'liq erishi va yuqori legirlangan austenit olish uchun zarur bo'ladi. Tezkesar po'latlardan tayyorlangan asboblarda yuqori kuchlanganlik holati hosil bo'lmasligi va toblash temperaturasigacha qizdirilganda darzlarni yuzaga kelmasligi uchun asboblar 800-850 °S temperaturagacha (erigan tuzlarda), 30 mm dan ortiq diametrga ega bo'lgan murakkab shaklli asboblar esa 500-650 °S temperaturagacha qizdiriladi.

Yuqori temperaturalarda ushlab turish unchali katta emas, faqat u asbobni qizdirish va sezilarli darajada donasi o'smasdan eritmaga o'tgan karbidlar qismini erishi uchun kerak bo'ladi.

Qizdirilgan asbob quyidagicha sovutiladi: 1) oddiy shaklga, qalinligi (diametri) 20 mmdan ortiq bo'lgan asboblar moyda sovutiladi; 2) 400-500 °S temperaturaga ega bo'lgan tuzli vannada pog'onali toblashda, keyingi ushlab turishdan so'ng havoda sovutish (juda katta yoki yupqa va uzun asboblardan tashqari); 3) havoda sovutish (5 mmgacha diametrga ega bo'lgan asboblar uchun).

Tezkesar po'latlar sovutilganda (toblanganda) austenitni parchalanishi natijasida 0,4- 0,5 % S ga ega bo'lgan yuqori legirlangan martensit (issiqqa bardoshlikni tahminlash uchun) hosil bo'ladi (kerakli qattiqlikni tahminlash uchun). Lekin, hamma austenit parchalanmaydi, uning mahlum bir qismi (25-30 %) qoldiq austenit sifatida qoladi. SHuning uchun tezkesar po'latlarni toblashdan keyingi strukturasi martensit, karbidlar va qoldiq austenitdan tashkil topadi (165 – rasm, v). Toblashdan keyin qattiqlik 62HRC ga teng.

Tezkesar po'lat toblashdan so'ng 550 – 570 °S temperaturada bo'shatishga jalb qilinadi. Bo'shatishda martensitdan vanadiy va volg'framning kichik dispersli karbidlari (martensitni dispers qattiqlash) ajralib chiqadi, qoldiq austenitga

martensitga aylanadi, buning natijasida po'latning qattiqligi nisbatan yuqori bo'ladi (~64HRC). Qoldiq austenit martensitga qizdirishda emas, ushlab turish vaqtida emas, balki sovutish jarayonida aylanadi va bir martali bo'shatishda to'liq aylanib bo'lmaydi. Nisbatan qoldiq austenitni martensitga aylanishi uchun 550 – 570 °S temperaturada ko'p martali bo'shatishdan (uch martali bo'shatishdan) foydalaniladi (166 – rasm, a) va har bir bo'shatishdan so'ng 45-60 minut ushlab turiladi. Po'latdagi qoldiq austenit stabil holatga kelmasligi uchun u tezda bo'shatilishi kerak.

1100 – 1150 °S temperaturadan yuqori temperaturalarda tezkesar po'lat-larni toblash M_0 nuqtasi 0 °S temperaturadan pastda joylashadi, shuning uchun tezkesar po'latdagi qoldiq austenitni yo'qotish uchun unga (toblashdan keyin) sovuq (-75-80 °S temperaturada) ishlov berish kerak bo'ladi. Bu holda uch martali bo'shatishni o'rniga bir martali bo'shatishdan foydalaniladi (166 – rasm, b). Toblangan va bo'shatilgan tezkesar po'latning mikrostruktur-asi martensit va karbidlardan tashkil topadi (165 – rasm, g).

Bahzi hollarda tezkesar po'latlarni toblashdan keyin sinishi mo'rt dag'al donali, yahni naftalinli ko'rinishga ega bo'ladi. Tezkesar po'latlarda naftalinli sinish shaklini hosil bo'lishiga sabab issiqlik bilan ishlov berishda oxirigi siqilishda uncha katta bo'lmagan deformatsiyalanish bilan birga sezilarli darajada yuqori temperatura yoki oraliq yumshatishsiz qayta toblash hisoblanadi. Vujudga kelgan naftalinli sinish shaklini tuzatish qiyin, hattoki ikki va uch martali bo'shatishdan keyin ham katta donalik izi to'liq bartaraf qilinmaydi.

Kesuvchi asboblari asosan, tezkesar po'latlardan tayyorlanadi. Kesuvchi asbobning faqat kesuvchi qismi, yahni bevosita ish bajaruvchi qismi yuqori qattiqlikka va issiqlikka bardoshlikka, uning dumi, korpusi, asosi yetarli darajada mustahkamlikka ega bo'lishi kerak. SHuning uchun diametri 9-10 mm va undan yuqori bo'lgan asboblari qimmatbaho va noyob hisoblangan tezkesar po'latni tejash maqsadida qismlari qilib tayyorlanadi: asbobning kesuvchi qismi tezkesar po'latdan, asbobning dumi esa 40, 45, 6 va yuqori mustahkamlik talab etadigan hollarda 40X markali po'latlardan tayyorlanadi.

Tezkesar va uglerodli po'latlarni bir-biriga biriktirishning eng yaxshi usuli uchma-uch payvandlash usulidir. Payvandlangan zagotovka 650-700° S temperaturagacha qizdirilgan pechga joylashtiriladi, keyin shu pechni o'zida yumshatiladi.

Tuzli vannada payvandlanib olingan asbobning yuqori qattiqlik talab etiladigan tezkesar po'latdan tayyorlangan qismi qizdiriladi. Asbobning payvandlash joyidagi qattiqligi 50-55 HRC bo'lishi lozim, agar qattiqlik qiymati bundan ortiq bo'lsa, asbobni mo'rtlashishiga olib keladi.

25 - Mavzu: Kesuvchi asboblarga termik ishlov berish texnologiyasi

Ma'ruzaning rejasi:

1. Kesuvchi asboblarga termik ishlov berish texnologiyasi;
2. Yushatish texnologiyasi;
3. Asboblarni toblash;
4. Toblashda sovutish;
5. Asboblarni bo'shatish.

Tayanch so'z va iboralar: po'lat, asbob, termik ishlov berish, temperatura, qizdirish vaqti, sovutish muhitlari, toblash, toblash usullari, bo'shatish, karbidlar, struktura, qotishma, kesuvchi asboblari, asboblarni toblash, asboblarni bo'shatish, keskich, freza, parma, plashka, metchik

Kesuvchi asboblarga keskichlar, parmalar, frezalar, protyajkalar va boshqalar kiradi. Kesish jarayonida asbobning kesuvchi (ishchi) qismi ishlov berilgan detalga singadi va metallning qismini (qirindi ko'rinishda) ajratib chiqaradi. Buning uchun kesuvchi asboblarning ishchi qismi ishlov beradigan detalga nisbatan yuqori qattqlikka ega bo'lishi kerak. Yetarli qattqlikka ega bo'lmagan asbob kesa olmaydi: uning shakli va o'lchamlari tezda o'zgaradi. Asbobning ishlash jarayonida uzluksiz ishqalanishi, yahni asbobning kesuvchi qirrasini yuzasini yeyilishi kuzatiladi. SHuning uchun kesuvchi asboblari yuqori yeyilishga chidamlilikka ega bo'lishi kerak. Asbob bilan ishlov berish jarayonida mexanik energiya issiqlik energiyasiga aylanadi, asbob, ishlov berilayotgan detal va qirindini qizishi kuzatiladi. Yuqori tezlikda kesish bilan ishlov berishda va katta kesimli qirindini ajralishida kesuvchi asboblari og'ir sharoitida ishlaydi, asbobni qirrasini yuqori temperaturagacha qiziydi. SHuning uchun kesuvchi asboblari yana issiqqa bardoshlikka ham ega bo'lishi kerak, yahni asbobning kesuvchi qirrasini yuqori temperaturagacha qizdirilgandan yuqori qattqlikni saqlashi lozim.

Kesuvchi asboblari ishlash jarayonida urilish, turtulish va zarblarga duch kelishi mumkin, bu o'z navbatida kesuvchi asbobni qovushqoq bo'lishini talab etadi. Agar kesuvchi asbob kichik qovushqoqlikka ega bo'lsa, unda darzlar yuzaga keladi va uni sinishigacha ham olib kelinadi. Kesuvchi asboblari uchun po'lat markasini tanlashda yuqorida keltirilgan ekspluatatsion xossalarni hisobga olishdan tashqari po'latni texnologik xossasini, yahni asbobni tayyorlash va unga termik ishlov berishda po'latni o'zini tutishini ham albatta ehtiborga olish kerak. Kesuvchi

asboblarga termik ishlov berishda eng asosiy texnologik xossaga ulaning toblanuvchanligi va toblanish chuqurligi kiradi. Toblanuvchanlik – po'latni toblashda yuqori qattqlikka va martensit strukturaga ega bo'lishi qobiliyatidir. Toblanish chuqurligi – po'latni ma'lum bir qalinlikkacha toblanish; termik ishlov berishda deformatsiyalanishga moyilligiga, ya'ni termik ishlovda vujudga keladigan issiqlik va strukturali kuchlanishlarning ta'sirida asbob o'lchamlarini o'zgarishiga moyilligiga; toblashda yuzaga keladigan darzlarga qarshilik ko'rsatish bardoshligiga va boshqalarga ega bo'lish qobiliyatidir.

Tayyor asboblarni sifati juda katta miqdorda asboblar tayyorlanadigan po'latning sifatiga bog'liq.

Kesuvchi asboblarni tayyorlashda ishlatiladigan po'latlarning kimyoviy tarkibi o'rnatilgan standart talablariga to'g'ri kelmasa, uni termik ishlov berish juda qiyin bo'ladi, termik ishlov berish tartiblarini o'zgartirishga olib keladi va nuqsonlar foizini oshirib yuboradi, bu bilan ishlov berish tannarxini ham oshirib yuboradi hamda kutilgan natijaga erishib bo'lmaydi.

Po'latni nometall qo'shimchalar bilan ifloslanishi (sulg'fidlar, oksidlar) asbobni sifatini tushirib yuboradi. Po'latlarda ko'proq sulg'fidli qo'shimchalar marganets sulg'fidi (MnS) qo'rinishida uchraydi. Oksidli qo'shimchalar zanjirlar ko'rinishda bo'ladi. Po'latda uchraydigan g'ovakliklar metallarning bir butunligi buzadi va asbobni kesuvchi qirrasini sinishiga olib keladi. Yuqori qattqlik metall kesuvchi stanoklarda yomon ishlov berishga olib keladi; ishlov beriladigan detalning yuzasi toza bo'lmaydi, ishchi element muddatidan oldin ishdan chiqadi. Shuning uchun kesuvchi asboblarni tayyorlashda uni materialiga va olinish hamda ishlov berish texnologiyalariga katta ehtibor qaratish lozim. Ular o'rnatilgan talablarga javob berishi kerak.

Uncha katta bo'lmagan o'lchamlarga va uncha murakkab bo'lmagan shaklga ega bo'lgan, uncha katta bo'lmagan yuklanishda ishlaydigan, tez va kuchli zarblarga jalb qilinmaydigan kesuvchi asboblarni (razvertka, metchik, plashka, egov) tayyorlashda U10, U10A, U11, U11A, U12, U12A markali uglerodli asbobsozlik po'latlari qo'llaniladi.

Toblashda deformatsiyalanishi kichik bo'lgan katta o'lchamli, murakkab konfiguratsiyaga ega bo'lgan va uzun va yupqa kesuvchi asboblarni tayyorlashda 9XS, XVG, X12M legirlangan asbobsozlik po'latlari ishlatiladi.

Qiyin ish sharoitlarida, yuqori kesish tezligida ishlaydigan, yuqori qattqlikka ega bo'lgan po'latlarga ishlov berishda ishlatiladigan kesuvchi asboblar (keskichlar, parmalar, razvertkalar, frezalar, metchiklar, plashkalar, protyajkalar) R18, R12, R9 va boshqa markali tezkesar po'lat-lardan tayyorlanadi.

Uglerodli po'latlar (0,7 dan 1,3 % gacha uglerod miqdoriga ega bo'lgan) uncha katta bo'lmagan toblanish chuqurligiga ega, bu o'z navbatida perlitli va

oraliq o'zgarishlar sohalarida austenitning kichik turg'unlikka ega ekanligi bilan tushuntiriladi. Uglerodli asbobsozlik po'latlarda yuqori qattqlik (60-65HRC) olish uchun ulardan tayyorlangan kesuvchi asboblarni suvda toblash zarur. Asbobni (diametri 10-12 mmgacha bo'lgan) tez sovutishga qaramasdan u uncha katta bo'lmagan chuqurlikkacha toblanadi. Diametri 5 mm gacha bo'lgan namunalarni moyda yoki issiq muhitlarda sovutilganda yuqori qattqlik olish mumkin.

Uglerod miqdorini oshishi bilan austenitni barqarorligi va agar uglerod eritmada bo'lgan holda toblanish chuqurligi ham oshadi. Po'lat strukturasiidagi erkin karbidlar austenitni barqarorligini pasaytirib, toblanish chuqurligini ham kamaytiradi. Buning oqibatida uglerodli asbobsozlik po'latlarining evtektoidgacha bo'lgan tarkibida uglerodning miqdorini oshishi toblanish chuqurligini oshiradi va keyingi uglerod miqdorini oshishi bilan toblanish chuqurligi kamaytiradi. SHuning uchun, masalan, U8 markali po'latni toblanish chuqurligi U12 markali po'latni toblanish chuqurligidan katta bo'ladi. Toblash temperaturasi oshishi bilan toblanish chuqurligi oshadi.

Uglerodli po'latlarni kichik toblanish chuqurligiga ega ekanligi tufayli, ular diametri 5 mmdan 25-30 mmgacha bo'lgan asboblarni uchun yumshoq materiallarga ishlov berish uchun qo'llaniladi. Uglerodli po'latlarning asosiy yutug'i – asbobning sirtqi yuzasida yuqori qattqlikka egaligida uning o'zagida qovushqoqligini saqlanishidir.

Uglerodli asbobsozlik po'latlari yana bir qator yutuqlarga ham ega: yumshatishdan so'ng kichik qattqlikka ega bo'lishi (200HB dan kam qattqlikka ega ekanligi); kichik toblash temperaturasi (770-810 °S) ega ekanligi bo'lib, u oksidlanish va uglerodsizlantirishni kamaytiradi; toblashdan so'ng uncha katta bo'lmagan miqdorda qoldiq austenitga (5-10 %) ega bo'lishi bo'lib, u asbobning ishchi qirrasini shaklini saqlashga imkon beradi.

Uglerodli asbobsozlik po'latlarining kamchiligiga quyidagilarni kiritish mumkin: donali perlit strukturasi olish uchun yumshatish qisqa temperaturalar intervaliga ega ekanligi; suvda kerak bo'lgandan keyin sovutishda kuchlanish, deformatsiya va darzlarni hosil bo'lishiga moyilligining yuqoriligi; toblashda yuqori o'ta qizishga yuqori sezgirligi va boshqalar. Hattoki, uncha katta bo'lmagan miqdorda temperaturani oshishi (10-15 °S) dona o'sishi kuzatiladi va natijada qoldiq austenit miqdori oshadi, bu esa mustahkamlikni kamayishiga olib keladi.

Evtektoidli po'lat o'ta qizishga nisbatan sezgir bo'lib, bu po'latga tarkibiga 0,8-0,9 % S bo'lgan uglerodli po'lat yaqin bo'ladi. Evtektoiddan keyingi po'latlarda toblash uchun qizdirishda (A_1 nuqtadan yuqori temperaturada) ikkilamchi tsementit saqlanib qoladi va u donani o'sishiga to'sqinlik qiladi. Bu guruhdagi po'latlarning yana bir kamchiligiga ularning kichik issiqqa bardoshlikka (200 °S

temperaturagacha) ega ekanligi hisoblanadi. Kesuvchi asbob uchun eng yaxshi qo'llanidigan po'lat U11 markali uglerodli asbobsozlik po'latidir. U11 markali po'lat U10 markali po'latga nisbatan nisbatan kichik donalarga, U12 po'latga nisbatan esa yuqori toblanish chuqurligiga va nisbatan yuqori mexanik xossalarga ega.

Uglerodli asbobsozlik po'latlari (U10-U12) uzluksiz sovutish bilan yumshatiladi (164 – rasm,a) ; izotermik va mayatnikli yumshatish 164-rasm, b,v da tasvirlangan tartiblarda amalga oshiriladi; yumshatish temperaturasida-gi va 680-700 °S temperaturadagi izotermik ushlab turish vaqti 1-2 soat; mayatnikli yumshatishda har bir pog'onada ushlab turish vaqti 0,5-1 soat; yumshatishdan keyingi struktura – donali perlitdir. Qayta toblashdan oldin va kesish bilan ishlov berishda yuzaga keladigan ichki kuchlanishlarni hamda sovuq holda deformatsiyadan keyin puxtalanishni olib tashlash uchun 2-3 soatli ushlab turish vaqtiga ega bo'lgan yuqori temperaturali yumshatishdan foydalaniladi (164 – rasm,g). TSementit to'rini yo'qotish va donani maydalash uchun normallashtiriladi (164 – rasm,d). Yuzada uncha katta bo'lmagan g'adir-budirlik olish uchun yaxshilash operatsiyasi qo'llaniladi (164 – rasm,e).

U10 - U12 markali po'latlarni toblashda qizdirish temperaturasi 770-790 °S ni tashkil etadi. Sovutish suvda yoki suvli eritmalarda (NaCl (8-15 %), NaOH (10-15 %)) amalga oshiriladi. Po'latlarni tuzlar va ishqorlarning suvli eritmalarida sovutish suvga sovutishga nisbatan qoniqarli natijalar beradi: “yumshoq izlar” hosil bo'lish ehtimoli kamayadi; mustahkamlik oshadi; toblangan qatlam qalinligi ham oshadi va natijada nisbatan bir xil struktura va qattiqlikka erishilishi tahminlanadi.

Po'latlarni suvda yoki suv eritmalarida tez sovutish oqibatida ichki kuchlanishlar vujudga keladi va u darzlarni yuzaga kelishiga olib kelishi mumkin. shuning uchun uglerodli po'latlardan tayyorlangan asboblarni suvda yoki suv eritmalarida sovutishni to'liq o'tkazmaslik lozim, yahni uni yuzasi qorayguncha (200-250 °S gacha) o'tkazish kerak, so'ngra asbobni to'liq sovutish uchun moyga solinadi. Asbobni suvda yoki suv eritmalarida toblagandan keyin ularda korroziya hosil bo'lmasligini oldini olish uchun zudlik bilan issiq suvda (60-800° S) yuvish kerak, so'ngra siqilgan havo oqimida quritish kerak. Ichki kuchlanishlar va qiyyashayishlarni kamaytirish hamda toblashda yuzaga keladigan darzlarni bartaraf qilish maqsadida pog'onali toblash qo'llaniladi, unda uglerodli po'latdan tayyorlangan asbob 790-810° S temperaturagacha qizdiriladi va 150-180° S temperaturaga ega bo'lgan tuzli vannada sovutiladi. Asbob ushbu temperaturada qisqa vaqt (3-5 minut) ushlab turilgandan so'ng havoda sovutiladi. Bu toblash usulini diametri (qalinligi) 6-8 mmgacha bo'lgan asboblarni toblashda qo'llash mumkin. 4-6 % suvni qo'shilgan tuz eritmasida diametri (qalinligi) 10-12

mmgacha bo'lgan asboblarni toblash mumkin. Diametri (qalinligi) 6-8 mmgacha bo'lgan mayda asboblar 790-810⁰ S temperaturada qizdirilgandan keyin ularni moyda sovutish mumkin (62-64HRC).

U10-U12 markali uglerodli asbobsozlik po'latlaridan tayyorlangan kesuvchi asboblarni toblashdan so'ng past temperaturali bo'shatish o'tkaziladi, odatda bo'shatishning temperaturasi 150-160⁰ S (62-64HRC) va 180-200⁰ S temperaturalarni (60-62HRC) tashkil etadi. Kesuvchi asboblar o'lchamlarini yuqori aniqlikda stabillashtirish uchun ularga -50⁰ S temperaturalarida sovuq bilan ishlov beriladi. Sovuq bilan ishlov berilgandan so'ng asbobni qattiqligi 1-2 HRC kattalikka oshadi.

Legirlangan asbobsozlik po'latlari. Kesuvchi asboblarni tayyorlashda qo'proq keng ko'lamda 9XC, XBG, XBCG, X12M kabi markali po'latlardan foydalaniladi, ularning kimyoviy tarkibi 1-jadvalda keltirilgan.

9XC markali po'lat xrom va kremniy bilan legirlanadi. Bu po'latda austenit yuqori barqarorlikka va yaxshi toblanish chuqurligiga ega. Kesimi 40 mmgacha bo'lgan (issiqlik muhitlarida kesimi 30 mmgacha bo'lgan) namunalar moyda toblangandan keyin ularning qattiqligi 60HRC va undan yuqoriga yetadi. 9XC markali po'lat yuqori issiqlikka bardoshlikka, yaxshi kesuvchi xossasiga ega. Bu po'latda karbidlar bir tekisda taqsimlangan va u po'lat 780-800⁰ S temperaturada yumshatiladi. Toblash 850-870⁰ S temperaturalarida moyda va erigan tuzlarda (150-200⁰ S) amalga oshiriladi.

1-jadval

Kesuvchi asboblar uchun legirlangan po'latlarning kimyoviy tarkibi

Po'lat markasi	Kimyoviy tarkibi, %				
	C	Mn	Si	Cr	W
9XC	0,85-0,95	0,30-0,60	1,20-1,60	0,95-1,25	-
XBG	0,90-1,05	0,80-1,10	0,15-0,35	0,90-1,20	1,20-1,60
XBCG	0,95-1,05	0,60-0,90	0,65-1,0	0,60-1,10	0,70-1,00

9XC markali po'latda M₀ nuqta 0⁰ S dan pastda joylashadi, toblashda martensitli o'zgarishlar to'liq kechmaydi va po'latda 6-8 % qoldiq austenit qoladi, qolgan austenit miqdori deformatsiyaga olib keladi va kesuvchi asbob bardoshligini kamaytiradi. SHuning uchun uncha murakkab bo'lmagan shaklga ega bo'lgan asboblarda ichki kuchlanishlar kichik bo'lganligi sababli va 9XC markali po'latda austenitni stabillashtirishga o'ta ham sezirgir-ligini ehtiborga olib, toblashdan so'ng ularga -55⁰ S temperaturada sovuq bilan ishlov beriladi. 9XC markali po'lat 180-200⁰ S temperaturada bo'shatiladi. Termik ishlov berishdan keyin 9XC markali po'latni strukturasi martensit va karbidlardan iborat bo'lib, uning qattiqligi 61-64HRCga yetadi.

9XC markali po'lat yuqori miqdorda kremniyga ega bo'lganligi sababli qizdirilganda uglerodsizlantirishga moyil va yumshatilgan holatda yuqori qattqlikka 229-241HBga ega, bu o'z navbatida unga ishlov berishni qiyinlashtiradi. Bu po'latlardan parma, razvertka, freza, metchik va plashka kabi turli kesuvchi asboblari tayyorlanadi.

XBG markali po'latdan toblashda sezilarli bo'lmagan qiyshayishlar kuzatiladigan katta va uzun protyajklar, uzun metchik va razvertkalar, kichik parmalar va boshqa asboblari tayyorlashda foydalaniladi.

XBG markali po'lat xrom, volg'fram va marganets bilan legirlangan bo'ladi. 9XC markali po'latga qaraganda yuqori toblanishga va toblanish chuqurligiga ega. Diametri 45-48 mm bo'lgan tsilindrli namunalarni toblash va undan keyingi sovutishni moyda (diametri 35 mm gacha issiq muhitlar-da) o'tkazilganidan so'ng ularning hamma kesimlaridagi qattqlik 60HRC dan oshadi. XBG markali po'latda toblashdan so'ng yuqori miqdorda (15-18 % gacha) qoldiq austenit bo'ladi, bu qiyshayishlarni kamaytiradi va uni kichik deformatsiyalanadigan qiladi. Po'latdagi bunday miqdordagi austenit miqdori kichik plastik deformatsiyalanishga qarshilikni kamaytiradi va silliqlagandagi darzlarga sezirgirlikni oshiradi. XBG markali po'latning kamchiligiga quyidagilar kiradi: karbidlarning yuqori notekisligi; barqaror bo'lmagan toblanish va toblanish chuqurligiga ega ekanligi; kichik qattqlikka ega bo'lishi. XBG markali po'latga -55°S temperaturada sovuq bilan ishlov beriladi. Po'lat $770-790^{\circ}\text{S}$ temperaturada yumshatiladi va $820-850^{\circ}\text{S}$ temperaturagacha moyda yoki issiqlik muhitida toblanadi, bo'shatish $160-190^{\circ}\text{S}$ temperaturada o'tkaziladi. Qattqlik termik ishlov berishdan so'ng 61-64HRCga yetadi. 9XC va XBG markali po'latlar o'rniga murakkab legirlangan XBSG markali po'latlar ishlatilmoqda. Bu po'lat yaxshi toblanadi va yuqori toblanish chuqurligiga ega. XBSG markali po'latdan uncha katta bo'lmagan kesimli (20 mm gacha) qilib tayyorlangan namunalari havoda sovutish bilan toblanadi (59-60HRC). 100 mm gacha kesimga ega bo'lgan namunalari moyda, 75 mm gacha kesimga ega bo'lgan namunalari esa issiq muhitda ochiq holda toblanadi. XBSG markali po'latni toblanish chuqurligi kam volg'fram miqdoriga (0,7-1,0 % gacha) ega bo'lganligi sababli XBG markali po'latga qaraganda barqaror hisoblanadi. XBSG markali po'lat o'ta qizishga sezgir va uglerodsizlantirishga moyil. Bu po'latning issiqqa bardoshligi va unda karbidlarning taqsimlanishi 9XC markali po'latnikiga o'xshash. XBSG markali po'latni toblagandan so'ng qoldiq austenit miqdori 12-14 % gacha bo'ladi. Yumshatilgan holatidagi (yumshatish $770-790^{\circ}\text{S}$ temperaturada o'tkaziladi) qattqlik 196-217 HBni tashkil qiladi. XBSG markali po'latdan tayyorlangan detallar $860-880^{\circ}\text{S}$ temperaturada moyda yoki issiq muhitda toblanadi va $160-180^{\circ}\text{S}$ temperaturada bo'shatiladi (62-64 HRC). XBSG

markali po'latlardan dumaloq plashkalar, razvertkalar, katta protyajkalar va boshqa kesuvchi asboblar tayyorlanadi.

Kesuvchi asbobning ishchi qismidan to payvandlangan joygacha qattiq-likni sekin-asta kamayib boradigan zonani olish uchun asbobni tuzli van-naga tezkesar po'latdan tayyorlangan ishchi qismidan (168-rasmda ko'rsatil-gan) A masofada botirish kerak. Bu masofa asbobni o'lchamiga bog'liq.

Asbob diametri, mm	10	20-30	20-30	30-40
A, mm	22	20	18	16

Yig'iladigan asbobning kesuvchi va dum qismiga turli rejimlarda ishlovlar beriladi.

Kesuvchi asbobga termik ishlov berish uchta bosqichga bo'linadi:

- 1) dastlabki termik ishlov berish – yumshatish, yuqori temperaturali bo'shatish, yaxshilash – qattqlikni kamaytirish, kesish bilan ishlov berishni yaxshilash, puxtalanishni olib tashlash va keyingi termik ishlov berish operatsiyasiga tayyorlashdan iborat;
- 2) oxirigi termik ishlov berish – asbobni ekspluatatsion xossasini shakllantirish uchun toblash va bo'shatish operatsiyasini o'tkazish;
- 3) asbobni silliqlash va o'tkirlashdan keyin qo'shimcha ishlov berish – tsianlash, bug' bilan ishlov berish, bardoshlik, antikorroziya xossasini oshirish uchun past temperaturali bo'shatish.

Toblash – asbobga termik ishlov berishning asosiy operatsiyasi bo'lib (bo'shatish bilan birgalikda), uning ekspluatatsiya jarayonidagi bardosh-likni aniqlaydi. Toblashdan so'ng qattqlik 62-65 HRCni tashkil etib, strukturasi yopiq kristalli yoki kichik ignali tuzilishga ega bo'lgan martensitdan iborat bo'lib, karbidlar bir tekisda taqsimlangan. Toblash uchun qizdirishda austenit donasining kattaligi 10-11ballga va bahzi hollarda esa 9 ballga to'g'ri keladi (400 yoki 500 marta kattalashtirilganda). Martensit tarkibi po'latning kimyoviy tarkibi va toblash sharti bilan bog'liq.

Uglerodli po'latda martensitdagi uglerodning miqdori 0,7-0,8 %, tezke-sar po'latda esa 0,3-0,5 %ni tashkil qiladi. Uglerodli va legirlangan po'latlarning issiqqa bardoshligi 200-250⁰ S bo'lsa, tezkesar po'latlarniki esa 600-650⁰ S ni tashkil etadi. Asbobning mustahkamligi karbidlarning taqsimlanish xarakteri, qoldiq austenit miqdori va toblashda yuzaga kela-digan kuchlanish qiymatiga bog'liq bo'ladi.

Asbobning hamma yuqorida sanab o'tilgan xossalari toblash rejimi va sharoitiga bog'liq. Asboblarni toblash natijalariga quyidagi asosiy omillar kiradi: qizdirishning usuli, temperaturasi va tezligi; qizdirishdagi ushlab turish vaqti va sovutish holati. Asboblarni toblashda qizdirish havo yoki neytral atmosferaga ega

bo'lgan elektr pechlarda, neft va gaz bilan qizdiriladigan pechlarda, yuqori chastotali tok yordamida eritilgan tuzlarga va "qaynaydigan qatlamga" ega bo'lgan pech-vannalarda amalga oshiriladi. Eng ko'p qizdirish usuliga pech-vannalar kiradi.

Tuzli pech-vannalardagi yuqori qizdirish tezligi sezilarli darajada ichki kuchlanish, deformatsiya va darzlarni yuzaga keltirishi mumkin. SHuning uchun tezkesar va legirlangan po'latlardan tayyorlangan katta o'lchamli, murakkab konfiguratsiyaga ega bo'lgan asboblarni pog'onali toblash tavsiya etiladi. Asboblarni qizdirishdagi ushlab turish vaqti asbobni bir tomondan ikkinchi tomonga o'tgan (ochiq) usulda berilgan temperaturada qizdirishi va faza o'zgarishlarini to'liq tugallanishini tahminlashi uchun lozim. Asboblarni eritilgan tuzlarda ushlab turish vaqtini po'latning kimyoviy tarkibi, qizdirish temperaturasi, asbobning shakli va o'lchamini ehtiborga olgan holda hisoblash yo'li bilan aniqlash mumkin yoki mashinasozlik va asbobsozlik zavodlardagi mahlumotlar asosida qabul qilinishi mumkin. Sovutish muhitini tanlashda po'latning markasi, asbobning shakli va o'lchami, talab etilgan struktura va qattqlik ehtiborga olinishi kerak. Sovutishdan so'ng asbob yuzasi toza bo'lishi lozim. Asboblarni toblashda sovitish muhiti sifatida suv va suv eritmaları, moy, erigan tuz va ishqorlar hamda havo qo'llaniladi. Uglerodli po'latlardan tayyorlangan asboblarni toblashda suv va suv eritmalaridan foydalaniladi. Katta gabaritli asboblarni avval suvda, keyin moyda (martensitli o'zgarishlarning boshlanish temperaturasigacha) sovitish tavsiya etiladi. Asboblarni moyda sovitishda sezilarli darajada ichki kuchlanish kamayadi, lekin texnika xavfsizlik qoydalariga qahtiy rioya qilish kerak.

Pog'onali va izotermik toblashlarda tuz eritmaları va ishqorlardan foydalaniladi. Ularning kamchiligi: ish jarayonida sovitish qobiliyati va oquvchanligini o'zgarishidir. Quyida turli xil po'latlar guruhlaridan tayyorlangan asboblarning toblash sxemalari keltirilgan:

Uglerodli po'latlardan tayyorlangan asboblar uchun: 1) asboblar yuzasini 400° S temperaturada (tuzlarni sochilib, purkalmaligi uchun) quritish; 2) asbobni $600-650^{\circ}$ S temperaturagacha qizdirish (hisobiy qalinligi 20 mmdan ortiq bo'lgan asbob uchun); 3) oxirigi qizdirish $770 - 790^{\circ}$ S temperaturada amalga oshiriladi; 4) sovitish; hisobiy qalinligi 8 mmgacha bo'lgan asboblar (12 mmgacha bo'lgan metchiklar) $160 - 180^{\circ}$ S temperaturada erigan tuzlarda sovitiladi; hisobiy qalinligi 8 mmdan ortiq bo'lgan asboblar $150 - 200^{\circ}$ S temperaturaga ega bo'lgan qizdirib pishirilgan tuzning 5 %li suvli eritmasida sovitilib, so'ngra sovitish uchun moyga olinadi va moyda to'liq sovuguncha ushlab turiladi.

Legirlangan po'latlardan tayyorlangan asboblar uchun: 1) asboblar yuzasini 400° S temperaturada; 2) birinchi qizdirish $600 - 650^{\circ}$ S temperaturada amalga oshiriladi (hisobiy qalinligi 20 mmdan ortiq bo'lgan asboblar uchun); 3) oxirigi

qizdirish (qizdirish temperaturasi po'lat markasiga qarab aniqlanadi); 4) sovutish; hisobiy qalinligi 20 mmdan kam bo'lgan asboblar tuz eritmalarida sovutiladi; qalinligi 20 mmdan ortiq bo'lgani moyda sovutiladi.

Tezkesar po'latlardan tayyorlangan asboblar uchun: 1) asboblar yuzasini 400° S temperaturada quritish; 2)) birinchi qizdirish $600 - 650^{\circ}$ S temperaturada amalga oshiriladi (hisobiy qalinligi 20 mmdan ortiq bo'l-gan asboblar uchun); 3) ikkinchi qizdirish $800-850^{\circ}$ S temperaturada (hamma o'lchamdagi asboblar uchun majburiydir) amalga oshiriladi; 4) oxirigi qizdirish; 5) sovutish; uzun strejnli asbob $200-250^{\circ}$ S temperaturagacha moyda sovutiladi va to'g'rilash uchun yuboriladi; qolgan asboblarni pog'onali sovutish tavsiya etiladi: $500-550^{\circ}$ S temperaturagacha tuzli vannada, keyin havoda sovutiladi (hisobiy qalinligi 20 mmdan ortiq bo'lgan asboblar havoda $300-400^{\circ}$ Sgacha quritiladi, so'ngra bo'shatishga uzatiladi).

Toblangandan so'ng asboblar ularning yuzasidagi tuz va qisman moylardan tozalash uchun yuviladi. Bu maqsadda ikkita yuvish operatsiyasi tavsiya etiladi: 1) 1% NaOH, 0,15 % Na_2SiO_3 (suyuq shisha) va suvdan iborat eritmada $70-80^{\circ}$ S temperaturada 10-15 minut yuvish; 2) NaNO_2 (2-3 %) va Na_2CO_3 (0,3 %) iborat suv eritmasida $70-80^{\circ}$ S temperaturada 10-15 minut yuvish.

Bo'shatish – oxirigi termik ishlov berish operatsiyasi bo'lib, u asbobning mo'rtlikni kamaytiradi va qovushqoqligini oshiradi, qisman ichki kuchlanishlarni yo'qotadi. Bo'shatish rejimi po'latning kimyoviy tarkibi, talab etilgan qattqlik va asbobni bajaradigan ishiga qarab aniqlanadi. Uglerodli va legirlangan po'latlardan tayyorlangan asboblar (U10, 9XS, XVG va boshqalar) ni bo'shatishni avvalam bor, suyuq muhitlarda, masalan 45 % NaNO_2 va 55 % KNO_3 iborat bo'lgan $140 - 200^{\circ}$ S temperaturali eritmada (ko'proq $150 - 180^{\circ}$ S temperaturada), so'ngra havoda o'tkazish (sovutish) maqsadga muvofiq. Havo atmosferasiga ega bo'lgan pechlarda bo'shatilgan asbob xossasining stabiligi tahminlanmaydi.

Uglerodli va legirlangan po'latlardan tayyorlangan asboblarni bo'shatishdagi ushlab turish vaqti bo'shatish temperaturasi bilan aniq-lanadi:

Bo'shatish temperaturasi, $^{\circ}$ S	Ushlab turish vaqti, soat
140 gacha	8 – 12
140 - 150	2 – 4
160 – 170	1,5 - 2,5
180 – 200	1 – 2
220 va undan yuqori	40 minut – 1 soat

Tezkesar po'latlardan tayyorlangan asboblar uchun uch martali bo'shatish, yahni $550 - 575^{\circ}$ S temperaturada qizdirib 1 soat ushlab turib, har bir bo'shatishdan keyin albatta 20° S temperaturali havoda sovutish, agar bundan

boshqacha bo'lsa, po'latning strukturasi bo'shatilmagan martensit bo'ladi. Bo'shatishning umumiy davom etish vaqti 15-24 soatni tashkil etadi.

SHuning uchun hozirgi vaqtda nisbatan yuqori temperaturada 600⁰ Sda (10-15 minut ushlab turib) qisqa muddatli bo'shatish rejimi bir vaqtning o'zida bo'shatishlar sonini kamaytirish maqsadida izlanmoqda. Lekin qisqa muddatli bo'shatish rejimi cheklangan sanoat ishlab chiqarishda avtomatlashtirilgan holatda qo'llaniladi. Qisqa muddatli bo'shatishni sharti uni rejimini nazorat qilish hisoblanadi.

Dumga ega bo'lgan yaxlit va payvandlangan asbob (30-45 HRC) ni ishchi va dum qismida talab etilgan qattqlikni olish uchun turli variantli termik ishlov berishlarga jalb qilinadi.

Yaxlit , qisqa dum qismiga ega bo'lgan asbob uchun quyidagi termik ishlov berish rejimlari tavsiya etiladi: a) asbobning ishchi va dum qismini (birgalikda) toblash, bo'shatish; asbobning dum qismini 500- 550⁰ S temperaturada 10-15 minut davomida qisqa muddatli mahalliy bo'shatish; b) asbobni maxsus moslamasi bir butun holatda tuzli vannada toblash bo'lib, u asbobni dum qismini nisbatan past temperaturada qizishini va bo'shatishni tahminlab beradi.

Yaxlit va payvandlab olingan uzun dum qismiga ega bo'lgan asbobning deformatsiyasini kamaytirish maqsadida ishchi va dum qismi alohida toblanib, bo'shatiladi.

Bo'shatishdan keyin kesuvchi asbob uni yuzasidagi oksidlar, shlamlar va boshqalar gidro tozalash usulida tozalanadi.

Asbobni qiyshayishi uni to'g'rilashga yuborilib, to'g'rilanadi.

26 - Mavzu: Issiq va sovuq holda ishlaydigan shtamlarga termik ishlov berish

Ma'ruzaning rejasi:

Issiq va sovuq holda ishlaydigan shtamlarga termik ishlov berish texnologiyasi

Tayanch so'z va iboralar: po'lat, asbob, termik ishlov berish, temperatura, qizdirish vaqti, sovutish muhitlari, toblash, toblash usullari, bo'shatish, karbidlar, struktura, qotishma, shtamp, shtamlash asboblari, issiq holda ishlaydigan shtamplar, sovuq holda ishlaydigan shtamplar

Sovuq holatda metallni deformatsiyalash uchun mo'ljallangan shtamp-larning matritsa va puansonlariga termik ishlov berish bir qator qiyin-chiliklarga ega. Ayniqsa, bu holat ko'proq metall massasi bir tekisda taqsimlanmagan murakkab shaklga ega bo'lgan shtamlarga tegishlidir. Bunday shtamlarni toblash o'ta ehtiborni talab qiladi, chunki bu shtamlarda darzlar yuzaga kelmasligi va katta qiyshayishlar bo'lmasligi kerak.

Legirlangan po'latlardan tayyorlangan shtamlarni toblash uglerodli po'latlardan tayyorlangan shtamlarga qaraganda kamroq qiyinchilikka ega. Legirlangan po'latlardan tayyorlangan shtamlarda darzlarni paydo bo'lmasligi va sezilarli darajada o'lchamlarini o'zgarimasligi uchun moyda toblanadi. Uglerodli asbobsozlik po'latlardan yasalgan shtamplar suvda toblanganda kuchli tarzda deformatsiyalanadi, ko'proq ularda darzlar yuzaga keladi. SHuning uchun uglerodli po'latlardan tayyorlangan shtamlarni toblashda ularni qiyshayishini kamaytiruvchi va darzlar paydo bo'lishini oldini oluvchi sovutish usullaridan foydalaniladi. odatdagi sovutish usuliga suvda sovutish kirib, undan so'ng qizdirilgan shtamp temperaturasi $180 - 150^{\circ} \text{ S}$ gacha temperaturagacha tushmaguncha ushlab turiladi, keyin moyga olinib, sovutiladi.

SHtamp sovutilayotganda suvdan moyga olinishi shtamplar o'zining tobla-nish rangini yo'qotgandan yoki bakda kuchli silkinish va taqillash to'xtagandan keyin bir qancha sekundlardan amalga oshiriladi.

SHtampni moydan shtampni yuzasida qolgan moyni tutun chiqarishi to'xtatilgandan so'ng olinadi. Uglerodli po'latlardan tayyorlangan shtamlardagi toblangan qatlam qalinligini oshirish uchun toblash odatdagi temperaturalardan farqli ravishda nisbatan yuqori temperaturalarda ($820-830^{\circ} \text{ S}$) bajariladi.

Sovuq holda deformatsiyalanadigan asboblarga termik ishlov berish murakkab bo'lib va termik ishlov berish rejimi shtampni bajaradigan ishi, shtamp uchun qo'llaniladigan po'latning kimyoviy tarkibi, texnologik talablar va boshqalarga bog'liq ravishda tanlanadi.

1.Odatdagi yeyilishga chidamlilikka ega bo'lgan po'latlardan tayyorlan shtamplar birlamchi qattqlikkacha termik ishlov qilinadi: toblashdan so'ng yuqori qattqlik, qichik o'lchamli dona (10 balli) va minimal miqdorda qoldiq austenitni tahminlab beradigan optimal temperaturada toblanadi. Toblash rejimlari 1-jadvalda ko'rsatilgan.

XVSG po'latidan tayyorlangan bo'lib, kesimi 30 – 40 mmgacha bo'lgan shtamplar deformatsiyalanishi kamaytirish uchun issiqlik muhitlarida (160 – 180⁰ S, 10 – 15 minut) toblanadi. 7XG2VM markali po'latdan tayyorlangan shtamplar uzluksiz va pog'onali toblashga jalb qilinadi.

1 – jadval

Odatdagi yeyilishga chidamlilikka ega bo'lgan po'latlarga termik ishlov berish rejimlari

Po'lat markasi	Toblash temperaturasi, ⁰ S	Sovutish	HRC shkala Bo'yicha qattqlik
11X	800-820	NaCl ni 10 % li suvli eritmasida	61 - 63
XVSG	855-870	Moyda	
X	845-855	Moyda	
7XG2VM	850-870	Havoda, moyda	58 - 60

SHTamplarni bo'shatish temperaturasi talab etilgan qattqlikka qarab, 150 – 225⁰ S tanlanadi (177 - rasm). Termik ishlov berilgandan keyin qat-tiqlik 60 – 62 HRC dan to 58 – 59 HRC gacha bo'ladi. Birlamchi qattqlikka U10A, U11A markali uglerodli po'latlardan va X (SHX15) legirlangan po'latlardan tayyorlangan sovuq holda boltlarni, vintlarni, shuruplarni, roliklarni, shariklarni oluvchi (vqsadki) matritalarga termik ishlov beriladi.

Sovuq holda cho'ktirib ishlaydigan shtamplar matritalsasi uncha katta bo'lmagan diametr (3 – 8 mm) teshikli tsilindrdan iborat bo'lgan ko'rinishda bo'ladi (178 – rasm, a). Matritalsani ishlash sharoiti bo'yicha teshik yuzasi va qilindr toretsi yetarli darajada qattiq bo'lishi kerak. Tashqi yuzalardagi qattqlik iloji boricha nisbatan kichikroq bo'lishi zarur.

U10A, U11A, X markali asbobsozlik po'latlardan tayyorlangan matritalsaryuqori bardoshlikka va minimal deformatsiyaga ega bo'lishi uchun quyidagi tarzda ishlov beriladi.Matritalsani ishchi yuzasini oksidlanishidan saqlash uchun uni oksidlantirmaydigan atmosferaga ega bo'lgan pechlarda yoki tuzli pech-vannalarda

qizdiriladi. toblash temperaturasida ushlab turilgandan so'ng matritsaning ishchi yuzasi suv oqimida maxsus moslamada sovutiladi.

Sovuq holda cho'ktirib ishlaydigan shtamplar matritsasini toblash uchun mo'ljallangan moslamasi 178-rasm, b da tasvirlangan. Bu moslama-ning 1 qizdirilgan matritsasi 2 prizmaga o'rnatilgan bo'ladi. Matritsa bitta toretsi bilan 3 qo'zg'almaydigan soploga, ikkinchi toretsi bilan esa 4 prujina yordamida 5 xarakterlanadigan soploga siqiladi. 6 kran ochiladi, suv 7 shlanga yordamida ikki tomonlama 1 matritsa teshigiga yuboriladi va suv soplone yon teshiklaridan oqib tushadi. Matritsaning yon tomondagi yuzasi qorayguncha suv oqimida sovutiladi, shundan so'ng matritsa moyda sovutiladi yoki matritsa bo'shatish uchun zudlik bilan ishchi yuzasida 57 – 59 HRC, yon tomondagi yuzasida 48HRC dan ko'p bo'lmagan qattqlikka erishish maqsadida 220 – 240⁰S temperaturaga ega bo'lgan moy solingan vannada sovutiladi. Yana quyidagi sovutish usuli qo'llaniladi. Matritsa suv oqimida havoda o'lchamlariga qarab, 20 dan 40 sekundgacha ushlab turiladi. Matritsani suv oqimida sovutishni to'xtatmasdan uni moslamasi bilan birgalikda suvga ega bo'lgan bakka tushiriladi, u yerda 200 – 150⁰ S temperaturagacha sovutiladi, shundan so'ng matritsani moy solingan bakka olinadi va u bakda matritsa to'liq sovuguncha ushlab turiladi. Keyin 220 – 240⁰ S temperaturada bo'shatiladi. Matritsani maxsus moslamada suv oqimida sovutilganda matritsani teshikka yaqin joylarida toblangan qatlam hosil bo'ladi.

U10A markali po'latdan tayyorlangan matritsadagi toblangan qatlam qalinligi (ishchi yuzasida) 1,5 - 2,0 mmdan oshmaydi. Og'ir ish sharoitlarida ishlaydigan matritsaning o'lchamlari asosan, birinchi zarblardan keyin o'zgaradi va u ishqalanish emas, balki ko'chirish kuchlarida yuzaga keladigan plastik deformatsiyalar oqibatida ro'y berishi bilan tushuntiriladi.

Og'ir ish sharoitlarda ishlaydigan ko'chirish kuchlari tahsirida plastik deformatsiyalanishga maksimal qarshilik ko'rsatishni tahminlaydigan sezilarli darajada nisbatan yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan X markali po'latdan tayyorlangan matritsalar ega bo'ladi. Oqim bilan toblangandan keyin X markali po'latdan tayyorlangan matritsalarining toblanish chuqurligi 7 – 8 mm qalinlikacha (ishchi yuzasida) boradi va u U10A markali po'latdan tayyorlangan matritsaga nisbatan yuqoridir.

U10 markali po'latdan tayyorlangan shtamplarning bardoshligini oshirish uchun 950⁰ S temperaturada (5 soat) borlanadi; so'ngra 830 – 850⁰ S temperaturada normallanadi, toblash 760 – 770⁰ S temperaturada suvda o'tkazilsa, bo'shatish esa 180⁰ S temperaturada amalga oshiriladi. Natijada shunday termik ishlov berishdan so'ng bardoshlik 2 – 5 martagacha oshadi.

2. Yuqori yeyilishga chidamlilikka ega bo'lgan po'latdan tayyorlangan shtamplar quyidagi tarzda termik ishlov qilinadi: birlamchi qattqlik-kacha ishlov

berish uchun toblash yuqori qattqlik va optimal miqdorda qoldiq austenitni tahminlaydigan temperaturalarda amalga oshiriladi (179 - rasm). X12F1 markali po'lat uchun toblashda qizdirish temperaturasi $1020 - 1050^{\circ} \text{ S}$, X12M markali po'lat uchun $1000 - 1030^{\circ} \text{ S}$ ni hamda X6VF markali po'lat uchun esa $960 - 990^{\circ} \text{ S}$ ni tashkil etadi. Toblash asosan, moyda o'tkaziladi. X12F1 va X12M markali po'latlardan tayyorlangan matritsalar havoda yoki issiq muhitlarda (400° S) toblanadi. Puansonlar $150 - 180^{\circ} \text{ S}$ temperaturada ($59 - 61 \text{ HRC}$), matritsalar esa $200 - 230^{\circ} \text{ S}$ temperaturada ($57 - 58 \text{ HRC}$) bo'shatiladi. Bo'shatish temperaturasi 400° S gacha oshishi va qattqlikni kamayishi bilan mustahkamlik oshadi (180 - rasm); nisbatan yuqori temperaturalarda bo'shatishda mustahkamlik kamayadi.

Yuqori tezliklarda ishlaydigan X12F1 va X12M markali po'latlardan tayyorlangan cho'zuvchi shtamplar ikkilamchi qattqlikka erishish uchun odatda, azotlanadi. Bu shtamlarni toblashda ularni optimal temperaturadan yuqori temperaturagacha (X12F1 markali po'lat uchun $1120 - 1150^{\circ} \text{ S}$ temperaturagacha) qizdiriladi, keyin moyda, havoda yoki $400 - 450^{\circ} \text{ S}$ temperaturaga ega bo'lgan erigan tuzlarda sovutiladi va natijada $61-63 \text{ HRC}$ qattqlikka erishiladi. SHundan so'ng $500 - 520^{\circ} \text{ S}$ da $2 - 3$ marta bo'shatish amalga oshiriladi. Ko'p martali bo'shatishni sovuq bilan ishlov berish (-78° S temperaturada) va bir martali bo'shatish bilan almashtirish mumkin. Bunda qoldiq austenitning parchalanishi va qattqlikni $61-63 \text{ HRC}$ gacha oshishi ro'y beradi. Toblashning yuqori temperaturasi donani o'sishiga va qovushqoqlikni kamayishiga olib keladi.

Bunday rejim bilan ishlov berilgan shtamplar yuqori qattqlikka, yuqori yeyilishga qarshilikka, siqilishda yuqori oquvchanlik chegarasiga ega bo'ladi (qoldiq austenitning o'zgarishi natijasida) va ularni azotlashga o'zagidagi qattqlikni kamaytirmasdan jalb qilish mumkin.

Yuqori miqdorda austenitni saqlash uchun ishlov berishda toblash temperaturasini ikkilamchi qattqlik uchun tavsiya etilgan toblash temperaturasidan 50° S yuqori qilib, olinadi. Toblashdan keyin po'lat stukturasida $60 - 80 \%$ gacha qoldiq austenit saqlanadi. So'ngra $150 - 180^{\circ} \text{ S}$ temperaturada bo'shatish bajariladi va natijada qattqlik 40 HRC ga yetadi. SHtamplarga bunday termik ishlov berish sezilarli darajada qovushqoqlikni oshiradi, lekin bunda silliqanishni yomonlashtiradi va shtamlarning o'lchamlari kamayadi.

X6VF, X12F1 va X12M markali po'latlardan tayyorlangan murakkab shtamlarda minimal deformatsiya hosil qilish uchun ishlov beriladi. Bunda toblash temperaturasi birlamchi qattqlik uchun ishlov berilgan temperaturadan $10 - 15^{\circ} \text{ S}$ ga yuqori bo'ladi, natijada shtamplar o'lchamlari talab etilganidan kichikroq bo'ladi. SHtamplarni talab etilgan o'lchamgacha olib chiqish uchun, ular $475 - 500^{\circ} \text{ S}$ temperaturalarda bir va ko'p martali bo'shatiladi, natijada o'lchamlar oshadi. Agar shtamplar dastlabki yaxshilan-sa, deformatsiyalanishi kamayadi

(toblash temperaturasi $860 - 870^{\circ}\text{S}$, bo'shatish $585 - 595^{\circ}\text{S}$). Keyin birlamchi qattqlik uchun termik ishlov berish o'tkaziladi. Bu holatlarda shtamplar o'lchamlari kam va bo'ylama hamda ko'ndalan kesim yo'nalishlarda bir xilda o'zgaradi.

3. Yuqori yeyilishga chidamlilikka ega bo'lgan po'latlardan (XG2F4) tayyorlangan shtamplar birlamchi qattqlikka erishish uchun $860 - 870^{\circ}\text{S}$ temperaturada toblanish uchun qizdiriladi va moyda sovutiladi (61-63 HRC) hamda $150 - 170^{\circ}\text{S}$ temperaturada bo'shatiladi.

4. Yuqori qovushqoqlikka ega bo'lgan po'latlardan (6XS, 6XV2S) tayyorlangan shtamplar ikkita rejim bo'yicha termik ishlov qilinadi: a) uzluksiz sovutishga ega bo'lgan toblash va talab etilgan qattqlikkacha bo'shatish ($57 - 59$ HRC); b) $50 - 54$ HRC qattqlikka erishish uchun izoter-mik toblash ($275 - 300^{\circ}\text{S}$ temperaturada toblash, 30-40 minut) bo'lib, unda po'latdagi struktura beynit va $8 - 12\%$ qoldiq austenitdan iborat bo'ladi. Agar shtamp - $40 - 50^{\circ}\text{S}$ temperaturalarda ishlasa, unda bu shtamlarda austenit stabillashtirish maqsadida $150 - 160^{\circ}\text{S}$ temperaturada bo'shati-ladi.

SHTamplar silliqlangandan keyin undagi kuchlanishlarni olib tashlash uchun qo'shimcha tarzda birinchi bo'shatish temperasidan $10 - 20^{\circ}\text{S}$ ga pastroq temperaturada bo'shatiladi. Ikkilamchi qattqlikka ishlov berila-digan po'latlarning oksidlanishini oldini olish uchun qo'shicha tarzda $400 - 425^{\circ}\text{S}$ temperaturada bo'shatiladi, qo'shimcha bo'shatish davomiyligi $30 - 40$ minutni tashkil qiladi.

SHTamplar (asosan, cho'zuvchi) ning issiqqa bardoshligini yaxshilash va qattqligini oshirish uchun $510 - 520^{\circ}\text{S}$ temperaturada ($8 - 12$ soat) azot-lashga jalb qilinadi. Azotlash jarayoni uzoq vaqt talab qilganligi uchun shtamp tayyorlanadigan po'lat yetarli darajada issiqqabardosh bo'lmasa, shtampning o'zagidagi qattqlik kamayib ketishi mumkin. SHuning uchun hamma termik ishlov berish operatsiyalarini o'tkazish tartibini belgilab olish juda muhimdir. Issiqqabardoshlikka ega bo'lmagan po'latlar toblash-gacha azotlansa, issiqqabardosh po'latlar esa silliqlash operatsiyasi o'tkazil-gandan so'ng azotlanadi. Qatlam qalinligi $0,08 - 0,12$ mm gacha, qattqlik esa $12020 - 1050\text{HV}$ gacha yetadi.

Bolg'alogchi shtamplar uchun po'latlar

Bolg'alogchi shtamplar yuqori temperaturagacha qizdirilgan ($1000-1150^{\circ}\text{S}$) metallni deformatsiyalaydi. SHTamplarni ishlash jarayonida siquv-chi, cho'zuvchi, eguvchi kuchlanishlar yuzaga keladi: Ular issiq metallni ishqa-lanishlari tahsirida bo'ladi. Plastik deformatsiya natijasida qizdirilgan metall shtamp qolipini bolg'a

zarblari bilan to'ldiradi, shtampning ishchi qismi qiziydi. SHuning uchun bolg'alovchi shtamlarni tayyorlashda qo'llaniladigan po'latlar yuqori mexanik xossalarga – mustahkamlik, qovush-qoqlik, yeyilishga chidamlilikka ega bo'lishi zarur.

Mustahkamlik (oquvchanlik chegarasi) deformatsiyalanish jarayonida shtamp qolipini saqlash uchun kerak bo'ladi; shtamp yetarli darajada qovushqoqlikka ega bo'lsa, shtampning ishchi yuzasi darz ketmaydi va sinmaydi. Bu xossalari yuqori temperaturalarda ham saqlanishi kerak, yahni shtamplar issiqlikka bardoshlikka ega bo'lishi zarur.

Bolg'alovchi shtamplar ishlash jarayonida davriy ravishda qizdirish va sovutishga jalb qilinadi. SHtamplarning ishchi yuzalarini qizdirish temperaturasi shtamp tayyorlangan po'latning kritik nuqtasidan oshishi mumkin. O'z navbatida, har bir qizdirish va sovutishda hajmiy o'zgarishlar bilan bog'liq ravishda faza o'zgarishlari ro'y berishi mumkin.

SHtampning ishchi yuzasida darzlarni paydo bo'lishi termik toliqish natijasida bo'lib, u po'latning kimyoviy tarkibiga, qattqlikka, yuzani holatiga va boshqa omillarga bog'liqdir.

Yuqori qattqlikka ega bo'lgan po'latlar (50 – 58 HRC) termik toliqish oqibatida darzlar paydo bo'lishiga nisbatan moyildir; 42 – 44HRC qattqlikka ega bo'lgan po'latlarni termik toliqishga qarshiligi tezda ortadi.

Bolg'alovchi shtamplar uchun mo'ljallangan 5XNM, 5XNV va boshqa markali po'latlar bir xil miqdorda uglerodga (0,5-0,6 %) ega bo'ladi. 5XNM, 5XNV, 5XGM, 5XNSV va boshqa po'latlar chegaralangan miqdorda xrom, volg'fram va molibdenga ega bo'lishi oqibatida bir xilda struktura, yuqori qovushqoqlik va plastiklik saqlanadi. Hamma po'latlarning karbid fazalari tsementit bilan legirlangan bo'ladi. Qizdirilgandagi mustahkamlik 350 – 375⁰ S temperaturagacha saqlanadi. Yuqoridagi po'latlarning ko'ngdalang va bo'ylama yo'nalishlardagi xossalari unchali sezilarli bo'lmagan farqqa ega: yuqorida ko'rsatilgan po'latlar yuqori toblanuvchanlikka va toblanish chuqurligiga ega; masalan, 5XNM va 5XGM markali po'latlarning toblanish chuqurligiga 300 mmgacha kesimga ega bo'lsa, 5XNV markali po'latning toblanish chuqurligi esa 150 – 180 mmgacha kesimga ega bo'ladi. SHuning uchun bu po'latlardan yuqori zarb yuklanishlariga ishlaydigan katta gabaritli bolg'alovchi shtamlarni tayyorlash maqsadga muvofiqdir. 5XNV va 5XNSV markali po'latlar mexanik xossalari bo'yicha bir-biriga juda yaqindir (181 - rasm). 5XGM markali po'lat yuqoridagi po'latlarga qaraganda nisbatan past zarbiy qovushqoqlikka ega bo'ladi. Yumshatishdan keyingi strukturasi plastinkali perlit va ferrit uchastkalaridan tashkil topgan; 5 XNSV markali po'latning qattqligi 217 – 241 HB, qolgan

po'latlarning qattiqligi esa 197 – 241 HB. Bolg'alashning boshlang'ich temperaturasi 1150 – 1180⁰ S , oxirigi temperaturasi esa – 850 – 880⁰ S.

3 – 5 % Cr ga ega bo'lgan po'latlar yuqori issiqlikka bardoshlikka (600 – 650⁰ S gacha) va shakl turg'uligiga ega, lekin 5XNM turidagi po'latlardan qovushqoqlik va sinishga bardoshlik bo'yicha, ayniqsa katta kesimli yuzalarda (100 mm dan yuqori bo'lgan) orqada qoladi. Bu po'latlarda uglerodning miqdori taxminan 0,4 %. Bir xil miqdorda uglerodga ega bo'lgan bu po'latlarning qovushqoqligi, plastikligi va sinishga bardoshligi karbidlar hosil qiluvchi legirlovchi elementlarga, chunonchi volg'fram, molibden va vanadiy miqdorlariga bog'liq bo'ladi.

Volg'fram (kam miqdorda molibden) bo'shatishda disperslik qattiqlashishni oshirib, lekin qovushqoqlikni yomonlashtiradi. Bundan tashqari, volg'fram karbidli notekislikni kuchaytirib, katta kesimli (100 mmdan katta bo'lgan) shtamlarning mexanik xossasini kamaytiradi. Lekin, volg'fram va molibden sezilarli darajada issiqlikka bardoshlikni oshiradi.

4X5V2FS markali po'lat yuqori sinishga bardoshlikka ega. Volg'fram va vanadiy dispers qattiqlashish va 500 – 550⁰ S temperaturada ikkilamchi qattiqlikni oshiradi (182 - rasm). Xrom va kremniy 600 – 650⁰ S gacha qizdiril-ganda oksidga bardoshlikni va plastik deformatsiyaga (400 – 500⁰ S gacha) qarshilikni oshiradi. Uncha katta bo'lmagan kesimga ega bo'lgan 4X5V2FS markali po'latdan tayyorlangan shtamplar 300 – 500⁰ S temperaturagacha 42 – 48 HRC qattiqlikda 5XNM markali po'latdan tayyorlangan shtamlarga qovushqoqlik bo'yicha qolishmaydi, lekin mustahkamlik va oksidga bardoshlik bo'yicha ustun turadi. 4X5V2FS markali po'latning toblash temperaturasi 1060 – 1080⁰ S (donasi 10 balli shkalaga ega).

Toblash temperaturasini oshishi qattiqlik va issiqqa bardoshlikni oshiradi, lekin donani o'lchamini oshishiga olib keladi, bunda qovushqoqlik va plastiklik kamayib ketadi. 4X5V2FS markali po'latni toblashda u deformatsiyalanishga moyildir, shuning uchun kichik o'lchamli shtamlarni toblash havoda, katta gabaritlisini esa moyda sovutiladi.

Talab etilgan qovushqoqlikni tahminlash uchun qattiqlik 47 – 50 HRC bo'lishi kerak, shuning uchun bo'shatish dispersli qattiqlashish temperatura-sidan yuqori temperaturada o'tkaziladi.

3 % Cr ga ega bo'lgan po'latlar (4X3V2F2M2) 5 % Cr ga ega bo'lgan po'latlarga qaraganda 400 – 450⁰ S temperaturadan yuqori temperaturalarda mustahkamlik bo'yicha ancha orqada qoladi, lekin kam karbid notekisligiga, yuqori qovushqoqlikka (120 – 150 mmgacha kismga ega bo'lgan shtamplar) va sinishga bardoshlikka ega bo'ladi. U po'lat nibatan kichik toblash temperaturasiga, yumshatilgan holatda kichik qattiqlikka (180 – 207 HB) ega. 4X5V2FS markali

po'lat 180 – 220 HB qattqlikka ega. Issiqqa bardosh po'latning strukturasi sorbit ko'rinishdagi perlitdan iborat.

27 - Mavzu: Rangli metall qotishmalardan tayyorlangan detallarga termik ishlov berish

Ma'ruzaning rejasi:

1. Mis qotishmalardan tayyorlangan detallarni termik ishlash;
2. Alyuminiy qotishmalaridan tayyorlangan detallarni termik puxtalanishini tamoyillari (toblash va eskirtirish);
3. Ikki bosqichli eskirtirish;
4. Titan qotishmalari va turli strukturali qotishmalardan tayyorlangan detallarga termik ishlov berish (yumshatish, toblash).

Tayanch so'z va iboralar: rangli metall, rangli metall qotishmalari, termik ishlov berish, detalg', temperatura, qizdirish vaqti, sovutish muhitlari, toblash, toblash usullari, bo'shatish, karbidlar, struktura, mis, mis qotishmalari, latun, bronza, alyuminiy, alyuminiy qotishmalari, eskirtirish, titan, titan qotishmalari

Mis va uning qotishmalariga termik ishlov berish

Misni deformatsiyalash uni mustahkamligini oshishi [$\sigma_v = 40 \div 45$ kgs/mm² (400 - 450 MN/m²)] va plastikligini ($\delta = 2 \div 4$ %) kamayishi bilan boradi. Misning plastikligini oshirish uchun uni 500 – 600⁰ S temperaturada rekristallanuvchi (qayta kristallanuvchi) yumshatishga jalb qilinadi va natijada plastiklik tezda oshadi ($\delta = 45 \div 50$ %), mustahkamlik kamayadi [$\sigma_v = 25$ kgs/mm² (250 MN/m²)]. Nisbatan yuqori temperaturalardagi rekris-tallanuvchi (qayta kristallanuvchi) yumshatishda, nafaqat donani o'sishi, balki rekristallanish teksturasi ham hosil bo'ladi, natijada misdan tayyorlangan listlarni cho'zilishini yomonlashtiradi.

Bir fazali α latunda (misning miqdori 61 %dan kam bo'lmagan L70, LN65-5 va boshqa markali latunlarda) faza o'zgarishlari ro'y bermaydi va shuning uchun ular faqat 600 – 700⁰ S temperaturada rekristallanuvchi (qayta kristallanuvchi) yumshatishga jalb qilinadi (puxtalashni (naklyopni) olib tashlash uchun). α latunni yumshatishda sovutish havoda yoki sovutishni tezlashtirish va undan oksidlarni yaxshi ajralishi uchun suvda ham olib boriladi.

$(\alpha + \beta)$ – latunlarni (mis miqdori 55 – 61 % bo'lgan LS59-1, LJMts59-1-1 va boshqa markali latunlarni) qizdirishda fazalarni qayta kristallanishi kuzatilib, yumshatishdagi sovutish tezligi latunning strukturasi va xossasiga tahsir qiladi. Latunni yumshatishda asta-sekin sovutish uni nisbatan plastik qiladi va o'z navbatida uning strukturasi plastik α faza ko'proq va kam plastik β faza kamroq bo'ladi. Agar yumshatishda tez sovutadigan bo'lsak, teskarisi bo'lib, β faza ko'roq, α faza esa kamroq bo'ladi.

CHuqur cho'zish uchun ishlaydigan latundan tayyorlangan listlarda maydonali strukturani olish uchun ularni nisbatan past temperaturalarda (450 – 550⁰ S) yumshatiladi.

Nam atmosfera sharoitlarida ishlaydigan deformatsiyadan keyin qoldiq deformatsiyasiga ega bo'lgan latundan tayyorlangan detallar uchun o'z-o'zidan yorilib, darz ketishi xarakterli hisoblanadi. Bu holatni oldini olish uchun latundan tayyorlangan bunday detallar past temperaturali yumshatishga (rekristallanish yahni qayta kristallanish temperaturasidan past temperatura, yahni 200 – 300⁰ S) jalb qilinadi, natijada qoldiq kuchla-nishlar bartaraf qilinadi, puxtalanish (naklyop) saqlanib qoladi. Ayniqsa, alyuminiyli latunlar o'z-o'zidan yorilib ketishga moyil bo'lganligi uchun ko'proq ularni past temperaturali yumshatishga jalb qilish zarur.

Mikrostrukturasi ko'ra qalayli bronzalar bir fazali α – bronzaga (bunda qalay miqdori 6 % gacha bo'ladi) va ikki fazali $\alpha + \text{evtektoidli } [\alpha + \delta(\text{Cu}_{31}\text{Sn}_8)]$ – bronzaga (bunda qalay miqdori 6 % dan yuqori bo'ladi) bo'linadi. Qotishmada qanchalik qalay miqdori ko'p bo'lsa, evtektoid shunchalik katta bo'ladi, o'z navbatida evtektoid mo'rt bo'lganligidan qaylayli bronzalarda qalayning maksimal miqdori 11 % gachani tashkil qiladi. Bir fazali bronzalarda kimyoviy tarkibni tekislashtirish va δ - qattiq fazali qo'shimchaga ega bo'lgan ikki fazali strukturani bir fazali α - fazaga aylantirish uchun (buning oqibatida plastiklik oshadi) bronzalar 700 – 750⁰ S temperaturagacha qizdirib, ushlab turib keyingi tez sovutish jaryoni hisoblangan gomogenlovchi yumshatishga jalb qilinadi. Ichki kuchlanishlarni yo'qotish uchun bronzadan olingan quymalar 550⁰ S temperaturada yumshatiladi. Deformatsiyalanadigan qalayli bronzalar 6 % gacha qalayga ega bo'ladi va ulardagi sovuq bilan ishlov berish operatsiyalar orasida ularning plastikligini qayta tiklash uchun 600 – 700⁰ S temperaturada rekristallanuvchi (qayta tiklanuvchi) yumshatish bajariladi.

9,4 % dan 11,8 % gacha alyuminiyga ega bo'lgan bronza 565⁰ S temperaturadan yuqori temperaturada strukturasi β yoki $(\alpha + \beta)$ - fazalardan iborat bo'ladi (131 - rasm). Bu bronza sekin sovutilganda β faza 565⁰ S temperaturada $\beta_s \rightarrow \alpha + \gamma_{2b}$ ga evtektoidli parchalanadi va bu qotishmalarning strukturasi α – qattiq eritma donasi va $(\alpha + \gamma_2)$ fazadan iborat evtektoiddan iborat bo'ladi. Yuqorida aytib o'tilgan fikrlardan, 8 dan 11 % gacha alyumi-niyga ega bo'lgan alyuminiyli

bronzada qizdirish va sovutishda fazalarni qayta kristallanishi ro'y berishi tufayli termik ishlov berishga (toblashga) jalb qilinadi. Agar, evtektoidgacha bo'lgan alyuminiyli bronzani, masalan 10-11 % alyuminiyga ega bo'lgan bronzani strukturasi β faza hosil bo'lguncha qizdirib, so'ngra tezda sovutsak (suvda), martensit tipidagi strukturadagi β fazaga diffuziyasiz o'tishi kuzatiladi (131 - rasm).

Toblash natijasida mustahkamlik va qattiqlik oshadi, plastiklik kamayadi. Toblashdan so'ng talab qilingan xossaga qarab, 400 – 650⁰ S temperaturada bo'shatiladi. Eng samarali natijani Br.AJN10-4-4 markali bronzani toblashda kuzatish mumkin.

Alyuminiy qotishmalariga termik ishlov berish

Alyuminiy qotishmalari uchun uchta turdagi termik ishlov berish tur-lari bajariladi: yumshatish, toblash va eskirtirish. Yumshatishning asosiy turiga quyidagilar kiradi: diffuziyali (gomogenli), rekristallanuvchi (qayta kristallanuvchi) va qotishmalarni termik puxtalash.

Gomogenlovchi yumshatishda alyuminiy qotishmalaridagi qattiq eritma donasini mikro bir xil emasligini diffuziya yo'li tekislanadi, yahni quy-mada dendritli kimyoviy notekislikni (likvatsiyani) kamaytirish amalga oshiriladi. Biz bilamizki, temperatura oshishi bilan diffuziya tezligi oshadi.

Alyuminiy qotishmalarni gomogenizatsiya qilish uchun 450 – 520⁰ S temperaturagacha qizdiriladi va bu temperaturada 4 soatdan to 40 soatgacha ushlab turiladi, ushlab turilgandan so'ng pech bilan birgalikda yoki havoda sovutiladi. Gomogenzatsiyalash natijasida struktura nisbatan bir xil holga keladi (gomogenlashadi) , plastiklik oshadi, natijada quymani issiq holda bosim bilan ishlashda deformatsiyalashni yaxshilaydi. SHuning uchun gomogenzatsiyalashni deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalari uchun keng ko'lamda qo'llaniladi.

Alyuminiy va uning qotishmalari (hamda boshqa rangli metall va ularning qotishmalari) uchun rekristallanuvchi yumshatish po'latlarga nisbatan kengroq va ko'proq qo'llaniladi. Alyuminiy va misga o'xshagan metallar hamda ular asosidagi juda ko'p qotishmalar toblash usulida puxtalanmaydi va ularning mexanik xossalari faqat sovuq bilan bosim ostida ishlov berilib, talab etilgan qiymatlarga yetishi mumkin. Bunday ishlov berishdagi oraliq operatsiyani (plastiklikni tiklashni) rekristallanuvchi yumshatish deb ataladi. Bundan tashqari, ko'proq toblash orqali puxtalanadigan qotishmalarga sovuq bilan bosim ostida ishlov berish bilan birga keyingi talab etilgan xossaga ega bo'lishi uchun rekristallanuvchi yumshatish ham beriladi. Alyuminiy qotishmalarga rekristallanuvchi yumshatish

berish temperaturasi $300 - 500^{\circ} \text{ S}$ bo'lib, ushlab turish vaqti esa $0,5 - 2$ soatni tashkil qiladi.

Termik puxtalangan alyuminiy qotishmalarini yumshatish ularda toblash va eskirtirish natijasida olingan puxtalikni to'liq olib tashlash uchun ishlatiladi; bu yumshatish $350 - 450^{\circ} \text{ S}$ temperaturada qizdirib, shu temperaturada $1 - 2$ soat ushlab turib, keyingi yetarli darajadagi sekin sovutish ($30^{\circ} \text{ S/soat}$ tezlikdan katta bo'lmagan tezlikda) orqali amalga oshiriladi. Sekin sovutishni qattiq eritmalarni diffuziya yordamida parchalanish jarayonini kechishi va parchalanish mahsulotlarini koagulyatsiyasini tahminlash maqsadida o'tkaziladi.

Toblash. Zamonaviy texnikada turli miqdordagi legirolovchi elementlarga ega bo'lgan juda ko'plab alyuminiy qotishmalari qo'llaniladi. Bulardan bahzilari, masalan Cu, Si, Mg, Zn va boshqalar alyuminiy va u asosidagi qotishmalarni xossalarini tezda o'zgartirib yuboradi. Boshqa, masalan Mn, Ni, Cr va boshqa elementlar qo'shimcha tarzda xossalarini yaxshilaydi. Na, Be, Ce, Nb kabi elementlar ko'proq, modifikatorlar, qo'shimchalar ko'rinishida qo'shiladi va ular alyuminiy va uning qotishmalariga turlicha tahsir etadi hamda ularning strukturasi yaxshilaydi. Alyuminiy qotishmalari tarkibiga kirgan bahzi bir elementlar alyuminiy bilan o'zgaruvchan miqdorga ega bo'lgan cheklangan qattiq eritmalar hosil qiladi va ularda temperaturaning pasayishi bilan elementlarni erishi kamayib boradi. Alyuminiy qotishmalarni toblash yuqorida etilgan fikrlarga asoslanadi.

Misol tariqasida, alyuminiy-mis qotishmaning toblash jarayonini ko'rib chiqamiz. 20° S temperaturada misning alyuminiyda erishi $0,1 \%$ bo'lsa, 548° S temperaturada esa $5,65 \%$ ni tashkil etadi (123 - rasm). $0,1 \%$ dan kam miqdorda misga ega bo'lgan alyuminiy-misli qotishmalar, bir fazali qotishma bo'lgani uchun toblanmasligi ham mumkin. $0,1 \%$ dan to $5,65 \%$ gacha misga ega bo'lgan alyuminiy qotishmalari ikki fazali qotishma bo'lib, dastlabki yumshatilgan holatda strukturasi misning alyuminiydagi qattiq α eritmasi va CuAl_2 kimyoviy birikmasi qo'shimchasidan iborat (124 - rasm, a). Alyuminiy qotishmalarini cheklangan erish chizig'idan yuqori temperaturagacha qizdirganimizda, masalan, 4% Cu ga ega bo'lgan alyuminiy qotishmasini t_1 temperaturadan yuqori temperaturagacha qizdirganimizda (123 - rasmga qarang), qotishmada CuAl_2 qo'shimcha eriydi va bir fazali qattiq α eritma hosil qiladi. Qotishmani tez sovutish (suvda sovutish orqali) orqali misning alyuminiydagi (o'ta to'yingan) qattiq α eritmasini qayd qilish mumkin (124 - rasm, b ga qarang). Toblashdan so'ng alyuminiy qotishmasini mustahkamligi bir qanchaga oshadi, plastiklik o'zgarmaydi.

Eskirtirish. Alyuminiy qotishmalari toblashdan so'ng eskirtirishga jalb qilinadi. Bunda o'ta to'yingan qattiq eritmani parchalanishi ro'y beradi. Al-Cu qotishmalarni eskirtirishda quyidagi jarayonlar kechadi:

1. 20⁰ S temperaturada (tabiiy eskirtirishda) va 100⁰ S temperaturada (suhniy eskirtirishda) alyuminiy qotishmasidagi o'ta to'yingan qattiq eritmada mis atomlari bilan boyitilgan (yupqa plastinkali, disk ko'rinishli shaklga ega bo'lgan) soha, zona paydo bo'ladi va bu zona Ging'e – Preston zonasi deb ataladi hamda G.P. va bevosita bu boshlang'ich jarayon uchun G.P.1. deb belgilanadi. Bu zonaning qalinligi 5 – 10 Å va diametri esa 40 – 100 Å ni tashkil qiladi. Uning strukturasi qattiq eritmaga o'xshab, tartiblanmagan. G.P.1. zonasini hosil bo'lishi kristall panjarani qiyshayishi bilan kechadi (125 - rasm), bu esa qotishmaning mexanik xossasini oshishiga olib keladi;
2. 100 – 150⁰ S temperaturada G.P.1 zonani qalinligi 10 – 40 Å va diametri 200 – 300 Å gacha o'sishi hamda bu zonani stabil θ' fazani (CuAl₂) tarkibiga yaqin tarkibda mis atomlari bilan boyitish. Zonada hosil bo'ladigan struktura tartiblangan. Bunday zonalar G.P.2 zona yoki θ'' faza deb ataladi va u qotishmani maksimal mustahkamligini ko'rsatadi;
3. 150 – 200⁰ S temperaturada muvozanat θ faza (CuAl₂) kabi tarkibga ega bo'lgan metastabil oraliq θ' faza hosil qiladi. Lekin θ' fazani ajralishi qattiq eritmalar donalari orasida bo'linish chegaralariga ega bo'lmaydi, yahni ular alyuminiy panjarasi bilan kogerent bog'langan. SHunday qilib, G.P.1 va G.P.2 zonalarni hosil bo'lishi – bu qattiq eritmaning parchalanishining boshlanishini ko'rsatuvchi tayyorlovchi bosqichdir (ortiqcha fazalarni ajralib chiqishi). θ' fazani hosil bo'lishi esa - bu qattiq eritmaning parchalanishining boshlanishi(ortiqcha fazalarni ajralib chiqishi);
4. 200 – 250⁰ S temperaturada θ' fazaning panjarasi qattiq eritma panjarasidan uzoqlashadi (kogerentlik to'liq buziladi) va panjara mos ravishdagi CuAl₂ (θ faza) birikmasi bilan shakllanadi;
5. Keyingi temperaturaning oshishi ajralib chiqqan θ fazani koagulyatsiyasiga olib keladi, natijada mustahkamlik tezda kamayadi va plastiklik oshadi.

SHunday qilib, qotishmalarning strukturasi eskirtirishda quyidagi ketma-ketlikda o'zgaradi:

G.P.1 zona \rightarrow G.P.2 zona (θ'' faza) \rightarrow θ' faza \rightarrow θ faza (CuAl₂).

Qaytish. Alyuminiy-misli qotishmalarni tabiiy va suhniy eskirtirish natijasida hosil bo'ladigan holati barqaror bo'lmaydi. Agar bunday qotishmalarni 230 – 250⁰ S gacha qisqa vaqt ushlab turish bilan (30-120 s) qizdirib va so'ngra tezda sovutsak (suvda), puxtalanish yo'qoladi va qotishma o'zining xossasi bo'yicha yangi toblangan holatga qaytadi (126 - rasm). Biroq, sovutgandan keyin tabiiy eskirtirish yana qaytariladi va qotishma yana puxtalanadi.

Qaytadan eskirtirish natijasida hosil bo'ladigan qotishmaning xossasini yangi toblangan holatdagi xossasiga qaytishi (qisqa muddatli qizdirish yo'li) va uning teskari holati qaytish deb ataladi. Bu hodisa qotishmani qisqa vaqtda qizdirilishida Ging'e-Preston zonasini yutilishi kuzatiladi va mis atomlari qattiq

eritma panjarasida qayta bir tekisda taqsimlanadi. Qaytishni bajarish uchun qahtiy aniqlangan ushlab turish vaqti τ_i quyidagi talabga javob berishi kerak (127 - rasm): 1) agar ushlab turish vaqt yetarli bo'lsa (τ_i dan kam bo'lsa), unda to'liq qaytish bo'lmaydi (G.P. zonasini to'liq so'rilishi ro'y bermaydi); 2) agar ushlab turish vaqti ko'p bo'lsa (τ_i dan ko'p bo'lsa), bu vaqtda G.P. zonasini surilishi sodir bo'lib, qotishma yangi toblangan holatga qaytadi va tezda yuqori qattqlikka ega bo'lgan θ' metastabil fazani yuzaga kelishi bilan qattiq eritmaning parchalanishi boshlanadi.

Al-Cu qotishmalarni tabiiy yoki past temperaturali eskirtirishda faqat G.P. zonasi hosil bo'ladi, suhniy eskirtirishda esa θ'' faza o'zgarish jarayoning keyingi rivojlanishi θ faza (CuAl_2) ga aylanadi.

Deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalari. Deformatsiyalana-digan alyuminiy qotishmalaridan eng ko'p tarqalgani duralyuminiy bo'lib, uning kimyoviy tarkibi alyuminiyning mis va magniy hamda qo'shimcha qo'shilgan marganetsda tashkil topgan (16 - jadval).

Duralyuminiydagi mis, magniy, marganets hamda kremniy va temir qo'shimchalari (noldan o'n foizlarda) qotishma qizdirilganda bir qator erigan fazalar (puxtalovchi) – CuAl_2 , Mg_2Si , Al_2CuMg (S faza deb atadi) va amaliy jihatidan erimaydigan fazalar – $\text{Al}_6(\text{Mn, Fe})$, AlFeSiMn yuzaga keladi.

16 – jadval

Duralyuminiy kimyoviy tarkibi (% da)

Qotishma tarkibi	Cu	Mg	Mn	Qotishma tarkibi	Cu	Mg	Mn
D1	3,8 - 4,8	0,4 - 0,8	0,4 - 0,8	V65	3,9 - 4,5	0,15-0,3	0,3-0,5
D16	3,8 - 4,9	1,2 - 1,8	0,3 - 0,9	VD17	2,6 – 3,2	2,0 – 2,4	0,45-0,7
D18	2,2 – 3,0	0,2 – 0,5	-				

Duralyuminiyning yumshatilgandan keyingi mikrostrukturasi qattiq α eritmada va turli fazalarning qo'shimchalaridan iborat (128 – rasm,a).

Duralyuminiy taxminan 500^0 S temperaturagacha qizdirish puxtalay-digan fazalar α eritmada eriydi, suvda tez sovutish esa (toblash) o'ta to'yingan qattiq eritmani qayd qiladi. Toblashdan so'ng duralyuminiyning mikrostrukturasi o'ta to'yingan qattiq α eritma donasi va qizdirilganda qattiq eritmada erimagan fazalardan iborat bo'lib, tabiiy eskirtirishdan keyin qotishmani mikrostrukturasi o'zgarmaydi (108 – rasm,b). Suhniy eskirtirishdan keyin α qattiq eritma donalari chegaralarida va donaning ichida CuAl_2 va S faza kabilar qo'shimchalar ajralib chiqadi (128 – rasm, v).

Toblangan holatda duralyuminiy plastik va yengil deformatsiyalanadi. Toblash va tabiiy yoki suhniy eskirtirishdan keyin duralyuminiyning mustahkamligi

tezda oshadi (129 -rasm). Mustahkamlikning maksimum qiymati tabiiy eskirtirishdan so'ng olinadi. Qotishmani suhniy eskir-tirishda eskirtirish temperaturasi qanchalik yuqori bo'lsa, u shunchalik tez puxtalanadi, lekin bunda maksimum mustahkamlikka nisbatan kichiroq mustahkamlik qiymati olinadi.

Toblangan duralyuminiyga past temperaturada (-5°Sda) ishlov berish unda qattiq α eritmani parchalanishini to'xtatib qoladi; -50°S temperaturoda esa parchalanish umuman kuzatilmaydi. Duralyuminiy sovuq bilan ishlov berish toblangan po'latga sovuq bilan ishlov berishda yuzaga keladigan natijaga qaraganda qarama-qarshi natija beradi.

Duralyuminiy toblashdan keyingi davrda puxtalanishi ro'y bermaydi va puxtalanishga ketadigan vaqt unchali katta bo'lmay, 1-6 soatni tashkil qiladi. Bu vaqtda duralyuminiy bilan hamma sovuq holda ishlov berish operatsiyalari (shtampovkalash, cho'zish va boshqalar) bajarilishi zarur.

Duralyuminiyga termik ishlov berishning o'ziga xos tomoni toblashda qizdirishning kichik temperatura intervaliga $\pm 5^{\circ}\text{S}$ ga ega ekanligidir (masalan, D16, D18, VD17 kabi markali duralyuminiylarda bu ko'rsatkich $495 - 505^{\circ}\text{S}$, D1 duralyuminiy markasi uchun $500 - 510^{\circ}\text{S}$, V65 duralyuminiy markasi uchun esa $515 - 525^{\circ}\text{S}$ ni tashkil etadi). Duralyuminiy toblashda ko'rsatilgan qizdirish temperaturalariga qat'iy rioya qilish darkor, agar duralyuminiy qizdirishda ko'rsatilgan temperaturalaridan past yoki yuqori temperaturada qizdirsak, u holda bu qotishmaning mustahkamligi va plastikligi sezilarli darajada kamayishiga olib keladi.

Duralyuminiy ruxsat etilgan ko'rsatkichdan yuqori temperaturada toblashda qizdirishda mexanik xossalarning pasayishi undaga metall donalari chegaralari bo'ylab oksidlanishi bilan yuzaga keladigan evtektikani erishi, yahni o'ta kuyish bilan tushuntiriladi. Duralyuminiy ruxsat etilgan ko'rsatkichdan past temperaturada toblashda qizdirishda mexanik xossalarning pasayishi esa puxtalaydigan fazalarni maksimal erishi ro'y bermasligi bilan izohlanadi.

Duralyuminiy toblashda qizdirishning kichik temperatura intervaliga ega bo'lishi oqibatida uning uchun ishlatiladigan pechlar qizdirish va toblash temperaturalar intervalidan oshmaydigan temperaturalar o'zgarishlarini bir xilligini tahminlashi lozim. Bu talablarga tuzli (selitralli) vannalar va yaxshi havoni tsirkulyatsiya qiladigan elektr pechlar javob beradi.

Qizdirilgan alyuminiy qotishmalari (toblash temperaturasida ushlab turilgandan keyin) zudlik bilan pechdan (vannadan) toblash bakiga olib, $30 - 40^{\circ}\text{S}$ temperaturadan oshmaydigan sovuq suvda sovutiladi. Bu holat alyuminiy qotishmalarida ularni puxtalashda zarur bo'ladigan qattiq eritmani qayd qilish uchun hamda kristallararo korroziyani oldini olish uchun kerak.

Eng ko'p tarqalgan va eng ko'p ishlatiladigan D16 markali duralyu-miniy qotishmasini yumshatishdan keyin, toblashdan so'ng va toblash va eskirtirishdan keyingi mexanik xossalari 2-jadvalda ko'rsatilgan.

2 – jadval

D16 qotishmaning mexanik xossalari

Holat	σ_v		$\sigma_{0,2}$		$\delta, \%$
	kgk/mm ²	MN/m ²	kgk/mm ²	MN/m ²	
Yumshatishdan keyin	20	200	12	120	25
Bevosita toblashdan so'ng	30	300	22	220	23
Toblash va eskirtirish-dan keyin	45	450	34	340	18

Quymakorlik alyuminiy qotishmalari. Quymakorlik alyuminiy qotishmalari uchun turli xil termik ishlov berish turlari qotishmaning kimyoviy tarkibi va quymakorlik detallarini ishlatish joyiga qarab qo'llaniladi. Termik ishlov berish turlari shartli belgilanishlarga ega: T1 – dastlabki toblashsiz suhniy eskirtirish; T2 – yumshatish; T3 – toblash; T4 – toblash va tabiiy eskirtirish; T5 – toblash va qisman (to'liq bo'lmagan) suhniy eskirtirish; T6 – toblash va to'liq suhniy eskirtirish; T7 – toblash va stabil bo'shatish; T8 – toblash va yumshatuvchi bo'shatish.

Quymakorlik alyuminiy qotishmalariga termik ishlov berish deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalariga termik ishlov berishga qaraganda bir qator o'ziga xos tomonlarga ega bo'lib, u qotishmalarning turli kimyoviy tarkibga ega ekanligi hamda quymakorlik qotishmalarining strukturasi deformatsiyalanadigan qotishmalar strukturasi qaraganda katta donaga ega ekanligi bilan izohlanadi. Quymakorlik alyuminiy qotishmalarning toblashda qizdirish temperaturasi deformatsiyalanadiganga qaraganda bir qancha yuqori va ushlab turish vaqti ham ancha kattadir. Uzoq ushlab turish vaqti donalar chegarasi bo'yicha ajralib chiqadigan va qotishmaning kimyoviy notekisligini kamayishini tahminlaydigan intermetallid birikmalarni erishi uchun kerak bo'ladi. Quymakorlik alyuminiy qotishmalari toblashda qizdirilganda ushlab turish vaqti 2 soatdan to 20 soatgachani tashkil etadi. Quymakorlik alyuminiy qotishmalari toblashda sovuq va isitilgan suvda (50-100⁰ Sda) suvda hamda moyda sovutiladi.

Quymakorlik alyuminiy qotishmalarini puxtalashda, ular puxtalaydigan fazalar ajratib chiqadigan o'ta to'yingan qattiq eritma olinadigan toblash va suhniy eskirtirish (T5 va T6 rejimi bo'yicha), hamda toblangan holatda barqaror qattiq

eritma oladigan eskiritirishsiz faqat toblashga (deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalaridan farqli o'laroq)

jalb qilinadi.

Juda ko'p qotishmalar uchun undan tayyorlangan detallarning ishlash sharoitiga bog'liq ravishda termik ishlov berishning turli rejimlari tavsiya qilinadi: AL9 markali alyuminiy qotishmasidan tayyorlangan detallar uchun – T4, T5, T6, T7, T8 termik ishlov berish rejimlari; AL5 markali alyuminiy qotishmasidan tayyorlangan detallar uchun – T1, T5, T6, T7 termik ishlov berish rejimlari; AL20 markali alyuminiy qotishmasidan tayyorlangan detallar uchun – T2, T5, T7 termik ishlov berish rejimlari.

AL5 markali quymakorlik alyuminiy qotishmasidan tayyorlan detallar uchun tavsiya etilgan termik ishlov berish rejimlarini ko'rib chiqamiz: T1 – o'rtacha yuklangan detallar uchun 180 ± 5^0 S temperaturada 3 – 5 soat ushlab turiladigan suhniy eskirtirish; T5 – yuqori yuklangan detallar uchun 525 ± 5^0 S temperaturada 3-5 soat davomida toblash, $20 - 100^0$ S temperaturaga ega bo'lgan suvda sovutish va 175 ± 5^0 S temperaturada 5 – 10 soat davomida suhniy eskirtirish (bunda puxtalovchi fazalar Mg_2Si va $CuAl_2$); T6 – yuqori temperaturada ishlaydigan detallar uchun T5 kabi termik ishlov berish rejimi, faqat 200 ± 5^0 S temperaturada 3 – 5 soat davomida suhniy eskirtirish; T7 – katta gabaritli va yuqori yuklangan hamda yuqori temperaturalarda ishlaydigan va yuqori plastiklik va geometrik o'lchamlarini stabilligini talab etadigan detallar uchun T5 kabi termik ishlov berish rejimi va 230 ± 5^0 S temperaturada 3 – 5 soat davomida stabillovchi bo'shatish rejimi.

Titan qotishmalariga termik ishlov berish

Titan polimorf o'zgarishga ega bo'lgan metall bo'lib, ikkita allotro-pik shaklga, yahni α va β ega. Titan qotishmalarini olish uchun u turli legir-lovchi elementlar bilan legirlanadi: alyuminiy, marganets, xrom, molibden, vanadiy va boshqalar. Titan legirlash allotropik o'zgarish temperaturasi holatini o'zgartiradi, $\alpha \rightarrow \beta$ (134 – rasm,a), α qattiq eritmani stabillashini tahminlaydi va uni α stabilzatorlar deb ataladi (alyuminiy, kislorod, azot). ($\alpha \rightarrow \beta$) o'zgarishlar temperaturasini kamaytiruvchi elementlar (134 – rasm,b,v), β qattiq eritmani stabillashini tahminlaydi va uni β stabilzatorlar deb ataladi (molibden, vanadiy, niobiy, xrom, marganets, temir). Titanni xrom, marganets, temir bilan hosil qilgan qotishmalarida β fazaning evtektoidli parchalanishi α va γ fazalarni vujudga kelishi bilan kuzatiladi (134 – rasm,v) (odatda, TiX intermetallid asosli eritma).

Titan qotishmalar tuzilishiga qarab, uchta guruhga bo'linadi: α - qattiq eritmali strukturaga ega bo'lgan qotishmalar; ($\alpha + \beta$) – qattiq eritmali aralashgan

strukturaga ega bo'lgan qotishmalar va β - qattiq eritmali strukturaga ega bo'lgan qotishmalar. ($\alpha+\beta$)- va β – titan qotishmalar termik ishlov berish yo'li bilan puxtalanadi, α – titan qotishmalar esa puxtalanmaydi. Bahzi bir ishlab chiqarishda ishlatiladigan titan qotishmalarining kimyoviy tarkibi 3 – jadvalda tasvirlangan.

Titan qotishmalarida eng muhim element alyuminiy hisoblanadi. Juda ko'p titan qotishmalari alyuminiyga ega bo'ladi. Alyuminiy titan qotishmalarini mustahkamligi, issiqqa chidamliligini va titan qotishmalarini yuqori temperaturalarda oksidlanishga qarshiligini oshiradi. A-fazani stabillovchi boshqa elementlar (kislorod, azot) faqat juda ham kam miqdorda – 0,15 % gacha O_2 va 0,04 % N_2 mexanik xossaga (mustahkamlikni oshiradi) ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Bu elementlarning ko'proq miqdori qotishmada mo'rtlikni yuzaga keltiradi. Titan qotishmalarida ($\alpha + \beta$) yoki β -strukturalarni olish uchun ular ma'lum miqdorda α – stabilizatorlar (alyuminiy) va β – stabilizatorlar (xrom, molibden, vanadiy va boshqalar) bilan legirlanadi. Titan qotishmalari rekristallanuvchi yumshatish va fazalari qayta kristallanuvchi yumshatishga, toblashga va eskirtirishga jalb qilinadi. titan qotishmalarini yeyilishga chidamliligini va boshqa xossalarini oshirish uchun ular azotlanadi, tsementatsiyalanadi yoki oksidlanadi.

3- jadval

Titan qotishmalarining kimyoviy tarkibi (%), (qolgani titan)

Qotishma markasi	Strukturaguruhi	Al	V	Mo	Cr	Si	Boshqa elementlar
BT1	Texnik titan						
BT5	α	4,3– 6,2	-	-	-	-	-
OT4		3,5– 5,0	-	-	-	-	0,8-2,0 Mn
AT5		2,5– 3,5	-	-	0,4-0,9	0,25-0,60	0,01 B; 0,25-0,60 Fe
BT6	$\alpha + \beta$	5,5– 7,0	4,2– 6,0	-	-	-	-
BT8		6,0– 7,3	-	2,8– 3,8	-	0,20-0,40	-
BT14		4,5– 6,3	0,9– 1,9	2,5– 3,8	-	-	-
BT3-1		5,5– 7,0	-	2,0– 3,0	1,0– 2,5	0,15-0,40	0,2-0,7 Fe
BT22		4,0– 5,7	4,0– 5,5	4,0– 5,5	0,5– 2,0	-	0,5-1,5 Fe

BT15	B	2,3– 3,6	-	6,8– 8,0	9,5– 11	-	-
------	---	----------	---	----------	---------	---	---

Yushatish. Titan va α –titan qotishmalarga sovuq holda bosim ostida ishlov berilgandan keyin undagi puxtalanishni (naklyopni) olib tashlash uchun ularda rekristallanuvchi yumshatish o'tkaziladi. Rekristallanuvchi yumshatishning temperaturasi qotishmaning kimyoviy tarkibiga (legirlovchi elementlar rekristallanish temperaturasini oshiradi) va yarim tayyor mahsulot turiga (listlar uchun nisbatan past temperatura, prutok, pokovkalar hamda shtamplangan detallar uchun nisbatan yuqori temperatura olinadi) qarab, $520 - 850^0$ S qilib olinadi.

($\alpha + \beta$) – strukturali titan qotishmalarini qattiqligini kamaytirish, plastikligini oshirish, donasini maydalash, strukturadagi notekislikni barataraf etish uchun ular fazalari qayta kristallanuvchi yumshatishga jalb qilinadi. Asosan, oddiy, izotermik va ikkilangan yumshatishdan foydalaniladi. Yumshatishda qizdirish temperaturasi (qotishmaga bog'liq ravishda) $750 - 950^0$ S ni tashkil qiladi.

($\alpha + \beta$) – strukturali titan qotishmalarini oddiy yumshatishda ularni yumshatish temperaturasi-gacha qizdiriladi, ushlab turiladi va sekin sovutiladi. Qizdirilganda hosil bo'lgan β - faza sekin sovutish natijasida α - fazani ajratib chiqarish orqali parchalanadi, natijada muvozanat holatga yaqin bo'lgan α - va β - fazalar strukturasi hosil bo'ladi (135 – rasm,a). Detallarni izotermik yumshatishda ular qizdirish temperaturasida ushlab turilgandan keyin o'sha pechda $500 - 650^0$ S temperaturagacha sovutiladi yoki boshqa pechga olinadi va β - fazani parchalanishiga zarur bo'ladigan mahlum vaqt ushlab turiladi va havoda sovutiladi. Izotermik yumshatishdan so'ng yumshatish vaqti qisqaradi, plastiklik nisbatan yuqori bo'lishiga erishiladi.

Detallarni ikkilangan yumshatishda ularni yumshatish temperatura-sigacha qizdiriladi, shu temperaturada ushlab turiladi va havoda sovu-tiladi. Keyin qaytadan $500 - 650^0$ S temperaturagacha qizdiriladi, shu temperaturada ushlab turiladi va havoda sovutiladi. Ikkilangan yumshatish izotermik yumshatishga qaraganda mustahkamlik chegarasini uncha katta bo'lmagan miqdorda plastiklikni kamaytirgan holda oshiradi va ishlov berish muddatini kamaytiradi. Ikkilangan yumshatishda β - fazani parchalanishi birinchi yumshatishda havoda sovutilishi natijasida amalga oshadi va ikkinchi yumshatish jarayoni amaliy jihatdan ushbu holatda haqiqatan ham eskirtirish vazifasini bajaradi, bunda kichik dispersli parchalanish mahsulotlari hosil bo'lib, qotishmani puxtalaydi (135 – rasm,b).

Toblash. β – stabilizatorlarga ega bo'lgan titan qotishmalariga termik ishlov berishning turlari toblash va eskirtirish hisoblangan. Bunda qotishma puxtalangan. 136 – rasmda titan qotishmalarini undagi β – stabi-lizatorlar miqdoriga qarab, toblashda o'zgarishlarning sxemasi tasvirlangan. Turli miqdorda β – stabilizatorlarga ega bo'lgan titan qotishmalarini stabil β –faza strukturasi-gacha ega

bo'lgan α_4 chiziqdan yuqori temperaturada tez sovutishda (toblashda) yuzaga keladigan o'zgarishlarni ko'rib chiqamiz (136 - rasm).

β – stabilizator miqdorini uning s_1 nuqtadagi miqdoridan kam bo'lgan holatda M_n chiziqda β –fazani α' –fazaga martensitli o'zgarishi ($\beta \rightarrow \alpha'$) α' –fazani vujudga kelishi bilan boshlanadi (137 - rasm).

β – stabilizator miqdorining uning s_1 nuqtadan s_2 nuqttagacha miqdorida jarayon β – stabilizator miqdorini uning s_1 nuqtadagi miqdoridan kam bo'lgan holatdagi kabi kechadi, faqat farqi shundan iborat bo'ladiki, α' –faza o'rniga α'' –faza ($\beta \rightarrow \alpha''$) yuzaga kelishidir.

β – stabilizator miqdorining uning s_1 nuqtadan s_{kr} nuqttagacha miqdorida jarayon M_n chiziqdagi temperaturada qotishmalarda martensitli o'zgarishlar boshlanadi, temperaturani pasaytirish bilan esa tugallanmaydi. O'z navbatida, M_n chiziqdagi temperaturada β –faza qisman α' –fazaga aylanadi va $\alpha'' + \beta$ struktura hosil bo'ladi. Saqlanib qolgan β - faza stabil bo'lmaydi ($\beta_{stab.bo'lmagan}$).

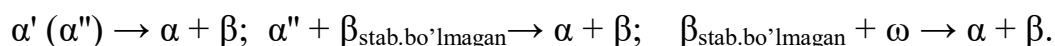
β – stabilizator miqdorining uning s_{kr} nuqtadan s_3 nuqttagacha miqdorida t_6 chiziqdagi temperaturasida β – qattiq eritmaning ichida ω - faza yuzaga keladi. Bu jarayonlar oxirigacha bormaydi va shuning uchun qotishma $\beta_{stab.bo'lmagan} + \omega$ fazadan iborat bo'ladi. β – stabilizator miqdorining uning s_3 nuqtadan s_4 nuqttagacha miqdorida toblashda stabil bo'lmagan β – faza hosil bo'lishi qayd qilinadi. β – stabilizator miqdorining uning s_4 nuqtadagi miqdoridan ko'p bo'lgan miqdorida stabil β -faza saqlanib, qoladi.

α' –faza bu legirlovchi elementlarning α -titandagi o'ta to'yingan qattiq eritmasi bo'lib, α -fazaga o'xshash geksoanal kristall panjaraga ega bo'ladi va ninasimon mikrostrukturaga ega; α' –faza α -fazaga nisbatan qattiqroq va mustahkamroq, α' –faza titan qotishmalarida legirlovchi elementlarning kam miqdorida vujudga keladi.

α'' -faza bu legirlovchi elementlarning α -titandagi o'ta to'yingan qattiq eritmasi bo'lib, α' –fazaga nisbatan yanada o'ta to'yingan miqdoridir. Bu faza titan qotishmalarda legirlovchi elementlarning ko'p miqdorida paydo bo'ladi. α'' -fazani kristall panjarasi rombdir. Bu faza, faqat titan qotishmalarida ularni Mo, V, Nb va boshqa elementlar bilan legirlashda yuzaga keladi. α'' -faza ham α' –faza kabi ninasimon tuzilishga ega va uning qattiqligi va mustahkamligi sezilarli darajada kichikdir.

Eskirtirish. Titan qotishmalarini toblashda hosil bo'ladigan α' , α'' , ω va $\beta_{stab.bo'lmagan}$ metastabil fazalar keyingi qizdirishda nisbatan stabil dispers strukturali holatga o'tadi. Eskirtirish jarayoni va unda hosil bo'ladigan natijalarga qotishma tarkibi, toblashdan keyingi strukturasi, eskirtirish temperaturasi va davom etish vaqti tahsir qiladi. α' -fazali strukturaga ega bo'lgan qotishmani toblashdan so'ng eskirtirishda α -fazali struktura yuzaga keladi $\alpha' \rightarrow \alpha$. ($\alpha + \beta$) – fazali strukturaga

ega bo'lgan titan qotishmalarini toblashda olingan strukturaga bog'liq ravishda eskirtirishda quyidagi jarayonlar ro'y beradi:



β – qotishmani eskirtirishda $\beta_{\text{stab.bo'lmagan}}$ fazani α va β – fazalarga parchalanishi kuzatiladi:



β – fazani ($\alpha + \beta$) – fazaga va β – qotishmalarda $\beta_{\text{stab.bo'lmagan}} \rightarrow \alpha + \beta$ sxemada 450°S temperaturadan yuqori temperaturada eskirtirish vaqtida parchalanish ro'y beradi. Nisbatan past temperaturalarda esa β – fazani parchalanishi ω – fazani yuzaga kelishi bilan sodir bo'ladi: $\beta_{\text{stab.bo'lmagan}} \rightarrow \beta_{\text{stab.bo'lmagan}} + \omega$. Agar toblashdan so'ng titan qotishmalarda $\beta_{\text{stab.bo'lmagan}} + \omega$ struktura olingan bo'lsa, past temperaturalarda eskirtirish ω – faza miqdorini oshiradi. Titan qotishmalardagi ω – fazaning mavjudligi qotishmani mo'rtlashishiga olib keladi, shuning uchun past temperaturalarda eskirtirish jarayoni o'tkazilmaydi.

Tanlangan temperaturadagi eskirtirish davomiyligi quyidagicha ta'sir ko'rsatadi: avvalam bor, qattiqlik oshadi (α – fazaning disperslik zarrachasi hosil bo'lishi bilan) va maksimumga yetadi, so'ngra kamayadi (α – faza zarrachasini koagulyatsiyasi tufayli). Qotishmalarni eskirtirishda strukturasi o'zgarishi α – fazaning disperslik zarrachasi ajralib chiqishi bilan o'ta to'yingan qattiq eritmani parchalanishi natijasida ro'y beradi va bu qotishmani puxtalanishiga olib keladi. Eng samarali puxtalanishni β – fazani parchalanishida olish mumkin.

α – qotishmalarni (VT5, OT4 va boshqalar) toblash va eskirtirish ularning mexanik xossalarni o'zgartirmaydi va shuning uchun bu guruhdagi qotishmalar faqat yumshatilishga jalb qilinadi. qotishmalarni (VT3-1, VT6, VT8 va boshqalar) toblash va eskirtirishda sezilarli darajada puxtalanagan qotishmalar olish mumkin. Bu qotishmalar ikki fazali ($\alpha + \beta$) – sohalarda toblanadi ($800 - 900^{\circ}\text{S}$ temperaturada qotishma turiga bog'liq ravishda) va $450 - 550^{\circ}\text{S}$ temperaturada 2 soatdan to 16 soatgacha eskirtirishga jalb qilinadi. Toblash temperaturasi oshishi bilan qotishmaning mustahkamligi oshadi va plastikligi kamayadi. Mustahkamlik va plastiklikning eng muqobil qiymatiga $500 - 550^{\circ}\text{S}$ temperaturada eskirtirishda erishiladi. Masalan, VT 3 -1 titan qotishmasi 835°S temperaturada toblab suvda sovutiladi va keyin 500°S temperaturada eskirtiriladi, natijada u qotishma quyidagi mexanik xossalarga ega bo'ladi: $\sigma_v = 150 \text{ kgk/mm}^2$ (1500 MN/m^2), $\delta = 7\%$, $\psi = 17\%$.

VT15 markali titan qotishmasi β – qotishma hisoblanib, uni puxtalash avval, uni 800° S temperaturada toblab suvda sovutiladi, so'ngra $480 - 500^{\circ}$ S temperaturada 16-25 soat davomida va 560° S temperaturada 15minut davomida ikki marta eskirtiriladi. Ikki martali eskirtirishdan so'ng qotishma yanada plastiklikka ega bo'ladi: $\sigma_v = 125-135 \text{ kgk/mm}^2$ ($1250-1350 \text{ MN/m}^2$) va $\delta = 9 - 11 \%$. Xuddi shunday rejimdan keyin, ikkinchi marta eskirtirishsiz qotishma quyidagi mexanik xossalarga ega bo'ladi: $\sigma_v = 145-155 \text{ kgk/mm}^2$ ($1450-1500 \text{ MN/m}^2$) va $\delta = 3 - 4 \%$.

Azotlash. Titan qotishmalariga hamma kimyoviy-termik ishlov berishlar ichida eng ko'p tarqalgani azot muhitida yoki $850 - 950^{\circ}$ S temperaturada 10-50 soat mobaynida azot va argon muhitida azotlash jarayoni hisoblanadi. Azotlangan qatlamning mikrostrukturasi 5-20 mkm qalinlikka ega bo'lgan mo'rt nitridlar zonasi (sirtqi yuzada) va chuqurroq joylashgan $800 - 1000 \text{ HV}$ qattqlikka ega bo'lgan azotning α – titandagi qattiq eritmasi (qalinligi 0,1-0,15 mm) zonasidan tashkil topgan bo'ladi. Mo'rt nitrid zonasidan iborat bo'lgan qatlam silliqlash yo'li bilan olib tashlanadi.

Titan qotishmalaridan tayyorlangan detallar azotlashdan so'ng yaxshi antifriktsion xossalarga, yuqori chidamlilik chegarasiga, korroziyaga bardoshlikka va yuqori yeyilishga chidamlilikka ega.

28 - Mavzu: Traktor va qishloq xo'jaligida qo'llaniladigan detallarga termik ishlov berish texnologiyasi

Ma'ruzaning rejasi:

Traktor va qishloq xo'jaligida qo'llaniladigan detallarga termik ishlov berish texnologiyasi

Tayanch so'z va iboralar: traktor, qishloq xo'jaligi, termik ishlov berish, detalg', temperatura, qizdirish vaqti, sovutish muhitlari, toblash, toblash usullari, bo'shatish, karbidlar, struktura, tishli g'ildirak, tsementatsiyalash, val, o'q, vtulka, rolik, uzatmadagi zanjirlar, plug

Tishli g'ildirak. Traktor va qishloq xo'jaligida eng ko'p ishlatiladigan detallardan biri tishli g'ildirakdir. Tishli g'ildirak po'lat 2, 15, 20, 20X va 18XGT kabi markali po'latlaridan tayyorlanadi.

Tishli g'ildirakka termik ishlov berish sxemasi quyidagicha:

Tsementatsiyalash – toblash – bo'shatish.

Tishli g'ildirak moduli 2,5 M bo'lganda tsementatsiyalangan qatlam qalinligi 0,6 – 0,9 mmni; 3,5 – 4,0 M bo'lganda 0,9 – 1,2 mmni ; 4,0 – 5,0 M bo'lganda 1,2 – 1,5 mmni va 5,0 M bo'lganda 1,4 – 1,8 mmni tashkil etadi. Tishli g'ildirakka termik ishlov berilgandan keyin uning tashkil etuvchilar sirtidagi HRC shkala bo'yicha qattqlik 1-jadvalda tasvirlangan:

1-jadval

Tishli g'ildirakka termik ishlov berilgandan keyin uning tashkil etuvchilar sirtidagi HRC shkala bo'yicha qattqlikni taqsimlanishi

Po'lat markasi	HRC shkala bo'yicha qattqlikni taqsimlanishi		
	Tish sirtidagi qattqlik	O'zakdagi (sterjendagi) qattqlik	SHlitsadagi qattqlik
2, 15, 20	54 - 60	-	< 32
20X	55 – 62	15 – 25	< 32
18XGT	55 - 63	30 – 45	< 32
18XGT	56 - 63	23 - 35	< 32

Vallar va o'qlar. Vallar va o'qlar po'lat 5, 6, 45G2 va 50G, 40X, 27SG kabi markali po'latlardan tayyorlanadi.

Vallar va o'qlarga termik ishlov berish sxemasi quyidagicha:

Toblash - bo'shatish

Vallar va o'qlarga termik ishlov berilgandan keyingi qattqlik quyidagicha: yeyilishga ishlaydigan detallar uchun – 18 – 25 HRC; yeyilish sharoitida ishlaydigan detallar uchun – 30 – 40 HRC va 38 – 45 HRC; yeyilishga chidamlilikni oshirish maqsadida yuqori chastotali tok yordamida yuzani toblash termik ishlov berish jarayoni qo'llanilganda, qattqlik 52 – 58 HRC ni tashkil etadi.

Uzatmadagi zanjirlar. Quymakorlik zvenodagi ilgakli zanjirlar KCH35-10 va KCH 33 – 8 markali cho'yanlardan tayyorlanadi. Unga termik ishlov berish turiga normallashtiriladi. Normallashtirilgandan keyingi detaldagi qattqlik 156 – 222 HB tashkil etadi.

Vtulka-rolikli zanjirlar detallari quytdagi po'lat markalaridan tayyorlanadi:
15,875 mm qadamga ega bo'lgan zanjirlar uchun plastinalar.....50 yoki U7;
boshqa qadamli zanjirlar uchun plastinalar.....45, 40, 50;
15,875 mm qadamga ega bo'lgan zanjirlar uchun valiklar.....15, 10, 20;
boshqa qadamli zanjirlar uchun valiklar.....45, 10, 15, 20, 50;
vtulka va roliklar..... 15, 10, 20.

Termik ishlov berish sxemasi quyidagicha:

Toblash – bo'shatish; tsementatsiyalash – toblash – bo'shatish.

2 –jadval

Tsementatsiyalangan qatlam qalinligi, mm da

Zanjirdagi qadam, mmda	Vtulka	Rolik	Valik
15,875	0,15 – 0,35	0,2 – 0,4	0,2 – 0,6
19,05	0,2 – 0,5	0,2 – 0,6	0,4 – 1,0
25,4	0,2 – 0,5	0,2 – 0,6	0,5 – 1,2
38,0	0,2 – 0,5	0,2 – 0,6	0,5 – 1,2
41,3	0,2 – 0,6	0,2 – 0,6	0,5 – 1,2

Qattqlik, HRC:

Valiklar, vtulkalar, roliklar.....40 – 50;
Plastinalar.....40 gacha;
15,875 mm qadamga ega bo'lgan zanjirlar uchun plastinalar.....45 gacha.

Zanjirli-plastinkali transportyorning quyma ramkasi KCH35-10 markali cho'yandan tayyorlanadi; termik ishlov berish – normallashtiriladi; qattqlik – 78 – 94

HRB. SHTamplangan rama po'lat5 (yoki 30G, 45 va 50) markali po'lat-dan tayyorlanadi. Termik ishlov berish – toblash – bo'shatish; qattqlik – 38 – 45 HRC.

Zanjirli uzatmadagi yulduzcha. Zanjirli uzatmadagi yulduzcha uchun SCH markali cho'yandan, hamda 2, 6,20, 45,20X markali po'latdan, 15L yoki 35L markali quymakorlik po'lat markalaridan tayyorlanadi.

Zanjirli uzatmadagi yulduzchaga termik ishlov berish quyidagicha amalga oshiriladi: uzatmadagi kuchning miqdori 40 kG dan ortiq bo'lgan va aylanishlar soni minutiga 300 bo'lgan yulduzcha uchun qattqligi 321 – 429 NV bo'lgan toblash va bo'shatishdan foydalaniladi; izotermik toblashda esa qattqlik 285 – 429 NV ga yetishi kerak. 30 mm dan ortiq qadamga ega bo'lgan yulduzcha uchun termik ishlov berish o'rniga yulduzcha tishiga 1,5 mm dan kam bo'lmagan chuqurlikda “oqartirish” jarayoni amalga oshiriladi.

Bahzi bir qishloq xo'jaligi mashinalari detallari uchun tavsiya etiladigan po'lat markalari hamda ularga termik ishlov berishning texnik sharti va sxemalari 3 – jadvalda berilgan.

3 – jadval

Qishloq xo'jaligi mashinalari detallari uchun tavsiya etiladigan po'lat markalari hamda ularga termik ishlov berishning texnik sharti va sxemalari

№	Qishloq xo'jaligi mashinalarida ishlatiladigan detallar nomlari	Po'lat yoki cho'yan markasi	Termik ishlov berishning texnik sharti va sxemalari	Qattqlik HRC
1.	Pluglarning lemexlari va traktorlarning yer yumshatadigan qismlari	65L	Martensitgacha toblash (20-45 mm)-780 – 800 ⁰ S; bo'shatish – 300 – 350 ⁰ S (trapetsiya ko'rinishdagi lemexlar uchun); bo'shatish – 250 – 300 ⁰ S (doloto ko'rinishdagi lemexlar uchun);	≤ 302 NV 444 – 601 NV
2.	Er yumshatadigan pluglarning lemexlari	53L	Martensitgacha toblash (20-35 mm)-780 – 800 ⁰ S;	250-350 NV

			bo'shatish – 300 – 350 ⁰ S (trapetsiya ko'rinishdagi lemexlar uchun); bo'shatish – 250 – 300 ⁰ S (doloto ko'rinishdagi lemexlar uchun);	
3.	Kulg'tivatorlar tishlari (lapalari)	65G –70 G	Martensitgacha toblash, bo'shatish	≤ 352 NV
4.	Plug, yer yumshatadigan qism, boron va seyalkalarning disklari	65G –70 G	Toblash yoki martensitgacha toblash	321 – 415 NV
5.	Qishloq xo'jalik o'rog'i	U7A yoki U8A	Toblash va bo'shatish	42-50
6.	Yuqori mustahkamlik va yeyilishga chidamlilikka ega bo'lgan chervyak	40X, 45G2	Toblash va bo'shatish	38 - 45

29 - Mavzu: Tog'-metallurgiya sanoatida qo'llaniladigan jihozlarning detallarini puxtalash

Ma'ruzaning rejasi:

Tog'-metallurgiya sanoatida qo'llaniladigan jihozlarning detallarini puxtalash

Tayanch so'z va iboralar: tog'-metallurgiya, sanoat, termik ishlov berish, detalg', temperatura, qizdirish vaqti, sovutish muhirlari, toblash, toblash usullari, bo'shatish, karbidlar, struktura, jihozlar, puxtalash

Tog'-metallurgiya sanoatida ishlatiladigan bahzi bir mashinalarining detallariga termik ishlov berishning rejimlari 1-jadvalda berilgan.

1 – jadval

Tog'-metallurgiya sanoati mashinalarining detallariga termik ishlov berishning rejimlari haqida ma'lumot

Detallar-ning nomlanishi	Po'lat markasi	Termik ishlov berish rejimlari					Qattiklik HRC
		Toblash			Bo'shatish		
		Temperatura, °S	Qizdirish davomiyligi, vaqt, minut	Sovutish muhirlari	Temperatura, °S	Qizdirish davomiyligi, vaqt, minut	
Vrubka qiladigan KMP-2 turidagi mashina							
Segement	45	820-840	18	suv	250-270	-	40-45
Suxar	SHX15	820-840	20	moy	180-200	50	55-60
Bara brusi	45	820-840	25	suv	650-680	60	229-197NV
Bara dazmoli	45	820-840	90	suv	200-220	120	50-55
Valik	45	820-840	48	suv	250-270	90	40-45
Stopor	40XN	820-840	14	moy	250-270	30	40-45
Tashqi va	45	820-840	2	suv	200-220	15	50-55

ichki disk-lar							
Valik	45	820-840	24	suv	250-270	50	40-45
Z=28; m=7 bo'lgan shesternya	45	820-840	50	suv	250-270	90	40-45
Vrubka qiladigan GTK-35m turidagi mashina							
To'sin	45	840-860	80	moy	270-300	120	35-40
CHap to'sin	45	840-860	36	moy	270-300	90	35-40
Planka	45	840-860	15	moy	270-300	30	35-40
Plitadagi nakladka	20	860-880	10	suv	270-300	22	36-50
Bara dazmo- li	45G2L	840-860	30	suv	200-220	120	50 - 55
Planka	45	840-860	15	moy	270-300	30	35-40
Vtulka	45	820-840	13	suv	200-220	28	50 - 55
Kulak	35XL	840-860	60	moy	480-500	120	285 – 307 NV
Prujinali halqa	45	840-860	4	moy	270-300	10	36 - 38
Prujinali halqa	45	840-860	3	moy	200-220	8	50 - 55
Prujinali halqa	45	840-860	3	moy	270-300	8	36 - 38
Tishli g'ildirak	40XN	820-840	60	moy	300-320	90	40 - 45
SHlitsali vtulka	40XN	820-840	25	moy	300-320	60	40 - 45
Xrapovik	40XN	820-840	30	moy	280-300	60	45 -50
Z=28; m=2 bo'lgan shesternya	45	820-840	30	suv	200-220	60	50 -55
GEM markali greyder-elevator							
Z=52; m=7 bo'lgan konusli shesternya	45	840-860	50	suv	270-300	120	35 - 40
Tishli valik	45	840-860	28	suv	270-300	50	35 - 40

Z=16; m=4 bo'lgan ki- chik shester- nya	45	840-860	35	suv	250-270	75	40 - 45
Z=40; m=4 bo'lgan katta shesternya	45	840-860	25	suv	250-270	50	40 - 45
Z=5 bo'lgan yulduzcha	45	840-860	20	suv	270-300	40	35 - 40
Konusli shesternya- ning valigi	45	840-860	30	suv	480-500	60	285 – 307 NV
Z=24; m=5 bo'lgan konusli shesternya	45	840-860	30	suv	250-270	60	40 - 45
Z=20; m=5 bo'lgan kula- chokli va halqali shesternya	45	840-860	30, 18	suv	250-270	60,35	40 - 45
Kulachokli mufta	45	840-860	20	suv	270-300	40	35 - 40
CHervyak	45	840-860	60	suv	650-680	120	207 – 241 NV
Etaklanuvchi mufta vali	50	820-840	50	suv	620-650	90	220 – 250 NV
Etaklanuvchi va yetaklovchi disklar	50	820-840	5	suv	180-200	20	50 - 55
Z=18; m=5,5 bo'lgan	40X	820-840	45	moy	300-320	90	45 - 50

shesternya							
Z=35; m=5,5 bo'lgan shesternya	40X	820-840	60	moy	300-320	120	45 - 50
Val	40X	820-840	60	moy	280-306	120	35 - 40
LP-52 markali o'tuvchi lebedka							
Prujina	65G	790-810	-	moy	Moy yonib ketgunch a	-	40 - 45
Barmoq	45	840-860	20	suv	250-270	40	40 - 45
CHevryakli g'ildirak vali	45	840-860	100	suv	180-300	180	35 - 40
Ushlagich	45	840-860	20	suv	600-650	40	207 – 241 NV
Vilg'ka	45	840-860	25	suv	620-650	50	207 – 241 NV
O'q	45	840-860	48	suv	620-650	90	207 – 241 NV

30 - Mavzu: Konstruktsion po'latlardan tayyorlangan detallarni termik ishlash texnologiyasi

Ma'ruzaning rejasi:

1. Konstruktsion po'latlardan tayyorlangan detallarni termik ishlash texnologiyasi.
2. Tishli g'ildiraklar, tirsakli va taqsimlanuvchi vallar, porshenlar, gilg'zalar, ichki yonuv dvigatellarining klapanlari, o'qlar va transport sistemasini transmissiyasini kristavinalarini puxtalash uchun ishlov berishdan maqsad va uslublari
3. Mashinasozlikda qo'llaniladigan boshqa detal va zagotovkalarga termik ishlov berish.

Tayanch so'z va iboralar: po'lat, konstruktsion po'lat, termik ishlov berish texnologiyasi, detalg', temperatura, qizdirish vaqti, sovutish muhirlari, toblash, toblash usullari, bo'shatish, karbidlar, struktura, jihozlar, puxtalash, tishli g'ildiraklar, tirsakli taqsimlanuvchi vallar, porshen, gilg'za, ichki yonuv dvigatelining klapani, o'q, kristavina

Konstruktsion po'latlardan tayyorlangan detallarga termik ishlov berish texnologiyasini o'ziga xos tomonlari mavjud. Buni biz tishli g'ildirak, tirsakli val, o'q va yarim o'qlargga, ichki yonuv dvigatellari klapanlariga, podshipnik detallariga va boshqa detallarga termik ishlov berish texnologiyalarida ko'rib chiqamiz.

Tishli g'ildirakka termik ishlov berish

Tishli g'ildiraklar mashinasozlikning turli sohalarida mashina, me-xanizm va priborlarda kengko'lamda qo'llaniladi. Tishli g'ildirakning eng yaxshi mikrostrukturasi shtampovkalashda hosil bo'ladi, chunki bunda tishli g'ildirakdagi tolalarni joylashishi g'ildirakning konfiguratsiyasiga mos keladi va unda egilishga bo'lgan mustahkamlik oshadi.

Tishli g'ildirakni tayyorlash uchun po'lat markasini tanlashda tannarxi, ishlov berish holati, termik ishlov berishdagi toblanish chuqurligi va deformatsiyalanishini ehtiborga olish zarur. Tishli g'ildirakning asosiy elementi tish hisoblanadi va uni tayyorlash uchun ishlatiladigan po'latlar va puxtalash usullari yuqori kontkatli va toliqishdagi, egilishdagi hamda zarbdagi mustahkamlikka va tishi esa yeyilishga chidamlilikka ega bo'lishi kerak.

Tsmentatsiyalanadigan tishli g'ildirak quyidagi markali po'latlardan tayyorlanadi: 20X, 12XN3A, 12X2N4A, 20X2N4A, 25XGM, 20XN2M, 18XGT, 25XGT, 30XGT, 20XGR, 18X2N4VA va boshqalar.

Metall kesuvchi stanoklarda g'ildirakni ishlov berishga strukturasi tayyorlash uchun va metall kesuvchi stanoklarda ishlov berishdan oldin shtamplanib zagotovkadan olingan tayyor tishli g'ildirakning mexanik xossalarini yaxshilash maqsadida unga termik ishlov beriladi. Bu termik ishlov berish turiga yumshatish (to'liq) yoki normallashtirish, yoki yuqori bo'shatishga ega bo'lgan normallashtirish kiradi.

Quyida ko'rsatilgan rejim yordamida tishli g'ildirakni izotermik yumshatishdan keyingi struktura (kamroq g'adir-budirlik sirtiga ega bo'lgan metall) kesish uchun eng yaxshi hisoblanadi: $A_{c3} + 50^{\circ} C$ temperaturagacha qizdirish, ushlab turish, $480 - 500^{\circ} S$ temperaturagacha qisqa muddatda o'ta sovutish va $580 - 600^{\circ} S$ temperaturada izotermik ushlab turishdan iborat.

Tsmentatsiyalangan xrommarganetsli va xromnikelli po'latlardan tayyorlangan shtamplanib zagotovkalarini bolg'alahdan oxirigi temperaturasidan $500 - 600^{\circ} S$ temperaturagacha tezlashgan holda sovutib, keyingi qoldiq issiqlik qo'llaniladi. Xrommarganetsli po'latlardan (18XGT, 25XGT, 30XGT) tayyorlangan tishli g'ildiraklar dastlabki $840 - 860^{\circ} S$ temperaturagacha podstujivat qilingandan so'ng tsmentatsiya qilinadigan pechda gaz yordamida tsmentatsiya qilingandan so'ng ($920 - 950^{\circ} S$), bevosita toblanadi. Tishli g'ildirak toblangandan keyin $180 - 200^{\circ} S$ temperaturada bo'shatishga jalb qilinadi. Natijada tishli g'ildirakni yuzasida qattqlik 56 – 62 HRC bo'lsa, uning o'zagida esa qattqlik 30 – 45 HRC ga yetadi. Tsmentatsiyalangan qatlamning mikrostrukturasi – mayda karbid qo'shimchalariga ega bo'lgan mayda ignali martensit va uncha katta bo'lmagan miqdordagi qoldiq austenitdan tashkil topgan bo'ladi. Tishli g'ildirakning o'zagidagi mikrostrukturasi esa sorbit (18XGT po'lat markasi uchun) va troostosorbit (30XGT po'lat markasi uchun) dan iborat.

Tishli g'ildirakni gaz yordamida tsmentatsiyalashda mufelli va mufelsiz pechlar qo'llaniladi.

Tishli g'ildirakni tishini yuzasidagi qattqlikni $HRC \geq 60$ da olish uchun va tishning boshlang'ich aylanasidan tishning bienasini kamaytirish maqsadida mufelsiz pechda nitrotsmentatsiyalash jarayonini o'tkazishdan foydalaniladi. Masalan, 25XGM markali po'latdan tayyorlangan tishli g'ildirak $870^{\circ} S$ temperaturada nitrotsmentatsiyalanadi, $840^{\circ} S$ temperatura-gacha podstujivat qilinadi, $160 - 180^{\circ} S$ temperaturaga ega bo'lgan issiq moyda sovutiladi va $160 - 180^{\circ} S$ temperaturada bo'shatiladi. Natijada tishning yuzasidagi qattqlik 60 – 65 HRCga, o'zagidagisi esa 35 – 45 HRCga yetadi.

12X2N4A, 20X2N4A va boshqa markali xromnikelli po'latlardan tayyorlangan tishli g'ildiraklar bevosita toblashga jalb qilinmaydi, chunki bu markali po'latlarda tishning yuzasidagi qattqlikni kamaytiruvchi ko'p miqdorda qoldiq austenit bo'ladi. SHuning uchun yuqorida ko'rsatilgan po'latlardan tayyorlangan tishli g'ildiraklar tsementatsiyalashdan so'ng havoda sovutiladi va 600 – 650⁰ S yuqori temperaturada bo'shatiladi.

Tishli g'ildiraklar yana 45,40X, 40XN va boshqa markali yaxshilanadigan po'latlardan hamda kichik toblanish chuqurligiga ega bo'lgan 55PP markali po'latdan ham tayyorlanadi. Tishli g'ildiraklar ish sharoitiga bog'liq ravishda turli termik ishlov berishlarga jalb qilinadi: normallashtirish, yaxshilanish, toblash va past temperaturali bo'shatish, tsianlash (nitrotsementatsiyalash) keyingi toblash va bo'shatish.

Kichik tezlikda va kichik bosimda ishlaydigan tishli g'ildiraklar 45 markali po'latdan tayyorlanadi va u 850 – 870⁰ S temperaturada normallashtirishga (bunda qattqlik 170 – 217 NV) yoki yaxshilanishga - 820 – 840⁰ S temperaturada suvda toblash va 520 – 550⁰ S temperaturada bo'shatishga jalb qilinadi (220 – 250 NV). Sezilarli darajada eguvchi yuklanishda va uncha katta bo'lmagan tezlikda ishlaydigan tishli g'ildiraklar legirlangan o'rtacha uglerodli po'latlardan yasaladi va ular yaxshilanishga – moyda toblash va 600 – 650⁰ S temperaturada bo'shatishga jalb qilinadi (230 – 260NV).

O'rtacha tezlikda, o'rtacha bosimda va uncha katta bo'lmagan zarb yuklanishlarida ishlaydigan tishli g'ildiraklar legirlangan o'rtacha uglerodli po'latlardan tayyorlanadi. Bu po'latlardan tayyorlangan tishli g'ildiraklarga quyidagi rejimda termik ishlov beriladi: a) moyda toblash va 180 – 200⁰ S temperaturada bo'shatish (50 – 55 HRC); b) 830 – 850⁰ S temperaturada tsianlash (nitrotsementatsiyalash), moyda toblash va 180 – 200⁰ S temperatura-da bo'shatish (55 – 60 HRC); qatlam qalinligi 0,2-0,3 mm bo'lishi uchun zarur bo'ladigan ushlab turish vaqti 30 – 50 minut va nitrotsementatsiyalashda 1 – 2 soatni tashkil etadi.

Zavod amaliyotida tishli g'ildiraklarni induktsion qizdirish yorda-mida yuzasini toblash keng ko'lamda tarqalgan. Bu holatdagi toblash 2 ta usul bilan amalga oshiriladi: 1) tishni ochiq usulda qizdirish usuli; 2) faqat tishning kontaktli yuzalarini qizdirish usuli.

Masalan, 45, 40X markali po'latlardan tayyorlangan tishli g'ildiraklarning tishlarini toblashda ochiq usulda qizdirish induktorda (850 – 870⁰ S temperaturagacha) amalga oshiriladi, so'ngra tishli g'ildirakning hamma tishlari shiddat bilan sovutiladi (suv dushi yoki tishli g'ildirakni moyga botirib). Tishlari ochiq usulda toblanadi. Toblangan tishli g'ildiraklar past temperaturali bo'shatishga jalb qilinadi, natijada tishning sirtidagi qattqlik 58 – 60 HRC bo'lsa, uning o'zagidagi qattqlik esa 45 – 55 HRCga yetadi. Bu usulda tishli g'ildiraklar-

ni toblash asosan, kam yuklangan va kichik modulli (4 mmgacha) tishli g'ildiraklar uchun tavsiya etiladi, chunki bunda tishli g'ildirakning hamma tishi yuqori qattqlikka ega bo'ladi. Moduli 4 mmdan katta bo'lgan tishli g'ildiraklarni yuqorida ko'rsatilgan usulda toblash maqsadga muvofiq emas.

Tishli g'ildirakning tishini ochiq usulda qizdirib toblash orqali kichik toblanish chuqurligiga ega bo'lgan, og'ir yuklanadigan tishli g'ildiraklarni (o'rtacha moduli 4 – 10 mm bo'lgan) ham puxtalash mumkin. Ushbu holatda toblashda professor K.Z. SHepelyakovskiy tomonidan ishlab chiqilgan va juda ko'p zavodlarda qo'llaniladigan yuzasini hajmiy toblash usulidan foydalaniladi.

Moduli 6 mm bo'lgan tishli g'ildirakni toblash rejimi quyidagicha: tok chastotasi 2650 Gts, qizdirishning umumiy vaqti 90 sekund, qizdirish temperaturasi 850⁰ S, sovutish davomiyligi 6,5 sekund, sovutadigan suv sarfi 100l/s, ish unumdorligi soatiga 30 ta detalni tashkil qiladi. Bunday toblash natijasida qatlam yuqori qattqlikka ega bo'ladi (59 – 61 HRC). Bu esa yuqori yeyilishga chidamlilikni, kontaktli va tolqishdagi mustahkamlikni tahminlab beradi. Tishning o'zagi esa 30 – 35 HRCga teng qattqlikka ega bo'lib, u yuqori mustahkamlikni tahminlab beradi.

Tirsakli valga termik ishlov berish

Tirsakli vallar yuqori yuklanishlar sharoitida ishlaydi, val shey-kasi esa intensiv yeyiladi. Tirsakli vallarga termik ishlov berishning ikkita maqsadi bor: uning mustahkamligi va yeyilishga chidamliligini oshirishdir. Tirsakli vallar po'latdan va yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan cho'yanlardan tayyorlanadi. Avtomobil va traktor dvigatellarning tirsakli vallari, kompressorlari (issiq holda shtampovkalash usulda olinadi) 45, 50G, 30XG2, 47GT, 40XN va boshqa markali po'latlardan tayyorlanadi. SHtampovkalash natijasida yaxshi makrostruktura hosil bo'ladi, yahni metall tolalari kesik holatda bo'lmaydi, val konfiguratsiyasiga to'g'ri keladi (146 - rasm).

SHtampovkalanagan vallar normallashtirishga jalb qilinadi, yahni A_{c3} nuqtasidan 40-50⁰ S yuqori temperaturagacha qizdirish va keyingi bir tekisdagi havodagi sovutishdan iborat. Tirsakli vallarning shtamplangan zagotovkalarini normallashtirishda issiq holda shtamplashda keyingi issiqlikdan foydalaniladi. Masalan, 45 markali po'latdan tayyorlangan vallarning shtamplangan zagotovkalarini normallashtirishda og'ir konveyerlariga ega bo'lgan tirqishli normallovchi pechlar qo'llaniladi. Bunda shtamplangan vallarning zagotovkalari 850⁰ S temperaturagacha qizdirilgan pechning ishchi kamerasiga yuklanmasdan, maxsus koridor orqali o'tib, 1050- 1100⁰ S temperaturadan 600 – 650⁰ S temperaturagacha sovutiladi.

SHTamplangan zagotovkalar normallangandan so'ng dastlabki sovutish kamerasidan o'tadi va uni sovutish uchun havo beriladi.

SHTamplangan zagotovkalar normallangandan keyin ishlov berish uchun metall kesuvchi stanoklarga yuboriladi, so'ngra vallarning shatunli va maxsus sheykalari induksion qizdirishda yuzasi toblanadi. Ana shu holatda avtomatlashtirilgan qurilma ishlatiladi. Bu qurilma valning har bir sheykasini ketma-ketlik tarzda qizdiradi va sovutadi. SHEykani qizdirish va va sovutish vaqti vaqt relesi bilan boshqariladi. Toblashda sovutish vaqtini qisqartirish hisobiga sheykani o'zini bo'shatishi kuzatiladi (o'zini bo'shatish temperaturasi 240 – 250⁰ S). Tirsakli vallarni konveyrli qatorlarda toblashda maxsus stanoklar o'rnatiladi. Bu holatda qalinligi 3 – 5 mm bo'lgan toblangan qatlam olinadi, sheykani yuzasidagi qattiqlik 52 – 62 HRC, qatlamning mikrostrukturasi esa kichik ignali martensitdan iborat bo'ladi. Agar toblangan qatlam to o'tuvchi yuzagacha yetib bormasa (147 – rasm,a), bunda salbiy tahsir etuvchi cho'zish kuchlanish o'tuvchi yuzaga yaqin joyda joylashgan bo'ladi (147 – rasm,b). Val sheykasini o'tuvchi yuza bilan birgalikda eng katta kuchlanishlar konsentratsiyasiga ega bo'lgan joy bo'lganligidan, uni toblashda, siquvchi kuchlanishlar tahsirida bo'ladi, ushbu holatda valning chidamliligi sezilarli ravishda oshadi (147 – rasm,b).

Yuqori mustahkam magniyli cho'yandan tayyorlangan quyma tirsakli vallar po'latdan tayyorlangan shtamplangan vallarga nisbatan ijobiy yutuqlarga ega, shuning uchun bu tirsakli vallar avtomobil, teplovoz va boshqa transport vositalarining dvigatellarida keng ko'lamda qo'llanilmoqda. Yuqori mustahkam cho'yanning eng qulay strukturasi sharli grafitga ega bo'lgan donali perlit kiradi. CHO'yanda donali perlit strukturasi, faqat ma'lum bir kimyoviy tarkibda va termik ishlov berishda olinishi mumkin.

Avtomobil dvigatellari uchun ishlatiladigan tirsakli vallar uchun qo'llaniladigan yuqori mustahkam magniyli cho'yanlarning quyidagi kimyoviy tarkibi tavsiya etiladi: 3,4 – 3,6 % C, 2 – 2,2 % Si, 1,15 – 1,3 % Mn, 0,15 – 0,25 % Cr, 0,03 – 0,06 % Mg, 0,005 %dan kam miqdorda S, 0,12 % gacha '. CHO'yanda margenetsning yuqori miqdorda bo'lishi evtektoidli tsementitni bardoshligini oshirish uchun kerak bo'ladi, chunki bu margents miqdori termik ishlov berishda sferoidlash jarayoni kechishi uchun juda muhimdir.

Tirsakli vallarga termik ishlov berish quyidagi rejimda olib boriladi: normallash – 950 – 960⁰ S temperaturagacha qizdirish, 8 soat ushlab turish vaqti, 600⁰ S temperaturagacha 30 – 60⁰ S/min. tezlik bilan sovutish; bo'shatish – 725 – 740⁰ S temperaturagacha qizdirish, 8 soat ushlab turish vaqti, havoda sovutiladi. Olinadigan struktura – donali perlit va sharli grafit, 207-241 NV qattiqlikka ega bo'ladi.

Tirsakli vallarni termik ishlov berishni himoyalovchi atmosferaga ega bo'lgan pechlarda amalga oshirish maqsadga muvofiq hisoblanadi. SHu bilan birga tirsakli vallarni qizdirishda qiyshayishini kamaytirish uchun maxsus poddonlardan foydalaniladi.

Yarim o'qqa termik ishlov berish

Yarim o'qlar og'ir yuklangan detallar hisoblanadi, shuning uchun ularga quyidagi talablar qo'yiladi: yuqori statik va toliqish mustahkamligiga hamda yetarli darajada yuqori qattqlik va yeyilishga chidamlilikka ega bo'lishidir. Yarim o'qlar asosan bolg'alash-shtamlash usulida tayyorlangani uchun to'lani yo'nalishi aniq tarzda detalning tashqi ko'rinishini takrorlaydi va detalga uncha katta bo'lmagan mustahkamlik beradi. Legirlangan po'latdan (masalan, 40XGTR po'latidan) tayyorlangan yarim o'qlarning pokovkasi normallashtirishga (880° S da) keyingi $680 - 700^{\circ}$ S temperaturada bo'shatishga jalb qilinadi. Yarim o'qlarga metall kesuvchi stanoklarda ishlov berilgandan keyin ularga quyidagi rejimda hajmiy termik ishlov beriladi: $860 - 880^{\circ}$ S temperaturagacha qizdirish, moyda toblash, 50 – 52 HRC qattqlikka ega bo'ladigan 220° S temperaturada bo'shatish yoki 42 – 45 HRC qattqlikka ega bo'ladigan $450 - 500^{\circ}$ S temperaturada bo'shatib, bo'shatish mo'rtligini oldini olish uchun uni issiq suvda (50° S) sovutishdir. O'rtacha uglerodli po'latlardan tayyorlangan yarim o'qlar hajmiy induksion toblash va past temperaturali bo'shatishga jalb qilinadi.

Toblanish chuqurligi reglamentirlangan 47GT markali po'latdan (0,44 – 0,50 % C, 0,9 – 1,2 % Mn, ≤ 0.17 % Si, 0,06 – 0,12 % Ti) tayyorlangan yarim o'qni chuqurlashgan holda qizdirib, yuzasini toblash texnologiyasi nisbatan progressiv hisoblanadi. Yarim o'qlarni chuqurlashgan holda qizdirib, yuzasini toblashda maxsus stanok –avtomatdan foydalaniladi. 1 - yarim o'qni qizdirish induktorda amalga oshiriladi (154 - rasm), induktor o'zi esa flantsni o'tuvchi yuzasini qizdirish uchun mo'ljallangan 2 - bitta o'ramli sektsiya va o'zakni (sterjenni) (teshigi 13 mm bo'lgan) va shlitsani oxirigi tomonini qizdirish uchun zarur bo'ladigan 3- ko'p o'ramli sektsiyadan tashkil topgan. Qizdirish temperaturasi 890° S, umumiy ushlab turish vaqti 78 sekundni tashkil qiladi.

Yarim o'qlarni qizdirganimizdan keyin ularni sovutish uchun tez xarakatlanadigan suv oqimiga ega bo'lgan (10 m/s tezlikdan kam bo'lmagan) maxsus qurilmaga yuklaymiz (155 - rasm). Yarim o'q toretsiga suv oqimi bilan siqib turadigan xarakatlanuvchi gribok uni tezda sovushidan va darzlar paydo bo'lishidan saqlaydi. Yarim o'qlarni sovutish past temperaturada ($170 - 190^{\circ}$ S) o'zini bo'shatishni hisobga olgan holda dozalashgan tarzda (32 s) amalga oshiriladi. Stanok-avtomatning ish unumdorligi – soatiga 40 ta yarim o'qdir. Yarim

o'qlar toblangandan so'ng pechda 250^0 S temperaturada 1,5 soat mobaynida past temperaturali bo'shatishga jalb qilinadi.

CHuqurlashgan induktsion qizdirishda toblangan 47GT markali po'latdan tayyorlangan yarim o'qlar bir xilda statik mustahkamlikka ega bo'lgan holda nisbatan qimmatbaho legirlangan po'latlardan tayyorlangan va hajmiy termik ishlangan yarim o'qlarga nisbatan sezilarli darajada nisbatan yuqori chidamlilik chegarasiga ega bo'ladi. CHuqurlashgan induktsion qizdirishda toblanib, puxtalangan 47GT markali po'latdan tayyorlangan yarim o'qlarning mexanik xossalarini oshishini sirtqi yuzada yuzaga keladigan siquvchi kuchlanishlar tahminlab beradi.

Ichki yonuv dvigatellari klapanlariga termik ishlov berish

Klapanlar zamburug' ko'rinishdagi shaklga ega. Ular asosan shtamplana-di, natijada undagi metall tolalar klapaning konfiguratsiyasiga mos ra-vishda joylashadi. Dvigatelda ish bajarishiga qarab klapanlar kiritish va chiqarish klapanlariga bo'linadi.

CHiqarish klapanining boshi, kallagi (golovkasi) va o'zagi (sterjeni) ning ish sharoiti turlichadir. Klapan kallagi ishlash jarayonida kuchli tarzda qiziydi (600^0 S va undan yuqori), o'zak yeyiladi, o'zakni oxirigi qismi yeyiladi va eziladi. SHuning uchun chiqarish klapanining materiali yuqori temperaturalarda o'zining mexanik xossalarini saqlashi lozim (issiqqa bardosh bo'lishi kerak), sovushda mahalliy toblashga jalb qilinmasligi kerak, qoldiq deformatsiya hosil bo'lmasligi lozim, yuqori temperaturada korroziyaga uchramasligi kerak, yeyilish va ezilishga yuqori qarshilikka ega bo'lishi kerak. Yuqorida ko'rsatilgan talablarni asosan, chiqarish klapanlari tayyorlanadigan 40X9S2 va 40X10S2M markali oksidgabardosh va issiqqa chidamli po'latlar qoniqtiradi.

Bu po'latlar yuqori kritik nuqtalarga ega: 40X9S2 markali po'lat uchun A_{c1} nuqtadagi temperatura 900^0 S ni, A_{c3} nuqtadagi temperatura esa 970^0 S ni tashkil etadi. 40X10S2M markali po'lat uchun esa A_{c1} nuqtadagi temperatura 900^0 S, A_{c3} nuqtadagi temperatura esa 950^0 S hisoblanadi. SHtampovka qilingandan keyin klapanlar $850 - 900^0$ S temperaturada yumshatishga jalb qilinadi (197 – 241 NV). Klapanlarni toblashni ikki marta o'tkaziladi, yahni hamma klapani va o'zakni oxirigi qismini toblash o'tkaziladi. Klapani birinchi toblash (hamma klapani) $1050 - 1100^0$ S temperaturada moyda sovutilib o'tkaziladi. So'ngra $800 - 850^0$ S temperaturada suvda sovutilib, bo'shatiladi (bo'shatish mo'rtligini bartaraf qilish maqsadida). Natijada klapaning qattiqligi 30 – 36 HRC ni tashkil qiladi. Ikkinchi toblash (4 – 7 mm uzunlikda o'zakning oxirigi qismi) $1050 - 1100^0$ S temperaturada suvda sovutilib o'tkaziladi. Keyin $720 - 750^0$ S temperatura-da

bo'shatiladi, natijada qattqlik $HRC \geq 40$ ga yetadi. Klapan o'zagining oxirigi qismini toblashda yuqori chastotali tokdan yoki elektrolitda detalning oxirigi qismini qizdirish qurilmasidan foydalaniladi.

Klapan kallagining issiqqabardoshligini oshirish uchun u alitirlash-ga jalb qilinadi.

Ichki yonuv dvigatellarining kiritish klapanlari asosan, 40X va 40XN markali po'latlardan tayyorlanadi. 40X markali po'latdan tayyorlangan klapanlar $850 - 870^{\circ} S$ moyda toblanadi va $600 - 630^{\circ} S$ temperaturada bo'shatiladi ($30 - 36 HRC$). Klapan o'zagining oxirigi qismi $820^{\circ} S$ temperatura-da toblash, moyda o'tkaziladi ($40 - 45 HRC$).

Kiritish klapanlariga termik ishlov berishni shtampovkalashdan keyin qolgan issiqlikni ishlatib, amalga oshirish mumkin. Ushbu usulda quyidagi ishlar bajariladi: 1) shtampovkalashdan so'ng $800 - 850^{\circ} S$ temperaturada dastlabki uncha katta bo'lmagan sovutish (podstujivat qilingandan keyin) dan keyin bevosita moyda toblash; 2) quyidagi rejimda izotermik toblash amalga oshiriladi: pokovani shtampovkalash, uni $390 - 500^{\circ} S$ temperaturaga ega bo'lgan izotermik muhitga (ishqor yoki selitrage) olish, 15 minut ushlab turish, suvda sovutish, xrompik eritmasida yuvish va oqadigan suvda oxirigi yuvishni amalga oshirishdan iborat. Birinchi variantdagi termik ishlov berish soddaligi jihatidan qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Podshipnik detallariga termik ishlov berish

Dumalash podshipnigi detallarining metallining ishchi yuzasiga yuqori aniqlikda ishlov va sayqal berish bilan bir qatorda, termik ishlov berish ham podshipniklarning ish muddatini aniqlovchi asosiy omil hisoblanadi. Dumalash podshipnigining halqasi, sharigi va roliklari ishlash jarayonida quyidagi tahsirlar ro'y beradi: a) o'zgaruvchan xarakterga ega bo'lgan yuqori solishtirma yuklanishlarning tahsir qilish oqibatida metallda toliqish hodisasi ro'y beradi, qisman kontaktli maydalanishi, sinishi jadallashishi kuzatiladi; b) ishqalanishdan yeyilish kuzatiladi; v) qo'shimchalarga ega bo'lgan atmosfera yoki moylovchi muhit bilan kontakt natijasida kimyoviy yeyilishi; g) abraziv yeyilish; d) yemiruvchi yuklanishdan hosil bo'ladigan kuchlanish tahsiri.

Podshipnik detallarini tayyorlashda quyidagi markali po'latlar qo'llaniladi: SHX15 ($0,95 - 1,05 \% C$; $1,30 - 1,65 \% Cr$, $0,2 - 0,4 \% Mn$, $0,17 - 0,37 \% Si$) va SHX15SG ($0,95 - 1,05 \% C$; $1,30 - 1,65 \% Cr$, $0,9 - 1,2 \% Mn$, $0,40 - 0,65 \% Si$); ikkala ham po'lat $0,02 \% S$ va $0,027 \% \text{'}$ ega bo'ladi. Bolg'alashdan keyin po'lat strukturasi – plastinkali perlit va mayin buzilgan karbiddan iborat bo'ladi ($160 -$

rasm), qattqlik 255 – 340 NV ni tashkil etsa, bunday struktura va qattqlikka ega bo'lgan po'latga ishlov qiyindir.

Qattqlikni 178 – 207 NV gacha kamaytirish va yaxshi ishlanuvchanlikni tahminlab beruvchi donali perlit strukturasini olish uchun zagotovka 780 – 800⁰ S temperaturada yumshatilib, so'ngra 650 – 760⁰ S temperatura interva-lida sekin sovutiladi (15 – 250 S/soat). Yumshatishda tezlashgan holdagi sovutish (100 – 300⁰ S/ soat) zagotovkada yuqori qattqlikka ega bo'lgan kichik dispersli strukturani hosil bo'lishiga olib keladi. Juda sekin sovutish (~5⁰ S/soat) esa katta donali perlitni yuzaga kelishiga sababchi bo'ladi. Bu struktura kichik qattqlikka ega bo'ladi. zagotovkada yumshatishdan keyin normal struktura bu kichik donali perlit hisoblanadi (161 – rasm,a). Yumshatishda zagotovkani oxirigacha qizdirmaslik qisman mayin plastinkali perlitni saqlab qoladi (161 – rasm,b), agar zagotovka o'ta qizdirilsa, katta plastinkali va donali perlit strukturasini shakllanadi (161 – rasm,v).

Podshipnik detallarini toblash jarayoniga xrom tahsir ko'rsatadi. Xrom po'lat strukturasidagi ortiqcha karbidlar miqdorini oshiradi va o'ta qizishga moyillikni kamaytiradi. Po'latdagi qo'shimcha xrom miqdori toblashning kritik tezligini kamaytirib, toblanish chuqurligini oshiradi. Po'latlarda uncha katta bo'lmagan toblashning kritik tezligiga ega bo'lishi uni moyda toblash imkoniyatini yuzaga keltiradi. Moyda toblashda martensitni qisman bo'shatilishi kuzatiladi, bu esa kuchlanishni kamaytiradi.

Po'latda xrom miqdorining oshishi bilan toblashning kritik tezligi sezilarli darajada kamayadi. SHX15 (1 % C va 1,5 % Cr) markali po'lat U10 (1 % C) markali po'latga nisbatan toblashning kritik tezligi 500 dan to 35 – 40⁰ S/soatgacha kamayadi. Toblashning kritik tezligi kamayishi natijasida SHX15 markali po'latdan tayyorlangan detallarning toblanish chuqurligi U10 markali po'latdan tayyorlangan detallarga nisbatan sezilarli darajada katta chuqurlikda bo'ladi.

Detallar massasiga bog'liq ravishda podshipnikli po'latlar uchun toblash temperaturasi 790 – 870⁰ S temperaturalar intervalida o'zgarib turadi: detal qanchalik katta bo'lsa, toblash temperaturasi shunchalik yuqori bo'ladi. Toblashdagi sovutish moyda yoki soda eritmasida amalga oshiriladi. Toblash va bo'shatish so'ng qattqlik 62 – 65 HRC ni tashkil etadi. Toblangan podshipnikli po'latlarning optimal strukturasini mayda ortiqcha karbidlari bir tekis taqsimlangan yopiq kristall martensitdan iborat (162 – rasm,a). Ignali va katta ignali martensit bilan karbidga ega bo'lgan struktura o'ta qizishning alomati hisoblanadi (162 – rasm,b). Podshipnik detallarining toblashdagi oxirigacha qizimasligi ularning kichik mustahkamlikka ega bo'lishiga olib keladi. Podshipnik detallarini troostit va karbidlar uchastkasiga ega bo'lgan martensit strukturasini oxirigacha qizimasligini yoki toblashda sekin sovushini xarakterlaydi (162 – rasm,v). Bunday struktura

kichikroq qattqlikka ega bo'lgani uchun talabga javob bermaydi. Toblash sifatining eng muhim tavsifnomasiga sinish turi kiradi. Eng yaxshi sinish turi – mayin, ipaksimom tur hisoblanadi. Bilinib turadigan donali sinish po'latning o'ta qizishi belgisi hisoblanadi. G'adir – budir ko'rinishdagi sinish po'latning to'liq bo'lmagan toblanishini xarakterlaydi.

Podshipnik halqalariga termik ishlov berish. SHX15 markali po'latdan tayyorlangan diametri 200 mm gacha bo'lgan podshipnik halqalari uchun qizdirish temperaturasi halqa devorining o'rtacha qalinligiga bog'liq ravishda 820 – 870⁰ S temperaturalar intervalini tashkil etadi. Ushlab turish vaqti halqa devorining qalinligiga bog'liq ravishda belgilanadi (25 minutdan to 70 minutgacha).

Eng kichik podshipnik halqalari himoyalovchi gaz atmosferasiga ega bo'lgan elektr pechlarda qizdiriladi. Kichik va o'rtacha podshipniklarning halqalari konveyerli gazli yoki elektr pechlarda, tagligi aylanadigan pechlarda yoki tuzli vannalarda termik ishlanadi. Turli temperaturaga ega bo'lgan tuzli vannalarni bir-biriga ketma-ket tarzda joylashtirish mumkin.

Toblash temperaturasigacha qizdirilgan halqa I20, I12, IS20, IS12 markali industrial moylarda 30 – 60⁰ S temperaturada sovutiladi. Toblangandan keyin halqa 3 – 5 % li sodali eritmada (70 – 90⁰ S) yuviladi va 150 – 160⁰ S temperaturada 1,5 – 2 soat mobaynida bo'shatiladi. Podshipniklarning pretsizion halqalarini "o'sishini" bartaraf etish uchun ularni bo'shatishdan oldin pastda ko'rsatilgan rejimda sovuq bilan ishlov berish maqsadga muvofiqdir: toblash – yuvish – sovuq bilan ishlov berish – bo'shatish.

Podshipniklarning shariklari va roliklariga termik ishlov berish. SHarik va roliklarning qattqligi va uning sirtidagi bir xilda strukturasi yuqori talablar qo'yiladi va toblash jihozlarini sinchiklab tanlanib olinishi majbur etiladi. Kichik va o'rta o'lchamdagi sharik va roliklarni (diametri 50 mm gacha bo'lgan shariklar va diametri 30 mm gacha bo'lgan roliklarni) toblash uchun qizdirishda eng yaxshi agregat barabanli pechlar (mufeli aylanadigan) hisoblanadi. Bu pechlarda sharik va roliklar ilgaranma xarakat qiladi, aylanadi va shuning bilan bir tekisda qizishini tahminlanadi.

SHX15SG markali po'latdan tayyorlangan katta sharik va roliklar (diametri to 70 – 75 mm gacha bo'lgan) konveyerli pechlarda qizdiriladi. Katta sharlar (diametri 75 – 200 mm bo'lgan) ikkita tuzli vannalarda qizdiriladi: ulardan biri dastlabki qizdirish uchun (780 – 800⁰ S) xizmat qilsa, ikkinchisi esa oxirigi qizdirish (840 – 890⁰ S) uchun xizmat qiladi.

SHarik va roliklarni toblashda sovutish muhitlari sifatida moy, sodaning suvdagi eritmaları (Na₂CO₃ va NaCl) dan foydalaniladi.

Diametri 12 mm gacha bo'lgan sharik va roliklar moyda (30 – 60⁰ S temperaturaga ega bo'lgan) sovutiladi. Diametri 12 mmdan katta bo'lgan shariklar

3 – 5 %li sodali eritmalarda ($25 - 40^{\circ}$ S temperaturaga ega bo'lgan) sovutiladi. Katta sharlar esa NaCl ning 10 % li suv eritmasida sovutiladi. Diametri 12 mmdan katta bo'lgan roliklar moyda, yoki ular SHX15 markali po'latdan tayyorlangan bo'lsa, 5 – 7 %li sodali eritmalarda sovutiladi. 50 mmdan katta diametrga ega bo'lgan shariklar va roliklar maxsus tebranadigan moslamalarda sovutiladi.

SHarik va roliklar toblangandan keyin $150 - 160^{\circ}$ S temperaturada 2 – 6 soat mobaynida (diametrga bog'liq ravishda) bo'shatiladi. Toblash va bo'shatishdan keyin qattqlik 62 – 65 HRC ni tashkil etadi. Mikrostruktura – yopiq kristalli martensit va karbidlardan tashkil topadi.

8-modulg'. Termik ishlov berishning texnologik jarayonlarini loyihalash va hujjatlari

31 - Mavzu: Termik ishlov berishning texnologik jarayonlarni loyihalash.

Ma'ruzaning rejasi:

1. Loyihalashdagi dastlabki ma'lumotlar.
2. Termik ishlov berishning texnologik jarayonlarini loyihalash-ning metodikasi va ketma-ketligi.

Tayanch so'z va iboralar: loyihalash, ishlab chiqarish jarayonlari, texnologik jarayon, texnologik operatsiya, texnologik o'tish, qo'shimcha o'tish, texnologik rejim, tayyorlovchi operatsiya, termik ishlov berish texnologiyasi, detalg', temperatura, qizdirish vaqti, sovutish muhitlari, toblash, toblash usullari, bo'shatish, karbidlar, struktura, jihozlar, puxtalash, metodika, ketma-ketlik

Ishlab chiqariladigan buyumlarning tayyorlash yoki tahmirlash uchun inson va ishlab chiqarish qurollarini hamma xarakatlari yig'indisiga **ishlab chiqarish jarayonlari** deb ataladi. Ishlab chiqarish jarayonlariga na faqat asosiy, yahni bevosita detallarni tayyorlash va buyumlarni yig'ish bilan bog'liq bo'lgan jarayonlarga kirmay, balki buyumlarning tayyorlashni tahminlaydigan hamma

qo'shimcha jarayonlar (masalan, mashina detallarini tayyorlash, ishlov berishning turli turlari, sifatni nazorat qilish, transportirovka qilish va omborxonada saqlash va boshqalar) ham kiradi.

Texnologik jarayon – bu ishlab chiqarish jarayonining ma'lum qismi bo'lib, mehnat predmetini o'zgartirish va (yoki) holatini aniqlash bo'yicha maqsadga yo'naltirilgan xarakatlarni o'zida jamlaydi.

Texnologik operatsiya – bitta ishchi o'rnida bajariladigan texnologik jarayonlarining tamomlangan qismidir.

Texnologik o'tish – doimiy texnologik rejim va qurilmada ma'lum bir doimiy vositalar bilan texnologik tahminlanishini bajaradigan tamomlangan texnologik operatsiyadir.

Qo'shimcha o'tish – texnologik operatsiyaning tamomlangan qismi bo'lib, insonni xarakati va (yoki) jihozlardan iborat hamda mehnat predmetlarini xossasini o'zgartirmaydi, lekin texnologik o'tish uchun zarur bo'ladi.

Texnologik rejim – ma'lum bir aniqlangan vaqt intervalida texnologik jarayonlar parametrlari qiymatlarini yig'indisidir.

Detallarga termik ishlov berishning texnologik jarayoni o'zida tayyorlovchi, asosiy, sayqal beradigan va nazorat qiladigan operatsiyalarini jamlagan bo'ladi.

Tayyorlovchi operatsiya o'zida buyumlarda darzlar va boshqa nuqsonlar paydo bo'lishidan saqlaydigan, masalan azotlashdan oldin yog' va moylardan tozalash, ularni poddonlarga joylashtirish, sayqal beradigan joyni himoyalash va izolyatsiya qilish va boshqalarga yo'naltirilgan kompleks tadbirlarni jamlaydi.

Asosiy operatsiya buyumlarni toblash, normallashtirish, yumshatish, bo'shatish, kimyoviy-termik ishlov berishda qizdirishni o'zida jamlaydi.

Sayqal berish operatsiya detallar yuzasini tozalash, rixtovka qilish va qiyshaygandan keyin to'g'rilash kabilarni o'z ichiga oladi.

Nazorat qiladigan operatsiya texnologik jarayonlarda yakunlovchi operatsiya hisoblanadi. Unga qattqlikni, kimyoviy-termik ishlov berish va yuqori chastotali tok yordamida toblashdan keyin qatlam qalinligini va boshqalarni nazorat qilish kabilarni kiradi.

Termik ishlov berishning texnologik jarayonini ishlab chiqish buyumga qo'yilgan texnik shartni bajarish bilan boshlanadi. Odatda texnik shartda buyumning yuzasidagi qattqlik, kimyoviy – termik ishlov berishdan keyingi qatlam qalinligi, ruxsat etilgan deformatsiya qiymati va boshqa ko'rsatkichlar ko'rsatilgan bo'ladi. Texnik shart o'rganilgandan so'ng termik ishlov berishning asosiy operatsiyasi, jihoz, moslama va boshqalarning turlari tanlanadi. Termik ishlov berishni maksimal miqdorda olib boradigan yuqori unumdor jihozlarni tanlash kerak bo'ladi.

Termik ishlov berishning texnologik jarayonini ishlab chiqish umumiy holda quyidagi ishlarini o'zida mujassam etadi: bir tipdagi texnologik jarayonlarni tanlash; texnologik operatsiyaning ketma-ketligi va mazmunini aniqlash; ishlov berish rejimi maqsadi va uni hisoblash; jihozlarni tanlash; texnologik tahminlash uchun yangi vositalarni aniqlash, tanlash ; jarayonni normirlash; bajaruvchilarni kasbi va kvalifikatsiyasini aniqlash; ishlab chiqarish uchastkalarini tashkil etish; texnologik jarayonlarni elementlarini mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish vositasini va tsex ichidagi transportirovka qilish hamda tashish vositalarini tanlash; ishlab chiqarish uchastkalarini loyihalashni tuzish va buyumlarni bir joydan boshqa joyga xarakatlanish operatsiyalarini ishlab chiqish; ichki tsex ichida taralarni tanlash; texnologik jarayon uchun ishchi hujjatlarni rasmiylashtirish.

Texnologik jarayonlarni tipiklashtirish deganda quyida ko'rsatilgan ishlar tushuniladi: detal zagotovkalari va yig'iladigan birlikning tasnifi; har bir tasniflangan bo'linmaning (klass, guruh, turi) obhektlarini termik ishlov berishda texnologik yechimlarni mumkin bo'lganini tizimlashtirish va tahlil qilish; tasniflangan bo'linmaning tipik termik ishlov berish jarayonini berilgan ishlab chiqarishning optimal shartlariga qarab, loyihalash.

Zamonaviy ishlab chiqarish sharoitida tipik va guruhli texnologik jarayonlarni samarali loyihalash faqat konstruktorlik – texnologik tasniflash bazasida amalga oshirilishi mumkin. Detailning texnologik klassifikatoriga asosan uni ishlab chiqarishga tayyorlashda hisoblash texnikasining progressiv vositalarini qo'llash mumkin. Texnologik klassifikator va tipik texnologik jarayonlarni qo'llash orqali mehnat hajmi va ishlab chiqarishga texnologik tayyorlashning muddatlarini kamaytirishga erishish mumkin.

Termik ishlov berishning texnologik jarayonlarini asosiy tipiklashtirishning tasnifi quyidagicha: asosiy va qo'shimcha ishlab chiqarish obhektlari; texnologik operatsiyalar; texnologik tahminlashning vositalari (jihozlar, uskunalar, nazorat priborlari); ishchilar kasbi.

Tipiklashtirilgan texnologik jarayonlar buyumlarning tipiklashtirilgan guruhlarining juda ko'p mavjud va amalga oshirish mumkin bo'ladigan texnologik jarayonlarini tahlili asosida ishlab chiqiladi.

Termik ishlov berishning tipik texnologik jarayonlarini hujjatlarini rasimiylashtirish YeSTD (texnologik hujjatlarning yagona standarti) ga asosan amalga oshiriladi.

Termik ishlov berishning tipik jarayonlarini ishlab chiqishda ishlov berishga jalb qilingan detal nomlarining soni emas, balki ishlov berish turi va texnologik parametrlarni aniqlovchi tavsifnomalar (nazorat qilinadigan atmosfera, qatlam qalinligi, ishlov berish temperaturasi, po'lat markasi) muhim ahamiyatga ega bo'ladi.

Bu parametrlarning o'zaro mos kelishida yetarli darajada detallarga bir xil rejimda ishlov berish mumkin bo'ladi. Hozirgi vaqtda juda ko'p zavodlarda tipik jarayonlar qo'llanilmoqda. Masalan, avtomobil zavodlarida juda ko'p detallarning massasi 0,015 dan to 10 kg gacha o'zgarib turadi, lekin bunda asosiy detallar guruhidagi detallarning massasi 0,015 dan to 3,5 kg gachani tashkil etadi. Bu detallarni tayyorlashda nisbatan uncha katta bo'lmagan miqdorda quyida ko'rsatiladigan legirlangan po'latlar qo'llaniladi: yahni 18XGT, 25XGT, 30XGT, 20XGR, 25XGR, 12X2N4, 12XN3A, 20X2N4A va boshqalar. Yuqorida qayd etilgan po'latlardan juda ko'pchiligi bir-biriga yaqin texnologik parametrlarga ega bo'ladi, shuning uchun juda ko'p avtomobil detallariga kimyoviy – termik ishlov berishda tipiklashtirilgan texnologik rejimlarda ishlov beriladi (1 - jadval).

1- Jadval

TSementatsiyalash va nitrotsementatsiyalashga jalb qilingan detallarnin tipiklashtirilgan jarayonlari va ularning umumiy hajdagi solishtirma og'irligi

Kimyoviy-termik ishlov berish turi	Qatlam qalinligi,mm	Massaga nisbatan jarayonning solishtirma og'irligi, %
Nitrotsementatsiyalash: keyingi moyda toblash va bo'shatish bilan nazorat qiladigan atmosferada keyingi sovutish bilan	0,15 – 0,3	6,3
	0,5 – 0,7	23,2
	0,8 – 1,1	16,1
	0,3 – 0,5	3,8
TSementatsiyalash: keyingi moyda toblash keyingi sekin sovutish	1,0 – 1,4	23,9
	1,2 – 1,4	1,3
	1,0 – 1,4	12,2
	1,2 – 1,6	6,1
Pressda keyingi toblash bilan	1,2 – 1,6	7,1

Bir vaqtning o'zida detallarga qo'yilgan texnik shartlar bilan qatlam turli qalinlikda olinadi. Tanlab olish yo'li bilan detallar guruhi ajratilib, bu ajratilgan detallarda bir vaqtning o'zida kimyoviy-termik ishlov berish yo'li bilan bir xilda qatlamlar yoki texnik shartlarga muvofiq turli chuqurlikdagi qatlamlar olish mumkin bo'ladi. SHuning uchun turli nomli ko'p sonli detallarga bir xil jihozda bir vaqtning o'zida ishlov berish mumkin.

32 - Mavzu: Termik ishlov berishning texnologik jarayonlarini hujjatlari

Ma'ruzaning rejasi:

Termik ishlov berishning texnologik jarayonlarini hujjatlari

Tayanch so'z va iboralar: yagona o'lchov, ishlab chiqarish jarayonlari, texnologik jarayon, texnologik operatsiya, texnologik o'tish, qo'shimcha o'tish, texnologik rejim, tayyorlovchi operatsiya, termik ishlov berish texnologiyasi, detalg', temperatura, qizdirish vaqti, sovutish muhitlari, toblash, toblash usullari, bo'shatish, karbidlar, struktura

Muhim ilmiy-texnik va halq-xo'jaligining vazifalarini, jumladan buyumning sifatini tahminlash muammolarining yechimi sezilarli darajada mamlakatdagi o'lchovlarning birligi va ishonchligiga bog'liq.

Yagona o'lchovlar deganda, o'lchanadigan jismning shunday holati tushuniladiki, bunda mamlakatda o'tkaziladigan hamma o'lchov natijalari qonun bilan tasdiqlangan bir xilda o'lchovlar birligida ifodalanadi va uning baholashning aniqligi ehtimollik darajasida kafolatlanishi tahminlanadi.

Yagona o'lchovlarga erishish uchun yagona o'lchash vositalari tahminlanishi kerak.

Yagona o'lchovlarni tahminlaydigan davlat tizimining asosiy normativ-texnik hujjatlari davlat standartlari hisoblanadi.

Buyumning sifatini tahminlash bo'yicha vazifalarni yechishda asosiy rol standartlashga qaratilgan bo'ladi.

Standartlashning asosiy maqsadlariga quyida ko'rsatilganlar kiradi:

- texnik progressni tezlashtirish, ijtimoiy mehnat, jumladan muxandislik va boshqarish samaradorligini oshirish;
- buyumning sifatini oshirish va uning optimal darajasini tahminlash;
- jahon bozori talablariga javob beradigan yuqori sifatli buyum-larning keng ko'lamda eksport qilish sharoitini tahminlash;
- buyumlarni loyihalash va ishlab chiqarish sohalarida spetsializatsiyani rivojlantirish;
- ishlab chiqarish fondlari va material resurslarni (jihazlar, xom ashyo, materiallar, yonilg'i, energiyani) samarali ishlatilishini tahminlash;
- xalqni sog'lig'ini saqlash va ishchilarni mehnat xavfsizligini tahminlashga erishish;
- xalqaro iqtisodiy, texnik va madaniy hamkorliklarni rivojlantirish.

Yuqorida keltirilgan standartlashning asosiy vazifalarning juda ko'pchiligi bevosita ishlab chiqarish buyumlarini sifatini tahminlash masalalariga bag'ishlangan.

Termik ishlov berishning texnologik jarayonini ishlab chiqishda buyum tayyorlash texnologiyasining marshruti belgilanadi va buyumning marshrutda tsexlarda va bajariladigan operatsiyalar bo'yicha xarakterlanishi ko'rsatiladi.

Termik ishlov berishning texnologik jarayonini ishlab chiqish buyumning texnik shartini ishlab chiqishni o'rganish bilan boshlanadi. Texnik shartlar o'rganilgandan so'ng operatsiyalar va termik ishlov berish rejimlari, jihoz va moslamalarning turi, sayqal berish va nazorat qilish operatsiyalari tanlanadi.

Texnologik jarayonlar texnologik moslama va uskunalarni konstruksiyalash bo'yicha texnik topshiriqni tuzish bilan ishlab chiqiladi.

Ishlab chiqilgan texnologik jarayon aniq bir ishlab chiqarish hajmida iqtisodiy jihatdan asoslangan bo'lishi kerak, stabil natijalarni va buyumning yuqori sifatini, minimal mehnat hajmini va termik ishlov berishning eng kichik tannarxini tahminlashi lozim.

Termik ishlov berish hujjatlarini rasmiylashtirish GOST tomonidan belgilanadi. Ko'rsatilgan standart termik ishlov berish jarayonlarining texnologik hujjatlarini to'g'ri rasmiylashtirishni belgilab beradi.

Termik ishlov berishning texnologik jarayonlarini hujjatlariga quyidagilar kiradi:

- termik ishlov berish texnologik jarayonlari kartasi;
- yuqori chastotali tok yordamida qizdirishning termik ishlov berishning jarayonlari kartasi;
- yuqori chastotali tok yordamida qizdirishning operatsion kartasi;
- termik ishlov berishning tipiklashtirilgan texnologik jarayonlarini kartasi;
- termik ishlov berish tipiklashtirilgan texnologik jarayonlari uchun detallar vedomosti;
- yuqori chastotali tok yordamida qizdirishning termik ishlov berishning jarayonlari uchun detallar vedomosti.

Texnologik jarayonlarning kartasi buyumlarning termik ishlov berishning hamma turlarda asosiy hujjat hisoblanadi. Kartaga hamma texnologik jarayonlar detal nomi, po'lat markasi, detal eskizi, detal massasi, qattiqligi, qizdirish va sovutish rejimi, sovutish vositasi va boshqalar bilan bog'liq operatsiyalar bilan birga yoziladi.

Amaliy mashg'ulotlar mavzulari, asosiy matn, topshiriqlar, variantlar, masala va misollar, ko'rsatmalar

1 - Amaliy ish

Mavzu: Mashina detallari va asboblari uchun ishlash sharoitiga qarab material va termik va kiyoviy-termik ishlash tartibini tanlash bo'yicha masala yechish

Amaliy ishni o'tishdan maqsad:

Talaba mashina detallari va asboblari uchun ishlash sharoitiga qarab, material markasini tanlashni, tanlangan materialni asoslab berishni hamda mahlum detal uchun termik va kimyoviy-termik ishlov berish rejimini aniqlashi bo'yicha masala yechishni o'rganishi kerak.

Amaliy ishni o'tish bo'yicha nazariy qism:

Mashinasozlikda qo'llaniladigan metall va ularning qotishmalaridan iborat materiallarga va ularning turlariga talab oshib bormoqda.

Materiallar bir qancha parametrlar asosida ajratib olinadi. Masalan, materialning kimyoviy tarkibi, kerakli mexanik va texnologik xossalari, detalning qayta ishlashdagi narxi va boshqa parametrlar asosida ajratib olinadi. Zarur hollarda korxonadan boshqa omillarni ham ko'rib chiqish talab etiladi. Bu omillarga, materialning kamyob yoki kamyob emas-ligi, tayyorlanadigan detal uchun termik ishlash pechlar va asbob-uskunalarning mavjudligi kabilar kiradi. SHuning uchun, material tanlash birinchi navbatda, material guruhini to'g'ri tanlashni talab etadi, ammo bu material markasini to'g'ri ekanligini anglatmaydi.

Quyida keltirilgan masalalarda material tanlash va uni qayta ishlash xolatlari keltirilgan. Har bir masalada ekspluatatsiya natijasida detalning mustahkamligi ko'rsatib o'tilgan. Masalalarda detallarning bir muncha soddaroq ish jarayonlari keltirilgan. Har bir sanoat tarmog'ida shu tarmoqning talabalariga javob beruvchi material turlari ishlab chiqilgan. Bundan tashqari, masalalarda berilgan detal qotishmalarining xarakterli tomonlari ko'rsatib o'tilgan.

Masalani yechish uchun mashina detalining ishlash sharoitini ko'rib chiqish hamda ish jarayonidagi kuchlanishlarni aniqlash zarur. CHunki, detailni qayta ishlash va uning uchun material tanlash aynan, shu omillarga asoslangan bo'ladi. Ko'pgina adabiyotlarda asosiy materiallar, ularning ishlatilishiga ko'ra tasniflanadi. Masalan, konstruksion va uglerodli po'latlar, asbobsozlik po'latlari, issiqbardosh po'latlar, zanglamas po'latlar, temir yo'l trans-porti uchun po'latlar, reshora-prujinali po'latlar, sharikopod-shipnikpob po'latlar hamda kompozitsion-polimer materiallar va boshqalar. Bunday tasniflash muxandis ishini osonlashtiradi va uni kerakli materiallar sinfiga yo'naltiradi xamda uzoq tahlil va tanlashni oldini oladi. Ushbu maqsadda materialning asosiy tasnifi, kimyoviy tarkibi, tuzilishi va texnikada qo'llanilishi-ni o'rganib chiqish tavsiya etiladi.

Masalalarni yechishda, talabalar mashina detalining ishlash jarayonining muddatiga, talab etilgan xossalarning yuqori darajada bo'lishligiga alohida ehtibor qaratishlari lozim. Bularning barchasi material tannarxini kamaytirishiga xizmat qiladi. Materialshunoslik sohasida keng bilimga ega bo'lmagan talaba uchun bunday yondashuv bir qancha kamchiliklarni keltirib chiqarishi mumkin. SHuni tahkidlab o'tish kerakki, bu texnologiya ishlab chiqarish jarayonida material tanlash uchun ko'pgina xossalarni aniqlab beradi. Masalan, plastiklik, payvandlanuvchanlik va boshqa quymakorlik xossalari. Bundan tashqari, bir xil markadagi materiallarni boshqa turdagi detallar uchun xam ishlatilishi mumkin. Ko'p seriali va katta xajmli detallarni tayyorlashda termik taxlil usullarining kam xarajat turlarini ko'rsatish kerak. Tarkibida nikel, volg'fram, molibden bo'lgan qimmat legirlangan po'latlarni yoki rangli metallar mavjud qotishmalarni arzon materiallar kerakli talablarga javob bermagan hollardagina qo'llash tavsiya etiladi. Tanlangan material markasi yoki qotishmani asoslash kerak.

Talabalarga eslatma: Masalalarni yechishda yoki ularning tarkibini ko'rsatishda mavjud GOSTlardan, adabiyotlardan, metallografik atlaslar va monografiyalardan, metallshunoslik yoki mashinasozlik materiallaridan foydalanish tavsiya etiladi.

Amaliy ishni bajarish uchun masala yechish usuli:

Masalaning berilishi: Tokarlik stanogini xarakatga keltiruvchi valni tayyorlash kerak, buning uchun ishlatiladigan materialning xossalari quyidagicha bo'lishi kerak. NV187-221; $\sigma_V = 400\text{Mpa}$.

Valni tayyorlash uchun yaroqli material tanlang va javobingizni asoslang.

Javob: Tokarlik stanokning xarakatga keltiruvchi vali katta kuchlanishda va normal temperaturada ishlaydi. Berilgan masalaning mexanik xossasi bo'yicha, biz yuqori sifatli, normallashtan keyingi uglerodli po'latning 40 markasini tanlab olamiz.

40 markali po'latni kimyoviy tarkibi quyidagicha:

$S=0,37-0,45\%$, $Si = 0,17 -0,37 \%$, $Mn=0,5-0,8\%$.

Normallashtirish jarayoni qizdirish temperaturasi $840-860^\circ\text{C}$ temperaturada o'tkazilib, havoda sovutiladi. SHundan so'ng qattqlik Brinell shkali bo'yicha 187-215NV ga yetadi.

CHO'zilishidagi mustaxkamligi esa $\sigma_V = 60\text{ kg/mm}^2$ ga teng bo'lib, masalaning berilishdagi talabiga javob beradi. Termik ishlovdan keyin val mexanik ishlov berishga yuboriladi.

Mustaqil ishlash uchun masalalar:

1. Po'lat 35 markasi uchun yumshatish temperaturasinini toping va asoslang.
2. Po'lat U10 markasi uchun yumshatish temperaturasinini toping va asoslang.

2-Amaliy ish

Mavzu: Uglrodli konstruksion po'latlarni (cho'yanlarni) yumshatish temperaturasini tanlash bo'yicha masala yechish

Amaliy ishni o'tishdan maqsad:

Talaba detal uchun talab etilgan uglrodli konstruksion po'latlar yoki cho'yanlar markasini tanlashi, ularga termik ishlov berishda yumshatish temperaturasi va termik ishlov berish tartibini aniqlashi va uning grafigini chizishnimasalalar yechish orqali o'rganishi kerak.

Amaliy ishni o'tish bo'yicha nazariy qism:

Agar detalarni olishda kutilayotgan ijobiy natija olinmasa, yahni: detallarni olishda shtamplashdan (bolg'alashdan) keyin yuqori qattqlikka, past darajadagi ishlov berishga, kichik mexanik xossaga hamda quymadan keyingi ninasimon mikrotuzilishga va boshqa kamchiliklarga ega bo'lsa, u holda bunday nuqsonlar yumshatish orqali tuzatiladi.

Yumshatish, bu fazali qayta kristallanish bo'lib, A_{s_3} kritik nuqtasidan yuqoriroq temperaturada qizdirib, asta-sekin sovi-tish jarayonidir. Evtektoidgacha bo'lgan po'latlar $A_{s_3} + 20 \div 30^{\circ}S$ dan yuqori temperaturalarda qizdiriladi, natijada qayta to'la kristallanish sodir bo'ladi. Oqibatda metall ferrit - perlitli strukturaga ega bo'ladi. Amaliyotda yumshatish quyidagi tartibda amalga oshiriladi: detal pechga joylashtiriladi, so'ngra $A_{s_3} + 20 \div 30^{\circ}S$ temperaturalarda qizdiriladi, qizdirilgan temperaturada 1,5÷2,0 soatgacha ushlab turiladi va shundan keyin pech o'chiriladi, detal pech bilan birgalikda asta-sekin soatiga $50^{\circ}S$ tezlikda sovitiladi. SHundan keyin detailni havoda sovitish ham mumkin bo'ladi.

Masalan, 45 markali po'lati uchun mahlumotnoma orqali A_{s_3} kritik nuqtasini topamiz. Bu temperatura $770^{\circ}S$ ga teng bo'ladi.. Demak, yumshatish temperaturasi 45 markali po'lat uchun $800-810^{\circ}S$ bo'ladi. Evtektoidgacha bo'lgan va evtektoidli po'latlar uchun qizdirish vaqti yumshatish uchun A_{s_1} nuqtasidan yuqori o'tkaziladi, A_{s_3} kritik nuqtadan pastroq joylashgan bo'ladi. To'liq qayta kristallanish yuz bermaydi. Bunday yumshatish xarorati bunday po'latlar uchun $A_{s_1} + 20-30^{\circ}C$.

Evtektoidan keyingi asbobsozlik po'latlarini yumshatish natijasida donasimon perlitli ichki tuzilishini olishga xarakat qilinadi, bu narsa ishlov berilishni yaxshilaydi va bu po'latdan tayyorlangan asboblarni chidamliligini oshirishda o'z xissasini qo'shadi.

Cho'yanlarni termik ishlash.

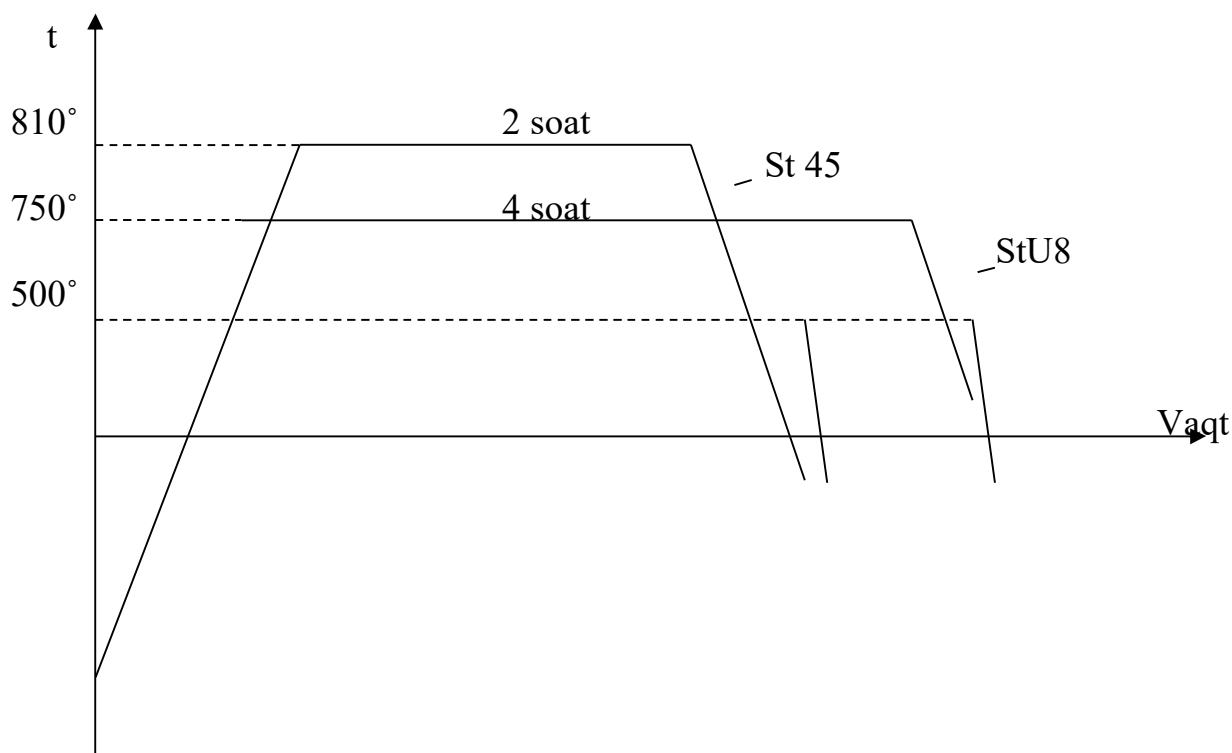
Cho'yanlar, davlat standartlariga binoan quymakorlikdan so'ng talab qilinadigan xossaga ega bo'lishi kerak. Cho'yanlarni yumshatish, qattqlikni kamaytirish, o'lchamini muayyan holatga keltirish va boshqa xolatlar uchun kerak bo'ladi. Bolg'alanuvchan cho'yanni ishlab chiqarish uchun oq cho'yanni 950° xaroratda yumshatib ishlab chiqarish lozim, tsementitni grafitlash uchun va perlitni parchalash uchun 740° xaroratda ikkinchi bosqich yumshatish olib boriladi.

Kul rang cho'yandan yasalgan korpus detallarida 500-600° xaroratda eskirtirish jarayoni yoki 650-750° da past haroratda yumshatish olib boriladi. Bu jarayondan so'ng kuchlanish pasayishi, ishlov berish jarayoni oshishi, o'lchamlar holati normallasishi kuzatiladi.

Yumshatish haroratida ushlab turilganidan so'ng maxsulot asta-sekinlik bilan 250°S gacha sovitiladi, undan so'ng sovitish xavoda olib borilishi mumkin. Juda yuqori qattqlikka ega bo'lgan qo'ymalarni qoldiq tsementitni parchalash uchun yuqori xaroratli yumshatish olib boriladi. Yumshatish xarorati 850-900°S, ushlash vaqti 30 daqiqadan 5 soatgacha sekin sovitish orqali olib boriladi.

Amaliy ishni bajarish uchun masala yechish usuli:

Masalan: U8 po'lati uchun As_1 nuqtasi 730°S ga teng, bundan kelib chiqib yumshatish xarorati 730-760°S bo'ladi, pechda ushlash vaqti bir qancha ko'p, evtektoidgacha bo'lgan po'latga qaraganda 3-4 soat, yumshatishi xuddi 45 po'lati singari.



3 - Amaliy ish

Mavzu: Po'latlarni kimyoviy tarkibi va markasiga ko'ra toblanuvchanligini aniqlash

Amaliy ishni o'tishdan maqsad:

Talaba material markasini tanlashi, po'latni toblash usuli bilan tanishishi va kimyoviy tarkibiga ko'ra toblashni aniqlashi kerak.

Amaliy ishni o'tish bo'yicha nazariy qism:

Po'latni toblash-bu usulda po'latni qattqlikni maksimal darajasi toblashdan so'ng po'latni xarakterlanadi. Po'latni toblash asosan uglerod miqdoriga bog'liq. Toblashdan so'ng po'latda martensit mikrotaxlili yuzaga keladi. Martensitning yuqori mustaxkamligi kristal kataklarni plastik deformatsiyasiga ko'ra aniqlanadi. Po'latda uglerod miqdori qancha ko'p bo'lsa martensit tetragonal panjarasi va qattqligi shunchalik mustaxkam va yuqori bo'ladi. Martensit qattqligi birinchi navbatda po'latdagi uglerod miqdoriga bog'liq.

Amaliy ishni bajarish uchun masala yechish usuli:

Po'latdagi 0,1%S martensiti qattqligi HRC-30. 0,7%S da martensit qattqligi maksimal darajaga yetadi HRC-64 ammo keyingi uglerod miqdori alishishida qattqlik o'zgarmaydi. Agar toblashda As_3 nuqtasidan yuqori xaroratda qizdirilsa barcha uglerod qattiq aralashmaga o'tadi, bunda toblangan po'latning qattqligi uglerod miqdori 0,8%dan oshganda austenit qoldig'i juda tez miqdorda kamayadi. Toblashda oddiy xaroratgacha qizdirishda qattiq aralashmada uglerod miqdori birlamchi bo'ladi shu sababli austenit qoldig'i xam birlamchi bo'ladi. Bu xolatda evtektoiddan keyingi po'latlarda qattqlik bir xil bo'ladi.

Uglerod tarkibiga ko'ra po'lat mustaxkamligini aniqlash grafigi.

1- As_3 nuqtasidan yuqori qizdirish.

2- As_1 nuqtasidan yuqori qizdirish ($770^{\circ}S$)

Legirlovchi elementlar po'latning toblanuvchanligini oshiradi.

Po'latning qattqligi va mustaxkamligini ko'taradi Ni, Cr, Si, Mn, W.

Masalan: 25 markali po'latni HRC 38-42 qattqlikgacha toblanadi 0,25%S, 0,7-0,9%Cr, 0,33-0,55%Mn tarkibi 25x po'latni HRC 45-52 qattqlikgacha toblanadi.

Po'latning turli kimyoviy tarkibiga ko'ra toblanishi talabnomaga ko'ra aniqlanadi.

Mustaqil ishlash uchun masalalar:

1. Bolt yasash uchun po'lat markasini aniqlang. Bolt tig'i ish jarayonida aylanib ketmasligi yoki chiqib ketmasligi kerak, shuning uchun 30-40 mm balandlikda HRC 50-55 qattqlikka ega bo'lishi kerak, boltning qolgan qismi toblanmaydi va bir muncha past qattqlikka ega bo'ladi. Po'latning kimyoviy tarkibini, termik taxlil turini HRCning 50-55 qattqlik chegarasini tahminlashni, toblash turini va bolt tig'ining o'zida ushbu qattqlikni olish usullarini toping.

2. Yuqori xaroratda ishlovchi aviatsion dvigatellarning porshnlar yengil quyma qotishmalardan tayyorlanadi. Po'lat markasi, kimyoviy tarkibi qotishma tuzilishini keltiring va tanlovni asoslang.

4- Amaliy ish

Mavzu: Uglerodli va legirlangan po'latlarni bo'shatish xaroratini tanlash bo'yicha masala yechish.

Amaliy ishni o'tishdan maqsad:

Talaba material markasini tanlashi, po'latni bo'shatish usuli bilan tanishishiva legirlangan yoki uglerodli po'latlarni bo'shatish xaroratini aniqlashi kerak.

Amaliy ishni o'tish bo'yicha nazariy qism:

Odatda bo'shatish xarorati detalning ish jarayoniga ko'ra aniqlanadi.

Bo'shatish bu po'lat detallarni martensitgacha toblash As_1 nuqtadan past xaroratda qizdirish.

Martensitni qizdirish natijasida unda tarkib o'zgarishini ko'rish mumkin. $100^{\circ}S$ gacha qizdirish qattqlikni o'zgartirmaydi $200-250^{\circ}S$ dan so'ng qattqlik xaroratga bog'liq. Umumiy jarayonda bo'shatish xaroratini oshirish qattqlik kamayadi xuddi mustaxkamlikdek plastiklik esa ortadi. $300-350^{\circ}C$ da bo'shatish o'rta bo'shatish deyiladi.

Bunda qattiq aralashmada karbid ajraladi va ortadi. $300-350^{\circ}S$ bo'shatish mustaxkamlik chegarasini oshiradi, ichki kuchlanishlar kamayadi.

Yuqori plastiklik (ψ) $600-650^{\circ}S$ (yuqori bo'shatish) oshadi bunda barcha mexanik xossalar yuqori bo'ladi. Bo'shatilgan po'latda tuzilishi donador austenitida plastinkasimon bo'ladi. $650^{\circ}S$ dan yuqori bo'shatishda plastiklikni oshirmaydi. Ikki karrali termik taxlil yuqori bo'shatishli bo'lsa termoyaxshilash deyiladi.

(Ni,Cr,Si,Mn,W) legirlovchi elementlar bo'shatishda martensit parchalanishini oldini oladi. Bir xil qattqlikni olish uchun bir xil miqdorda uglerodli legirlangan po'latlarni bir muncha yuqori xaroratda bo'shatish kerak.

Amaliy ishni bajarish uchun masala yechish usuli:

Masalan U8,U9 markali po'latlarda $300^{\circ}S$ li bo'shatishdan keyin qattqlik HRC-58-60 bo'ladi. Uglerodli va legirlangan po'latlarni bo'shatish xarorati so'rovnomadan aniqlanadi.

Mustaqil ishlash uchun masalalar:

1. 30XGS po'latidan yasalgan val uchun HRC 30-34 qattqlikni olish kerak. Bo'shatish xaroratini toping.
2. Daraxt kesuvchi arra uchun po'lat markasini tanlang va tayyor arraning mikrotuzilishi, termik taxlil turi va qattqlikni ko'rsating. Termik taxlil turi toblash va bo'shatishda arraning deformatsiyasini bundan tashqari bo'shatishdan so'ng po'latda yuqori tarkibli elastiklikni aniqlashi kerak.

5 - Amaliy ish

Mavzu: Eskirtirish temperaturasini tanlash bo'yicha masala yechish

Amaliy ishni o'tishdan maqsad:

Talaba material markasini tanlashi, eskirish xaqida tushunchaga ega bo'lishi kerak. Alyumin qotishmalarni va po'latlar uchun eskirish xaroratini aniqlashi kerak.

Amaliy ishni o'tish bo'yicha nazariy qism:

Eskirish deb material tuzilishi ichki ko'rinishini xamda mikrotuzilishini mahlum vaqtdagi o'zgarishiga aytiladi.

Eskirishning ikki xil turi mavjud: termik, toblashdan keyingi va deformatsiya, bosim bilan sovuq ishlov berish. Deformatsion eskirish po'latning fizik mexanik xossalarini o'zgartiradi. Barcha metall qotishmalar qattiq aralashmalar, xarorat pasayishi bilan kamayuvchilar, eskiruvchilar xisoblanadi. Metall va qotishmalar eskirishi xona xaroratida (tabiiyts eskirish) maxsus xaroratgacha qizdirish (suniy eskirish). Tabiyga qaraganda suniy eskirishda fizik mexanik xossalar o'zgarishi faolroq amalga oshadi.

Eskirish sababi metall sistemasining noturg'un xolatdan turg'un xolatga o'zgarishi xisoblanadi.

Tabiy va suniy eskirish rangli metallar, issiqbardosh po'lat va qotishmalar uchun keng foydalaniladi.

Bir vaqtning o'zida eskirish uglerodni konstruksion po'latlarda o'z xolicha rivojlansa ularning murtligiga qarshi jarayon bo'lib xizmat qiladi. Eskirish jarayonida qattqlik va mustaxkamlik ortadi, plastiklik va qovushqoqlik kamayadi.

Asosan zarbiy qovushqoqlik keskin pasayadi shu sababli sovuqbardoshlilik bir muncha yuqori xaroratga o'zgaradi.

Metallning eskirishiga chidamliligi ayrim po'latlar uchun quyiladigan listli po'latlarda kuzatiladi.

Eskirishni po'lat tarkibiga bo'lgan zararli tasiri xisobga olinib ko'pgina uglerodli po'latlar eskirishga majburiy tekshiriladi.

Po'latning eskirishiga moyiligi kimyoviy tarkib, termik taxlil rejimlari va bosim bilan ishlov berishga bog'liq. Po'latda uglerod miqdorining ortishi termik taxlilga majburiyiligi kamayadi. Birmuncha eskirishga sezgirlik tarkibida 0,02-0,04 uglerod bo'lgan po'latlarda kuzatiladi.

Eskirish texnologik jarayon xisoblanmaydi va po'latning mexanik xossalarini yomonlashtiradi.

Amaliy ishni bajarish uchun masala yechish usuli:

Rangli metallar uchun eskirish bir muncha maqsadlidir masalan alyuminiy va mis qotishmasi (duralyuminiy). D16 markali tarkib % da:

Cu-3,8-4,5 Mn-0,3-0,9 Mg-1,2-1,5

Alyuminiyning texnik taxlili xona xaroratida misning erish xarorati As-0,2% maksimal xarorat 548°S 5,7%. Xoxlagan 5,7% Su tarkibli, qotishmani

qizdirish orqali bir fazalika o'tkazish mumkin. Bu o'zgarishni suvda tez sovutish yo'li bilan ko'rish mumkin. Bunday usul bilan olingan qattiq aralashma tarkibida 0,24% dan ko'p mis bo'lsa to'yingan xisoblanadi. Bunday to'yingan aralashmada o'zgarishlar yuzaga keladi so'ngida CuAl2 ajralishiga sabab bo'ladi.

Agar jarayon xona xaroratida yuzaga kelsa tabiiy, agar yuqori xaroratda bo'lsa suniy eskirish deyiladi. 500°S xaroratda toblashdan so'ng qotishma yumshoq, plastik qattiqligi NV-60-70 va S%-14-16. Ammo 2-3 moatdan so'ng mustaxkamlik tezda kamayishni boshlaydi. Suniy eskirish bir muncha tez boradi 200°S gacha qizdirishdan keyin qotishma maksimal qattiqlikka ega bo'ladi, 150°S xaroratda eskirishda maksimal mustaxkamlikka bir soatdan so'ng erishiladi, 300°S da eskirishda qotishmada turlanish yuzaga keladi.

D16 qotishmasi qattiqlikni xaroratga bog'liqligi.

Namunani tutib dyural uchun eskirishi xaroratini aniqlash uchun uni tabiiy eskirtiriladi qachonki mexanik xossalari eng yuqori bo'lganda.

6 - Amaliy ish

Mavzu: Vallarni termik ishlash texnologiyasi bo'yicha masala yechish

Amaliy ishni o'tishdan maqsad:

Talaba material markasini tanlashi, vallar xaqida bilimga ega bo'lishi va valni termik taxlil qilishi kerak.

Amaliy ishni o'tish bo'yicha nazariy qism:

Vallar mashinasozlikda keng qo'nlaniladigan detal. Ularni tayyorlash uchun turli markadagi konstruksion po'latlar ishlatiladi. Xammasini ish jarayoniga bog'liq.

1. Tokirlik stanoki vali ish jarayonida katta kuchlanishga chidamaydi. Mexanik xossalari uchun talablar. $\sigma_v \geq 400$, qattiqlik NV 187-221. Bunday tarkibga 840-860°S normallashtirishdan keyingi 35,40 markali po'latlar kiradi.

2. Diametr 40 mm li ventilyator vali. Paxta terish mashinasi aylanuvchi mamentni traktor dvigatelidan kuchli ventilyatorga o'tkazadi. Bir tomondan shesternyaga kiydirilgan shlitsalar bo'ladi. Butun oraliq bo'ylab mutaxkamlik chegarasi 80kg/mm² dan kam bo'lmasligi kerak shlitsalar HRC 45-50 qattiqlikka ega g'ijimlanishda yeyilishdan asrash uchun. SHuning uchun termik taxlil quyidagicha o'tkaziladi. Yuqori bo'shatishli chuqur toblash. Val diametri 40mm bo'lgani uchun uglerodli po'latlar (st 40,45) bor chuqurlikkacha toblanmaydi va kerakli iexanik xossalarga ega bo'lmaydi. SHu sababli 40X po'latini olamiz u bor chuqurlikkacha toblanadi. Po'latning kimyoviy tarkibi.

S=0,37-0,45%

Cr=0,8-1,1

Si=0,17-0,37%

S, '≤0,35

Mn=0,5-0,8%

Val termik taxlilining to'liq tartibi.

1. Toblashdan keyingi qizdirish-850-860°C
2. Sovutish-moyda
3. Bo'shatish-560-580°C
4. SHlitsa markazlarini yuqori chastotali xaroratda toblash, qizdirish 880-900°,sovutish-suvli dush-da,bo'shatish -200-250°S

Bunday termik tahlildan so'ng val NV 260-300 qattqlikka $\sigma_v = 80-90 \text{ kg/mm}^2$ mustaxkamlikka, shlitsalar qattqligi HRC 45-50 ega bo'ladi va valning ishonchli ishini tahminlaydi

Ko'pgina vallar mexanik ishlashdan keyin o'rtacha qattqlik uchun toblanadi.Toblashdan keyin shliflanadi, valning yuzasi podshibnik ostiva boshqa taraflar termik taxlildan keyin lekvidatsiyasi uchun.

Amaliy ishni bajarish uchun masala yechish usuli:

Masalan traktor yoqilg'i nasosi valning diametri 25mm qattqligi HRC 40-45 bo'lishi kerak o'rtacha aylanish momentini bajarish uchun.

Valni tayyorlash uchun 45 markali po'lat ishlatiladi oxirigacha toblanadi,yuzaga kerakli qattqlikka erishiladi.

Termik taxlil tartibi.

Toblashdan keyin qizitish 830-840°C

Sovutish- suvda

Bo'shatish-300°-320°S

Bunday termik taxlildan keyin val kerakli xossalarga ega bo'lib ish unumi ortadi.

Mustaqil ishlash uchun masalalar:

1. Avtomobil zavodi uchta dvigatel vali ishlab chiqarishi kerak. Ular 750 MPa dan kam bo'lmagan mustaxkamlik chegarasiga ega bo'lishi kerak. Birinchi val 35 mm diametr, ikkinchi val 50 mm va uchinchi 120 mm diametrli. Val ishlab chiqarish uchun po'lat tanlang kimyoviy termik va termik taxlil turini tanlang va asoslang.

7 - Amaliy ish

Mavzu: Tishli g'ildiraklarni termik ishlash texnologiyasi bo'yicha masala yechish

Amaliy ishni o'tishdan maqsad:

Talaba material markasini tanlashi, tishli g'ildirak uchun termik va yuqori chastotali tok yordamida qayta ishlash rejimini aniqlash kerak.

Amaliy ishni o'tish bo'yicha nazariy qism:

Tishli g'ildirak (shesternya)ning termik taxlil jarayoni. Katta og'irlikdagi transmissiya shesternyasi, avtomobillar, stanoklar traktorning old o'tkazmasi, yuqori sirt tezligida ishlash undan katta kontakt mustaxkamlikni talab etadi yeyoilishga chidamlilarni 18XGT, 20XGT, 30XGT, 12XN3A, 20XPA markali po'latdan tayyorlanadi. Bu po'latdan yasalgan shesternyalar chuqurligi 0,4-0,8mm, HRC 58-62 gacha bo'lgan kimyoviy termik ishlash uchun ko'rsatiladi. SHesternya uchun sifatli ko'rsatkichlar nitrotsementatsiya orqali olinadi, ko'p miqdorda o'tkazish pechlarida donali ishlab chiqarish uchun shaxtali elektropechlardan foydalaniladi.

Transmissiyali traktor shesternyasi 20XTG po'latidan yasalgan bo'lib uni nitrotsementatsiya qilishida U-75 tipli shaxtali pechga joylanadi.

Texnik shartlarga ko'ra qatlam chuqurligi 0,6-0,8 mm, yuza qattiqligi HRC 58-62, shesternya tishi qattiqligi HRC 34-38.

Nitrotsementatsiya xarorati 850-860°S. Nitrotsementatsiyada tutib turish 7soat.

Karbyurizator sifatida endogaz va tabiiy gaz foydalaniladi. Azot o'rnida pechga 6-8min miqdorida beriladigan amiak ishlatiladi. Xarorat natijasida tabiiy gaz va amiak parchalanadi atomar xolatda N va S ajraladi.



Jarayon so'ngida barcha cho'kmalar moyda toblash uchun o'tkaziladi. Bo'shatish-180-200°C xaroratda 2 soat davomida.

Barcha texnologik jarayonlar natijasida tishlar sirti qattiqligi HRC 58-62, markaz qattiqligi HRC 34-38, qatlam chuqurligi 0,6-0,8 mm texnologik talablarga mos bo'lishi kerak.

Amaliy ishni bajarish uchun masala yechish usuli:

O'rtacha tezlikda ishlovchi shesternya 40X,45 po'latlaridan tayyorlanadi va HRC 40-50 qattiqlikkachi toblanadi, yanada sifatli bo'lishi uchun yuqori chastotali tok yordamida toblanadi.

1. TVCH qizdirish-860-880°C
2. Sovutish- suvda
3. Bo'shatish-200°-220°S

Kam yuklanishli o'rtacha tezlikda ishlovchi shesternyalar 40,45 po'latlaridan tayyorlanadi va NV 250-300 qattiqlikkacha quyidagicha termik taxlilga jo'natiladi: Pechda qizitish-830-840°S

Sovutish- suvda
Bo'shatish -500-550°C.

Mustaqil ishlash uchun masalalar:

1. Mashinasozlik zavodi termik ishlash tsexida 20 chi markali po'latdan tayyorlangan 50 mm diametrli katta xajimli tishli g'ildiraklarni termik qayta ishlanadi. G'ildirak tishlari termik tsexga mexanika tsexidan jo'natilgan undan so'ng yakuniy qayta ishlash uchun yana mexanika tsexiga qaytariladi. Ishlab chiqarishni oshirish, ishlab chiqarish jarayonini davomiyligini kamaytirish maqsadida zavod po'lat markasini o'zgartirdi va induktsion qizdirish yo'li bilan toblashni boshladi. Bu mexanika tsexining o'zida termik taxlil qilish imkonini berdi. Induktsion qizdirish usuli bilan toblanuvchi g'ildirak tishlarini yasash uchun po'lat markasini keltiring. Ikkala jarayon uchun termik taxlil turini aniqlab operatsiya davomiyligini solishtiring. Tanlovni asoslang.

8 - Amaliy ish

Mavzu: SHtamplash asboblari termik ishlash texnologiyasi bo'yicha masala yechish

Amaliy ishni o'tishdan maqsad:

Talaba material markasini tanlashi, shtamplash turlarini bilishi va shtamplash asboblarining termik taxlil qilish rejimini aniqlashi kerak.

Amaliy ishni o'tish bo'yicha nazariy qism:

SHtamplash xajmi, pressiz, list shtamplash turlariga bo'linadi. SHtamplash uchun ishlatiladigan asbob shtamp deb ataladi.

Xajmiy shtamplashlar moyiyati shundan iboratki, metalldan mahlum moilli buyum (pokovkani) xosil qilish uchun metall asboblari shu buyum shakliga mos bo'shlig'iga (ariqchasiga) bosim ostida to'ldiriladi. SHtamplar ochiq va yopiq bo'lishi mumkin. List, lenta, chiziq tarzidagi prokatlardan yupqa devorli buyumlar tayyorlash jarayoni list shtamplash deyiladi. SHtamplanadigan listlarni qalinligi 0,15dan 4mm gacha bo'lsa yupqa listi deb, 4dan 60 mm gacha bo'lsa qalin listlar deyiladi.

Presslamagan holda shtamplash jumlasiga portlatib va elektrogidravlik shtamplash usulari kiradi.

Amaliy ishni bajarish uchun masala yechish usuli:

SHtamplash asboblari termik ishlash texnologiyasi. Sovuq shtamplash uchun shtamp yuqori ishlab chiqarishda tayyorlanadi ish jarayonida 250-300°S gacha qizdiriladi.

Material tanlang va termik jarayonni ko'rsating.

SHtamp yuqori ishlab chiqarish jarayonida ishlatiladi 250-300°S gacha qiziydi

Uni tayyorlash uchun yuvori chidamli X12F1 markali po'lat tanlanadi.

Kimyoviy tarkibi, %:

C=1,25-1,45 C2=11,0-12,5

S=0,15-0,35 V=0,7-0,9

$M_0=0,15-0,4$

Po'lat lediburit sinfiga mansub va o'zida karbid qoldiqlarini saq-laydi.

Bu turdagi po'latlarda termik tahlil jarayoniga ko'ra 550-525°C gacha qizdirilganda yuqori qattqlikni saqlab qoladi.

Bo'shatishga qarshi chidamlilik va ichki tuzilishdagi ko'p miqdorda qattiq karbid bo'lishi po'latda yuqori yeyilishga chidamlilikni yuzaga keltiradi hamda o'zida 12% Cr saqlaydi.

Termik tahlil jarayoni.

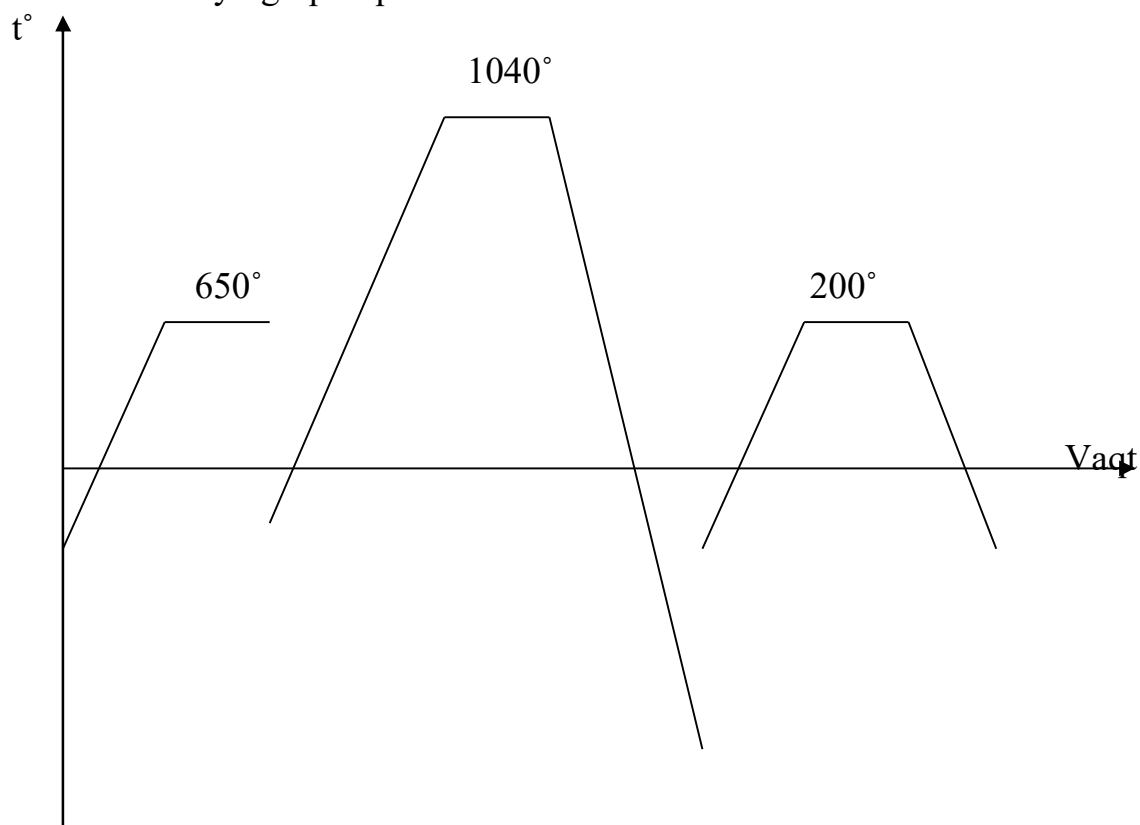
Qizdirish-650-670°C

Yakuniy qizdirish-1030-1050°C

Sovutish-moyda

Bo'shatish-180-220°C

Bo'shatishdan keyingi qattqlik 61-63HRC



Yuqori qizish muhitida ishlovchi shtamplar 400-500° X12F1 markali po'latdan tayyorlanadi 1130-1150°C xaroratda toblanadi va 3-4 marta 510-520°C xaroratda bo'shatiladi.

Mustaqil ishlash uchun masalalar:

1. Engil avtomobil uchun kuzov tayyorlash kerak. Avtomobil kuzovi sovuq shtamplash sharoitida po'lat listdan yasaladi. List uchun po'lat markasini aniqlang va uni asoslang.

2. Issiqlayin shtamplash jarayonida shtamp 500-600°S gacha qiziydi. SHtamp tayyorlash uchun material tanlang va termik taxlilini asoslang.

9 - Amaliy ish

Mavzu: Kesuvchi asboblarni-kesgichlarni va normallashlarni termik ishlash texnologiyasi bo'yicha masala yechimi

Amaliy ishni o'tishdan maqsad:

Talaba material markasini tanlashi, toplangan materialni asoslab berishi xamda ma'lum detal uchun kesuvchi asboblar uchun termik taxlil qilish rejimini aniqlashi kerak.

Amaliy ishni o'tish bo'yicha nazariy qism:

Kesuvchi asboblarga kesgichlar, parmalar, frezalar, protyajkalar va boshqalar kiradi. Kesish jarayonida asbobning kesuvchi (ishchi) qismi ishlov berilgan detalga singadi va metallning qismini (qirindi ko'rinishda) ajratib chiqaradi. Buning uchun kesuvchi asboblarning ishchi qismi ishlov beradigan detalga nisbatan yuqori qattqlikka ega bo'lishi kerak. Yetarli qattqlikka ega bo'lmagan asbob kesa olmaydi: uning shakli va o'lchamlari tezda o'zgaradi. Asbobning ishlash jarayonida uzluksiz ishqalanishi, yahni asbobning kesuvchi qirradi yuzasini yeyilishi kuzatiladi. SHuning uchun kesuvchi asboblar yuqori yeyilishga chidamlilikka ega bo'lishi kerak. Asbob bilan ishlov berish jarayonida mexanik energiya issiqlik energiyasiga aylanadi, asbob, ishlov berilayotgan detal va qirindini qizishi kuzatiladi. Yuqori tezlikda kesish bilan ishlov berishda va katta kesimli qirindini ajralishida kesuvchi asboblar og'ir sharoitida ishlaydi, asbobni qirradi yuqori temperaturagacha qiziydi. SHuning uchun kesuvchi asboblar yana issiqqa bardoshlikka ham ega bo'lishi kerak, yahni asbobning kesuvchi qirradi yuqori temperaturagacha qizdirilgandan yuqori qattqlikni saqlashi lozim.

Kesuvchi asboblar ishlash jarayonida urilish, turtulish va zarblarga duch kelishi mumkin, bu o'z navbatida kesuvchi asbobni qovushqoq bo'lishini talab etadi. Agar kesuvchi asbob kichik qovushqoqlikka ega bo'lsa, unda darzlar yuzaga keladi va uni sinishigacha ham olib kelinadi. Kesuvchi asboblar uchun po'lat markasini tanlashda yuqorida keltirilgan ekspluatatsion xossalarni hisobga olishdan tashqari po'latni texnologik xossasini, yahni asbobni tayyorlash va unga termik ishlov berishda po'latni o'zini tutishini ham albatta ehtiborga olish kerak. Kesuvchi asboblarga termik ishlov berishda eng asosiy texnologik xossaga ulaning toblanuvchanligi va toblanish chuqurligi kiradi. Toblanuvchanlik – po'latni toblashda yuqori qattqlikka va martensit strukturaga ega bo'lishi qobiliyatidir. Toblanish chuqurligi – po'latni ma'lum bir qalinlikkacha toblanish; termik ishlov berishda deformatsiyalanishga moyilligiga, yahni termik ishlovda vujudga keladigan issiqlik va strukturali kuchlanishlarning tahsirida asbob o'lchamlarini

o'zgarishiga moyilligiga; toblashda yuzaga keladigan darzlarga qarshilik ko'rsatish bardoshligiga va boshqalarga ega bo'lish qobiliyatidir.

Tayyor asboblarni sifati juda katta miqdorda asboblarni tayyorlanadigan po'latning sifatiga bog'liq.

Amaliy ishni bajarish uchun masala yechish usuli:

R12 va R6M5 markali po'latlardan tayyorlangan freza va qattiqligi NV 180-200 bo'gan konstruksion po'latlar qoniqarli edi. Ammo ushbu frezaning mustaxkamligi issiqbardosh austenitli po'latlarni qayta ishlashda juda tez tushib ketdi. Yuqori issiqbardoshli tezkesar po'lat tavsiya etilsin va issiqbardosh po'latlarni kesib ishlash uchun kimyoviy tarkibi, markasini asbobning termik taxlil jarayoni aniqlansin.

Masalani yechilishi: Ishlab chiqarishdagi kesib ishlash uchun kesuvchi asboblarni tezkesar po'latlardan tayyorlanadi, chunki ushbu po'latlar kesish jarayonidagi (500-600°S) xaroratda xam yuqori mustaxkamlikni va martensit tuzilishni saqlab qoladi. Tezkesar po'latlarning mustaxkamligi faqatgina uning termik taxlili, kimyoviy tarkibi, tuzilish yoki kesish jarayoniga emas balki maxsulot materialining qayta ishlanishiga xam bog'liq bo'ladi. Sanoatda keng qo'llaniladigan austenit strukturali kesuvchi po'lat va qotishmalar (zanglamas, issiqbardosh) dan tayyorlangan asboblarning mustaxkamligi va kesish tezligi qattiqligi 220-250 NV gacha bo'lgan odatiy po'lat va cho'yanlarga nisbatan juda tez pasayadi. Bu esa austenitli qotishmalarning issiqlik o'tkazuvchanligi juda past ekanligidan dalolat beradi. Kesish natijasida ajralgan issiqlikning bir qismi qirindilar chiqishi asosiy qismi esa kesuvchi yuzaga to'g'ri keladi. Bundan tashqari ushbu qotishmalar kesish jarayonida juda kuchli mustaxkamlanadi buning natijasida metall kesish tezligi ortadi. Qiyin ishlanuvchi materiallarni kesim uchun issiqlik o'tkazuvchan HRC 58 yuqori qattiqlikka ega va 615-620°S xaroratdan so'ng martensit strukturali tezkesar po'latlarning ish unumdorligi darajasi kam xisoblanadi. Austenit qotishmalarni qayta ishlash uchun tezkesar po'latlar tanlanishi lozim asosan yuqori issiqbardoshli kobaltli po'latlar maqsadga muvofiqdir.

Bo'shatish jarayonida kobalt o'zidan bir qator karbidlar ajratadi, koagulyatsiya jarayonida mustaxkam qarshilikka ega kesuvchi kromkaning qizish xaroratida diffuziya jarayoniga qarshilik ko'rsata oladi. Kobaltli po'latlar HRC 58 qattiqlikni 640-645°S xaroratgacha xam saqlab qoladi. Bunday tashqari kobalt tez kesar po'latlarda issiqlik o'tkazuvchanlikni sezilarli darajada 30-40%ga oshiradi, shunga qaramay jismdan ajralgan xaroratni kamaytiradi. R9M4K8 markali kobalt po'lati HRC 68 gacha bo'lgan yuqori qattiqlikka ega bo'ladi. Austenitli po'latlarni kesish uchun ishlatiladigan frezaga R12F4K5 va R9M4K8 markali kobaltli po'latlar tavsiya etiladi. Kobaltli po'latlarni termik taxlili boshqa tezkesar po'latlarni termik taxlilidan umuman farq qilmaydi. Asboblarni juda yuqori xaroratda toblanadi R12F4K5 markali po'lat uchun 1240-1250°C R9M4K8 po'latlari uchun 1230°S bunday xaroratda toblashdan maqsad bir qancha karbidlarni eritish va austenitni legirlovchi elementlar bilan to'yintirishdir: volg'fram, malibden, vannadi va xrom. Karbidni aralashma xoliga olib keluvchi yuqori xarorat qo'llanilmaydi,

bunday xaroratda donachalar soni oshib mustaxkamlik va qovushqoqlik darajasi kamayib ketadi. Toblashdan keyingi po'lat tuzilishi: martensit va qoldiq austenit (15-30%) qizdirish jarayonida qoldiq karbid aralashmaydi. Qattqlik 60-62 HRC. Undan so'ng asboblar 550-560°S xaroratda bo'shatiladi (3 marta 60 daqiqadan). Bo'shatish martensit strukturasi mustaxkamlaydi natijada qattqlik HRC66-69 ga yetadi, qoldiq austenit va martensitni yumshash darajasini bartaraf etadi, kuchlanishni kamaytiradi.

Bo'shatishdan keyin asboblar shliflanadi va suyuq vanna yordamida karbonitlantiriladi: vanna tarkibida: 80% KCNO va 20% K_2SO_3 550-560°C xaroratda 5 dan 30 daqiqagacha tutib turiladi. Karbonitratsiya jarayonida 0,02-0,05 mm chuqurlikda qattqlik HRC68-70 ga yetadi. Karbonitratsiya asboblarning mustaxkamligini 2-4 martaga oshiradi. Karbonitratsiyadan so'ng detallar 140-300°S xaroratda oksidlanadi. Oksidlash asboblarga qora rang va xavodagi korroziyaga qarshi birmuncha mustaxkamlik beradi.

Mustaqil ishlash uchun masalalar:

1. Mashinasozlik zavodi tasarufida ikki xil markali tezkesar po'lat mavjud R6M5 markali volfram malibdenli va R9M4K8 markali kobaltli po'latlar. Ushbu po'latlarning asosiy xossalardagi farqni tushuntiring va ularning xar biridan yuqori foydalanish usulini tavsiya eting. Ushbu po'latlarning termik taxlilini ko'rsating va uni asoslang.
2. Mexanika tsexi katta tezlikda kesish yordamida cho'yan va po'lat detallarni tokarlik usulida qayta ishlaydi. Po'lat va cho'yanni qayta ishlanishini oshirish maqsadida kesuvchi asbob uchun qotishma tanlang. Tarkibning kimyoviy taxlilini aniqlang, tuzilish, qattqlik, mustaxkamlik, issiqbardoshlik va ushbu qotishmalarning tayyorlanish usullarini aniqlang tezkesar po'latlarning analog xarakteristikasi bilan solishtiring.

10 - Amaliy ish

Mavzu: Rangli metall va qotishmalar turlarini tanlash va ularni qo'llash bo'yicha masala yechish

Amaliy ishni o'tishdan maqsad:

Talaba material markasini tanlashi, tanlangan materialni asoslab berishi, rangli metall va qotishmalar bo'yicha bilimga ega bo'lishi va rangli metall, qotishmalar uchun termik taxlil qilish rejimini aniqlashi kerak.

Amaliy ishni o'tish bo'yicha nazariy qism:

Alyuminiy qotishmalari uchun uchta turdagi termik ishlov berish turlari bajariladi: yumshatish, toblash va eskirtirish. Yumshatishning asosiy turiga quyidagilar kiradi: diffuziyali (gomogenli), rekristal-lanuvchi (qayta kristallanuvchi) va qotishmalarni termik puxtalash.

Gomogenlovchi yumshatishda alyuminiy qotishmalaridagi qattiq eritma donasini mikro bir xil emasligini diffuziya yo'li tekislanadi, yahni quymada dendritli kimyoviy notekislikni (likvatsiyani) kamaytirish amalga oshiriladi. Biz bilamizki, temperatura oshishi bilan diffuziya tezligi oshadi.

Alyuminiy qotishmalarni gomogenizatsiya qilish uchun $450 - 520^{\circ} \text{S}$ temperaturagacha qizdiriladi va bu temperaturada 4 soatdan to 40 soatgacha ushlab turiladi, ushlab turilgandan so'ng pech bilan birgalikda yoki havoda sovutiladi. Gomogenzatsiyalash natijasida struktura nisbatan bir xil holga keladi (gomogenlashadi), plastiklik oshadi, natijada quymani issiq holda bosim bilan ishlashda deformatsiyalashni yaxshilaydi. SHuning uchun gomogenzatsiyalashni deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalari uchun keng ko'lamda qo'llaniladi.

Alyuminiy va uning qotishmalari (hamda boshqa rangli metall va ularning qotishmalari) uchun rekristallanuvchi yumshatish po'latlarga nisbatan kengroq va ko'proq qo'llaniladi. Alyuminiy va misga o'xshagan metallar hamda ular asosidagi juda ko'p qotishmalar toblash usulida puxtalanmaydi va ularning mexanik xossalari faqat sovuq bilan bosim ostida ishlov berilib, talab etilgan qiymatlarga yetishi mumkin. Bunday ishlov berishdagi oraliq operatsiyani (plastiklikni tiklashni) rekristallanuvchi yumshatish deb ataladi. Bundan tashqari, ko'proq toblash orqali puxtalanadigan qotishmalarga sovuq bilan bosim ostida ishlov berish bilan birga keyingi talab etilgan xossaga ega bo'lishi uchun rekristallanuvchi yumshatish ham beriladi. Alyuminiy qotishmalarga rekristallanuvchi yumshatish berish temperaturasi $300 - 500^{\circ} \text{S}$ bo'lib, ushlab turish vaqti esa $0,5 - 2$ soatni tashkil qiladi.

Misni deformatsiyalash uni mustahkamligini oshishi [$\sigma_v = 40 \div 45 \text{ kgs/mm}^2$ ($400 - 450 \text{ MN/m}^2$)] va plastikligini ($\delta = 2 \div 4 \%$) kamayishi bilan boradi. Misning plastikligini oshirish uchun uni $500 - 600^{\circ} \text{S}$ temperaturada rekristallanuvchi (qayta kristallanuvchi) yumshatishga jalb qilinadi va natijada plastiklik tezda oshadi ($\delta = 45 \div 50 \%$), mustahkamlik kamayadi [$\sigma_v = 25 \text{ kgs/mm}^2$ (250 MN/m^2)]. Nisbatan yuqori temperaturalardagi rekris-tallanuvchi

(qayta kristallanuvchi) yumshatishda, nafaqat donani o'sishi, balki rekristallanish teksturasi ham hosil bo'ladi, natijada misdan tayyorlangan listlarni cho'zilishini yomonlashtiradi.

Bir fazali α latunda (misning miqdori 61 %dan kam bo'lmagan L70, LN65-5 va boshqa markali latunlarda) faza o'zgarishlari ro'y bermaydi va shuning uchun ular faqat 600 – 700⁰ S temperaturada rekristallanuvchi (qayta kristallanuvchi) yumshatishga jalb qilinadi (puxtalashni (naklyopni) olib tashlash uchun). α latunni yumshatishda sovutish havoda yoki sovutishni tezlashtirish va undan oksidlarni yaxshi ajralishi uchun suvda ham olib boriladi.

Mikrostrukturasiga ko'ra qalayli bronzalar bir fazali α – bronzaga (bunda qalay miqdori 6 % gacha bo'ladi) va ikki fazali $\alpha + \delta$ [evtektoidli $[\alpha + \delta(\text{Cu}_{31}\text{Sn}_8)]$] – bronzaga (bunda qalay miqdori 6 %dan yuqori bo'ladi) bo'linadi. Qotishmada qanchalik qalay miqdori ko'p bo'lsa, evtektoid shunchalik katta bo'ladi, o'z navbatida evtektoid mo'rt bo'lganligidan qalayli bronzalarda qalayning maksimal miqdori 11 % gachani tashkil qiladi. Bir fazali bronzalarda kimyoviy tarkibni tekislashtirish va δ - qattiq fazali qo'shimchaga ega bo'lgan ikki fazali strukturani bir fazali α - fazaga aylantirish uchun (buning oqibatida plastiklik oshadi) bronzalar 700 – 750⁰ S temperaturagacha qizdirib, ushlab turib keyingi tez sovutish jaryoni hisoblangan gomogenlovchi yumshatishga jalb qilinadi. Ichki kuchlanishlarni yo'qotish uchun bronzadan olingan quymalar 550⁰ S temperaturada yumshatiladi. Deformatsiyala-nadigan qalayli bronzalar 6 % gacha qalayga ega bo'ladi va ulardagi sovuq bilan ishlov berish operatsiyalar orasida ularning plastikligini qayta tiklash uchun 600 – 700⁰ S temperaturada rekristallanuvchi (qayta tiklanuvchi) yumshatish bajariladi.

Amaliy ishni bajarish uchun masala yechish usuli:

Rangli metall va qotishmalar bo'yicha masalalar.

№ 31 Masala. Ko'pgina maxsulotlar sovuq xolda latun listidan tayyorlanadi. Ayrim xollarda maxsulotda darzlar aniqlanishi mumkin, sirtqi kuchlanishlardan tashqari. Latun markisini tanlang. Bundan tashqari $\alpha + \beta^I$ latunning mexanik va texnologik xossalarini tushuntiring.

№31 masalaning yechilishi.

Latun tarkibidagi tsink miqdoriga qarab uni 3 sinfga bo'lish mumkin.

1. α -latunlar.....39,5%gacha Zn
2. $\alpha + \beta^I$ latunlar 39,5dan 45,7 Zn gacha.
3. β^I -latunlar 45,7 dan 51% Zn/

TSink tarkibining ortishi latun tarkibi va tuzilishini o'zgartiradi. Belgilangan chegaragacha tsink miqdorining ortishi plastiklik va mustaxkamlikni oshiradi. Plastiklik 30-32% Zn bo'lganda maksimal darajaga yetadi, mustaxkamlik esa 40X. TSink miqdorining davomiy ortishi natijasida mustaxkamlik va plastiklik kamayadi.

Tarkibning ushbu o'zgarishi tsink qo'shilganda xosil bo'ladigan faza tarkibiga mos keladi.

α -faza qattiq aralashma, tsink tarkibiga ko'ra plastiklik mustaxkamlik xam ortadi.

β^I -faza markazlari yoqlashgan kub panjarada atomlarni elektron joylashgan qattiq aralashma.

β^I faza yuqori darajali qattqlik va mo'rtlik sifatleri uchun ajralib turadi β^I faza qovushqoqlikni pasaytiradi va mustaxkamlikni oshiradi.

450°S dan yuqori xaroratda qizdirish natijasida β^I faza β fazadagi tartibsiz qattiq aralashmaga aylanadi. β^I fazaga nisbatan yuqori plastikligi bilan xam ajralib turadi. Xolat diagrammasi shuni ko'rsatadiki $\alpha + \beta^I$ latunlar bunday qizish jarayonida β qattiq aralashmaning bir xil tarkibiga ega bo'ladi. Fazaning bu tarkibi maxsulot tayyorlashning texnologik jarayonini latunning turli xillarini aniqlaydi.

α - latundan tayyorlangan maxsulot asosan sovuq yoki issiq deformatsiya asosida tayyorlanadi kesish yo'li bilan qayta ishlash keraklicha sirtqi qatlam tozaligini bermaydi.

$\alpha + \beta^I$ latundan tayyorlangan maxsulotlar issiq (presslash, shtamplash) yoki sovuq deformatsiya yoki kesish bilan qayta ishlangan xolda tayyorlanadi.

Ayoki $\alpha + \beta^I$ latun maxsulotlari yumshatilgan yoki naklyop xolida ishlatiladi chunki termik taxlil (toblash va bo'shatish) kerakli natijani bermaydi. Naklyoplangan xolida (sovuq deformatsiyadan keyin) latun past darajadagi qovushqoqlikda yuqori mustaxkamlikka ega bo'ladi. Navbatdagi yumshatish natijasida qotishma mustaxkamligi pasayadi ammo plastikligi ortadi. Latunni sovuqlayin deformatsiya qilish maxsulotda qoldiq kuchlanishini yuzaga keltiradi. Latun maxsulotlarni ishlatish jarayonida ayrim xollarda darzlar yuzaga kelishi mumkin. Mavsumiy darzlar latun miqdorida 20%Zn bo'lganda kuzatiladi. Mavsumiy darzlar kimyoviy faol muxitda faollashadi asosan amiakning simobli tuz parida simobda, sovunli suvda va boshqalarda. Darzlar sovuq deformatsiya jarayonida yuzaga kelgan qoldiq kuchlanish va faol kimyoviy muxit natijasida yuzaga keladi. Mavsumiy darzlarni oldini olish uchun 200-300°S xaroratda bo'shatish kerak. Bu qoldiq kuchlanishlarni katta qismini kamaytiradi va mustaxkamlikni pasaytiradi. Xar doim xam kutilmagan deformatsiya va mavsumiy darzlarni oldini olish iloji yo'q. Bunday xolarda bir muncha qimmat (mustaxkamligi kam) ammo mavsumiy darzlarga bardoshli L96 va L90 markali latunlar ishlatiladi. L96 va L90 markali latunlar yuqori issiqliko'tkazuvchanlikka ega. Latunni alyuminli bronza bilan almashtirish mumkin u xam mavsumiy darzlarga chidamli plastiklik va mustaxkamligi bir xil.

Mustaqil ishlash uchun masalalar:

1. Ayrim vint, bolt, shaybalar tez ishlovchi avtomat stanoklarda latundan tayyorlanadi. Yuqori plastiklik va qovushqoqlikka ega latun kesish jarayonida kerakli tozalikka ega bo'lmaydi. Kesish natijasida toza sirtga ega bo'luvchi latun markasini tanlang. Tanlovni asoslang.

2. Ichki yoquv dvigatellarining shatun podshibniklari bronzadan tayyorlanadi yuqori antifriktsion xossalarga ega va tarkibida qimmat elementlar yo'q. Po'lat markasini tanlang po'lat tarkibi va tuzilishini va unda maxsulot tayyorlashni keltiring. Tanlovni asoslang.

**Laboratoriya ishlarini mavzulari, asosiy matn, topshiriqlar,
variantlar, masala va misollar, ko'rsatmalar**

1- LABORATORIYA ISHI

**MAVZU: UGLERODLI PO'LATLARNI TERMİK ISHLASH
(NORMALLASH)**

Ishdan maqsad: 35, 40, U10 va U12 markali po'latlarga termik ishlov berish (normallashtirishni) o'tkazish. Po'latni normallashtirishdan amaliy malaka olish. Namunalarni dastlabki yumshatilgan holatida va normallashtirishdan keyin qattiqligini aniqlash.

Nazariy qism: Normallashtirish deb evtektoidgacha bo'lgan po'latlarni A_{s3} kritik nuqtadan, evtektoiddan keyingi po'latlarni esa A_{sm} kritik nuqtadan $50 - 60^{\circ}$ S yuqori temperaturagacha qizdirish, so'ngra havoda sovutish bilan bog'liq bo'lgan jarayonga aytiladi. Normallashtirish jarayonida po'latni qayta kristallanishi ro'y beradi, quyimakorlik va bolg'lashda olgan yirik donali struktura bartaraf etiladi. Havoda sovutish natijasida austenitning ferrit-tsementitli qorishmaga parchalanishi nisbatan past temperaturalarda sodir bo'ladi, bu o'z navbatida qorishmani dispersligini oshiradi.

Normallashtirishning vazifasi po'latning tarkibiga qarab, turlicha bo'ladi. Kam legirlangan po'latlar uchun normallashtirish nisbatan oddiy operatsiya sifatida yumshatish bilan birga qo'llaniladi. Normallashtirish qattiqlikni biroz oshirib, kesish jarayonidan nisbatan toza yuzani xosil bo'lishini tahminlaydi. O'rtacha uglerodli po'latlar uchun normallashtirish toblash va yuqori temperaturali bo'shatish o'rniga qo'llaniladi. Normallashtirish jarayonida mexanik xossa kamroq bo'lishi mumkin, lekin normallashtirish operatsiyasi soddaroq va toblashga qaraganda buyumga kamroq deformatsiya tushadi.

Normallashtirishdan asosiy maqsad - bir jinsli mayda donali struktura olish, evtektoiddan keyingi po'latlar strukturasida tsementit to'rini bartaraf qilish, qisman ichki kuchlanish va puxtalanishni olib tashlash hamda shtampla-nuvchanligi va kesib ishlanuvchanligini yaxshilash hisoblanadi. Normallashtirish ay-rim hollarda oxirgi termik ishlov berishdan oldin dastlabki operatsiya hisoblanadi. Normallashtirishdan keyin po'latning qattiqligi va mustaxkamligi yumshatishga qaraganda bir muncha yuqori bo'ladi.

Normallashtirish uchun namunalarni tanlash va uni tayyorlash. Diametri yoki qalinligi 12 – 15 mm, balandligi 15 – 20 mm bo'lgan tsilindrsimon va to'g'ri burchakli bo'lishi kerak. Har bir namunani yon tomondagi yuzasida po'lat markasini kleymosi bo'lishi lozim. Po'lat markasi 1.1-jadvalning 2-ustuni-ga

yoziyadi. Namunalar shtangentsirkul yordamida o'lchanadi va o'lchov natijalari 1.1-jadvalning 3-ustuniga yoziyadi. Normallashtda 0,25 % dan to 0,60 % gacha S ga ega bo'lgan o'rtacha uglerodli (yaxshilanadigan) po'latlar (35 dan to 50 mar-kali po'latlar uchun) va 0,65 % dan 1,35 % gacha uglerodga ega bo'lgan asbobsoz-lik po'latlar (U7 dan U13 gacha bo'lgan po'lat) qo'llaniladi. O'rtacha uglerodli po'latlar normal yumshatishdan keyin ferrit+perlit strukturasiga ega bo'ladi (1.1-rasm, a va b). Evtektoiddan keyingi asbobsozlik po'latlari esa normal yumshatishdan so'ng donali perlit strukturasiga ega bo'ladi (1.2 – rasm, a va b). O'rtacha uglerodli po'latlar normallashtdan keyin ferrit va perlit struktura-sida kichik donaga ega bo'lsa (1.3-rasm, a va b), asbobsozlik po'latlari esa donali perlit, martensit va tsementit strukturasiga ega bo'ladi (1.4 – rasm, a va b). Termik ishlov berishni, aynan normallashtni o'tkazish uchun termoregulya-torga yoki potentsiometr ga ega bo'lgan mufelli yoki kamerali pechlar kerak.

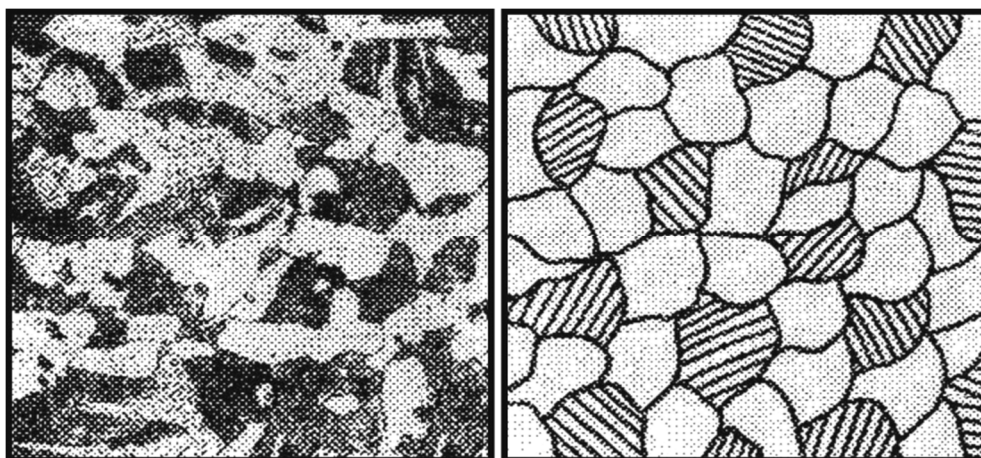
Normallashtni o'tkazish uchun quyidagi operatsiyalarni bajarish kerak: a) normallasht temperaturasi ni aniqlash ; b) namunani umumiy qizdirish vaqtini topish; v) namunalarni normallasht; g) normallashtdan keyin namunani qattiqligini aniqlash; d) normallasht grafigini qurish.

Uglerodli po'latni dastlabki yumshatilgan holatdagi qattiqligini aniqlash. Uglerodli po'latdan tayyorlangan dastlabki (yumshatilgan) holatdagi namunada qattiqlikni Brinell bo'yicha qattiqlik o'lchaydigan priborda aniqlash va uni qiymatini 1.1-jadvalning 4 - ustuniga yozish.

Namunalarni normallasht va normallashtdan so'ng uglerodli po'latlarni qattiqligini aniqlash: 1 - temir - tsementit holat diagrammasini pastki qis-midan foydalanib, po'latni normallasht temperaturasi ni aniqlash (1.5 - rasm).

Evtektoidgacha bo'lgan o'rtacha uglerodli po'latlar (35-60) uchun normal-lashning normal temperaturasi holat diagrammasidagi GS chizig'idan $30 - 50^0$ Syuqori temperatura, yahni $A_{c3}+$ ($30 - 50^0$ S) bo'lsa, evtektoiddan keyingi yuqoriuglerodli po'latlar uchun (U9-U12) esa GEchizig'idan $30 - 50^0$ S yuqori temperatura, yahni $A_{cm}+$ ($30 - 50^0$ S) hisoblanadi. Normallasht temperaturasi 1.1-jadvalning 5 – grafiga yoziyadi; 2 – diametri yoki qalinligi 1 mm ga 1,5 minut hisobidan namunani qizdirishning umumiy vaqti aniqlanadi va 1.1 – jadvalning 6 – grafiga yoziyadi; 3 –berilgan po'lat markasidan 1.6-rasm da tasvirlangan ko'rinishdagi namunani normallasht temperaturasi gacha qizdiril-gan pechga yuklash va uni pechda talab etilgan vaqtgacha ushlab turish. TSilindr va to'g'ri burchakli namunalarni o'lchami va shakli masalan, 12x12, 12x15, 15x20, 20x25 (diametri 15 mm va balandligi ham 12 mm) va kattaroq ham bo'lishi mumkin (1.6 - rasm); 4 - namunalarni birin – ketin ketma-ketlik tarzda pechdan olish va ularni tinch havoda sovutish; 5 - namunani ikkala ham toretsini silliqlash doirasida tozalash; 6 – Brinell bo'yicha qattiqlikni o'lchaydigan priborda normallasht

namunani qattiqligini aniqlash va uning qiymatini 1-jadvalning 7 – grafasiga yozish; 7 – temperatura – vaqt koordinatasida normallashtirish grafigini qurish (1.7 - rasm).

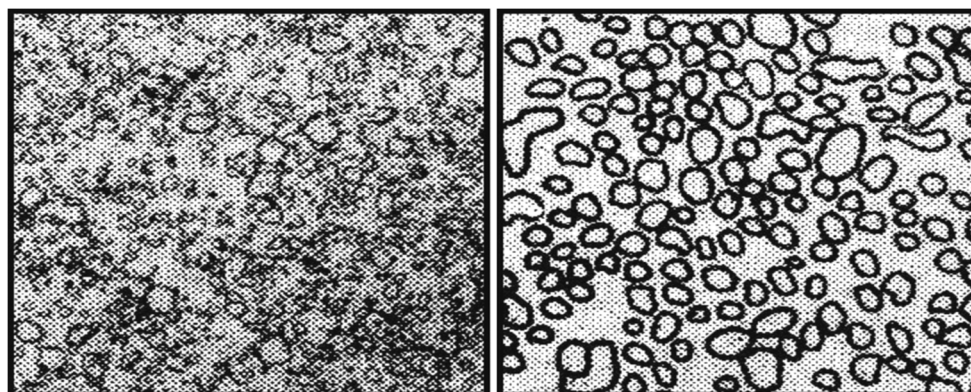


a)

b)

1.1 -rasm. 40 markali o'rtacha uglerodli po'latlarni normallashtirishdan keyin mikrostrukturasi:

a – mikrostrukturasi; b – mikrostruktura sxemasi.

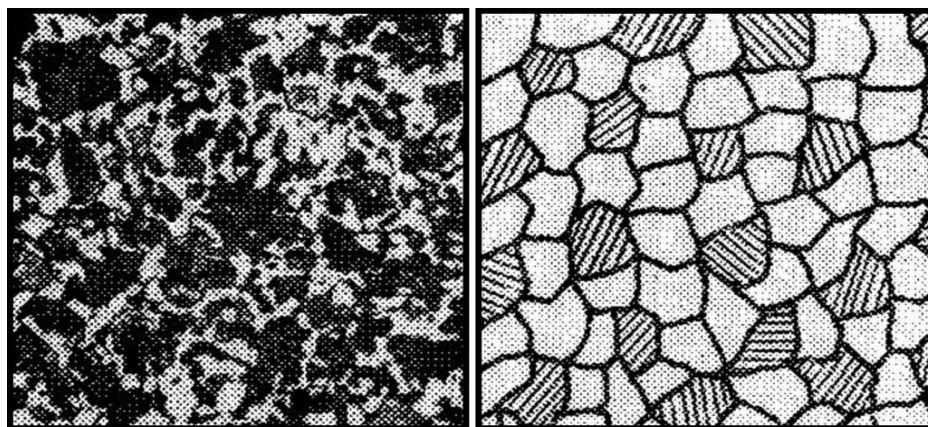


a)

b)

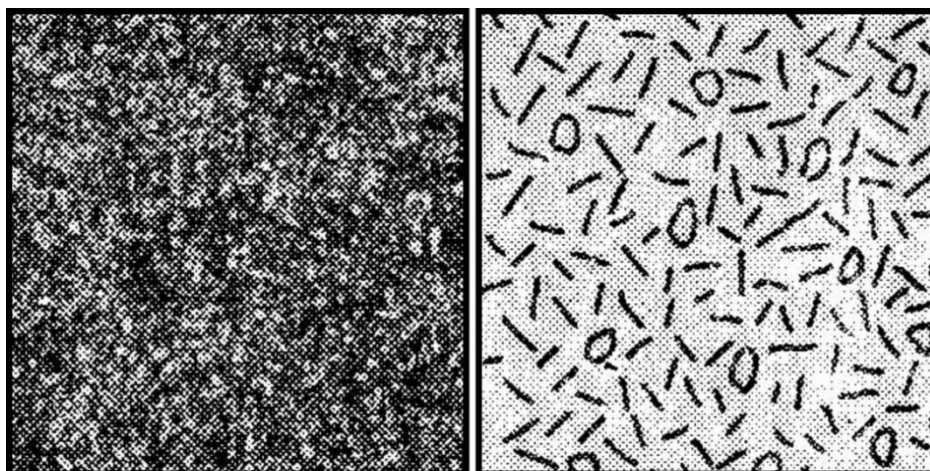
1.2-rasm. U10 markali asbobsozlik po'latini normallashtirishdan keyin mikrostrukturasi:

a – mikrostruktura; b – mikrostruktura sxemasi



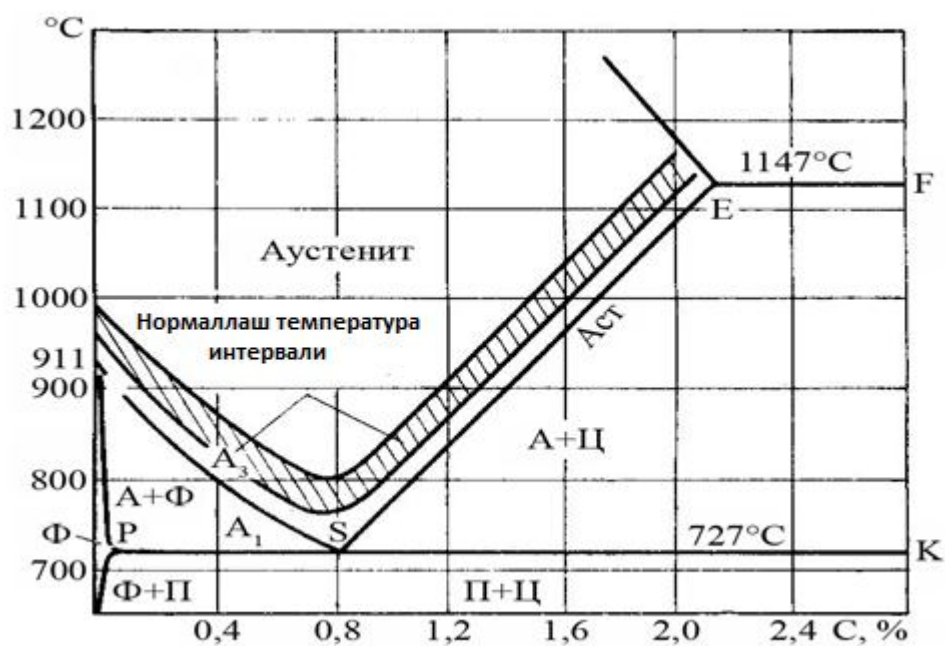
1.3 –rasm.40 markali po’latni normallashtan keyingi mikrostrukturasi:

a – mikrostruktura; b – mikrostruktura sxemasi

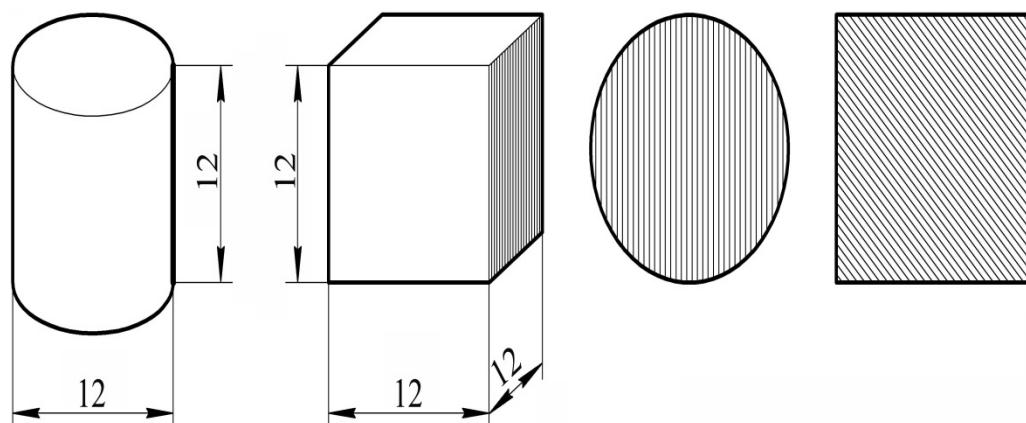


1.4 –rasm. U10 markali po’latni normallashtan keyingi mikrostruktura-rasi:

a – mikrostruktura; b – mikrostruktura sxemasi



1.5 – rasm. Uglerodli po'latlarni normallashning optimal temperatura igtervali



1.6-rasm. Normallanadigan namunalarni umumiy ko'rinishi:
 a – qilindsimon namuna; b – to'g'ri burchakli namuna; v va g – termik
 pechda namunalarni parallel joylashishi



1.7 – rasm. Po’latni normallash grafigi

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerak bo’ladigan priborlar, asboblar, namunalar va materiallar:

Ishni bajarish uchun quyidagilar kerak bo’ladi: SNOL-1,6, SSHOL-1,2 turdagi pechlar (normallash uchun), KSP – 3 va KSP – 4 turidagi potentsiometr-lar, 35 va U12 markali po’latdan tayyorlangan namunalar, silliqlash qum qog’oz, elektr egov, Brinell va Rokvell turidagi qattqlik o’lchaydigan priborlar, MPB-2 turidagi o’lchaydigan mikroskop, shtangentsirkulg’, brezentli qo’lqop, maxsus kiyim, suv solingan toblash baki, moy solingan toblash baki, GOST bo’yicha jadvallar va boshqalar.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi:

- laboratoriya ishini bajarish uchun talabalar ikkita kichik guruhlar-ga bo’linadi;
- birinchi guruhdagi talabalar 35 va 40 markali po’latlarni, ikkinchi guruhdagi talabalar esa U10 va U12 markali po’latlarni termik ishlov berish bilan shug’ullanadilar;
- kichik guruhdagi har bir talaba faqat bitta termik ishlov berish turini, yahni 1.1-jadvaldagi bitta punktini bajaradi. Ishni bajarib bo’lgandan keyin bajargan ish natijalari 1.1-jadvalga yozilib boradi va u natija hamma uchun umumiy hisoblanadi;
- talabalar o’qituvchi bilan birgalikda 35, 40, U10 va U12 markali po’latlardan tayyorlangan namunalarni dastlabki (yumshatilgan) holatda qattqligini namunaga qo’yilgan yuklanish $\sigma = 750$ kg, shar diametri $D = 5$ mm Brinell priborida aniqlaydilar. Buning uchun namunaning ikki tomondan silliqlash qum qog’ozida oyna kabi yaltiratiladi. SHundan so’ng iz o’lchanadi va mos ravishdagi jadvaldan qattqlik aniqlanadi. Ish natijalari 1.1 – jadvalga kiritiladi;

- Fe – C holat diagrammasidan o'rganilayotgan po'latning qizdirishning optimal temperatura intervali aniqlanadi (1.5 - rasm). Ish natijalari 1.1 – jadvalga yozib boriladi;

- qizdirish temperaturasida namunalarni ushlab turish vaqti aniqlanadi. Qizdirish temperaturasida ushlab turish vaqti 1 mm qalinlikdagi namuna uchun 1,5 – 2 minut hisobidan topiladi. Hisoblangan vaqt 1.1 –jadvalga kiritiladi;

- har bir talaba o'zini namunasini kerak bo'ladigan temperaturagacha qizdirilgan elektr pechga yuklaydi va pechda talab etilgan vaqtgacha ushlab turadi;

Eslatma. Talaba laboratoriya ishini bajarishda quyidagilarni bilishi kerak:

- namunani pechga yuklashda maxsus qisqichlardan foydalanishi;

- talaba qo'lini quyishini oldini olish uchun brezentli qo'lqop kiyib olishi;

- namunani pechda ushlab turish vaqti tugagandan so'ng undan olib, tinch havoda sovutishi;

- namunani suv va moyda sovutishda namuna ushbu suyuqliklarga chuqurroq botirilishi va namunani sovutish muhitida sovutish uzluksiz g'ayrat-shijoat bilan o'tkazishi;

- termik ishlov berilgan namunalar to'liq sovutilgandan keyin silliqlash qum qog'ozda ikki tomonidan artish va tozalash;

- normallash o'tkazilgan namunaning qattiqligi Brinell priborida o'lchanash va natijalar 1.1 – jadvalga kiritishni;

- temperatura va qizdirish vaqti koordinatalarda normallash grafigi hamda temperatura va NV shkala bo'yicha qattqlik koordinalarida esa po'latning qattqligini normallash temperaturasiga bog'liqlik grafi-gini qurishni.

- mos mazmunga ega bo'lgan laboratoriya ishini bajarilganligi to'g'risida hisobotni yozishi va zarur bo'lgan xulosani qilishi.

Yozma shakldagi hisobotning tartibi:

- laboratoriya ishini maqsadi;

- po'latni turli turdagi termik ishlov berishda (yumshatish va normallashda) qizdirish temperaturasi intervalini temir – tsementit diagrammasining pastki qismida ko'rsatish;

- 1.1-jadval bajarilgan laboratoriya ishni natijalari bilan;

- po'latni normallash grafigi;

- laboratoriya ishi bo'yicha xulosa.

O'z – o'zini tekshirish uchun savollar:

1. Normallash deb nimaga aytiladi?

2. Termik ishlov berishdan maqsad nima?

3. Normallashning asosiy vazifasi nimadan iborat?

4. Normallanadigan namunalar o'lchamlari qanday qilib olindi?

5. Qizdirish temperaturasi va ushlab turish vaqti qanday tanalanadi?

6. Sovutish muhiti qanday tanalanadi?
7. Po'latni normallashtirish va normallashtirishdan keyingi strukturasi haqida nimani bilasiz?
8. Normallashtirishda qanday qizdirish pechlari va o'lchov priborlari qo'llaniladi?

1.1 – jadval

Uglerodli po'latlarni normallashtirish

t/r	Po'lat markasi	Namunani diametri va qalinligi,mm	Dastlabki (yumshatilgan) holatdagi qattiqlik (NV bo'yicha)	Normallashtirish temperaturasi, °S	Normallashtirishdagi qizdirish vaqti, min.	Normallashtirishdan keyingi qattiqlik (NV bo'yicha)

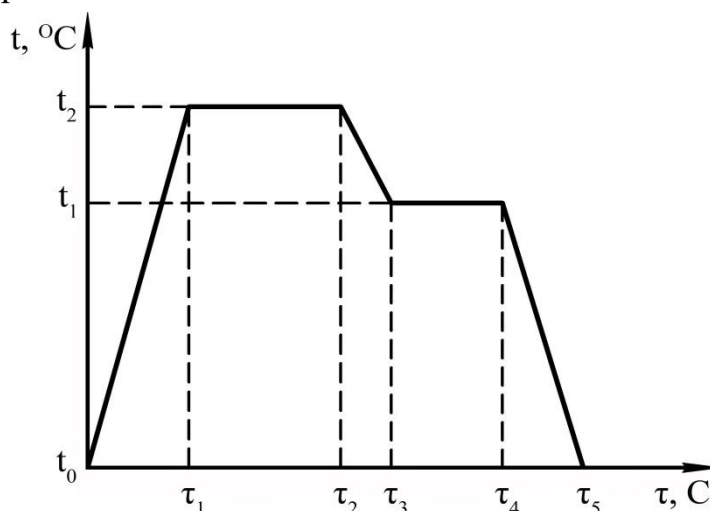
2- LABORATORIYA ISHI

MAVZU: UGLERODLI PO'LATLARNI TERMİK ISHLASH (TOBLASH VA BO'SHATISH)

Ishdan maqsad: 45 va U8 markali uglerodli po'latlarga termik ishlov berishni (toblash va bo'shatishni) o'tkazish.

Nazariy qism: Qattiq metall qotishmalarini talab etilgan xossasini ularning ichki struktura tuzilishi o'zgarishi hisobiga olish maqsadida qizdirish, ushlab turish va sovutish bilan bog'liq bo'lgan operatsiyalar yig'indisiga termik ishlov berish deb ataladi.

Har qanday termik ishlov berish turini asosiy omillariga qizdirish temperaturasi, ushlab turish vaqti (qizdirish temperaturasida) va sovutish tezligi kiradi. Termik ishlov berish rejimlari 2.1 –rasmda tasvirlangan grafikda t – τ koordinatalarida berilgan. Po'latga termik ishlov berishdan maqsad va uning dastlabki holatiga bog'liq ravishda qizdirish temperaturasi kritik nuqtadan ham yuqori ham past qilib tanlanishi mumkin.

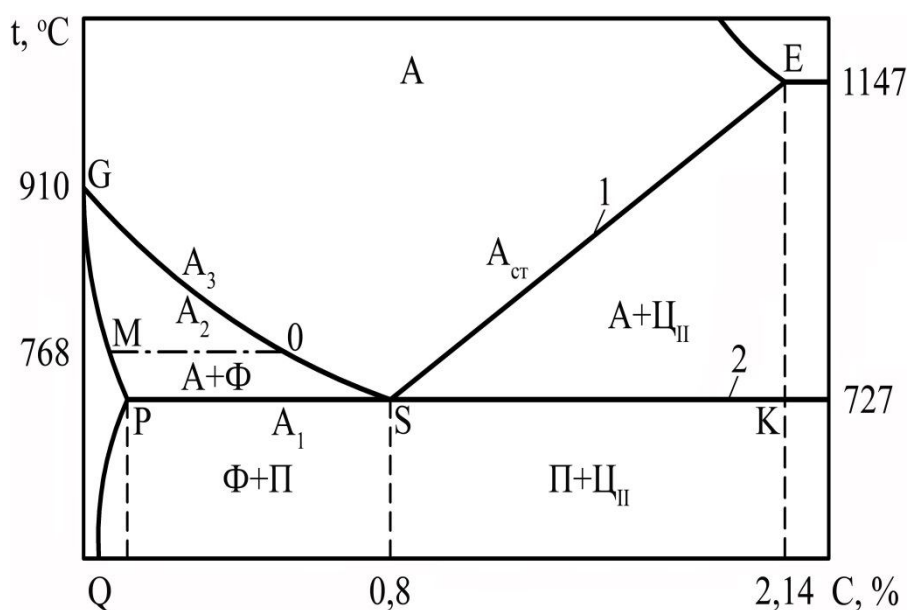


2.1 – rasm. Po'latga termik ishlov berish grafigi

Po'latni kritik nuqtasini arret-to'xtash frantsuz so'zini boshlang'ich harfi hisoblangan A harfi bilan belgilanadi. A_1 kritik nuqta temir – uglerod diagrammasidagi SK chizig'ida (727°S) yotadi va perlitni austenitga aylani-shiga mos keladi (2.2 - rasm). A_2 kritik nuqta temir – uglerod diagrammasi-dagi MO chizig'ida bo'lib, ferritni magnit o'zgarishlarini xarakterlaydi. A_3 kritik nuqta GS va SE chiziq'larga mos keladi. GS chizig'i bo'ylab sovutishda austenitdan ferritni ajralib chiqishi boshlanadi yoki qizdirishda ferritni austenitga aylanishi tugallanadi. SE chizig'ida sovutishda austenitdan ikkilamchi tsementitni ajralishi boshlanadi yoki qizdirishda esa uning austenitda erishi tugallanadi.

O'zgarishning issiqlik gisterezisi oqibatida qizdirish va sovutish turli temperaturalarda bajariladi. SHuning uchun qizdirish va sovutishda kritik nuqtalarni belgilashda qo'shimcha indekslar kiritiladi: "s" harfi qizdirish uchun va "r" harfi sovutish uchun. Masalan, As_1 , As_3 , Ar_1 , Ar_3 (chauffe – qizdirish va refoidissement – sovutish kabi frantsuz so'zlarining boshlang'ich harf-lari).

SHunday qilib, As_1 – kritik nuqta $P \rightarrow A$ o'zgarishiga, Ar_1 kritik nuqta esa $A \rightarrow P$ o'zgarishlariga mos keladi. As_3 kritik nuqta ferritni austenitda erishini oxiriga, Ar_3 kritik nuqta esa austenitdan ferrit ajralishini boshlanishiga to'g'ri keladi. Austenitdan ikkilamchi tsementitni ajralishini boshlanishi Ar_3 nuqta bilan ham belgilansa, austenitda ikkilamchi tsementitni erishini tugallanishi As_3 bilan belgilanadi.

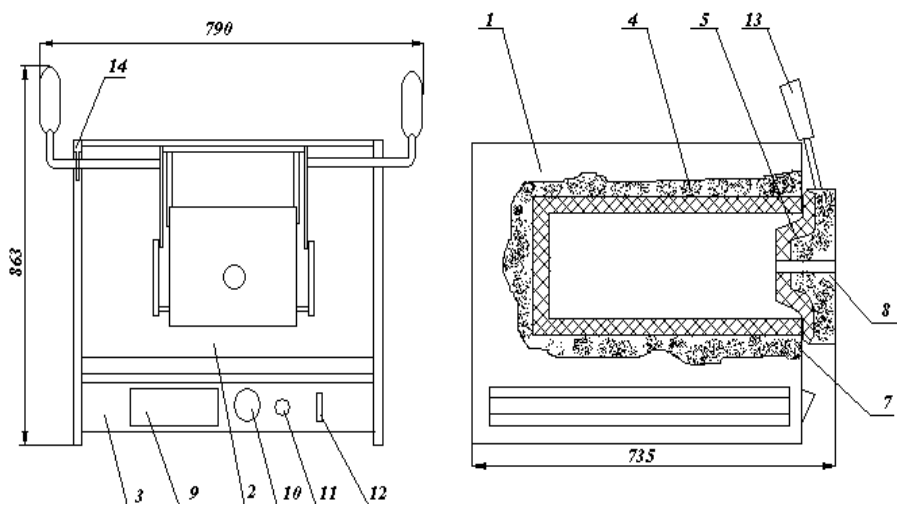


2.2 rasm. Po'latdagi kritik nuqtalarni belgilash (termik ishlov berishda po'latni qizdirish temperaturalar intervali):

1 –normallash temperatura intervali; 2 –toblash temperatura intervali

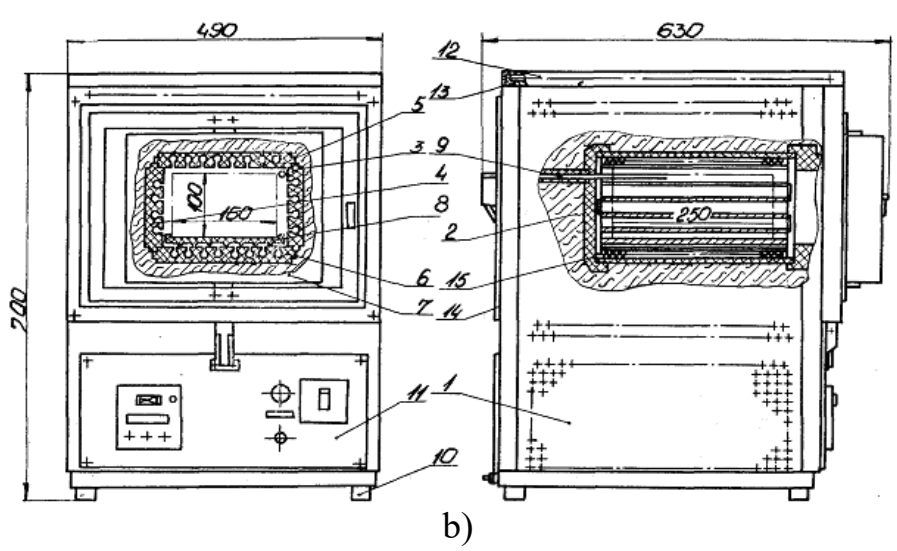
Termik ishlov berishda metallni qizdirishning umumiy davom etish vaqti τ_u berilgan temperaturagacha bevosita buyumni qizdirish vaqti τ_b bilan ushbu temperaturada ushlab turish vaqti τ_{utv} ni yig'indisidan hosil bo'ladi. Qizdirish vaqti pechning turiga, detal o'lchamlariga, detalni pechga joylashti-rishga bog'liq bo'lsa, ushlab turish vaqti esa faza o'zgarishlar sodir bo'lish tezligiga bog'liq.

Termik ishlov berishda pechni qizdirish elektrenergiya, gaz, suyuq yoki qattiq yoqilg'i bilan amalga oshiriladi. Termik ishlov berish uchun mo'ljal-langan pechlar temperaturani nazorat qilish va boshqarish imkoniyatini hamda ishchi yuzada temperaturani bir tekisda bo'lishini tahminlab berishi kerak (2.3 – rasm, a,b,v).



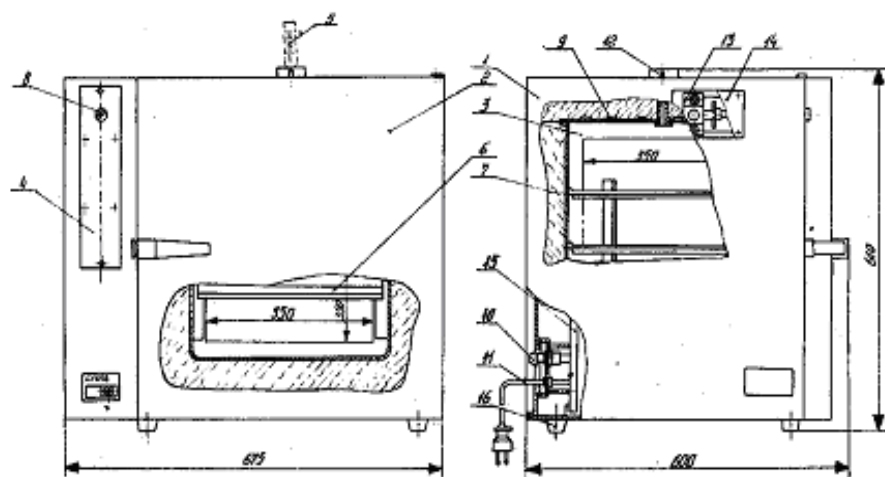
a)

2.3 – rasm,a. 1200⁰S temperaturagacha ishlaydigan materiallarga turli xil termik ishlov berishlarni o'tkazish uchun mo'ljallangan SNOL-2,6.4.1, 4/11-I1 turidagi laboratoriyali kamerali qarshilik elektrpechi



b)

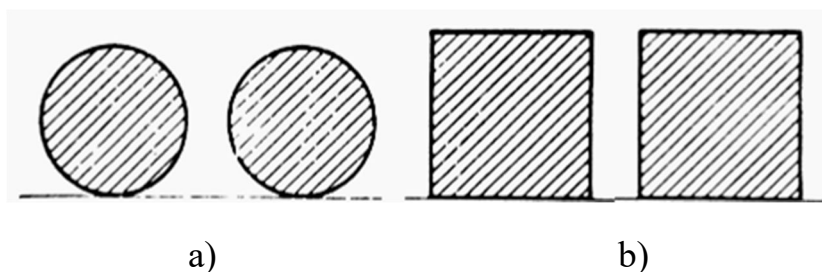
2.3 – rasm,b.1000⁰S temperaturagacha ishlaydigan materiallarga turli xil termik ishlov berishlarni o'tkazish uchun mo'ljallangan SNOL-1,6.2.5, 1/11-I2 turidagi laboratoriyali kamerali qarshilik elektrpechi



v)

2.3–rasm, v.350⁰S temperaturagacha ishlaydigan turli materiallarni quritish (bo'shatish) mo'ljallangan turli xil termik ishlov berishlarni o'tkazish uchun mo'ljallangan SNOL - 3,5.3,5.3,5/3,5-II turidagi laboratoriyali quritish elektrshkafi

Qizdirishning umumiy vaqti namunalarda namunani 1 mm diametri yoki qalinligiga 1,5 minut to'g'ri kelishi hisobidan aniqlanadi. 2.4 –rasmda tasvirlangan ko'rinishda berilgan po'lat markasidan tayyorlangan namunani toblash temperaturasigacha qizdirilgan pechga yuklanadi va ushbu pechda hamda qizdirish temperaturasida talab etilgan vaqt mobaynida ushlab turiladi.



a)

b)

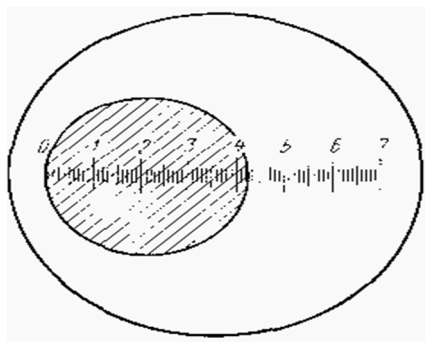
2.4 –rasm.Pechda namunalarni joylashishi:

a) –tsilindr ko'rinishidagi namunalar; b) –to'g'ri burchakli ko'rinishdagi namunalar

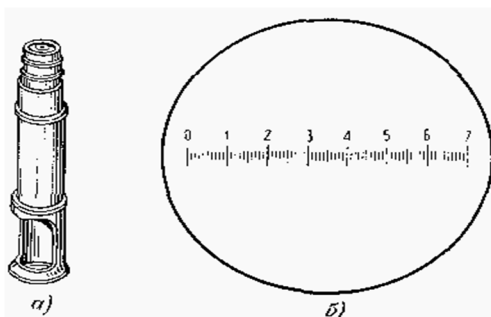
Namunalarni birin-ketin ketma-ketlik tarzda pechdan chiqarish va suv yoki moyda sovutishni amalga oshirish lozim.namunani suv va moyda sovutishda namuna ushbu suyuqliklarga chuqurroq botirilishi va namunani sovutish muhi-tida sovutish uzluksiz shijoat bilan o'tkazilishi kerak.Namunani yuzasida qattqlikni o'lchash uchun uni o'lchanadigan joyini egov yoki qum qog'ozda tozalash kerak (namuna ikkila ham toretsini silliqdash qum qog'ozida tozalash kerak). SHundan so'ng namunani pribor stoliga qo'yish kerak va stolni Brinell pribori shpindeliga mahkamlangan po'latdan tayyorlangan sharchagacha u bilan kontaktgacha

yaqinlashtirish (dastlabki yuklanish) kerak. Keyin yuk tushiriladi va u yuk bilan shar metall namuna yuzasiga botiriladi, natijada namuna yuzasida iz hosil bo'ladi (2.5 – rasm). So'ngra 2,6 va 2.7 – rasmlarda izni o'lchash usuli ko'rsatilgan. Normallangan namuna qattiqligi Brinell bo'yicha qattiq-lik o'lchaydigan priborda aniqlansa, toblangan namunani qattiqligi esa Rokvell bo'yicha qattiqlik o'lchaydigan priborda "S" shkala bo'yicha aniqlanadi.

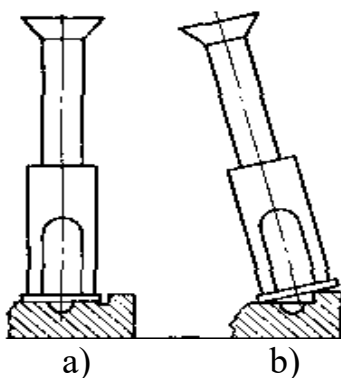
Qattiqlik bo'yicha olingan natijalar 2.1-jadvalni 6-ustuniga kiritiladi. SHundan so'ng temperatura – vaqt koordinatalarida termik ishlov berish (toblash va bo'shatish) grafigi quriladi.



2.5 – rasm. Sinalayotgan namunada sharning izi (lupa shkalasi bo'yicha hisoblanadi).



2.6-rasm. Izni o'lchaydigan MPB-2 turidagi lupa (hisobiy mikroskop):
a) –tashqi ko'rinishi; b) - lupa shkalasi.



2.7 - rasm. Izni o'lchashda lupaning holati:
a) to'g'ri holat; b) noto'g'ri holat.

Po'latni termik ishlov berishning asosiy turlari – yumshatish, normallash, toblash va bo'shatish

Yumshatish. Yumshatish deb po'latni faza o'zgarishlar temperaturasidan yuqori temperaturagacha qizdirish keyingi sekin pech bilan birga sovutish jarayoniga aytiladi. To'la yumshatishda qizdirish A_{c3} kritik nuqtadan $30 - 50^{\circ}\text{S}$ yuqori temperaturada o'tkazilsa, chala yumshatishda esa qizdirish A_{c1} kritik nuqtadan $30 - 50^{\circ}\text{S}$ yuqori temperaturada o'tkaziladi.

Yumshatishdan maqsad: po'latni qayta kristallanishi; donani maydala-nishi; ichki kuchlanishlarni olib tashlash; qattqlikni kamaytirish; plastiklikni oshirish va kesib ishlanuvchanligini yaxshilash.

1-tur va 2-tur yumshatish, qayta kristallanuvchi yumshatish, puxtalanish, to'la va chala yumshatish, izotermik yumshatish va boshqa yumshatish turlari mavjud.

Normallash. Normallash deb evtektoidgacha bo'lgan po'latni A_{c3} kritik temperaturagacha, evtektoiddan keyingi po'latlarni esa A_{cm} kritik nuqtadan $30 - 50^{\circ}\text{S}$ yuqori temperaturada qizdirib, keyin tinch havoda sovutish jarayoniga aytiladi.

Normallashni asosiy vazifasi po'latni tarkibiga qarab, turlicha bo'ladi. Kam uglerodli po'latlar uchun normallashni yumshatish bilan birgalikda nisbatan oddiy operatsiya sifatida qo'llaniladi.

Normallashdan asosiy maqsad - bir xilda kichik donali struktura olish, evtektoiddan keyingi po'lat strukturasidagi tsementit to'rini bartaraf etish, ichki kuchlanishlarni qisman olib tashlash, po'latni shtamplanuvchanlik va kesib ishlanuvchanligini yaxshilash hisoblanadi.

Toblash. Toblash deb evtektoidgacha bo'lgan po'latlarni A_{c3} kritiknuqtadan yoki evtektoiddan keyingi po'latlarni esa A_{c1} kritik nuqtadan $30 - 50^{\circ}\text{S}$ yuqori temperaturada qizdirish, faza o'zgarishlari oxiriga yetguncha qizdirish temperaturasida ushlab turish va keyingi uglerodli po'latlar uchun ko'proq suvda, legirlangan po'latlar uchun esa moyda yoki boshqa muhitlarda kritik tezlikdan yuqori tezilikda tez sovutish jarayoniga aytiladi.

Toblash oxirigi termik ishlov berish operatsiyasi hisoblanmaydi. Po'latda toblash natijasida yuzaga keladigan mo'rtlik va kuchlanishni kamaytirish va talab etilgan mexanik xossa olish uchun po'lat toblashdan keyin bo'shatishga jalb qilinadi. Asbobsozlik po'latlari asosan qattqligi, yeyilishga chidamliligi va mustahkamligini oshirish uchun, konstruktsion po'latlar esa mustahkamlik, qattqlikni oshirish va yetarli darajada yuqori plastiklik va qovushqoqlik olish hamda bahzi bir detallar uchun yuqori yeyilishga chidamlilikka erishish uchun toblash va bo'shatishga jalb qilinadi.

Bo'shatish. Bo'shatish deb toblangan po'latlarni A_{c1} kritik nuqtadan past temperaturalarda qizdirish, ushbu qizdirish temperaturasida ushlab turish va keyingi berilgan tezlikda (odatda, havoda) sovutish jarayoniga aytiladi. Bo'shatish termik ishlov berishning oxirigi operatsiyasi hisoblanib, toblashdan keyin ichki kuchlanishlarni bartaraf etish yoki kamaytirish va muvozanat struktura olish uchun amalga oshiriladi. Bundan tashqari, bo'shatish natijasida po'lat talab etilgan mexanik xossaga erishadi.

Bo'shatishning 3 ta mavjud:

1. Past temperaturali bo'shatish 160 – 250⁰ S temperaturalargacha temperaturalarda qizdirib bajariladi. Past temperaturali bo'shatishda toblangan po'latning ichki kuchlanishi kamayadi. Toblangan po'latning qattiqligi esa sezilarli darajada kamayib ketmaydi. Past temperaturali bo'shatishdan keyin po'latning strukturasi bo'shatilgan martensit strukturasi ega bo'ladi. Toblangan po'lat (0,5 – 1,3 % S) past temperaturali bo'shatishdan keyin qattiqligini 58 – 63 HRC atrofida saqlaydi.

2. O'rtacha temperaturali bo'shatish 350 – 500⁰ S temperaturalarda amalga oshiriladi hamda prujina va resorlar uchun qo'llaniladi. Ushbu bo'shatish nisbatan yuqori elastiklik chegarasini tahminlaydi va qovushqoqlikni ozgina oshiradi. O'rtacha temperaturali bo'shatishdan keyin po'lat bo'shatilgan troostit strukturasi ega bo'ladi va uning qattiqligi 40 – 50 HRC ni tashkil etadi.

3. Yuqori temperaturali bo'shatish 500 – 680⁰ S temperaturalarda bajariladi. Yuqori temperaturali bo'shatishdan keyin po'latning strukturasi bo'shatilgan sorbit strukturasi ega bo'ladi. Yuqori temperaturali bo'shatish deyarli to'liq ichki kuchlanishlarni olib tashlaydi va zarbiy qovushqoqlikni sezilarli darajada oshiradi. Yuqori temperaturali bo'shatishdan keyin qattqlik 25 – 35 HRC ni tashkil etadi.

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerak bo'ladigan priborlar, asboblari, namunalari va materiallari:

Ishni bajarish uchun quyidagilar kerak bo'ladi: SNOL-1,6, SSHOL-1,2 turidagi pechlar (toblash va bo'shatish uchun), KSP – 3 va KSP – 4 turidagi potentsiometr-lar, 45 va U8 markali po'latdan tayyorlangan namunalari, silliqlash qum qog'oz, elektr egov, Brinell va Rokvell turidagi qattqlik o'lchaydigan priborlar, MPB-2 turidagi o'lchaydigan mikroskop, shtangentsirkul'g', brezentli qo'lqop, maxsus kiyim, suv solingan toblash baki, moy solingan toblash baki, GOST bo'yicha jadvallari va boshqalar.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi:

- laboratoriya ishini bajarish uchun talabalar ikkita kichik guruhlariga bo'linadi;
- birinchi guruhdagi talabalar 45 markali po'latni, ikkinchi guruhdagi talabalar esa U8 markali po'latlarni termik ishlov berish bilan shug'ullanadilar;
- kichik guruhdagi har bir talaba faqat bitta termik ishlov berish turini, ya'ni 2.1 yoki 2.2 -jadvallardagi bitta punktini bajaradi. Ishni bajarib bo'lgandan keyin bajargan ish natijalari 2.1-jadvalga va 2.2 -jadvalga kiritadi va u natija hamma uchun umumiy hisoblanadi;
- talabalar o'qituvchi bilan birgalikda 45 va U8 markali po'latlardan tayyorlangan namunalarni dastlabki (yumshatilgan) holatda qattqligini namunaga qo'yilgan yuklanish $F = 750$ kg, shar diametri $D = 5$ mm Brinell priborida aniqlaydilar. Buning uchun namunaning ikki tomondan silliqlash qum qog'ozida oyna kabi yaltiratiladi. SHundan so'ng iz o'lchanadi va mos ravishdagi jadvaldan qattqlik aniqlanadi (2.5 - 2.7 –rasmlar). Ish natijalari 2.1 – jadvalga kiritiladi;

- Fe – C holat diagrammasidan o'rganilayotgan po'latning qizdirishning optimal temperatura intervali aniqlanadi (2.2 - rasm). Ish natijalari 2.1 – jadvalni 3-ustuniga yozadi;

- qizdirish temperaturasida namunalarni ushlab turish vaqti aniqlanadi. Qizdirish temperaturasida ushlab turish vaqti 1 mm qalinlikdagi namuna uchun 1,5 – 2 minut hisobidan topiladi. Hisoblangan vaqt 2.1 –jadvalning 4-ustuniga kiritiladi;

- har bir talaba o'zini namunasini kerak bo'ladigan temperaturagacha qizdirilgan elektr pechga yuklaydi va pechda talab etilgan vaqtgacha ushlab turadi;

1-Eslatma. Talaba laboratoriya ishini bajarishda quyidagilarni bilishi kerak:

- namunani pechga yuklashda maxsus qisqichlardan foydalanishi;

- talaba qo'lini quyishini oldini olish uchun brezentli qo'l qop kiyib olishni;

- namunani pechda ushlab turish vaqti tugagandan so'ng undan olib, uni quyidagi muhitlarda sovutishi lozim;

1 – havoda (normallash) – har bir po'lat markasidan bittadan namuna;

2 – moyda (moyda toblash) -har bir po'lat markasidan bittadan namuna;

3 – suvda (suvda toblash) – har bir po'lat markasidan uchtadan namuna olinadi.

Sovutish tezligi turli muhitlarda quyidagicha qabul qilingan: suvda – 600^0 S/s; moyda - 150^0 S/s; havoda – 2^0 S/s; pechda – $0,03^0$ S/s. Bu mahlumotlarni

2.1 – jadvalning 5 – ustuniga kiritiladi.

2– Eslatma.

- namunani suv va moyda sovutishda namuna ushbu suyuqliklarga chuqurroq botirilishi va namunani sovutish muhitida sovutish uzluksiz g'ayrat-shijoat bilan o'tkazilishi kerak;

- termik ishlov berilgan namunalar to'liq sovutilgandan keyin silliqlash qum qog'ozda ikki tomonidan artiladi va tozalanadi;

- normallash o'tkazilgan namunaning qattiqligi quyidagi priborlarda o'lchanadi:

a) normallangan namunalar qattiqligi Brinell priborida;

b) toblangan namunalar qattiqligi Rokvell priborida “S” shkala bo'yicha natijalar 2.1 – jadvalning mos ustunlariga kiritiladi;

- 1-grafik qurish. NV shkala bo'yicha qattqlik - sovutish tezligi koordinatalarida po'latning qattiqligini sovutish teligiga bog'liqlik grafigi qurish.

3 – Estama. Grafik qurish uchun Rokvell bo'yicha qattqlik qiymati birligini maxsus jadvaldan Brinell bo'yicha qattqlik qiymati birligiga o'tkazish kerak bo'ladi:

- suvda toblangan namunalar 200 , 400 va 600^0 S temperaturalarda bo'shatishga jalb qilinadi. Buning uchun har bir po'lat markasidan bittadan namuna mos ravishdagi pechga yuklanadi va u pechda 30 yoki 40 minut ushlab turiladi;

- ushlab turish vaqt tugagandan so'ng namunalar pechdan olinadi va havoda sovutiladi;
- namunalar ikki tomondan qum qog'oz bilan tozalanadi;
- Rokvell priborining "S" shkalasi bo'yicha har bir bo'shatish turidan keyin namunalar qattiqligi aniqlanadi. Uning natijalari 2.2 – jadvalning 4 va 5-ustunlariga kiritiladi;
- 2-grafik qurish. HRC shkala bo'yicha qattqlik - bo'shatish temperaturasi koordinatalarida po'latning qattqligini bo'shatish temperaturasiga bog'liqlik grafigi quriladi.
- mos mazmunga ega bo'lgan laboratoriya ishini bajarilganligi to'g'risida hisobotni yozish va zarur bo'lgan xulosani qilish kerak.

Yozma shakldagi hisobotning tartibi:

- laboratoriya ishini maqsadi;
- po'latlarni termik ishlov berishning har xil turlari (yumshatish, normallashtirish va bo'shatish) uchun qizdirish temperaturalar intervallarini ko'rsatgan holda Fe-C holat diagrammassini chap qismini tahlili;
- 2.1-jadval va 2.2 – jadval bajarilgan laboratoriya ishi natijalari bilan;
- 1-grafik - "Po'latning qattqligini sovutish tezligiga bog'liqligi";
- 2-grafik – "Po'latning qattqligini bo'shatish temperaturasiga bog'liqligi"
- laboratoriya ishi bo'yicha xulosa yozish.

O'z – o'zini tekshirish uchun savollar:

1. Termik ishlov berish deb nimaga aytiladi?
2. Termik ishlov berishdan maqsad nima?
3. Qanday termik ishlov berishning turlarini bilasi?
4. Toblash nima?
5. Bo'shatish nima?
6. Toblashda qizdirish temperaturasi va ushlab turish vaqti qanday olinadi?
7. Toblashda sovutish muhiti qanday tanlanadi?
8. Bo'shatish necha xil bo'ladi?
9. Bo'shatishda qanday o'zgarishlar ro'y beradi?

2.1-jadval

Po'latning qattqligiga sovutish tezligini tahsiri

T/r	Termik ishlov berish turi	Qizdirish temperaturasi, °S	Qizdirish vaqti, min.	Sovutish tezligi, °S/s	HB yoki HRC shkalasi bo'yicha po'latning qattqligi
1	2	3	4	5	6
45 markali po'lat uchun					
1.	Yumshatish				

	(dastlabki holatda)				
2.	Normallashtirish				
3.	Moyda toblash				
4.	Suvda toblash				
U8 markali po'lat uchun					
1.	Yumshatish (dastlabki holatda)				
2.	Normallashtirish				
3.	Moyda toblash				
4.	Suvda toblash				

2.2 – jadval

Po'latning qattiqligiga bo'shatish temperaturasini ta'siri

t/r	Bo'shatish temperaturasi, °S	Qizdirish vaqti, min.	HRC shkalasi bo'yicha qattiqlik	
			45markali po'lat	U8
1.	Suvda toblash + 200 ⁰ Sda bo'shatish			
2.	Suvda toblash + 400 ⁰ Sda bo'shatish			
3.	Suvda toblash + 600 ⁰ Sda bo'shatish			

3-LABORATORIYA ISHI

MAVZU: ASBOBSOZLIK PO'LATLARINI TERMİK ISHLASH

Ishdan maqsad: U12 va 9XC markali asbobsozlik po'latlarini toblash va bo'shatishda termik ishlov berishning texnologik jarayoni bilan tanishish va amaliy malaka olish.

Nazariy qism: Asbobsozlik po'lati deb turli xil asboblarni tayyorlash uchun mo'ljallangan yuqori qattiqlik, mustahkamlik va yeyilishga chidamli-likka ega bo'lgan, tarkibida 0,7 % dan ko'p uglerod miqdoriga ega uglerodli va legirlangan po'latlarga aytiladi. Odatda, bu po'latlar evtektoiddan keyingi yoki ledeburitli po'latlar bo'lib, toblash va past temperaturali bo'shatishdan keyin martensit va ortiqcha karbid strukturasi ega bo'ladi. Ushbu po'latlar yuqori qattiqlikka (60-85HRC), lekin kichik qovushqoqlikka ega. Yuqori qovushqoqlikka ega bo'lishi talab etiladigan asboblarda uchun evtektoidgacha bo'lgan po'latlar ishlatiladi, ular toblashdan keyin martensit strukturasi ega bo'lib, nisbatan yuqori temperaturalarda bo'shatilgandan so'ng ular troostit strukturasi shakllanadi. Ushbu po'latlarning yeyilishga chidamliligi va qattiqligi kamroq bo'lib, 40-45 HRC ni tashkil etadi, lekin bu po'latlarning eng asosiy bosh

tavsifnomasi, ularning issiqqabardoshligi, yahni ishlash jarayonida asbobni qizdirishda bo'shatishga qarshi turg'unlikka ega ekanligi hisoblanadi.

Asboblarni tayyorlashda asosiy material bo'lib, asbobsozlik po'latlari qo'llaniladi. Mahsulot sifati va ayniqsa, ishlab chiqarishdagi ish unumdorligi ko'p jihatdan asbobni sifatiga bog'liq bo'ladi.

Ko'p maxsuslashgan asboblar mashinasozlik zavodlari va kombinatlarda tayyorlanadi. SHuning uchun muxandis uchun asbobsozlik po'lati markasi va asbobni termik ishlov berish texnologiyasini bilish juda katta ahamiyat kasb etadi.

Juda ko'p asboblar ishlov beriladigan material bilan o'zaro kontaktda ishlaydi. SHuning uchun har qanday asbob ishlash jarayonida yeyiladi.

Yuqori qattqlik va yeyilishga chidamlilikni tahminlash uchun ko'pchilik asbobsozlik po'latlari tarkibidagi uglerod miqdori 0,7 % dan to 1,2 % gacha bo'ladi.

3.1 –jadvalda Yu. A. Geller tomonidan tavsiya etilgan asbobsozlik po'latlarini xossasi bo'yicha tasniflanish sxemasi berilgan. Xuddi shu jadvalda shu yoki boshqa guruhga tegishli po'latlar markalari haqida ham ma'lumotlar keltirilgan.

Po'latlarni ushbu holatda tasniflashda asosiy xossasi qilib issiqqabardoshligi olinib, u termik ishlov berishda po'latni puxtalanish tabiati va juda ko'pchilik hollarda ishlatilish holatlarini belgilab beradi. Issiqqabardoshlik qizdirilganda po'lat toblashdan keyin intensiv ravishda o'zining qattqligini, o'z navbatida yeyilishga chidamliligini ham kamayishi-ni xarakterlaydi.

3.1 – jadval

Asbobsozlik po'latlarini tasniflanishi

Asbobsozlik po'latlari		
1	2	3
Issiqqabardosh bo'lmagan U7, U13, X, 9XC, XB, B2F, XC, 6XB2C, 7XF, X12M	Yarim issiqqabardosh 9X5F, X12 F1, X12, X12M, 5XHM, 5XHB, 5XGM	Issiqqabardosh '18, '12, '9, '9K5, 4X8B2, 4X5B2FC, 4X2B5MF, 3X7B7C

Issiqqabardoshlik bo'yicha po'latlar uchta guruhga bo'linadi: issiqqabar-dosh bo'lmagan, yarim issiqqabardosh va issiqqabardosh.

Issiqqabardosh bo'lmagan po'latlar - toblashdan keyin martensit o'zgarishlar natijasida yuqori qattqlik va yeyilishga chidamlilikka ega bo'lgan uglerodli va legirlangan yuqori uglerodli po'latlardir. Ushbu po'latlar 200 – 300⁰ S temperaturagacha qizdirilganda uglerodning asosiy miqdori marten-sitdan ajralib chiqadi va tsementit turidagi karbidlarning koagulyatsiyasi boshlanadi. Natijada po'lat qattqlik va yeyilishga chidamliligini yo'qotadi.

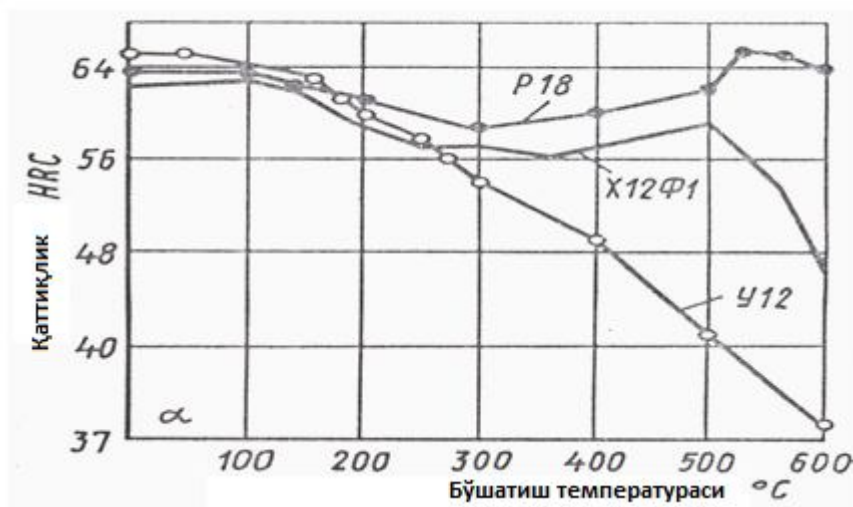
Yarim issiqqa bardosh po'latlar – o'rtacha va yuqori legirlangan (asosan, xrom bilan) po'latlardir. Ushbu po'latlarning qattqligi toblash bilan martensitli struktura qattqligicha yetkaziladi. Lekin, bu po'latlarni bo'shatishda nisbatan

legirlangan tsementit va maxsus karbidlar yuzaga keladi va natijada po'lat o'zining qattiqligini 300 – 500^oS temperaturagacha saqlaydi.

Issiqqa bardosh po'latlar – toblashda martensit o'zgarishlar va 500 – 625^oS temperaturada yuqori temperaturali bo'shatishda dispers fazalarning - puxtalovchilarining ajralib chiqishlarini oqibatida dispers qattiqlashishi tufayli yuqori qattqlikka ega bo'lgan yuqori legirlangan po'latlardir. Ushbu fazalarga volg'fram, molibden va vanadiyning murakkab karbidlari kiradi.

3.1 – rasmda qattqlikni U12 markali issiqqabardosh bo'lmagan po'lat (1,2 % S), X12F1 markali yarim issiqqabardosh po'lat (1,3 % S, 1,2 Cr % , 1 % V) va '18 markali issiqqabardosh po'lat (0,18 % C, 18 % W, 0,7 % Mo, 4 % Cr, 1 % V) larning bo'shatish temperaturasi bog'liqlik ravishda qattqligini o'zgarishining egri chizig'i tasvirlangan.

Issiqqabardosh po'latlar issiqqa bardosh bo'lmagan po'latlarga qaraganda yutuqlarga faqat yuqoridagi holatlar uchungina emas, balki issiqqabardosh po'latdan tayyorlangan asbob intensiv rejimlarda ishlov berishga jalb qilinadi, qolgan po'latlar ushbu holatda qattqlik va yeyilishga chidamliligini yo'qotadi. Issiqqabardosh po'latlar yana boshqa ijobiy tomonlarga ham ega.



3.1 –rasm. Asbobsozlik po'latini qattqligini bo'shatish temperaturasi bog'liq ravishda o'zgarishi

Asbobsozlik po'latlarning muhim xosalaridan biri toblanish chuqurligi hisoblanadi. Yuqori legirlangan issiqqabardosh va issiqqabardosh bo'lmagan po'latlar yuqori toblanish chuqurligiga ega. Ularning kritik diametrlari: $D_k = 10 \dots 25$ mm kichik, $D_k = 50 \dots 80$ mm yuqoriroq va $D_k = 80 \dots 100$ mm yuqoridir.

Issiqqabardosh bo'lmagan asbobsozlik po'latlari uncha katta bo'lmagan toblanish chuqurligiga ega bo'lgan (uglerodli) va yuqori toblanish chuqurligiga ega bo'lgan (legirlangan) po'latlar guruhlariga bo'linadi.

Vazifasiga ko'ra asbobsozlik po'latlari quyidagi guruhlarga bo'linadi: kesuvchi asboblar uchun mo'ljallangan, o'lchovchi asboblar uchun mo'ljallangan, sovuq holda deformatsiyalanuvchi shtamplar uchun mo'ljallangan va issiq holda deformatsiyalanuvchi shtamplar uchun mo'ljallangan asbobsozlik po'latlari.

Uglerodli po'latlar "U" harfi bilan markalanadi, undan keyingi raqam (U7, U8, U10) uglerodni o'rtacha miqdorini o'ndan bir foizlarda ko'rsatadi. Markaning oxiridagi "A" harf esa yuqori sifatligini ko'rsatadi. Masalan, U8 (U8A), U10 (U10A), U11 (U11A), U12 (U12A).

X, 9X, 9XC, 5XBG va boshqa markali legirlangan asbobsozlik po'latlari markalaridagi birinchi raqam uglerodni o'rtacha miqdorini o'ndan bir foizlarda (agar uglerod miqdori 1 % dan kam bo'lgan hollarda) ko'rsatadi. Agar uglerod miqdori 1% ga taxminan teng bo'lsa, markalashda bu raqam yozilmaydi. Uglerodli po'latlardagi harflar legirlovchi elementlarni, undan keyingi raqamlar esa butun sonlarda legirlovchi elementlar miqdorini foizda ko'rsatadi.

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerak bo'ladigan priborlar, asboblar, namunalar va materiallar:

Ishni bajarish uchun quyidagilar kerak bo'ladi: SNOL-1,6, SSHOL-1,2 turdagi pechlar (toblash va bo'shatish uchun), KSP – 3 va KSP – 4 turidagi potentsiometrlar, U12 va 9XC markali po'latdan tayyorlangan namunalar, silliqlash qum qog'oz, elektr egov, Brinell va Rokvell turidagi qattqlik o'lchaydigan priborlar, MPB-2 turidagi o'lchaydigan mikroskop, shtangentsirkulg', brezentli qo'lqop, maxsus kiyim, suv solingan toblash baki, moy solingan toblash baki, GOST bo'yicha jadvallar va boshqalar.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi:

- laboratoriya ishini bajarish uchun talabalar ikkita kichik guruhlarga bo'linadi;
- birinchi guruhdagi talabalar U12 markali po'latni, ikkinchi guruhdagi talabalar esa 9XC markali po'latlarni termik ishlov berish bilan shug'ullanadilar;
- kichik guruhdagi har bir talaba faqat bitta termik ishlov berish turini, yahni 3.1-jadval yoki 3.2 -jadvaldagi bitta punktini bajaradi. Ishni bajarib bo'lgandan keyin bajargan ish natijalari 3.1 va 3.2 –jadvallarga kiritiladi va u natijalar hamma uchun umumiy hisoblanadi;
- talabalar o'qituvchi bilan birgalikda U12 va 9XC markali po'latlardan tayyorlangan namunalarni dastlabki (yumshatilgan) holatda qattqligini namunaga qo'yilgan yuklanish $\sigma = 750$ kg, shar diametri $D = 5$ mm Brinell priborida aniqlaydilar. Buning uchun namunaning ikki tomondan silliqlash qum qog'ozida oyna kabi yaltiratiladi. Ish natijalari 3.2 – jadvalning 3 -ustuniga kiritiladi;
- U12 va 9XC markali asbobsozlik po'latlari uchun qizdirish temperaturasi $840 - 880^{\circ}$ S qabul qilingan;
- qizdirish temperaturasida namunani ushlab turish vaqti aniqlanadi. Qizdirish temperaturasida ushlab turish vaqti 1 mm qalinlikdagi namuna uchun 1,5 – 2 minut hisobidan topiladi. Hisoblangan vaqt 3.2 –jadvalning 5-ustuniga kiritiladi;

- har bir talaba o'zini namunasini kerak bo'ladigan temperaturagacha qizdirilgan elektr pechga yuklaydi va pechda talab etilgan vaqtgacha ushlab turadi;
- namunani pechda ushlab turish vaqti tugagandan so'ng undan olib, uni quyidagi muhitlarda sovutishi lozim;
 - a) – havoda (normallashtirish) – har bir po'lat markasidan bittadan namuna;
 - b) – moyda (moyda toblash) - har bir po'lat markasidan bittadan namuna;
 - v)– suvda (suvda toblash) – har bir po'lat markasidan uchtdan namuna olinadi.
- Sovutish muhiti sifatida suv yoki moy olinadi. Ushbu natijalar 3.2 –jadvalning 6 – ustuniga kiritiladi.
- termik ishlov berilgan namunalar to'liq sovutilgandan keyin silliqlash qum qog'ozda ikki tomonidan artiladi va tozalanadi;
- namunaning qattiqligi quyidagi priborlarda o'lchanadi:
 - a) normallashtirgan namunalar qattiqligi Brinell priborida;
 - b) toblangan namunalar qattiqligi Rokvell priborida “S” shkala bo'yicha natijalar 3.2 – jadvalning mos ustunlariga kiritiladi;
- 1-grafik qurish. NV shkala bo'yicha qattqlik - sovutish tezligi koordinatalarida po'latning qattiqligini sovutish teligiga bog'liqlik grafigi qurish.
 - suvda toblangan namunalar 160 - 220⁰ S temperaturalarda bo'shatishga jalb qilinadi. Buning uchun har bir po'lat markasidan bittadan namuna mos ravishdagi pechga yuklanadi va u pechda mos temperaturada 30 yoki 40 minut ushlab turiladi;
 - ushlab turish vaqt tugagandan so'ng namunalar pechdan olinadi va havoda sovutiladi;
 - namunalar ikki tomondan qum qog'oz bilan tozalanadi;
 - Rokvell priborining “S” shkalasi bo'yicha har bir bo'shatish turidan keyin namunalar qattiqligi aniqlanadi. Uning natijalari 3.3 – jadvalning mos ustunlariga kiritiladi;
 - 2-grafik qurish. HRC shkala bo'yicha qattqlik - bo'shatish temperaturasi koordinatalarida po'latning qattiqligini bo'shatish temperaturasiga bog'liqlik grafigi quriladi.
- mos mazmunga ega bo'lgan laboratoriya ishini bajarilganligi to'g'risida hisobotni yozish va zarur bo'lgan xulosani qilish kerak.

Yozma shakldagi hisobotning tartibi:

- laboratoriya ishini maqsadi;
- namunalarni qizdirish temperaturalari;
- 3.2 va 3.3 – jadvallar to'ldiriladi;
- 1-grafik - “Po'latning qattiqligini sovutish tezligiga bog'liqligi”;
- 2-grafik – “Po'latning qattiqligini bo'shatish temperaturasiga bog'liqligi”
- laboratoriya ishi bo'yicha xulosa yozish.

O'z – o'zini tekshirish uchun savollar:

1. Asbobsozlik po'lati deb nimaga aytiladi?
2. Asbobsolik po'latini termik ishlov berishdan maqsad nima?
3. Qanday asosiy asbobsozlik po'latlari guruhlarini bilasiz?
4. Asbobsozlik po'latlarni qanday belgilarini bilasiz?
5. Yumshatish, normallashtirish, toblash va bo'shatish nima?
6. Bo'shatish nima uchun qo'llaniladi?
7. Qanday qilib asbobsozlik po'latlari uchun qizdirish temperaturasi va ushlab turish vaqti tanlanadi?
8. Toblashda va bo'shatishda qanday qizdirish pechlari va o'lchovchi asboblar qo'llaniladi?
9. Issiqqabardosh bo'lmagan, yarim issiqqabardosh va issiqqabardosh po'latlar haqida nimani bilasiz?
10. Asbobsozlik po'latlari uchun toblanish chuqurligi qanday ahamiyatga ega?

U12 va 9XC markali po'latlarni termik ishlov berish (toblash va bo'shatish) jarayonining sxemasi

3.2 –jadval

T/r	Po'lat markasi	HB yoki HRC shkalasi bo'yicha po'latning dastlabki holatdagi qattqlik,	Qizdirish temperaturasi (toblash), °S	Qizdirish vaqti, minut yoki soat	Sovutish muhiti (suv yoki moy)	Po'latning toblashdan keyingi qattqligi, HRC shkalasi bo'yicha
1	2	3	4	5	6	7
1.	U12					
2.	9XC					

3.3 - jadval

T/r	Po'lat markasi	Qizdirish temperaturasi (bo'shatish), °S	Qizdirish vaqti, minut yoki soat	Sovutish muhiti (havo)	Po'latning bo'shatishdan keyingi qattqligi, HRC shkalasi bo'yicha
1	2	3	4	5	6
1.	U12				
2.	9XC				

4-LABORATORIYA ISHI

MAVZU: LEGIRLANGAN PO'LATLARNI TERMİK ISHLASHDAN KEYIN MIKROSTRUKTURASINI TAHLILI

Ishdan maqsad: Legirlangan evtektoidgacha bo'lgan, evtektoidli, evtektoiddan keyingi va ledeburitli po'latlarni yumshatilgan holatdagi va ferrit va austenit sinfiga tegishli bo'lgan po'latlarni mikrostrukturasini o'rganish.

Nazariy qism: Avvalam bor, legirlangan po'lat va legirlovchi elementlar nimaligini aniqlab olish kerak.

Legirlovchi elementlar. Uglerodli po'latlarni tuzilishi va xossasini o'zgartirish maqsadida uni eritishda ma'lum bir miqdorda maxsus qo'shiladigan elementlarga legirlovchi elementlar deyiladi (bu so'z grekcha bo'lib, "lega" – murakkab degan tushunchani beradi).

SHuning uchun po'latlarda talab etiladigan mexanik xossalarni olish uchun maxsus legirlovchi elementlar qo'shiladi. Maxsus qo'shimchalar qo'shilgan po'latlar legirlangan po'latlar (legirlangan po'latlarni bahzi bir vaqtlarda maxsus po'latlar ham deb ataladi) deyiladi.

Po'latni markasini belgilash 4542-98 raqamli GOST bo'yicha qabul qilingan tizim ishlab chiqilgan. Markalashdagi belgilashlar raqam va harflardan iborat bo'lib, po'latning taxminiy tarkibini ko'rsatadi. Har bir legirlovchi element harf bilan belgilanadi: N – nikelg', X – xrom, K – kobalg't, M – molibden, G – marganets, D – mis, R – bor, B – niobiy, TS – tsirko-niy, S – kremniy, P – fosfor, CH – kam tarqalgan yer metalli, V – volg'fram, T – titan, A – azot, F – vanadiy, Yu – alyuminiy.

Legirlovchi elementlar miqdoriga qarab, legirlangan po'latlar quyidagi turlarga bo'linadi: kam legirlangan po'latlar, ularda legirlovchi elementlarning umumiy miqdori 2,5 % gacha; o'rtacha legirlangan po'latlar, ularda legirlovchi elementlarning umumiy miqdori 2,5 % dan 10 % gacha; yuqori legirlangan po'latlar, ularda legirlovchi elementlarning umumiy miqdori 10 % dan ko'p bo'ladi. Legirlovchi elementlar po'lat tarkibidagi temir va uglerod bilan o'zaro tahsirlashib, ular temirning polimorfizmligiga, karbid hosil qilish jarayoniga, austenitni parchalanishiga va martensit o'zgarishlarga tahsir qiladi. Po'latga qo'shilgan elementlar ferrit va tsementitda eriydi yoki maxsus karbidlar hosil qiladi. Masalan, $Fe_{23}C_6Cr_7C_3$, W_6C , W_3C va boshqa maxsus karbidlar. Po'latning metall asosiga erigan elementlar sezilarli darajada kristall modifikatsiyaning temperatura intervaliga tahsir qiladi, nikelg', marganets, kobalg't, mis va boshqa legirlovchi elementlar A_4 nuqtani va γ fazaning mavjud bo'ladigan yuqori chegarasini oshirishi natijasida γ faza sohasini kengaytiradi, na A_3 nuqtani kamaytiradi.

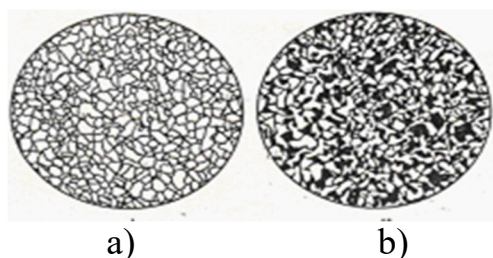
Ko'p miqdorda marganets, nikelg' va kobalg'tga ega bo'lgan qotishmalarda $\alpha \rightarrow \gamma$ o'zgarishi ro'y bermaydi va hamma temperaturalarda γ holatdagi struktura stabil, turg'un struktura hisoblanadi. Bunday qotishmalarni austenitli qotishmalar deyiladi. Xrom, marganets, volg'fram, vanadiy, kremniy, titan, alyuminiy A_3

nuqtani oshirib va A_4 nuqtani kamaytirib, γ faza sohasini kichraytiradi. γ faza sohasi bilan yopilgan qotishmada polimorf o'zgarishlar ro'y bermaydi va uni ferritli qotishmalar deyiladi.

Po'latlardagi uglerodga nisbatan legirlovchi elementlar ikki guruhga bo'linadi: karbid hosil qiluvchi legirlovchi elementlar – marganets, xrom, volg'fram, titan, molibden va karbid hosil qilmaydigan legirlovchi elementlar – nikelg', mis va kobalg't.

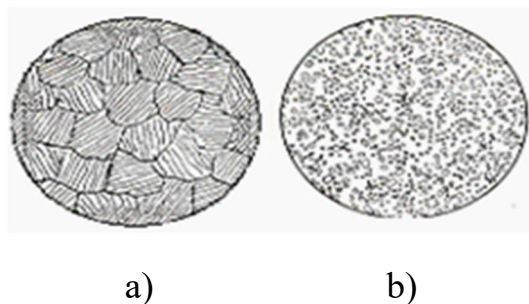
Legirlangan po'latlar yumshatishdan keyin hosil bo'ladigan strukturasi bog'liq ravishda 5 ta sinfga bo'linadi: evtektoidgacha, evtektoidli, ledeburitli va yetarli darajadagi miqdorda legirlovchi elementlarga ega bo'lgan ferrit va austenit sinfli po'latlar.

Evtektoidgacha bo'lgan po'latlarga ko'p miqdordagi 20X, 25XGT, 40X va 40XH va boshqa markali konstruktsion po'latlar kiradi. Bu po'latlarning strukturasi yumshatilgan holatda – ferrit va perlitdan iborat bo'ladi (4.1 - rasm).



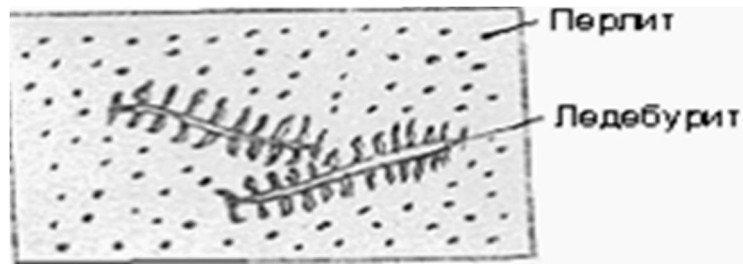
4.1- rasm. Po'latning mikrostrukturasi:
a) - ferrit; b) - ferrit + perlit.

Evtektoidli va evtektoiddan keyingi po'latlarga ko'plab asbobsozlik po'latlari kiradi, ularning yumshatilgan holatdagi strukturasi donali perlit-dan iborat bo'ladi (4.2 –rasm).



4.2 -rasm. Perlit (a) va donali perlit (b) mikrostrukturasi

Ledeburit sinfiga tegishli bo'lgan po'latlar quyma holatida ledeburit tashkil etuvchi, ikkilamchi karbidlar va perlitli asosga hamda ikkilamchi tsementit va ledeburitga ega bo'ladi (4.3 – rasm).



4.3 –rasm. Quyma holatida ledeburit sinfiga tegishli po'latning mikrostrukturasi

Po'latga issiq holda ishlov berishdan keyin ledeburit tashkil etuvchisi maydalanadi va yumshatishdan keyin donali perlit fonida ledeburit tashkil etuvchilarni katta o'lchamli karbidlarini, nisbatan kichik o'lchamli ikkilamchi karbidlarni ko'rish mumkin (4.4 - rasm).

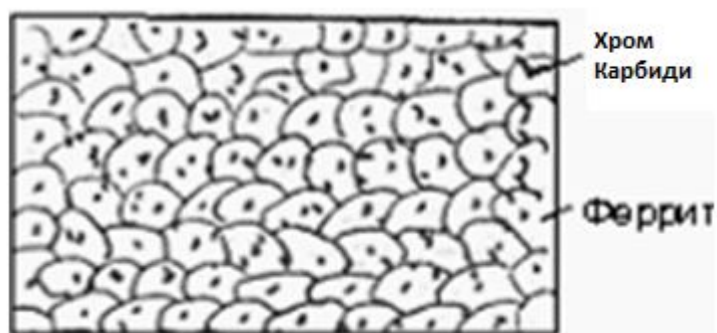


4.4 - rasm. Bosim bilan ishlov berish va yumshatishdan keyin ledeburitli sinfga ega bo'lgan po'latlarning mikrostrukturasi

Ledeburit sinfidagi po'latlarga X12 markali po'lat va tezkesar po'latlar-ni kiritish mumkin.

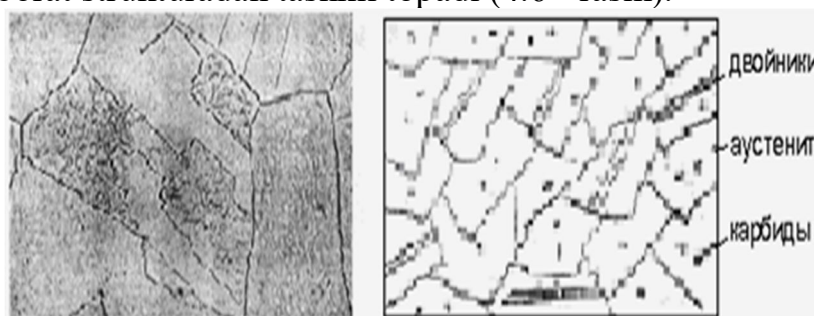
Ferrit sinfidagi po'latlar yetarli darajada legirovchi elementlar miqdoriga va minimal miqdordag 0,1 % gachauglerodga ega bo'ladi. Ularda qizdi-rish va sovutishda faza o'zgarishlari ro'y bermaydi, termik ishlov berish uni donasini maydalamaydi. Ushbu po'lat odatda, 15 % dan kam bo'lmagan xromga va 3 – 5 % kremniyga ega bo'ladi. Po'latni strukturasi katta o'lchamli ferrit va xrom karbididan $Cr_{23}C_6$ tashkil topadi. Bu po'latlar issiqqabardosh va kislotagabardosh po'latlar sifatida qo'llaniladi (4.5 - rasm).

Xona temperaturasida austenit strukturasi 8 % gacha nikelg', 12 % gacha marganets qo'shimchasiga ega bo'lgan va legirovchi elementlarning umumiy miqdori 15 – 25 % bo'lgan murakkab legirlangan po'latlarda saqlanadi.



4.5 - rasm. Ferrit sinfidagi po'latlarning mikrostrukturasi

Mashinasozlik, neftg' va kimyoviy ishlab chiqarishda keng ko'lamda qo'llaniladigan xromnikelli zanglamas po'latlarning X18H9, X18H9T va boshqa markalari xromli po'latlarga qaraganda yuqori korroziyagabardosh va yaxshi mexanik xossaga ega. U po'latlar austenit va $Cr_{23}C_6$, TiC, NiC va boshqa shu kabi karbidlardan iborat strukturadan tashkil topadi (4.6 - rasm).



4.6 - rasm. Austenit sinfidagi po'latlarning mikrostrukturasi

4.1 – jadval

Turli sinfdagi po'latlarning amaliy qo'llanilishi

Namuna №	Yumshatilgan holatdagi po'latning mikrostrukturasi	Struktura tashkil etuvchilar, po'lat sinflari nomi	NV shkala bo'yicha po'latning qattiqligi	Ishlatilish sohasi
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				

4.2 - jadval

O'rganilayotgan po'latning kimyoviy tarkibi, %

Namuna №	C	Mn	Si	Cr	Ni	Boshqa element-lar	Po'latlar sinfi

1.	0,42	0,6	0,32	0,9	1,0	-	Evtektoidgacha
2.	0,9	0,7	1,2	1,25	-	-	Evtektoiddan keyin
3.	1,35	0,35	0,15	12,5	-	V - 0,8	Ledeburitli
4.	0,09	0,6	0,15	17,0	-	-	Ferritli
5.	0,06	1,0	0,4	19,0	10,5	Ti – 0,2	Austenitli

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerak bo'ladigan priborlar, asboblari, namunalari va materiallari:

Ishni bajarish uchun quyidagilar kerak bo'ladi: Optik mikroskoplar, reaktiv tahsir ettirilgan namunalari. Masalan, ferrit + perlit, donali perlit, ledeburit, ferrit va austenit sinfidagi namunalari, uslubiy ko'rsatma, po'latlar bo'yicha atlas va alg'bom.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi:

- laboratoriya ishini bajarish uchun talabalar ikkita kichik guruhlariga 4 – 6 ta bo'lib bo'linadilar;
- har bir kichik guruh o'qituvchidan mikroshliflar komplektini olib, uni mikrostrukturasini optik mikroskopda o'rganadilar va yumshatilgan holatdagi po'latning strukturasi chizadilar (4.1 - jadval);
- o'rganilayotgan po'latlar struktura sinfi, struktura tashkil etuvchilarning nomini aniqlaydilar;
- 4.2 –jadval mahlumotlari asosida o'rganilayotgan po'latlarning kimyoviy tarkibi bo'yicha markasi aniqlanadi;
- turli sinfdagi po'latlarni amaliy qo'llanilishi bo'yicha misollar keltiriladi va ular 4.1 – jadvalga kiritiladi.

Yozma shakldagi hisobotning tartibi:

- laboratoriya ishini maqsadi;
- o'rganilayotgan po'latlarning mikrostrukturasini sxemalar bo'yicha jadval to'ldiriladi;
- mikrostruktura nomi yoziladi;
- laboratoriya ishi bo'yicha xulosa yozish.

O'z – o'zini tekshirish uchun savollar:

1. Legirlangan po'lat deb nimaga aytiladi?
2. Legirlovchi elementlar po'latdagi asosiy fazalar bilan qanday o'zaro tahsirlashadi?
3. Qanday legirlovchi elementlarni bilasiz?
4. Qanday karbid hosil qiluvchi va karbid hosil qilmaydigan legirlovchi elementlarni bilasiz?
5. Legirlovchi elementlar po'latning polimorf o'zgarishlariga qanday tahsir qiladi?
6. Struktura bo'yicha legirlangan po'latlar qanday tasniflanadi?

7. Po'latning ichki tuzilishini o'rganuvchi qanday priborlarni bilasiz?

5-LABORATORIYA ISHI

MAVZU: TERMIK VA KIMYOVIY – TERMIK ISHLOV BERILGAN PO'LATLARNING MIKROSTRUKTURASINI TAHLILI

Ishdan maqsad: Talabalar termik va kimyoviy – termik ishlov berilgan uglerodli va legirlangan po'latlarni mikrotahlilini mustaqil ravishda o'tkazishini o'rganishi kerak.

Talabalar ishni bajarish mobaynida termik ishlov berilgan, yahni yumshatish, normallashtirish, toblash, toblash va past, o'rtacha va yuqori temperaturali bo'shatishlardan keyin namunalarning mikrostrukturasi hamda kimyoviy – termik ishlov berilgan, yahni tsementatsiyalash va boshqa kimyoviy – termik ishlov berishdan keyin namunaning mikrostrukturasi o'rganishlari lozim.

Nazariy qism: Zamonaviy texnikada metallning talab etilgan xossasini olish usullarining eng ko'p tarqalgani termik ishlov berish jarayonidir.

Termik ishlov berish bosim , kesish va boshqalar bilan ishlov berishni yaxshilashning oraliq operatsiyasi hisoblansa, detalni berilgan darajadagi fizik-mexanik xossasini tahminlash uchun esatexnologik jarayonning oxirigi operatsiyasi hisoblanadi. Termik ishlov berishning asosiy turlariga yumshatish, normallashtirish, toblash va bo'shatish kiradi.

Evtektoidgacha bo'lgan po'latni to'la yumshatishdan keyin, yahni $A_{c3}+(20-30^{\circ} C)$ temperaturagacha qizdirish va keyingi pech bilan birga asta-sekin sovutishda ferrit va perlitdan iborat bo'lgan bir tekisda taqsimlangan, kichik strukturadan bo'lib (5.1 – rasm,a,b), ochiq uchastka – ferrit donasidan, qoraroq joy esa perlitdan tashkil topgan bo'ladi.

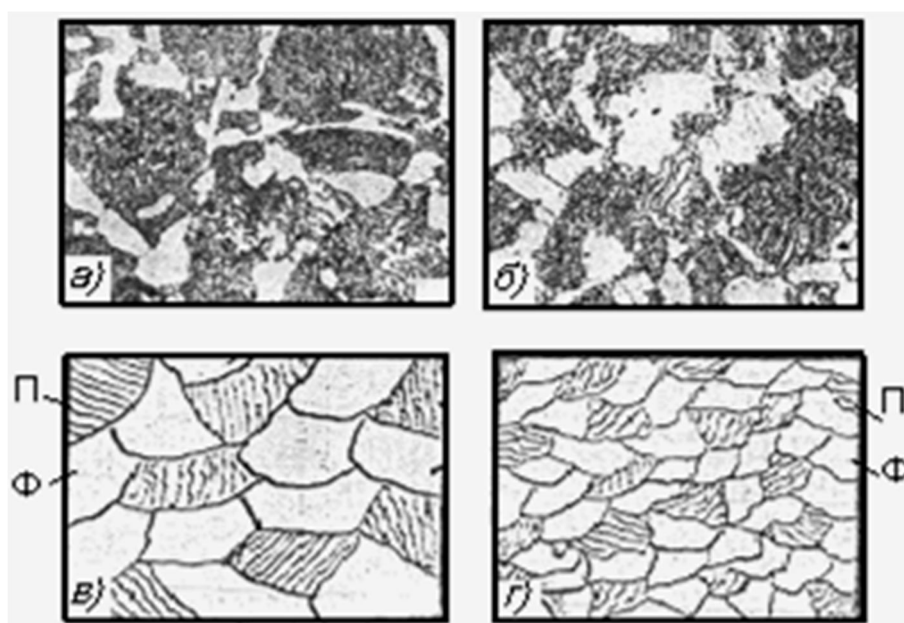
Yumshatish temir – uglerod holat diagrammasiga mos keluvchi bir tekis strukturani yaratishni tahminlaydi. Evtektoidgacha bo'lgan po'lat strukturasi ferrit va perlitdan tashkil topgan bo'ladi (5.1 – rasm v, g).

Yumshatilgan va normallangan po'latda perlitli tashkil etuvchi ferrit va tsementit kristallari qorishmasinin plastinkali tuzilishga ega bo'ladi. Uncha katta bo'lmagan kattalashtirishlarda tsementit plastinkalarini farqlash qiyin bo'ladi. Ushbu holatda perlit tashkil etuvchining strukturasi nisbatan qoraroq ko'rinishdagi dona bo'lib ko'rinadi.

Evtektoiddan keyingi po'latlarda chala yumshatishdan keyin, yahni $A_{c1}+(20-30^{\circ} C)$ temperaturagacha qizdirish va keyingi pech bilan birga asta-sekin sovutishda tsementit va perlitdan iborat struktura hosil bo'ladi; agar perlitdagi tsementit va ikkilamchi tsementit donalar ko'rinishida bo'lsa, u holda ushbu struktura donali perlit strukturasi deyiladi (5.2 – rasm,a). Agar yumshatish

oxirigacha yetkazilmagan bo'lsa, u holda donali va plastinkali perlit qorishmasini strukturasi shakllanadi (5.2 - rasm).

Vidmanshtetovstrukturasi. Agar evtektoidgacha bo'lgan po'lat A_{c1} kritik nuqtasidan yetarli darajada yuqori temperaturagacha qizdirilgan bo'lsa, masalan $1000 - 1100^{\circ} S$ temperaturagacha o'ta qizdirilsa, unda dona o'lchami sezilarli darajada o'sadi va keyingi sekin sovutishda vidmanshtetov strukturasi yuzaga keladi (5.3 – rasm) va u uchun bir-biriga burchak ostida uchburchak hosil qilib, perlit ichida joylashgan ferrit katta o'lchamli nina (plastinka) ko'rinishda ajralib chiqishi xarakterlidir. Bunday strukturaga ega bo'lgan po'latlarning mexanik xossa, ayniqsa qovushqoqlik kichik bo'ladi.



5.1 – rasm. Uglrodli evtektoidgacha bo'lgan po'latning mikrostrukturasi: a – yumshatishga qadar; b – yumshatishdan keyin; v i g – yumshatilgan va normallangan po'lat. X500



5.2 – rasm. Uglrodli evtektoidan keyingi po'latning mikrostrukturasi:

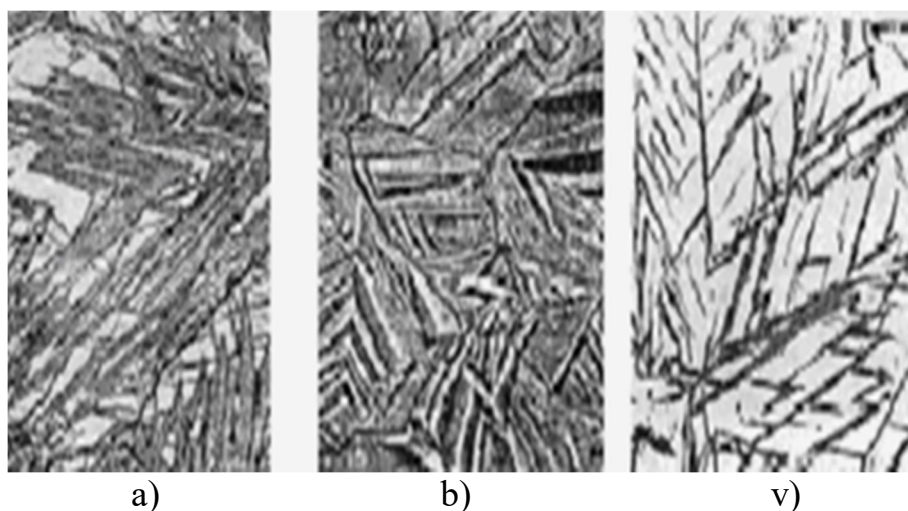
- a- normal yumshatishdan keyin – donali perlit;
- b- noto'g'ri yumshatilgandan keyin - donali va plastinkali perlitning aralashgan strukturasi



5.3 –rasm. Evtektoidgacha bo'lgan po'lat. Vidmanshtetov strukturasi. X500

Agar evtektoidgacha bo'lgan po'latni, masalan 45 markali po'latni austenit holatigacha A_{c3} kritik nuqtadan yuqori temperaturada qizdirish va suvda sovu-tishda, austenit martensit strukturasi aylanadi. Toblangan po'latning asosiy strukturasi martensitdan iborat bo'ladi (5.4 – rasm, a va b).

Martensit – uglerodning α temirdagi o'ta to'yingan qattiq eritmasidir. Martensit o'zi uchun xarakterli hisoblangan, ninasimon tuzilishga ega bo'lgan strukturaga egadir (5.4 – rasm, v).



5.4 - rasm. Toblangan yuqori uglerodli po'latda martensit va martensit ninalari strukturasi. X500

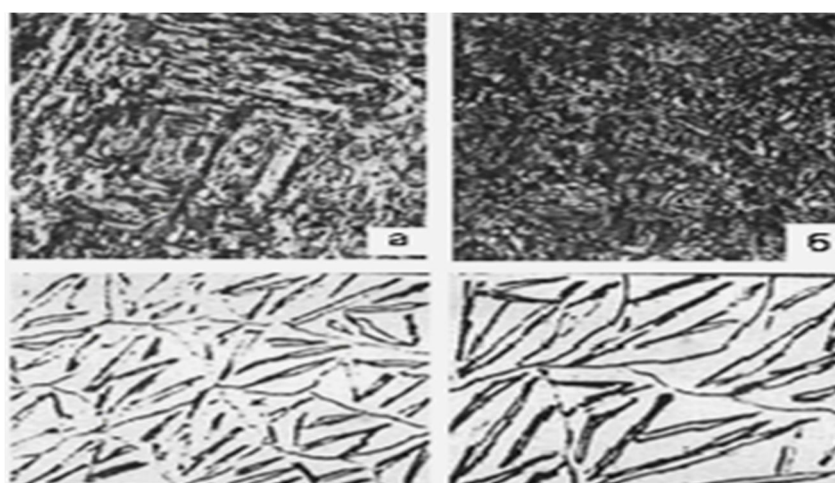
Austenitni martensitga aylanishi kristallografik yo'naltirilgan holda ro'y beradi, yahni plastinka ko'rinishidagi martensit austenitning kristall panjarasi tekisligi bo'ylab kristallari ko'rinishida joylashgan bo'ladi. SHuning uchun martensit kristallari o'lchamlari dastlabki austenit donasi o'lchamlari bilan

aniqlanadi. Martensit ninasi o'lchami austenit donasi o'lchamiga bog'liq. Austenit donasi qanchalik kichik bo'lsa, martensit ninasi ham shunchalik kichik olinadi. Austenit donasi o'lchami esa po'latni qizdirish temperaturasiga bog'liq. SHuning uchun, qanchalik qizdirish temperaturasi katta bo'lsa, po'latni o'ta qizdirish shunchalik yuqori bo'ladi va martensit donasi katta o'lchamli qilib olinadi (5.5 – rasm, a).

Evtektoidgacha bo'lgan po'latlar (o'rtacha uglerodli po'latlar) normal toblangandan keyin, yahni yahni $A_{c3}+(20-30^0\text{ C})$ temperaturagacha qizdirib va keyin tezda suvda sovutish natijasida kichik ninali martensit strukturasi hosil bo'ladi (5.5 – rasm, b). Bundan tashqari, martensit plastinkasini sxematik mikrostrukturasi martensit plastinkalari biri boshqasiga nisbatan 60^0 va 120^0 yo'naltirilgan bo'ladi va mikroskopda ninasimon ko'ri-nishda bo'ladi. Agar austenit donasi qanchalik katta bo'lsa, martensit ninasini cho'zilishi shunchalik katta bo'ladi.

Martensit yuqori qattiqlikka ega bo'lib, po'latdagi uglerod miqdoriga bog'liq ravishda 48 – 65 HRCni tashkil etadi. Martensit turg'un bo'lmagan struktura bo'lib, qizdirilganda parchalanadi.

Past temperaturali bo'shatishda ($160 - 250^0\text{ S}$) martensitning ninasimon tuzilishi saqlanadi, lekin struktura yuqori reaktiv bilan tahsir ettirilgan holatda bo'ladi. Bunday martensitni bo'shatilgan martensit deyiladi.



5.5 - rasm. Martensit mikrostrukturasi va sxemasi:

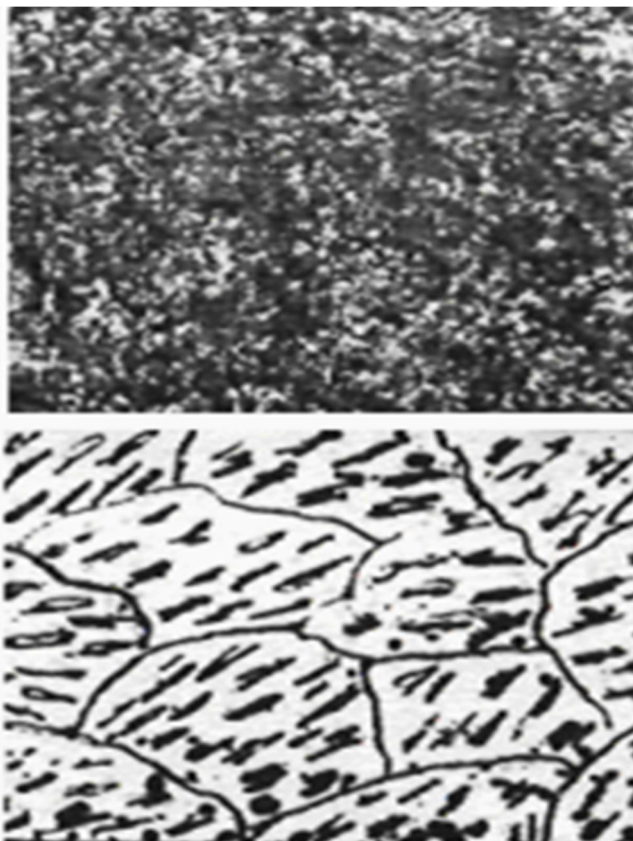
a – katta o'lchamli ninali;

b – kichik o'lchamli ninali. X500

Toblangan uglerodli po'latlar 350^0 S temperaturadan yuqori tempera-turada qizdirilganda martensit to'liq ferrit – tsementitli qorishmaga parcha-lanadi. Po'lat 400^0 S temperaturada bo'shatilganda yuqori dispersli qorishma va tsementit zarralarini optik mikroskop yordamida ajartish imkoniyati yo'q hisoblanadi. Bunda qattiqlik 45 HRCni tashkil etadi va bu struktura **troostit** deb ataladi va uning

strukturasi mikroskop ostida qora massaga ega bo'lgan holatda bo'ladi (5.6 - rasm). Biroq, ko'proq dastlabki martensitning yo'nalganligi ko'rinadi.

Bo'shatilgan troostit. Bo'shatilgan troostitning mikrostrukturasi 350 – 450⁰ S temperaturada martensitgacha toblangan po'latni bo'shatishda paydo bo'ladi (5.6 - rasm). SHunday qilib, bo'shatilgan troostit martensitni parchalanish mahsulotidir. Bo'shatilgan troostit mikrostrukturasi yuqori dispersli ferrit zarrachasi va kichik dumaloq dona va qisqa plastinkali tuzilishga ega bo'lgan martensitdan tashkil topadi.

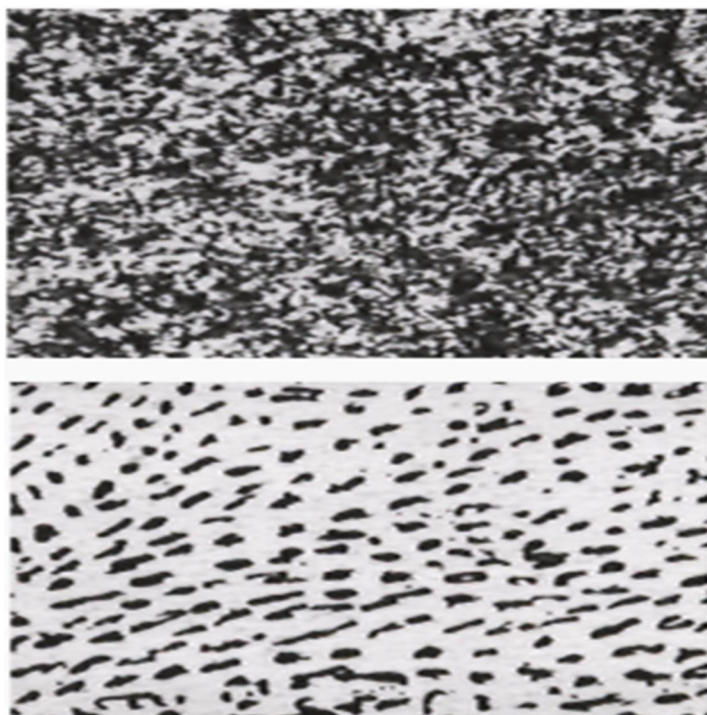


5.6 - rasm. Bo'shatilgan troostit mikrostrukturasi va sxema X500

Bo'shatilgan sorbit. Toblangan po'latni 500 – 650⁰ S temperaturada bo'shatishda ferrit – tsementitli qorishma kattalashadi va optik mikroskopda ko'rilganda ferrit matritsasi fonida dispers dumaloq shakldagi tsementit zarrachasi ko'rinishda bo'ladi (5.7 - rasm). Sorbitning qattiqligi 30 – 35 HRC ni tashkil etadi. Bo'shatilgan sorbit strukturasi martensitgacha toblangan po'latni 500 – 650⁰ S temperaturada bo'shatilgandan keyin hosil bo'ladi (5.7 - rasm).

SHunday qilib, bo'shatilgan sorbit martensitni parchalanishini mahsulotini hisoblanadi. Bo'shatilgan sorbit ferrit va dumaloq shaklga ega bo'lgan tsementit qorishmasidan iborat bo'lib, u troostitga nisbatan chuqurroq tuzilishga ega. Bahzi bir hollarda, sorbit martensit strukturasi ega bo'lgan toblangan po'latni bo'shatish natijasida olingan martensit ninasi shaklini saqlaydi. Ushbu holatda

odatdagi kattalashtirishlarda bo'shatilgan sorbitni martensitdan ajratish juda qiyin hisoblanadi.



5.7 - rasm. Bo'shatilgan sorbitmikrostrukturasi i sxemasi. X500

Kimyoviy – termik ishlov berilgan po'latlarning mikrostrukturasi

Kimyoviy – termik ishlov berish deb po'lat sirtqi qatlamini u yoki bu element bilan, masalan – uglerod, azot, xrom, bor, alyuminiy va boshqalar bilan tashqi muhitdagi atomar holatda yuqori temperaturadap diffuziya yo'li to'yintirishga aytiladi. Kimyoviy – termik ishlov berishdan maqsad – po'latdan tayyorlangan detal yoki zagotovka yuzasidagi xossasini turlicha darajada oshirishdir.

Kimyoviy – termik ishlov berish jarayonlariga tsementatsiyalash, azotlash, nitrotsementatsiyalash, tsianlash, xromlash, borlash, alitirlash, silitsirlash hamda diffuzion metallash jarayonlari kiradi.

Kimyoviy – termik ishlov berishning eng ko'p tarqalgan usullaridan biri tsementatsiyalashdir. **Tsementatsiyalash** deb po'lat sirtqi qalamini uglerodga to'yintirish jarayoniga aytiladi. Tsementatsiyalashdan asosiy maqsad – po'lat yuzasida yuqori qattqlik va yeyilishga chidamlilikni qovushqoq o'zakda olish bo'lib, u holat po'lat sirtqi qatlamini 0,8 – 1,0 % gacha uglerod bilan to'yintirish va so'ngra toblashdan iborat bo'lgan jarayonda erishiladi. Tsementatsiyalash va shu bilan bir qatorda toblash bir vaqtning o'zida chidamlilik chegarasini ham oshiradi.

Tsementatsiyalash uchun tarkibida 0,1 – 0,18 % uglerod bo'lgan kam uglerodli po'latlar qo'llaniladi. katta o'lchamli detallar uchun nisbatan uglerod miqdoriga (0,2 – 0,3 %) ega bo'lgan po'latlar ishlatiladi. Bunday po'latlarni tanlash shundan iborat bo'ldiki, bunda tsementatsiyalash jarayonida detal yoki zagotovka o'zaki uglerod bilan to'yinmasligi kerakligi va toblashdan keyin yuqori qovushqoqlik saqlanishi ehtiborga olindi. Tsementatsiyalash uchun detallar silliqdash uchun qo'yim 0,05 – 0,10 mm bo'lgan mexanik ishlov berishdan so'ng jalb qilinadi. SHunday qilib, tsementatsiyalashdan keyin po'latning sirtqi qatlami strukturasi evtektoidgacha, evtektoidli va evtektoiddan keyingi zonaga ega bo'ladi (5.8 – rasm).



5.8 - rasm. Tsementatsiyalashdan keyin kam uglerodli po'latni mikrostrukturasi X100

Bundan tashqari, struktura perlit + ikkilamchi tsementit + ferritdan iborat bo'ladi. Ushbu struktura asta-sekin evtektoidgacha bo'lgan zonaga o'tadi, o'zak esa kam uglerodli po'latlar strukturasi ega bo'ladi. Optik mikros yordamida bir vaqtning o'zida hamma zonalarni ko'rish mumkin emas, bunda tsementatsiyalash chuqurligi 1,5 – 2,0 mm ni tashkil etadi. Biroq, ushbu zonalarni sxematik ko'rinishda bita rasmda tasvirlash mumkin (5.9 - rasm).

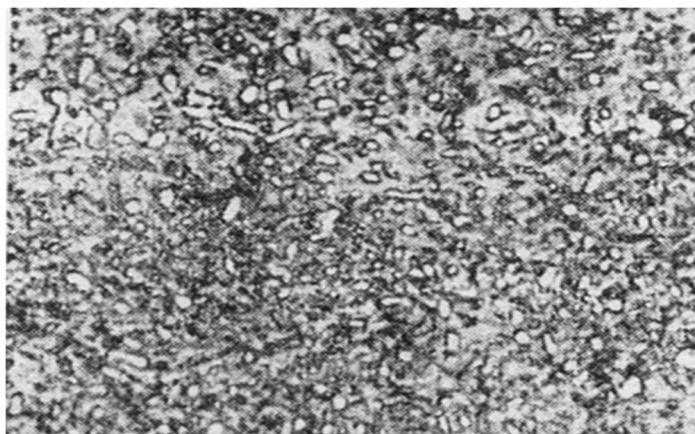
Evtektoiddan keyingi po'latlar (yuqori uglerodli po'latlar) toblashdan keyin, yahni $A_{c1} + (20-30^0 \text{ C})$ temperaturagacha qizdirish va keyingi suvda tez sovutish natijasida po'latda martensit va ikkilamchi tsementit strukturasi shakllanadi (5.10– rasm).

Toblangan po'latda ikkilamchi tsementit majburan qoldiriladi, chunki uning yuqori qattiqligi po'latning yeyilishga chidamliligini oshiradi. Evtektoiddan keyingi uglerodli po'latlarda martensit strukturasi ikkilamchi tsementsiz olish uchun, po'latni A_{cm} kritik nuqtadan yuqori temperaturagacha qizdirish kerak. Lekin, bunday toblash po'latni strukturasi-ni yaxshilash o'rniga uni

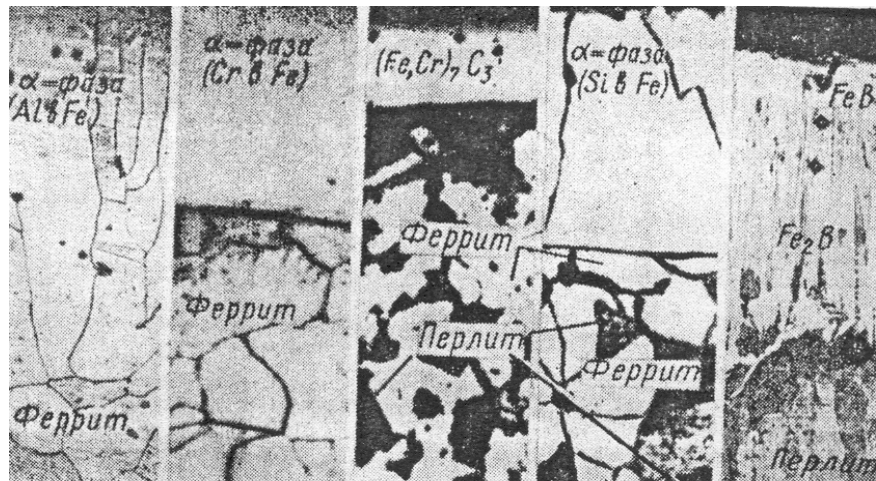
yomonlashtiradi. Chunki po'lat A_{cm} kritik nuqtadan yuqori temperaturagacha qizdirilganda austenit donalari kattalashadi va toblashdan so'ng katta ninali martensit strukturasi hosil bo'ladi. shuning uchun Evtektoiddan keyingi po'latlarni chala toblash normal jarayon hisoblanadi. SHu bilan bir qatorda, kimyoviy – termik ishlov berilgan po'latlarning mikrostrukturasi to'liq kartinasi 5,11 dan to 5,19 –rasmlarda berilgan.



5.9 - rasm. Po'latni tsementatsiyalangan qatlam mikrostrukturasi. X500



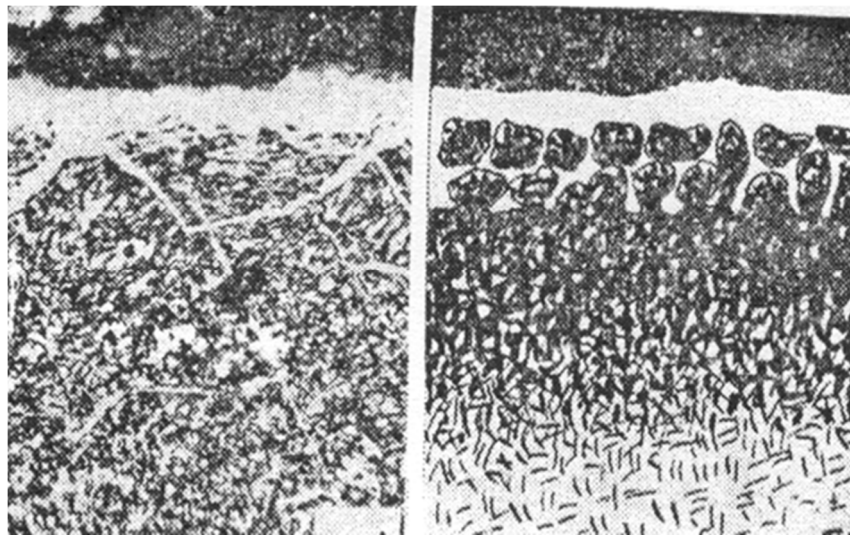
5.10- rasm. Martensit va ikkilamchi tsementit strukturasi ega bo'lgan normal toblangan evtektoiddan keyingi po'lat. X500



a) b) v) g) d)

5.11-rasm. Diffuziya qatlamlarini mikrostrukturasi:

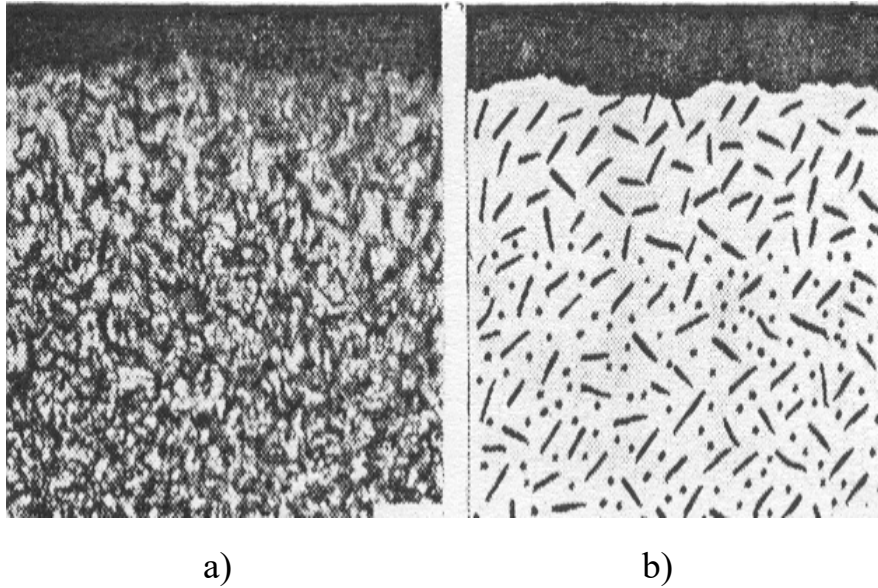
a - α -fazadatemirni alitirlangan qatlami; b - α -fazadatemirni xromlangan qatlami; v - 0,45%S ga va Fe, Cr_7C_3 karbid qatlamiga ega po'latning xromlash qatlami; g - α fazada 0,4%S ga ega bo'lgan po'latdagisilitsirlangan qatlam; d - 0,8%S, FeB va Fe_2B ega bo'lgan po'latdagi borlangan qatlam. X250



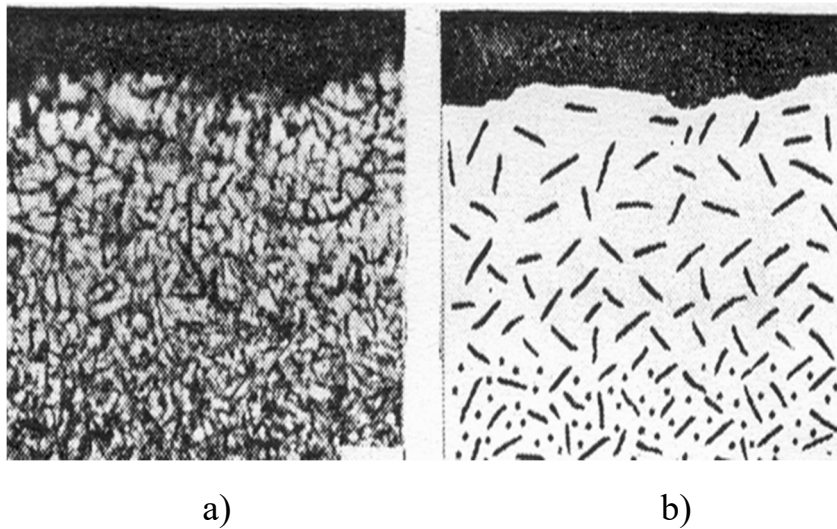
a) b)

5.12- rasm. Po'latdagiazotlangan qatlam:

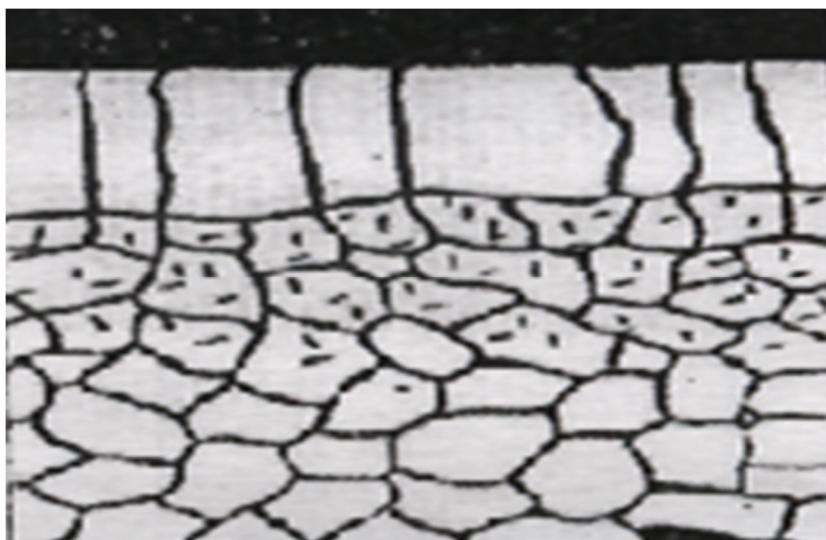
a - mikrostruktura; b - mikrostruktura sxemasi. X500



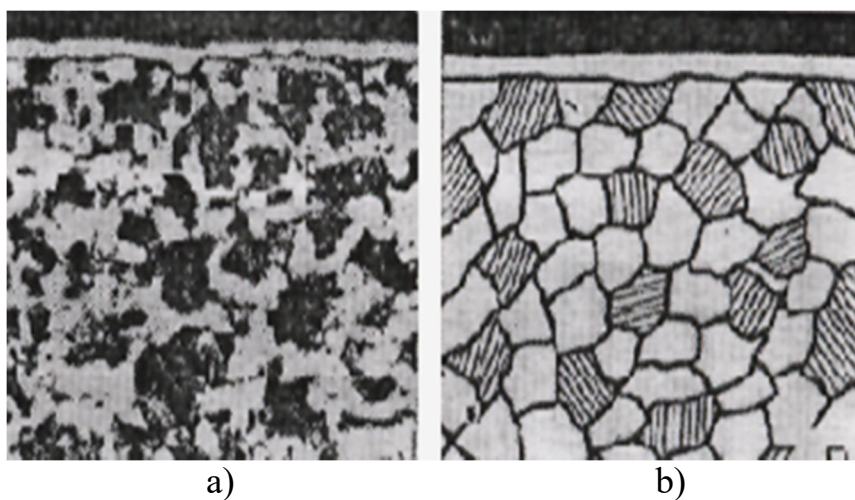
5.13 – rasm. Toblashdan keyin kam uglerodli po'latlardagi tsianlangan qatlam mikrostrukturasi:
 a - mikrostruktura; b - mikrostruktura sxemasi. X500



5.14 – rasm Toblashdan keyin legirlangan po'latlardagi tsianlangan qatlam mikrostrukturasi:
 a - mikrostruktura; b - mikrostruktura sxemasi. X500



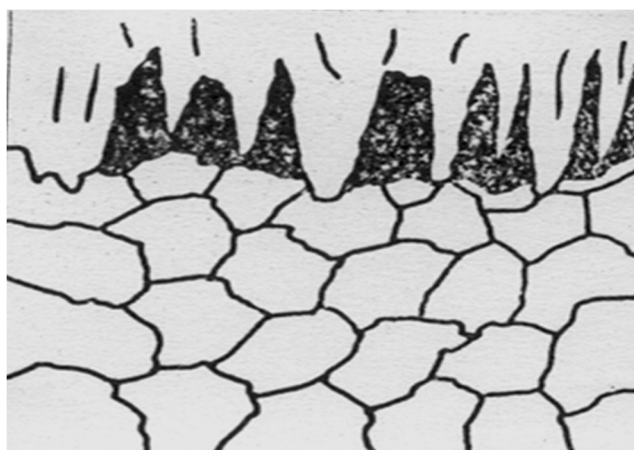
5.15-rasm.Kam uglerodli po'latlardagi alitirlangan qatlamning mikrostrukturasi:
X500



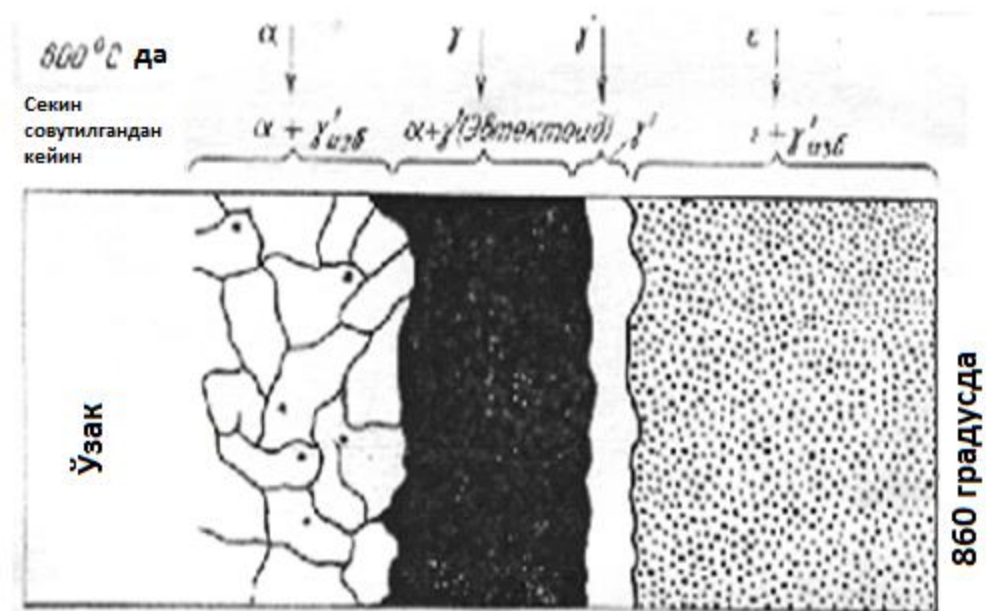
5.16 – rasm. O'rtacha uglerodli po'latlardagi xromlangan qatlamning mikrostrukturasi:
a - mikrostruktura; b - mikrostruktura sxemasi. X500



5.17- rasm. Kam uglerodli po'latlardagi silitsirlangan qatlamning mikrostrukturasi. X500



5.18 - rasm. Temirdagi borlangan qatlamning mikrostrukturasi. X500



5.19 - rasm. 600⁰S azotlash temperaturasida temirning azotlangan qatlam mikrostrukturasi. X500

5.1 – jadval

Termik va kimyoviy – termik ishlov berilgan po'latlarni mikrotahlili

Termik ishlov berilgan po'lat						Kimyoviy – termik ishlov berilgan po'lat			
Po'latni mikrostrukturasi	Strukturaning nomi	Strukturani hosil bo'lish sharoiti	Mexanik xossa			Ishlov berish turi	Qatlam qalinligi, mm	Yuza-dagi va o'zak-dagi qattiqlik	Strukturani hosil bo'lish sharoiti
			NRC	σ_v	a_n %				

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerak bo'ladigan priborlar, asboblari, namunalari va materiallari:

Ishni bajarish uchun quyidagilar kerak bo'ladi: Optik metallografik mikroskop, namunalari, termik va kimyoviy – termik ishlov berilgan uglerodli va legirlangan po'latlardan tayyorlangan mikroshliflar komplekti, shtangentsirkulg', chizg'ich va rezina, uslubiy qo'llanma, atlas, po'latlar bo'yicha atlas va plakatlar.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi:

Laboratoriya ishini bajarish uchun talabalar ikkita kichik guruhlariga 4 – 6 ta bo'lib bo'linadilar;

Har bir kichik guruh o'qituvchidan mikroshliflar komplektini oladi va quyidagilarni bajarishi kerak:

- metallografik mikroskopni ishga tushirishi;
- tomonlari polirotka qilingan mikroshlifni mikroskopni ishchi stoliga qo'yish kerak;
- kattalashtirish jadvalidan optikani tanlash va uni yaxshi ko'rinish uchun tayyorlash lozim;
- mikroskop ostida mikrostrukturani o'rganish kerak;
- o'rganilayotgan mikrostrukturani alg'bom, atlas va plakatdagi mikrostrukturalar bilan birga tuzish kerak;
- jadvalga mikrostrukturani sxemasini chizish lozim;
- kuzatilayotgan strukturani hosil bo'lish sharoiti hamda termik va kimyoviy – termik ishlov berilgan po'latlarni mexanik xossalari hamjadvalda ko'rsatish kerak.

Yozma ravishdagi hisobotni tartibi.

- laboratoriya ishidan maqsad;
- kuzatilayotgan mikrostrukturani sxemalari bilan jadvalga to'ldirish kerak;
- struktura hosil bo'lish sharoitini yozish lozim;
- laboratoriya ishidan xlosa qilish.

O'z -o'zini tekshirish uchun savollar:

1. Po'latga kimyoviy – termik ishlov berish deb nimaga aytiladi?
2. Kimyoviy – termik ishlov berishning qanday turlarini bilasiz?
3. Toblangan po'lat strukturasi va uning yuqori qattqlikka ega bo'lishi haqida nimani bilasiz?
4. Po'lat strukturasi bo'shatish temperaturasi bog'liqligi haqida nimani bilasiz?
5. Toblangan va bo'shatilgan po'latlarning strukturasi va xossalari qanday farqlari mavjud?
6. TSementatsiyalashdan maqsad nima?
7. TSementatsiyalashda tsementatsiyalangan qatlam qalini haqida nimani bilasiz?
8. TSementatsiyalashdan keyin termik ishlov berishdan maqsad nima?

9. TSementatsiyalashda namuna sirti va o'zagidagi struktura nimadan iborat?
10. TSementatsiyalan qatlam va o'zakning mexanik xossasi haqida nimani bilasi?

6-LABORATORIYA ISHI

MAVZU: CHO'YANLARGA TERMİK ISHLOV BERISH

Ishdan maqsad: Talabalar ishni bajarish mobaynida cho'yanlarni odatdagi va izotermik yumshatish, normallashtirishda qattiqligini kamayishi hamda cho'yanni strukturasi va xossasiga toblash va keyingi bo'shatishni tahsir etishini o'rganishdan iborat.

Nazariy qism: Tarkibida 2,14-6,67 %gacha uglerod bo'lgan temir-uglerod qotishmasiga **cho'yan** deyiladi. Cho'yanlar po'latdan uglerod miqdorining ko'pligi, yaxshi quyilish xossalari bilan farq qiladi. Po'latdan arzon va oddiy sharoitlarda bosim ostida ishlab bo'lmaydi. Cho'yan tarkibida Fe va S dan tashqari Si, Mn, P va S aralashmalari bo'ladi. Maxsus xossaga ega bo'lgan cho'yanlar tarkibida Ni, Sg, Si, Mo kabi legirlovchi elementlar mavjud.

Qotishma tarkibidagi uglerodning holati va shakli cho'yan strukturasi va xossalarini belgilaydi, ana shunga qarab cho'yan turlari quyidagicha bo'lishi mumkin: yahni

- agar uglerod qotishmada asosan kimyoviy birikma holida bo'lsa, bunday qotishmalar **oq cho'yanlar** deb ataladi;
- agar qotishmada uglerod sof grafit holida bo'lsa, grafitni shakliga qarab, qotishma **kulrang, bolg'alanuvchan, yuqori mustahkamlikka ega (juda puxta cho'yan)** bo'lgan cho'yanlar deyiladi.

Marganets - Mn mahlum darajada cho'yanning grafitlanishiga to'sqinlik qiladi. Mn oltingugurtning cho'yanga zararlilirini neytrallaydi. Kulrang cho'yanda marganets miqdori, odatda 0,5-0,8% bo'ladi.

Fosfor cho'yanning grafitlanish jarayoniga deyarli tahsir ko'rsatmaydi. 0,1-0,3% miqdordagi fosfor qattiq cho'yanda erigan holatda bo'ladi. Fosfor cho'yanning mo'rtligini oshiradi. Fosfor cho'yanning suyuq holatda oquvchanligini va yeyilishga chidamliligini oshiradi, lekin uning ishlanuvchanligini yomonlashtiradi. Muhim quymalar olish uchun cho'yanda 0,2-0,3% gacha fosfor bo'lishiga yo'l qo'yiladi. Ishqalanishga ishlaydigan quymalarda fosfor miqdori 0,7-0,8% gacha, yuqori devorli quymalar va badiiy quymalarda fosfor miqdori, taxminan 1% bo'lishi mumkin.

Oltingugurt - S zararli aralashma bo'lib, qotganda temir sulg'fidi (FeS) hosil qiladi, cho'yanni quyish xossalarini yomonlashtiradi. U yuqori temperaturalarda cho'yanning mo'rtligini oshiradi, mustahkamligini kamaytiradi, yahni qizigan xolda sinuvchanligini oshiradi. Oltingugurt miqdoriga qaraganda 5-7 marta ko'p Mn qo'shish bilan S ning zararli tahsiri neytrallanadi. Cho'yanda 0,12% gacha, mustahkamligi yuqori bo'lgan cho'yanlarda esa ko'pi bilan oltingugurt 0.03% bo'lishiga ruxsat etiladi.

Legirlovchi elementlar - Sg, Ni, Mo, Ti, Mn, Si va boshqalar cho'yanning xossalari yaxshilaydi.

Oq cho'yan. Oq cho'yan tarkibidagi uglerod tsementit holda bo'lganligi uchun, u juda qattiq va mo'rt bo'ladi, uni amalda kesib ishlash qiyin. Bunday cho'yanlar mashina qismlarini tayyorlashda ishlatilmaydi. Lekin qattiqlik yuqori bo'lsa, ishqalanishdagi yemirilish kamayishi mumkin.

Oq cho'yanlarning bir qismi po'lat eritish uchun ishlatiladi. SHuning uchun ham qayta ishlanuvchi cho'yan deb ataladi. Oq cho'yanning bir qismi bog'lanuvchan cho'yan olishga sarflanadi.

Kulrang cho'yan. Bu cho'yanlarning quyilish xossalari yaxshi, yumshoq asboblardan bilan yaxshi ishlov berish mumkin, yeyilishga yaxshi qarshilik ko'rsata oladi, shuning uchun ham ular quymakorlik cho'yanlari deb ataladi. Kulrang cho'yanning asosiy tarkibi Fe-C-Si bo'lsa ham undagi qo'shimchalar - marganets, fosfor va oltingugurt, uning xossalari katta ta'sir ko'rsatadi. Kulrang cho'yanlarning o'rtacha kimyoviy tarkibi quyidagicha bo'ladi: S=2,4-3,88%, Si=1,0-5,0%, Mn=0,5-0,8%, R=0,2-0,4%, S<0,12%.

Kulrang cho'yanlarning mexanik xossalari metall asosga, shuningdek grafit aralashmalarining shakli va o'lchamlariga bog'liq (6.1 -rasm,a).

Cho'yanlarning (GOST 1412-85) bo'yicha quyidagi markalarini keltiramiz. SCH10, SCH15, SCH18, SCH20, SCH21, SCH24, SCHZO, SCH35, SCH40, SCH45.

Bu cho'yanlarning markalardagi SCH harflari kulrang cho'yanligini, undan keyingi raqam esa cho'yanning mustahkamlik chegarasini bildiradi. Masalan, SCH10 mustahkamlik chegarasi 100 MPa ga teng.

Bu cho'yanlarning ishlatilishiga kelsak, ular (SCH10, SCH15, SCH18) kam yuk ko'taradigan mashina va uskuna vositalari, qurilish konstruktsiya elementlari tayyorlanadi. SCH21 dan SCH35 gacha cho'yanlardan dandvigatel bloklari, ularning qopqoqlari, porshen va tsilindrlar tayyorlanadi.

Juda puxta cho'yan yoki mustahkamligi yuqori bo'lgan cho'yan

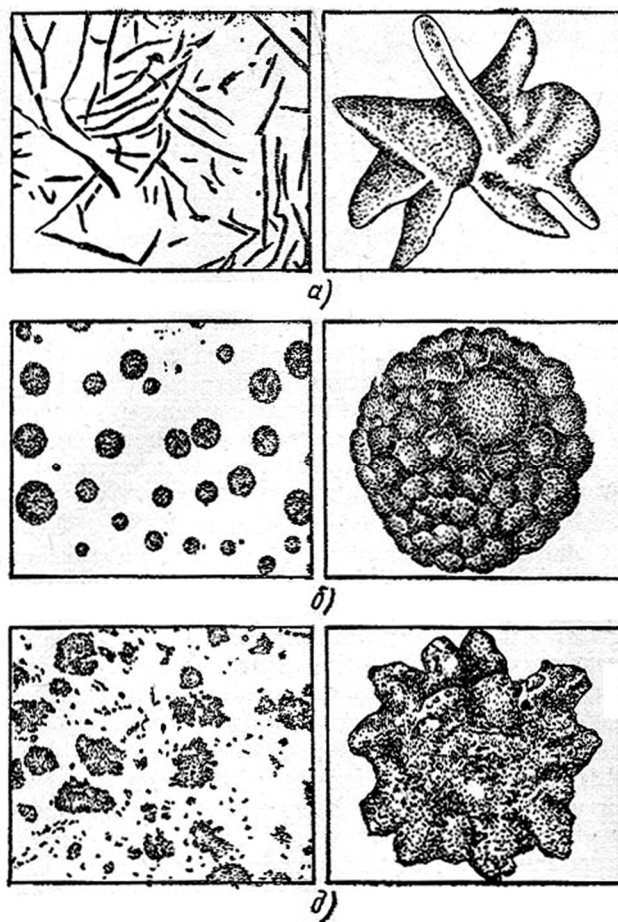
Bunday cho'yanlarda oq cho'yandagi tsementitning parchalanishi natijasida, hosil bo'layotgan grafit donchalarining shakli sharga yaqin bo'ladi, yahni grafitning solishtirma yuzasi eng kichik bo'lgan xolatidir (6.1 -rasm, b).

SHuning uchun bunday cho'yanlar yuqori plastiklikka ega bo'lib, ularning mexanik xossalari po'latning xossalari yaqinlashadi. Grafit strukturasining shakli shar shakliga o'tishi uchun suyuq metallga ishqoriy yoki ishqoriy yer metallar (0,03-0,07%) qo'shiladi. Masalan, juda oz miqdorda (0,05%) magniy qo'shilsa, grafit strukturasining shakli sharga yaqin bo'ladi.

Grafit strukturasini shar shaklida bo'lgan cho'yanlarning mexanik xossalari uglerodli quyma po'latlarning xossalari yaqin. Juda puxta cho'yanlarni suyuq xolda yaxshi oquvchanlikka ega bo'lganligi uchun, ularni kesib ishlash oson. Bunday cho'yanlarning o'rtacha kimyoviy tarkibi quyidagicha: C=2,7-3,6%; Si=1,6-2,7%; Mn=0,5-0,6%; S<0,1%. Juda puxta cho'yanlar ham kulrang cho'yanlar kabi ruscha nomdagi bosh xarflar VCH (vqsokoprochny chugun) bilan belgilanadi, so'ngra cho'zilishidagi mustahkamlik (birinchi ikkita son, MPa)

va nisbiy uzayish qiymatlari (%) ko'rsatiladi. Mashinasozlikda, masalan, quyidagi cho'yanlar ko'pqo'llaniladi: VCH 38-17; VCH 42-12 VCH 45-5 hamda VCH 60-2; VCH 80-va hokazo.

Juda puxta cho'yanlarning mustahkamligini yanada oshirish, hamda barqarorlashtirish maqsadida, ularga termik ishlov beriladi. Juda puxta cho'yanlar po'latlar ishlatiladigan sohada qo'llanilishi mumkin, masalan, ulardan avtomobil va traktor vositalari tirsakli vallar, kuch ko'taradigan g'iloflar, press traversalari tayyorlanadi. Ulardan metallurgiya sanoatida juvalash uskunalarning vallarini tayyorlash mumkin.



6.1-rasm. Turli shakldagi grafitli cho'yan mikrostrukturasi:

a-kulrang plastiikasimoi grafit; b-mustahkamligi yuqori bo'lgan cho'yandagi sharsimon grafit; v-bolg'alanuvchan cho'yandagi pag'a-pag'a ko'rinishdagi grafit.

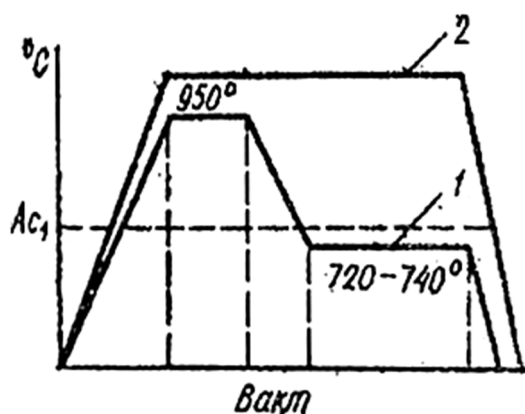
Bolg'alanuvchan cho'yan. Bolg'alanuvchan cho'yan kulrang cho'yanga qaraganda ancha plastik bo'lgan cho'yanning shartli nomidir. Bolg'alanuvchan cho'yan hech qachon bolg'alanmaydi. Bolg'alanuvchan cho'yan quymalari oq cho'yan quymalarini uzoq muddat yumshatish yo'li bilan olinadi. Quyma devorlarining qalinligi 40-50 mmdan oshib ketmasligi kerak. Bolg'alanuvchan cho'yanda grafit pag'a-pag'a ko'rinishda bo'ladi (6.1 -rasm,v).

Oq cho'yanni yumshatish uchun 20-25 soat davomida 950-1000°S temperaturagacha sekin qizdirish va uni bu temperaturada 10-15 soat davomida uzoq

muddat ushlab turishdan iborat. Ushlab turish jarayonida grafitlanishning birinchi bosqichi sodir bo'ladi. Ushlab turishning oxiriga kelib, grafitlanishning birinchi bosqichi tugaydi, cho'yan austenit hamda yumshatish uglerodidan tashkil topadi. SHundan so'ng temperatura 720-740 °S gacha kamaytiriladi va 25-30 soat davomida ushlab turiladi (6.2 -rasm, 1-tartib).

Uglerod miqdorini kamaytirish uchun yumshatish oksidlovchi muhitda amalga oshiriladi. Buning uchun quymalar ustiga metallzaki yoki maydalangan temir rudasi sepiladi. Yumshatish tartibini taxminan 1000 °S temperaturagacha qizdirish, bu temperaturada uzoq muddat ushlab turish (grafitlanishning birinchi bosqichi) va xona temperaturasigacha uzluksiz asta-sekin sovitishdan iborat (6.2 -rasm, 2-tartib). Bolg'alanuvchan cho'yan ruscha atamasi (kovkiy chugun) ning bosh harflari (KCH), uzayishdagi mustaxkamlik chegarasi (MPa) qiymatini quyib tamg'alanadi (GOST 7293-85 ga ko'ra). Uning quyidagi markalari mavjud: VCH35, VCH40, VCH45, VCH50, VCH60, VCH70, VCH80, VCH100.

Bolg'alanuvchan cho'yan avtomobil, qishloq xo'jalik va mashinasozlikda keng ishlatiladi. Undan ketingi ko'priknining karteri, tormoz kolodkalari, qishloq xo'jalik mashinalari kesuvchi alparatlarning barmoqlari, tishli g'ildiraklar va boshqa detallar tayyorlanadi. Korroziyaga qarshiligi yaxshi. SHuning uchun bu cho'yan nam havo, o'txona gazi va suv muhitida yaxshi ishlaydi.



6.2 -rasm. Oqcho'yannibo'shatish

Cho'yandagi asosiy komponentlarga temir, uglerod va kremniy kiradi. Cho'yanning kimyoviy tarkibini murakkabligiga qaramasdan, uni yumshatishdagi muhim struktura o'zgarishlarini ikki sistemali Fe – C holat diagrammasini qo'llab, sifat jihatdan tahlil qilish mumkin. Mahlumki, ushbu sistemada austenit va ferrit grafit bilan birgalikda muvozanat holatida bo'ladi.

Grafit tsementitga nisbatan qiyinroq hosil bo'ladi va u metall matritsada qiyin o'sadi. Grafit hosil bo'lishi uchun esa ko'proq darajada miqdorning fluktatsiyasini talab qiladi, chunki tsementit 6,67 % uglerodga ega bo'ladi. Grafit kristallarini o'sishida metall matritsadagi temir atomlarini chegarada xarakatlanish frontidan to'liq olib tashlash kerak bo'ladi. SHuning uchun aniq bir sharoitda, masalan tezlashtirilgan sovutishda metastabil tsementitni hosil bo'lishi stabil grafit hosil bo'lishiga qaraganda kinetik jihatdan nisbatan qulay hisoblanadi. Biroq, austenit

yoki ferritni tsementit bilan metastabil muvozanati erkin energiyaning nisbatan minimum qiymatiga mos kelsa, grafit bilan stabil muvozanat erkin energiyaning absolyut minimum qiymatiga to'g'ri keladi. SHuning uchun yuqori temperaturalarda cho'yanni ushlab turish vaqtida oxir oqibat tsementitni grafit bilan almashishiga olib keladi.

Kremniy, nikelg', alyuminiy va boshqa elementlar grafitlanishga yordamlashsa, marganets, xrom, vanadiy, magniy, tseriy, oltingugurt va boshqa elementlar esa bu jarayonni qiyinlashtiradi.

CHO'yanlarga termik ishlov berishdagi faza o'zgarishlar po'latga o'xshash asosiy jarayonlarni o'z ichiga oladi va shu bilan birga qo'shimcha tarzda fazada grafitni o'zini tutishi bilan bog'liq bo'lgan jarayonni murakkab-lashtiradi.

CHO'yanlarga termik ishlov berishda sodir bo'ladigan faza o'zgarishlarini o'rganishga juda buyuk hissa qo'shgan olim K.P. Bunin va uning maktabi hisoblanadi.

CHO'yanlarning 2 – tur yumshatishning asosiy turlariga - **grafitlovchi yumshatish** va **normallashtirish** kiradi.

CHO'yanni grafitlovchi yumshatish – termik ishlov berish bo'lib, unda asosiy jarayon bir vaqtning o'zida qisman yoki to'liq tsementitni yo'qolishi bilan grafitni hosil bo'lishi hisoblanadi. Grafitlovchi yumshatishga oq, kul rang va juda puxta cho'yanlar jalb qilinadi.

Po'latni Ac_3 va As_m kritik nuqtalardan $30-50^{\circ}S$ temperaturagacha ortikrok qizdirib, ushbu temperaturada ushlab turish hamda tinch xavoda sovitishga **normallashtirish** deyiladi (4.8-rasm). Normallashtirishda ichki kuchlanishlar kamayadi, po'lat kayta kristallanadi, payvand choklar, quyma va pokovkalarining yirik zarrali strukturasi maydalashadi. Po'latni normallashtirish yumshatishga qaraganda ancha qisqa termik ishlov berish jarayoni hisoblanadi, shuning uchun u unumdirdir. SHuning uchun uglerodli va kam legirlangan po'latlar ko'pincha yumshatilmay, normallashtiriladi. Po'latdagi uglerod miqdori ortishi bilan yumshatilgan va normallashtirilgan po'latlar orasidagi farq ortadi. Tarkibida 0,2% gacha uglerod bo'lgan po'latlarni normallashtirish maqsadga muvofiqdir. Tarkibida 0,3-0,4% uglerod bo'lgan po'latlarni normallashtirishga qaraganda qattiqlik ortadi, buni ehtiborga olmoq zarur. SHuning uchun yumshatishni har vaqt normallashtirish bilan almashtirib bo'lmaydi. Normallashtirishdan so'ng qotishmalar mayda donali strukturaga ega bo'ladi va yumshatilgandagiga qaraganda birmuncha kattaroq mustaxkamlik va qattiqlikka ega bo'ladi. Yirik donali strukturani tuzatish, po'latning kesib ishlanuvchanligini hamda toblash oldidan, uning strukturasi yaxshilash uchun normallashtirishdan foydalaniladi.

CHO'yanni normallashtirish – termik ishlov berish bo'lib, unda asosiy jarayon austenitlash va keyingi perlitli o'zgarish hisoblanadi. CHO'yandan tayyorlangan ferrit va ferrit – perlitli matritsaga ega bo'lgan, kamroq hollarda esa perlitli strukturaga ega bo'lgan quymalari normallashtirishga jalb qilinadi. CHO'yandan tayyorlangan quymalar $850 - 950^{\circ} S$ temperaturagacha qizdiriladi va 0,5 – 3 soat ushlab turilgandan keyin tinch havoda yoki havo oqimida sovutiladi. Murakkab

shaklga ega bo'lgan cho'yan quymalarda qoldiq kuchlanishni kamaytirish maqsadida 500⁰ S yaqin temperaturada pech bilan birgalikda sovutiladi.

CHO'yandan tayyorlangan quymani qizdirganimizda, avval austenitlash jarayoni kechadi, bu jarayon $\alpha \rightarrow \gamma$ o'zgarishini, grafit va perlitli tsementit-ni austenitda erishini o'z ichiga oladi. Austenitlashdan keyin cho'yan strukturasi austenit va grafitdan tashkil topadi. Keyingi cho'yanni qizdirishda grafit qisman austenitda eriydi va bog'lan uglerod miqdori oshadi.

CHO'yanni havoda tezashtirilgan holda havoda sovutishda perlitni parchalanishi kuzatiladi va austenit hamda hamma matritsa perlitli yoki sorbitli strukturaga ega bo'ladi. CHO'yanni normallashtirishda puxtalash ikki omil orqali amalga oshadi: erkin ferrit strukturasi bartaraf qilish (tsementitga bog'langan uglerodni miqdorini oshishi) va perlitni dispersligini oshirish hisoblanadi. CHO'yan qattiqligi, ushbu holatda 150 HB dan to 200 – 250 HB gacha oshadi. Puxtalash samarasi cho'yanning dastlabki strukturasi bog'liq. Ferrit strukturasi ega bo'lgan cho'yanlarni normallashtirishda nisbatan yuqori puxtalikka erishiladi, chunki cho'yanning yumshoq ferrit asosi nisbatan qattiq asosli perlit bilan almashadi. Perlit strukturasi ega bo'lgan cho'yanlarni normallashtirishda, faqat evtektoidning dispersligi oshadi.

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerak bo'ladigan priborlar, asboblari, namunalari va materiallari:

Ishni bajarish uchun quyidagilar kerak bo'ladi: SNOL-1,6, SSHOL-1,2 turidagi pechlar (yumshatish va normallashtirish uchun), KSP – 3 va KSP – 4 turidagi potentsiometrlar, cho'yanlardan tayyorlangan namunalari, silliqlash qum qog'oz, elektr egov, Brinell va Rokvell turidagi qattiqlik o'lchaydigan priborlar, MPB-2 turidagi o'lchaydigan mikroskop, shtangentsirkul'g', brezentli qo'lqop, maxsus kiyim, suv solingan toblash baki, moy solingan toblash baki, GOST bo'yicha jadvallar va boshqalar.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi:

- laboratoriya ishini bajarish uchun talabalar ikkita kichik guruhlariga bo'linadi;
- birinchi guruhdagi talabalar oq, kul rang cho'yanlarni, ikkinchi guruhdagi talabalar esa bolg'alanuvchan, juda puxta cho'yanlarga termik ishlov berish bilan shug'ullanadilar;
- kichik guruhdagi har bir talaba faqat bitta termik ishlov berish turini, ya'ni 6.1-jadvaldagi bitta punktini bajaradi. Ishni bajarib bo'lgandan keyin bajargan ish natijalari 6.1-jadvalga yozilib boradi va u natija hamma uchun umumiy hisoblanadi;
- talabalar o'qituvchi bilan birgalikda cho'yanlardan tayyorlangan namunalarni dastlabki (yumshatilgan) holatda qattiqligini namunaga qo'yilgan yuklanish $\sigma = 750$ kg, shar diametri $D = 5$ mm Brinell priborida aniqlaydilar. Buning uchun namunaning ikki tomondan silliqlash qum qog'ozida oyna kabi yaltiratiladi.

SHundan so'ng iz o'lchanadi va mos ravishdagi jadvaldan qattqlik aniqlanadi. Ish natijalari 6.1 – jadvalga kiritiladi;

- qizdirish temperaturasida namunalarni ushlab turish vaqti aniqlanadi. Qizdirish temperaturasida ushlab turish vaqti 1 mm qalinlikdagi namuna uchun 1,5 – 2 minut hisobidan topiladi. Hisoblangan vaqt 6.1 –jadvalga kiritiladi;

- har bir talaba o'zini namunasini kerak bo'ladigan temperaturagacha qizdirilgan elektr pechga yuklaydi va pechda talab etilgan vaqtgacha ushlab turadi;

Eslatma. Talaba laboratoriya ishini bajarishda quyidagilarni bilishi kerak:

- namunani pechga yuklashda maxsus qisqichlardan foydalanishi;

- talaba qo'lini quyishini oldini olish uchun brezentli qo'lqop kiyib olishi;

- namunani pechda ushlab turish vaqti tugagandan so'ng undan olib, tinch havoda sovutishi;

- termik ishlov berilgan namunalar to'liq sovutilgandan keyin silliqlash qum qog'ozda ikki tomonidan artish va tozalash;

- normallash o'tkazilgan namunaning qattqligi Brinell priborida o'lchanash va natijalar 6.1 – jadvalga kiritishni;

- mos mazmunga ega bo'lgan laboratoriya ishini bajarilganligi to'g'risida hisobotni yozishi va zarur bo'lgan xulosani qilishi.

Yozma shakldagi hisobotning tartibi:

- laboratoriya ishini maqsadi;

- cho'yanlarga termik ishlov berish texnologiyalarini qisqacha yozish;

- 6.1-jadval bajarilgan laboratoriya ishni natijalari bilan to'ldirish;

- cho'yanni qattqligini bo'shatish temperaturasiga bog'liqlik grafigini qurish;

- laboratoriya ishi bo'yicha xulosa.

O'z – o'zini tekshirish uchun savollar:

1. Cho'yan deb nimaga aytiladi?

2. Cho'yanlar necha xil bo'ladi?

3. Cho'yanlarga termik ishlov berishdan maqsad nima?

4. Bolg'alanuvchan cho'yan qanday olinadi?

5. Cho'yanlarga qanday termik ishlov beriladi?

5. Qizdirish temperaturasi va ushlab turish vaqti qanday tanlanadi?

6. Sovutish muhiti qanday tanalanadi?

7. Cho'yannini normallashgacha va normallashdan keyingi strukturasi haqida nimani bilasiz?

8. Cho'yanni yumshatish va normallashda qanday qizdirish pechlari va o'lchov priborlari qo'llaniladi?

6.1 – jadval

Cho'yanlarning strukturasi va qattqligiga termik ishlov berishning tahsiri

CHo'yanni markasi	CHo'yanni termik ishlov berish-dan so'ng qattiqli-gi, NV	Termik ishlov berish rejimi			Termik ishlov be-rilgandan keyingi qattiqlik		mikro-struktu-ra
		Qizdi-rish tempera-turasi, °S	Ushlab turish vaqti, min.	Sovutish usuli	HRC	HB	

7-LABORATORIYA ISHI

MAVZU: D16 MARKALI DYURALYUMINIYGA TERMİK ISHLOV BERISH

Ishdan maqsad: Talabalarni 100, 200 va 300⁰ S temperaturalarda D16 markali dyuralyuminiyga toblash va suhniy eskirtirish berish bo'yicha termik ishlov berish rejimlari bilan tanishish va amaliy malaka olishdir. D16 markali dyuralyuminiydan tayyorlangan namunani qattiqligini suhniy eskirtirishga bog'liqlik grafigini qurish.

Nazariy qism: Alyuminiy qotishmalari uchun uchta turdagi termik ishlov berish turlari bajariladi: yumshatish, toblash va eskirtirish. Yumshatishning asosiy turiga quyidagilar kiradi: diffuziyali (gomogenli), rekristallanuvchi (qayta kristallanuvchi) va qotishmalarni termik puxtalash.

Gomogenlovchi yumshatishda alyuminiy qotishmalaridagi qattiq eritma donasini mikro bir xil emasligini diffuziya yo'li tekislanadi, yahni quy-mada dendritli kimyoviy notekislikni (likvatsiyani) kamaytirish amalga oshiriladi. Biz bilamizki, temperatura oshishi bilan diffuziya tezligi oshadi.

Alyuminiy qotishmalarni gomogenizatsiya qilish uchun 450 – 520⁰ S temperaturagacha qizdiriladi va bu temperaturada 4 soatdan to 40 soatgacha ushlab turiladi, ushlab turilgandan so'ng pech bilan birgalikda yoki havoda sovutiladi. Gomogenzatsiyalash natijasida struktura nisbatan bir xil holga keladi (gomogenlashadi), plastiklik oshadi, natijada quymani issiq holda bosim bilan ishlashda deformatsiyalashni yaxshilaydi. SHuning uchun gomogenzatsiyalashni deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalari uchun keng ko'lamda qo'llaniladi.

Alyuminiy va uning qotishmalari (hamda boshqa rangli metall va ularning qotishmalari) uchun rekristallanuvchi yumshatish po'latlarga nisbatan kengroq va ko'proq qo'llaniladi. Alyuminiy va misga o'xshagan metallar hamda ular asosidagi juda ko'p qotishmalar toblash usulida puxtalanmaydi va ularning mexanik xossalari faqat sovuq bilan bosim ostida ishlov berilib, talab etilgan qiymatlarga yetishi mumkin. Bunday ishlov berishdagi oraliq operatsiyani (plastiklikni

tiklashni) rekristallanuvchi yumshatish deb ataladi. Bundan tashqari, ko'proq toblash orqali puxtalanadigan qotishmalarga sovuq bilan bosim ostida ishlov berish bilan birga keyingi talab etilgan xossaga ega bo'lishi uchun rekristallanuvchi yumshatish ham beriladi. Alyuminiy qotishmalarga rekristallanuvchi yumshatish berish temperaturasi $300 - 500^{\circ} \text{S}$ bo'lib, ushlab turish vaqti esa $0,5 - 2$ soatni tashkil qiladi.

Termik puxtalangan alyuminiy qotishmalarini yumshatish ularda toblash va eskirtirish natijasida olingan puxtalikni to'liq olib tashlash uchun ishlatiladi; bu yumshatish $350 - 450^{\circ} \text{S}$ temperaturada qizdirib, shu temperaturada $1 - 2$ soat ushlab turib, keyingi yetarli darajadagi sekin sovutish (30°S/soat tezlikdan katta bo'lmagan tezlikda) orqali amalga oshi-

riladi. Sekin sovutishni qattiq eritmalarni diffuziya yordamida parchalanish jarayonini kechishi va parchalanish mahsulotlarini koagulyatsiyasini tahminlash maqsadida o'tkaziladi.

Toblash. Zamonaviy texnikada turli miqdordagi legirlovchi elementlarga ega bo'lgan juda ko'plab alyuminiy qotishmalari qo'llaniladi. Bulardan bahzilari, masalan Cu, Si, Mg, Zn va boshqalar alyuminiy va u asosidagi qotishmalarni xossalarini tezda o'zgartirib yuboradi. Boshqa, masalan Mn, Ni, Cr va boshqa elementlar qo'shimcha tarzda xossalarini yaxshilaydi. Na, Be, Ce, Nb kabi elementlar ko'proq, modifikatorlar, qo'shimchalar ko'rinishida qo'shiladi va ular alyuminiy va uning qotishmalariga turlicha tahsir etadi hamda ularning strukturasi yaxshilaydi. Alyuminiy qotishmalari tarkibiga kirgan bahzi bir elementlar alyuminiy bilan o'zgaruvchan miqdorga ega bo'lgan cheklangan qattiq eritmalar hosil qiladi va ularda temperaturaning pasayishi bilan elementlarni erishi kamayib boradi. Alyuminiy qotishmalarni toblash yuqorida etilgan fikrlarga asoslanadi.

Misol tariqasida, alyuminiy-mis qotishmaning toblash jarayonini ko'rib chiqamiz. 20°S temperaturada misning alyuminiyda erishi $0,1\%$ bo'lsa, 548°S temperaturada esa $5,65\%$ ni tashkil etadi. $0,1\%$ dan kam miqdorda misga ega bo'lgan alyuminiy-misli qotishmalar, bir fazali qotishma bo'lgani uchun toblanmasligi ham mumkin. $0,1\%$ dan to $5,65\%$ gacha misga ega bo'lgan alyuminiy qotishmalari ikki fazali qotishma bo'lib, dastlabki yumshatilgan holatda strukturasi misning alyuminiydagi qattiq α eritmasi va CuAl_2 kimyoviy birikmasi qo'shimchasidan iborat. Alyuminiy qotishmalarini cheklangan erish chizig'idan yuqori temperaturagacha qizdirganimizda, masalan, 4% Cu ga ega bo'lgan alyuminiy qotishmasini t_1 temperaturadan yuqori temperaturagacha qizdirganimizda, qotishmada CuAl_2 qo'shimcha eriydi va bir fazali qattiq α eritma hosil qiladi. Qotishmani tez sovutish (suvda sovutish orqali) orqali misning alyuminiydagi (o'ta to'yingan) qattiq α eritmasini qayd qilish mumkin. Toblashdan so'ng alyuminiy qotishmasini mustahkamligi bir qanchaga oshadi, plastiklik o'zgarmaydi.

Eskirtirish. Alyuminiy qotishmalari toblashdan so'ng eskirtirishga jalb qilinadi. Bunda o'ta to'yingan qattiq eritmani parchalanishi ro'y beradi. Al-Cu qotishmalarni eskirtirishda maxsus jarayonlar kechadi.

Deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalari. Deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalaridan eng ko'p tarqalgani dyuralyuminiy bo'lib, uning kimyoviy tarkibi alyuminiyning mis va magniy hamda qo'shimcha qo'shilgan marganetsda tashkil topgan (7.1 - jadval).

Dyuralyuminiydagi mis, magniy, marganets hamda kremniy va temir qo'shimchalari (noldan o'n foizlarda) qotishma qizdirilganda bir qator erigan fazalar (puxtalovchi) – CuAl_2 , Mg_2Si , Al_2CuMg (S faza deb atadi) va amaliy jihatidan erimaydigan fazalar – $\text{Al}_6(\text{Mn}, \text{Fe})$, AlFeSiMn yuzaga keladi.

Dyuralyuminiyning yumshatilgandan keyingi mikrostrukturasi qattiq α eritmadan va turli fazalarning qo'shimchalaridan iborat.

Dyuralyuminiy taxminan 500°S temperaturagacha qizdirish puxtalaydigan fazalar α eritmada eriydi, suvda tez sovutish esa (toblash) o'ta to'yingan qattiq eritmani qayd qiladi. Toblashdan so'ng dyuralyuminiyning mikrostrukturasi o'ta to'yingan qattiq α eritma donasi va qizdirilganda qattiq eritmada erimagan fazalardan iborat bo'lib, tabiiy eskirtirishdan keyin qotishmani mikrostrukturasi o'zgar olmaydi. Suhniy eskirtirishdan keyin α qattiq eritma donalari chegaralarida va donaning ichida CuAl_2 va S faza kabilar qo'shimchalar ajralib chiqadi.

7.1 – jadval

Dyuralyuminiy kimyoviy tarkibi (% da)

Qotishma tarkibi	Cu	Mg	Mn	Qotishma tarkibi	Cu	Mg	Mn
D1	3,8 - 4,8	0,4 - 0,8	0,4 - 0,8	V65	3,9 - 4,5	0,15-0,3	0,3-0,5
D16	3,8 - 4,9	1,2 - 1,8	0,3 - 0,9	VD17	2,6 – 3,2	2,0 – 2,4	0,45-0,7
D18	2,2 – 3,0	0,2 – 0,5	-				

Toblangan holatda dyuralyuminiy plastik va yengil deformatsiyalanadi. Toblash va tabiiy yoki suhniy eskirtirishdan keyin dyuralyuminiyning mustahkamligi tezda oshadi. Mustahkamlikning maksimum qiymati tabiiy eskirtirishdan so'ng olinadi. Qotishmani suhniy eskirtirishda eskirtirish temperaturasi qanchalik yuqori bo'lsa, u shunchalik tez puxtalanadi, lekin bunda maksimum mustahkamlikka nisbatan kichiroq mustahkamlik qiymati olinadi.

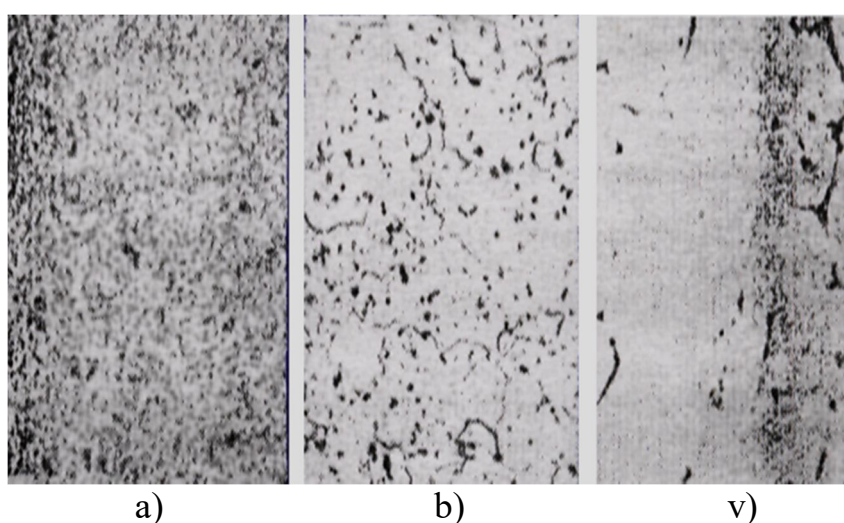
Toblangan dyuralyuminiyga past temperaturada (-5°S) ishlov berish unda qattiq α eritmani parchalanishini to'xtatib qoladi; -50°S temperaturada esa parchalanish umuman kuzatilmaydi. Dyuralyuminiy sovuq bilan ishlov berish toblangan po'latga sovuq bilan ishlov berishda yuzaga keladigan natijaga qaraganda qarama-qarshi natija beradi.

Dyuralyuminiy toblashdan keyingi davrda puxtalanishi ro'y bermaydi va puxtalanishga ketadigan vaqt unchali katta bo'lmay, 1-6 soatni tashkil qiladi. Bu vaqtda dyuralyuminiy bilan hamma sovuq holda ishlov berish operatsiyalari (shtampovkalash, cho'zish va boshqalar) bajarilishi zarur.

Dyuralyuminiyga termik ishlov berishning o'ziga xos tomoni toblashda qizdirishning kichik temperatura intervaliga – $\pm 5^\circ\text{S}$ ga ega ekanligidir (masalan,

D16, D18, VD17 kabi markali duralyuminiylarda bu ko'rsatkich 495 – 505⁰ S, D1 dyuraluminiy markasi uchun 500 – 510⁰ S, V65 dyuraluminiy markasi uchun esa 515 – 525⁰ S ni tashkil etadi). Dyuraluminiyni toblashda ko'rsatilgan qizdirish temperaturalariga qahiy rioya qilish darkor, agar dyuraluminiyni qizdirishda ko'rsatilgan temperaturalardan past yoki yuqori temperaturada qizdirsak, u holda bu qotishmaning mustahkamligi va plastikligi sezilarli darajada kamayishiga olib keladi.

Dyuraluminiyni ruxsat etilgan ko'rsatkichdan yuqori temperaturada toblashda qizdirishda mexanik xossalarning pasayishi undaga metall donalari chegaralari bo'ylab oksidlanishi bilan yuzaga keladigan evtetikani erishi, yahni o'ta kuyish bilan tushuntiriladi. Dyuraluminiyni ruxsat etilgan ko'rsatkichdan past temperaturada toblashda qizdirishda mexanik xossalarning pasayishi esa puxtalaydigan fazalarni maksimal erishi ro'y bermasligi bilan izohlanadi.



7.1 - rasm. Dyuraluminiyni mikrostrukturasi:

a – yumshatilgan holatda; b – toblangan holatda; v – o'ta qizdirilgan toblanish holatida. X200

Dyuraluminiyni toblashda qizdirishning kichik temperatura intervaliga ega bo'lishi oqibatida uning uchun ishlatiladigan pechlar qizdirish vatoblash temperaturalar intervalidan oshmaydigan temperaturalar o'zgarishlarini bir xilligini tahminlashi lozim. Bu talablarga tuzli (selitralli) vannalar va yaxshi havoni tsirkulyatsiya qiladigan elektr pechlar javob beradi.

7.2 – jadval

D16 qotishmaning mexanik xossalari

Holat	σ_v		$\sigma_{0,2}$		$\delta, \%$
	kgk/mm ²	MN/m ²	kgk/mm ²	MN/m ²	
Yumshatishdan keyin	20	200	12	120	25
Bevosita toblashdan so'ng	30	300	22	220	23
Toblash va eskirtirish-dan keyin	45	450	34	340	18

Qizdirilgan alyuminiy qotishmalari (toblash temperaturasida ushlab turilgandan keyin) zudlik bilan pechdan (vannadan) toblash bakiga olib, 30 – 40⁰ S temperaturadan oshmaydigan sovuq suvda sovutiladi. Bu holat alyuminiy qotishmalarida ularni puxtalashda zarur bo'ladigan qattiq eritmani qayd qilish uchun hamda kristallararo korroziyani oldini olish uchun kerak.

Dyuralyuminiy mikrostrukturasini ko'rinishi 7.1 – rasmda tasvirlangan.

Eng ko'p tarqalgan va eng ko'p ishlatiladigan D16 markali dyuralyuminiy qotishmasini yumshatishdan keyin, toblashdan so'ng va toblash va eskir-tirishdan keyingi mexanik xossalari 7.2 -jadvalda ko'rsatilgan.

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerak bo'ladigan priborlar, asboblari, namunalar va materiallar:

Ishni bajarish uchun quyidagilar kerak bo'ladi: mufilli pech potentsiometri bilan, suv solingan toblash baki, Brinell turidagi qattqlik o'lchaydigan pribor, izni o'lchaydigan lupa, dyuralyuminiyning izi, shtangentsirkul', qum qog'oz, brezentli qo'lqop, maxsus kiyim, GOST bo'yicha jadvallar va boshqalar.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi:

Talabalar laboratoriya ishini bajarish uchun o'qituvchidan 4 ta komplekt dyuralyuminiy namunasini oladilar va quyidagilarni bajarishlari kerak:

- dyuralyuminiydan tayyorlangan namunaning qattqligini dastlabki (yumshatilgan) holatda NV shkalasi bo'yicha aniqlash va 7.3-jadvalga yozish;
- D16 markali dyuralyuminiy uchun toblash temperaturasi – taxminan 500⁰ S qilib tanlanadi;
- dyuralyuminiydan tayyorlangan namuna uchun namuna diametri yoki qalinligi 1 mm bo'lganda 2 minut ushlab turish vaqti kerakligi hisobidan qizdirish vaqti aniqlanadi;
- namunalar 500⁰ S gacha qizdirilgan pechga yuklanadi va talab etilgan vaqt ushlab turiladi;
- namunalarni birin ketin pechdan chiqariladi va suvda toblanadi;
- toblashdan keyin namunani ikki toretsi silliqlash qum qog'ozida tozalanadi;
- toblangan namunalar qattqligi NV shkala bo'yicha aniqlanadi va 7.3 – jadvalga kiritiladi;
- toblangan namunalarni 100,200 va 300⁰ S temperaturalarda har bir namunani 30 minut ushlab turib, suhniy eskirtirish o'tkazish;
- eskirtirishdan keyin namunani ikki tomonini silliqlash qum qog'ozida tozalash, NV shkalasi bo'yicha qattqlikni aniqlash va olingan natijalarni 7.3 – jadvalga kiritish;
- NV shkalasi bo'yicha olingan qattqlik ma'lumotlari bilan dyuralyuminiy namunasini qattqligini suhniy eskirtirish temperaturasiga bog'liqlik grafigini qurish kerak. Dastlabki qattqlik qilib, toblangan namuna qattqligi olinishi kerak;

- toblash va suhniy eskirtirishdagi duyuralyuminiy qotishmasidagi faza va struktura o'zgarishlarini yozish kerak.

Yozma shakldagi hisobotning tartibi:

- laboratoriya ishini maqsadi;
- Al-Cuholat diagrammasini faza va struktura tashkil etuvchilarni ko'rsatib chizish kerak. Diagrammada tadqiqot qilinayotgan qotishma tarkibi, termik ishlov berish uchun qizdirish temperaturasi ko'rsatish lozim vatoblash va suhniy eskirtirishdagi duyuralyuminiy qotishmasidagi faza va struktura o'zgarishlarini yozish kerak;
- 7.3-jadval bajarilgan laboratoriya ishni natijalari bilan to'ldirish;
- NV shkalasi bo'yicha olingan qattqlik ma'lumotlari bilan dyuralyuminiy namunasini qattqligini suhniy eskirtirish temperaturasi bog'liqlik grafigini qurish;
- laboratoriya ishi bo'yicha xulosa qilish.

O'z – o'zini tekshirish uchun savollar:

1. Dyuralyuminiy nima?
2. Cho'yanlar necha xil bo'ladi?
3. Dyuralyuminiyga termik ishlov berishdan maqsad nima?
4. Dyuralyuminiyga termik ishlov berishda qizdirish temperaturasi nimaga teng?
5. Dyuralyuminiyga qanday termik ishlov beriladi?
5. Dyuralyuminiy uchun qizdirish temperaturasi va ushlab turish vaqti qanday tanlanadi?
6. Sovutish muhiti qanday tanlanadi?
7. Dyuralyuminiy toblash va suhniy eskirtirishdan keyin strukturasi haqida nimani bilasiz?
8. Dyuralyuminiy suhniy eskirtirish qanday temperaturada amalga oshiriladi?
9. Toblash va suhniy eskirtirishdagi duyuralyuminiy qotishmasida qanday faza va struktura o'zgarishlari ro'y beradi?
10. Suhniy eskirtirish nima?
11. Dyuralyuminiy qanday yana markalarini bilasiz?
12. D16 degani nima?

7.3 – jadval

Dyuralyuminiydan tayyorlangan namunalarni dastlabki, toblangan va suhniy eskirtirilgan holatlaridagi qattqligi

№	Qotishma markasi	Namunalarni diametri yoki qa-	Dastlabki holatdagi qattqligi, NV	Toblash temperaturasi, °S	Toblashda qizdirish vaqt, minut	Toblashdan keyingi qattqlik,	Eskirtirish tempera-	Eskirtirish-ni da-vom etsh	Eskirtirishdan keyingi

		linligi, mm				NV	turasi, ⁰ S	vaqti,min	qattiq- lik, NV
1							100	30	
2							200	30	
3							300	30	

Kurs ishi variantlari mavzulari, bajarishga uslubiy ko'rsatmalar, misol

Kurs ishi talabalarni mustaqil ishlash qobiliyatini rivojlantiradi. Har bir talabaga shaxsiy topshiriq beriladi. Kurs ishida talabalar turli detallar va asboblarga termik va kimyoviy-termik ishlov berish texnologiya-larining operatsiyalarini va marshrut kartalarini tuzadilar.

Ular quyidagilarni o'z ichiga oladi: buyumlarni ishlash sharoitiga qarab po'lat, cho'yan va boshqa qotishmalarning markasini tanlash; qizdirish va sovutish ; qizdirish va sovutish muhitlarini tanlash; termik ishlov berish texnologiyasining marshrut kartalari va operatsiyalarini tuzish; termik ishlov berish texnologiyasining texnik jarayonlarini tuzish; termik ishlashda detallar sifatini nazorat qilish usullarini tanlash.

Kurs ishi topshiriqlari ko'rib chiqiladi va tasdiqlanadi.

Kurs ishi uchun quyidagi variant mavzulari tavsiya qilinadi:

- 1- variant - "Tishli g'ildirak uchun po'lat markasini tanlang va termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing";
- 2- variant - "Keskich uchun po'lat markasini tanlang va termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing";
- 3- variant - "Freza uchun po'lat markasini tanlang va termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing";
- 4- variant - "Prujina uchun po'lat markasini tanlang va termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing";
- 5- variant - "Val uchun po'lat markasini tanlang va termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing";
- 6- variant - "SHtamp asboblari uchun po'lat markasini tanlang va termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing";
- 7- variant - "Lemex uchun po'lat markasini tanlang va termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing";
- 8- variant - "Zenker uchun po'lat markasini tanlang va termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing";
- 9- variant - "Prtoyajka uchun po'lat markasini tanlang va termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing";
- 10-variant - "Avtomobillarda ishlatiladigan porshenlar uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing";
- 11-variant - "Avtomobillarda ishlatiladigan klapanlar uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing";
- 12-variant - "Yuk avtomobili resorasi uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing";

- 13-variant – “Dumaloq plashka uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 14-variant – “Sovuq holda ishlovchi shtamp puansonlari uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 15-variant – “Issiq holda ishlovchi shtamp puansonlari uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 16-variant – “Kichik mikroavtobus g’ildirak o’qlari uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 17-variant -“Tirsakli val uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 18-variant -“Taqsimlanuvchi val uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 19-variant-“Gilg’za uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 20-variant-“Transport sistemasini transmissiyasini kristovanilari uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 21-variant -“Protyajka uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 22-variant- “Metchik uchun material tanlang va uni kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 23-variant -“Parma uchun material tanlang va uni kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 24-variant- “Razvertka uchun material tanlang va uni kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 25-variant - “Zenker uchun material tanlang va uni kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 26-variant -“Freza uchun material tanlang va uni kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 27-variant - “Issiq holda ishlaydigan shtamp uchun material tanlang va uni kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 28-variant- “Sovuq holda ishlaydigan shtamp uchun material tanlang va uni kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 29-variant- “Keskich uchun material tanlang va uni kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 30-variant- “Filg’er uchun material tanlang va uni kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”.

“TERMİK VA KIMYOVIIY – TERMİK ISHLOV BERISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIYASI” FANIDAN KURS ISHINI BAJARISH UCHUN U S L U B I Y Q O' L L A N M A

Kurs ishidan maqsad va u haqida ma'lumotlar

Ishdan maqsad: buyumlarga termik va kimyoviy – termik ishlov berishda aniq qo'yilgan topshiriqni bajarish uchun talabalarni nazariy va amaliy bilimlarni tizimlashtirish, mustahkamlash va kengaytirish hamda ularni ishlab chiqarish sharoitlarida mustaqil ishlash malakasini oshirish hisoblanadi.

Kurs ishi hajmi: kurs ishi tushuntirish xati va grafik qismdan tashkil topadi. Kurs ishining hajmi A₁ formatda 1-2 listlar iborat chizmadan va 20 – 25 bet A₄ formatda hisoblash – tushuntirish xatidan iborat bo'ladi.

Kurs ishining tushuntirish xatida termik va kimyoviy – termik ishlov berishga jalb qilinadigan detal haqida qisqacha tavsifnoma, uni ishlash sharoiti to'g'risida ma'lumot, mavjud davlat standarti va texnik shartlarga muvofiq talablar, material tanlash va termik va kimyoviy – termik ishlov berishning texnologik variantlari, o'ta sovutilgan austenitni izotermik o'zgarish diagrammasini tahlili, toblanuvchanlik, toblanish chuqurligining kritik diametri haqida ma'lumotlar, xulosa va qo'llanilgan adabiyotlar ro'yxati berilishi kerak.

Kurs ishining grafik qismiga quyidagilar kirishi kerak:

- detal yoki zagotovkani chizmasi va unga qo'yilgan talablar;
- termik va kimyoviy – termik ishlov berish rejimi va detalga termik ishlov berishda qo'llaniladigan moslama chizmasi yoki sxemasi;
- texnologik operatsion karta;
- buyumning mikrostrukturasi (kimyoviy tarkibi) va mexanik xossa-lari.

Kurs ishini bajarish uchun dastlabki ma'lumotlar:

- ishlov beriladigan detalni o'lchamlari (albatta, ishchi chizmani taqdim etgan holda);
- buyumga qo'yilgan texnik talab.

Kurs ishini bajarish tartibi:

Kurs ishi quyidagi asosiy bosqichlarni o'z ichiga oladi:

1. Termik va kimyoviy – termik ishlov berishga jalb qilinadigan detal haqida qisqacha tavsifnoma, uni ishlash sharoiti to'g'risida ma'lumot, mavjud davlat standarti va texnik shartlarga muvofiq unga qo'yilgan talablar;
2. Buyumni ekspluatatsiya sharoitidan kelib chiqqan holda material (po'lat, cho'yan markasini va boshqalarni tanlash) markasini tanlash;
3. Buyum uchun tanlangan metall va qotishmalarga termik va kimyoviy – termik ishlov berishning texnologik variantlarini tanlash;
4. Detalga termik va kimyoviy – termik ishlov berish texnologiyasi;
5. Tayyor mahsulotni sifatini nazorat qilish.

Asosiy buyumning tavsifnomasi

Asosiy buyumning tavsifnomasi:

Buyumning konstruksiyasi (eskiz tavsiya qilinadi) va ekspluatatsion tavsifnomasi, respublika xalq xo'jaligida ishlab chiqarishdagi uning ahamiyati to'g'risida qisqacha ma'lumot beriladi.

Materialga qo'yilgan talablar bayon etiladi: mexanik xossa, statik yuklanishlarda toliqish mustahkamligi, yeyilishga chidamlilik, korroziyaga bardoshlik, issiqqa chidamlilik va boshqalar. Qo'yilgan talablarga asosan, material tanlanadi va buyum yoki detalga termik va kimyoviy – termik ishlov berish maqsadi aniqlanadi.

Material tanlash

Material tanlash:

Material tanlash – eng mahsuliyatli topshiriq bo'lib, bu topshiriqni to'g'ri yechilishi kurs ishini bajarilishidagi keyingi bosqichlar bajari-lishiga juda ham bog'liq bo'ladi. Talaba muxandislik topshiriqlarni musta-qil yechishga tayyorgarligini isbotlash uchun undan tanlab olgan materialni mahsulot sifati, texnologikligi, iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq-ligi va boshqa tomonlarini asoslab berishi talab etiladi. Detal, buyum yoki asboblari uchun material tanlashda bahzi bir majburiy holatlari ko'rsatilgan bo'lib, ularni talaba kurs ishini bajarishda ehtiborga olishi tavsiya etiladi:

1. Detalni ekspluatatsiya sharti, aynan, unga qo'yilgan yuklanish xarakteri (statik, dinamik, yo'nalishi o'zgaruvchan va boshqalar) va uning maksimal qiymati; kuchlanish xarakteri (cho'zilish, egilish, siqilish, aylanish, dinamik zarb yuklanishlar) va boshqalar; agres-siv muhitlarning (kislotalar, ishqorlar, gazlar va boshqalar muhiti) mavjudligi yoki yo'qligi; ishqalanish turi (sirpanish, dumalash) va yeyilish xarakteri (abraziv, oksidlangan yoki aralash-gan); moylash tizimini mavjudligi yoki mavjudemasligi.
2. Mexanik xossa, va birinchi navbatda berilgan buyumni ishonchli va uzoq vaqt davomida ishlashini tahminlaydigan yuqori toliqish chegarasi va qovushqoqlikni mos kelish sharti.
3. Texnologik va strukturaviy o'ziga xoslik; toblanuvchanlik va tobla-nish chuqurligi; uglerodsizlanishiga moyilligi; uzoq vaqt davomida qizdirilganda donaning oksidlanishi va kattalashishi; kesib ishlov beruvchanligi, silliqilinishi, shtamplanuvchanligi va boshqalar.
4. Detal konstruksiyasining o'ziga xosligi (qiyshayishga moyilligi yoki unga qarshi turishi, darzlarni hosil bo'lishi, kuchlanishlar konsentratoriga qarshiligiga turg'unligi va boshqalar).
5. Iqtisodiy ko'rsatkichlar: tannarxi, yetkazib berilish sharti va boshqalar.

Po'lat va qotishma markasini tanlashda talaba qisqacha adabiyotlar tahlilini berishikerak. Kurs ishida tanlangan po'lat va qotishmalarni xossasiga uglerod va boshqa legirlovchi elementlarning tahsiri, termik ishlov berish rejimi va mexanik xossalar bayoni etilishi lozim. Bunda, alohida elementlarni va ularning kompleks

tahsir etishi tahlili qilini-shi kerak. Po'latning xossasiga komponentlarning tahsiri to'g'risida mahlu-motnomali jadvallar va grafiklar berilishi lozim.

Uglerodli po'latlarni (masalan, 40 yoki 45 markali po'lat) tanlashda va uni qo'llashda ehtiborni kam uglerod miqdoriga ega bo'lgan po'latlarga qaratish kerak, chunki ular toblashda (suvda sovutishda) deformatsiyalanishga va darzlar hosil bo'lishiga kamroq moyil bo'ladi [1].

Konstruktsion po'latlarni qo'llashda kichik donali (dona o'lchami 7...8 ball bo'lgan) strukturaga ega bo'lgan po'latlarni tanlash lozim.

Zamonaviy texnika juda ko'p miqdorda materiallarni ishlatilishi bilan xarakterlanadi va bu materiallarning soni uzluksiz ravishda oshib bormoqda. Mahlumotnomalar bu materiallarning turli xossalari haqidagi juda ko'plab axborotlar bilan to'lib ketgan. Ushbu holatda turli buyumlar uchun materiallarni optimal ravishda tanlash dolzarb texnik – iqtisodiy muammo hisoblanadi. Lekin, hozirgi vaqtda material tanlashning aniq bir mezonlari yo'q. Biroq, qurilish konstruktsiyalari uchun po'latlarni tanlash bundan mustasnodir [2]. Ushbu holatlar uchun tavsiyalar yetarli darajada aniq xarakterga ega. Mashinasozlik va asbobsozlik sohalari uchun esa ushbu holat ancha ayanchli hisoblanadi. Materiallar assortimenti, ularga termik ishlov berishning turli variantlari va oxir oqibat buyumlar shunchalik ko'pki, biz bunda mavjud materiallar sinflariga (yaxshilanadigan konst-ruktsion po'latlar, resso-ru – prujinapob po'latlar va boshqalar) asosan, umumiy tavsiyalardan boshqalarga hali yetib kelganimiz yo'q.

Odatda, bu tavsiyalar ikki qismdan iborat jadval ko'rinishda bo'ladi. Jadvalning chap qismida material markasi berilsa, o'ng qismida esa ushbu materiallardan tayyorlanishi tavsiya etilgan detal nomlari keltiriladi. Xuddi shunday tavsiyalar, aniq bo'lmagan holatda material tanlash uchun keng ko'lamda koridor ochib beradi. Masalan, mahlumotnomaga asosan, shesternya tayyorlash uchun quyidagi po'lat markalari tavsiya etilgan[3]: 40, 45, 50, 55, 30X, 30XRA, 35X, 38 XA, 40X, 45X, 36G2, 40G2, 30XM, 35XM, 40XN, 45XN va boshqalar.

Mualliflar tomonidan optimal materiallarni tanlash muammosini yechish bo'yicha printsiptial jihatdan yangi qarashlar tavsiya qilindi[4]. Uning mohiyati quyidagiga:

- 1) Hozirgi vaqtda har bir materiallar sinfi (yaxshilanadigan, resso-ru – prujinali va boshqalar) darajasida ushbu sinfdagi material-larga mahlum bir miqdordagi tizimli talablar qo'yilmoqda. Masa-lan, yaxshilanadigan po'latlar uchun ushbu mustahkamlik va plastiklikningkomplekstavsifnomalariga toblanish chuqurligi, chidam-lilik chegarasi, zarbiy qovushqoqlik va boshqalar kiradi. Detal turi va uning ishlash sharoitiga bog'liq ravishda ushbu umumiy talablar turli miqdoriy holatda ifodalanadi. Kerak bo'lsa, bizni qiziqtirayotgan detal materiali uchun aniq miqdoriy talablarni shakllantirish kerak bo'ladi;
- 2) Har bir sinf chegarasida hamma materiallar markasi mahlum bir real kompleks xossalarga ega. Ana shu xossalardan bahzi birlarini o'lchash yoki aniqlash talab etiladi. Lekin, juda ko'p hollarda bu xossalar o'lchangan bo'lib, mahlumotnomalarda unga ehtibor qarati-ladi.

Materiallarni talab etilgan xossalari bo'yicha jadvallar tuzib, ana shu jadvallardan ushbu materiallarni tahlil qilish mumkin bo'ladi;

- 3) Tahlil qilinadigan materiallarning kerak bo'ladigan kompleks xossalari solishtiriladi va ularning yaroqlilik soni aniqlanadi (u 0...1,0 gacha intervalda bo'ladi). Optimal material tanlashda yaroqlilik soni $K = 0,63...1,0$ mos keladi. Agar materiallar xossa-sini talab qiladigan tizimga materialni tannarxi kiritilgan bo'lsa, u holda "K" texnik ko'rsatkich hisoblanadi yoki texnik – iqtisodiy xarakterga ega bo'ladi. Material tanlashning tavsiya etiladigan hisobiy usuli ilmiy tomondan asoslangan. [5] ishda bayon qilingan matematik usul ushbu holatni baholash uchun qo'llanilgan.

Yaroqlilik sonini ketma – ketlik tarzida hisoblash va foydalanilgan formula misolida tushuntirib beramiz. Bizning misolimizda quymalar uchun 5 ta markali legirlangan po'latlar mavjud bo'lsin: 35GL, 20GSL, 40XL, 30XGSL, 35XNML. Ushbu po'latlarning mexanik xossalari hamda payvandlanuvchanligi (ball) ham quyidagi mahlumotnomalarda ko'rsatilgan [6,8,9,10].

Payvandlanuvchanlik balllarda ifodalangan:

- 1 ball – cheklamagan holatda po'lat payvandlanadi;
- 2 ball – cheklangan holatda po'lat payvandlanadi;
- 3 ball – qiyin payvandlanadigan po'lat;
- 4 ball – po'latni payvandlash uchun yaroqsiz.

Materiallar xossasini qiymatlari 1 – jadvalga ko'rsatilgan.

Quyida (pastda) shakllangan talablar uchun po'latlarning optimal variantini tanlash kerak:

Oquvchanlik chegarasi - 300.....350 MPa;

Nisbiy uzayish - 10.....15 %;

Zarbiy qovushqoqlik - 300.....500 kDj/m²;

Payvanlanuvchanlik - 2.....1 ball

Qattqlik - 200.....250 NV.

Hamma talab etilgan xossa bir tomonlama cheklovga ega. Birinchi raqam xossani talab etilgan chegaradagi qiymatiga (Y) mos kelsa, ikkinchisi – optimal qiymatga (y) ga mos keladi.

Masalani yechish:

1. Bitta darajada o'lchov birligiga ega bo'lmagan holda tahlil qilina-yotgan materiallarning xossasini absolyut qiymatini keltiramiz. Ushbu holat uchun quyidagi bog'liqlik ishlatiladi:

$U = 1 \cdot 53 (y - y) \cdot (y - y) \dots$, bu yerda Y – real xossaning qiymati;

Agar "U" ning hatto bitta qiymati ushbu material uchun 0 dan kichik bo'lsa, u holda material to'liq holda nuqsonli hisoblanadi. y ni har bir Y uchun aniqlash 1-jadvalda berilgan;

2. Tahlil qilinayotgan materiallarning har bir xossani aniqlashda funktsiya qiymatini quyidagi formula yordamida aniqlaymiz:

$$Z = ex' (- ex') \cdot (-y) \dots$$

Har bir birlikka ega bo'lmagan Y xossasi uchun Z uchun aniqlangan natijalar 1 – jadvalda keltirilgan.

3. Materialning yaroqlilik sonini material hohlaydigan o'rtacha geometrik birlamchi funktsiya Z ning tahlil qilinayotgan materiallar xossa-sining yig'indisi sifatida aniqlaymiz:

$$K = ZZZ\dots Z\dots$$

bu yerda, K – hisobga olingan materialning yaroqlilik soni;

Z – material hohlaydigan birlamchi funktsiya.

Bizni qiziqtiradigan hamma materiallarning yaroqlilik soni 1 – jadvalning quyi qismida berilgan. Ushbu jadvaldan ishlatiladigan po'lat-lar markasi ichida 20GSL markali po'lat optimal ekanligi ko'rinib turibdi.

Tavsiya etilayotgan hisobiy mezon material tanlashda aniq bo'lma-ganlik holatni bartaraf etadi va optimal material tanlash muammosini yechishda yaxlit metodik qarashni tahminlaydi.

Termik ishlov berishda texnologik variantlarni tanlash

1. Termik ishlov berish usulini tanlash: hajmiy, sirtqi, kimyoviy – termik. Termik ishlov berish usulini tanlash ekspluatatsion, texnologik talablar asosida talab etilgan mexanik xossani ehtiborga olgan holda amalga oshiriladi. Bunda asos sifatida materiallar va buyumlar guruhi uchun mos ravishda termik ishlov berishning turli texnologik ja-rayonlari olinadi[6];
2. Termik ishlov berish texnologik marshrutini, yahni termik ishlov berish operatsiyalarining ketma – ketlik tarzda bajarishni ishlab chiqish;
3. Operatsiya parametrlarini aniqlash:
 - a) qizdirish va sovutish temperaturasi;
 - b) operatsiyaning texnologik bosqichi uchun vositalar tarkibi. Qizdiruvchi muhitni tanlash ishlov berish turiga (oksidlanmaydigan muhitda qizdirish, kimyoviy – termik ishlov berish, yumshatish va boshqalar) va buyum yuzasining holatiga qarab amalga oshiriladi. Oksidlanmasdan va uglerodsizlantirmasdan qizdirishda himoyalannuv-chi atmosferalarni qo'llash tavsiya etiladi [7]. Sovutish muhitini tanlash termik ishlov berish turi, austenitni parchalanish kinetikasi, buyumlarning o'lchami, kesimi va konfiguratsiyasiga qarab bajariladi;
 - v) qizdirish va sovutish vaqti operatsiyani o'tkazish usuli, texnologik muhit, ishlov beriladigan detallarni gabarit o'lchamlari va soniga bog'liq ravishda hisoblanadi.

O'ta sovutilgan austenitning parchalanish diagrammasini tahlili (kinetik va izotermik)

Termik ishlov berishning texnologik jarayonlarida austenitning parchalanishi uzluksiz ravishda sovutish sharoitlarida sodir bo'ladi (kinetik va izotermik). O'ta sovutilgan austenitning parchalanish jarayoni ikki turga bo'linadi:

1. Diffuziyali – perlitli va oraliq (beynitli);
2. Diffuziyasiz – martensitli.

Diffuzion o'zgarishlar kinetikasini izotermik sharoitlarda o'rganish qulay hisoblanadi. A_1 (727^0C) nuqtadan past temperaturada austenit turg'un bo'lmaydi va o'zgarishlar yuz beradi, chunki uning erkin energiyasi o'zgarishlardagi mahsulotlarni erkin energiyasidan yuqori bo'ladi. Turli darajadagi o'ta sovutishda austenit parchalanishi haqidagi nisbatan to'liq tassavurni **austenitning izotermik o'zgarish diagrammasi**, yahni doimiy temperaturada kechadigan o'zgarishlar beradi.

Austenitning izotermik o'zgarish diagrammasini o'rganish uchun po'lat-dan tayyorlangan uncha katta bo'lmagan namunalar austenitni turg'un holatiga mos keladigan temperaturagacha qizdiriladi (yahni, A_1 yoki A_3 kritik nuqtalardan yuqori temperaturalarda), keyin A_1 temperaturadan past temperaturada tez sovutiladi, masalan 700^0S , 600^0S , 500^0S , 400^0S , 300^0S va boshqa temperaturalargacha sovutiladi va austenitni to'liq parchalanishiga mos keladigan temperaturada ushlab turiladi. Austenitni parchalanish darajasi turli usullar bilan aniqlanadi: mikroskopik, dilatometrik, magnit va boshqa usullar.

Tadqiqot natijalarini austenitni parchalanishi boshlanishi momentidan boshlab, parchalangan austenit miqdorini vaqtga bog'liqlik egri chizig'i xarakterlaydi (**kinetik parchalanish**). Bir qancha vaqt mobaynida (H_1 , H_2 , H_3) eksperimental jihatdan austenitni parchalanishi qayd qilinmaydi (1 – rasm, a). Bu vaqtni **inkubatsion davr** deb ataladi. Bu davrning o'tish bilan austenit ferrit – tsementitli qorishma hosil qilib, parchalana boshlaydi. Parchalanish tezligi avval tezda oshadi, so'ngra sekin – asta sekinlashadi. Bir qancha vaqt (K_1 , K_2 , K_3) o'tgandan keyin parchalanish jarayoni to'liq ravishda tugallanadi yoki to'xtaydi. Juda ko'plab o'ta sovutish temperaturalari (t_1 , t_2 , t_3) uchun shunday egri chiziqlarni qurish austenitni o'zgarishini izotermik diagrammasini olish, qurish imkonini yaratadi (1 – rasm, b).

1 –jadval

Yaroqlilik sonini aniqlash uchun qo'llanilgan legirlangan po'latdan tayyorlangan quymalarning mahlumotnomadagi xossalari

T/r	Materiallar xossasini qiymati	Po'lat markasi				
		35GL	20GSL	40XL	30XGSL	35XML
1.	Oquvchanlik chegarasi, MPa					
	Y	350	300	500	350	400
	y	1,53	0	6,12	1,53	3,06

	Z	0,8	0,37	0,998	0,81	0,95
2.	Nisbiy uzayish, δ %					
	Y	14	18	12	14	12
	y	1,22	2,45	0,6	1,22	0,6
	Z	0,77	0,92	0,58	0,74	0,58
3.	Zarbiy qovushqoqlik, KSI, Dj/sm ²					
	Y	500	300	400	300	300
	y	1,53	0	0,47	0	0
	Z	0,8	0,37	0,63	0,37	0,37
4.	Payvandlanuv- chanlik, ball					
	Y					
	y	2	1	2	2	2
	Z	0	1,53	0	0	0
		0,37	0,8	0,37	0,37	0,37
5.	Qattiqlik, NV					
	Y	202-207	144- 161	196-299	163- 240	163-225
	y	1,32	2,72	0,64	0,31	0,77
	Z	0,77	0,94	0,59	0,48	0,46
6.	Qulaylilik soni, K					
		0,67	0,77	0,60	0,52	0,51

Buning uchun har bir tadqiq qilinayotgan temperaturalarni (t_1 , t_2 , t_3) grafikka tushirish uchun austenitni parchalanishini boshlanishi vaqti (H_1 , H_2 , H_3) va austenitni parchalanishini tugallanishi vaqti (K_1 , K_2 , K_3) ga mos keluvchi oraliq vaqt kerak bo'ladi. bunda abstsissa o'qida vaqt, ordinata o'qida esa temperatura qo'yilib, bir xil nomli nuqtalar egri chiziq bilan sekin –asta birlashtiriladi. Austenitni izotermik parchalanish diagram-masidagi **1** egri chiziq austenitning parchalanishini boshlanishini, **2** egri chiziq esa austenitni to'liq parchalanish vaqtini xarakterlaydi [8,9].

Austenitni parchalanishini boshlanishi egri chizig'idan chapda joy-lashgan soha inkubatsion davrning davomiyligini aniqlaydi (1 –rasm, a). Ushbu soha bilan aniqlanadigan temperatura va vaqt intervalida sezilarli darajada parchalanmagan o'ta sovutilgan austenit bo'ladi . Inkubatsion davr-ning davomiyligi o'ta sovutilgan austenitning barqarorligini xarakter-laydi. O'ta sovutish darajasini oshirish bilan austenitning turg'unligi tezda kamayib, 550⁰ S temperatura atrofida minimumga yetadi, shundan so'ng yana oshadi.

Eng kichik turg'unlikka ega bo'lgan temperaturada (~550⁰ S) austenit-ning o'zgarish tezligi nihoyatda yuqori bo'ladi. Uglrodli po'latlarda inkubatsion davrning davomiyligi 1,0 – 1,5 sekunddan oshmaydi. SHuning uchun austenitni

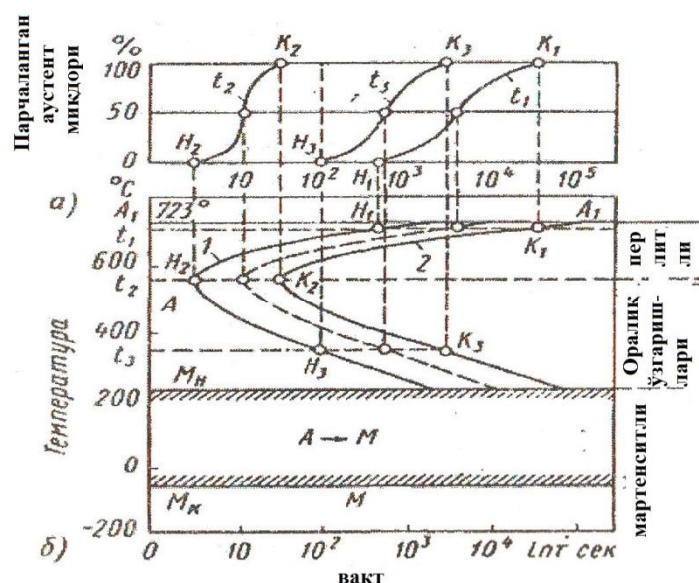
past temperaturagacha ($600^{\circ}\text{S} - 500^{\circ}\text{S}$ temperaturalardan past temperaturada) o'ta sovutish uchun po'latni (austenitda uglerod miqdoriga bog'liq ravishda) yuqori tezlikda (800-200 grad/sek.) sovutish kerak.

M_b nuqtadan past temperaturada austenitni o'ta sovutish (1 – rasmga qarang) diffuziyali jarayonlar to'liq to'xtatilib, ferrit – tsementitli qorishma hosil bo'lishi kuzatiladi. Ushbu holatda toblangan po'lat strukturasi austenitni diffuziyasiz o'zgarishlari ro'y beradi va uni martensit deyiladi. **Martensit** uglerodning α temirdagi o'ta to'yingan qattiq eritmasidir. Martensitdagi uglerod miqdori o'ta austenitdagi uglerod miqdoridan deyarli farqlanmaydi.

Austenitni o'ta sovutish darajasiga bog'liq ravishda o'zgarishning uchta temperaturalar sohasi yoki bosqichlari mavjud: perlitli o'zgarishlar sohasi, oraliq o'zgarishlar sohasi (perlitli va martensitli o'zgarishlar oralig'i) va martensitli o'zgarishlar sohasi. Perlitli o'zgarishlar sohasi A_1 nuqtadan to izotermik diagrammadagi egilishgacha bo'lgan temperaturalar intervalida ($\sim 550^{\circ}\text{S}$) ro'y beradi (1 – rasm, b). Ushbu temperaturalar intervalida austenitni diffuziyali parchalanishi plastinkali tuzilishga ega bo'lgan ferrit – tsementitli qorishmani hosil bo'lishi bilan sodir bo'ladi (2 – rasm,a).

Oraliq o'zgarishlar austenitni izotermik parchalanish egri chizig'ini egilishidagi temperaturadan ($\sim 550^{\circ}\text{S}$) to M_b nuqttagacha ro'y beradi (1-rasm,b). Ushbu o'zgarishlar birinchi tomondan perlitli (diffuziyali) o'zgarishlarga xos, ikkinchi tomondan esa martensitli (diffuziyasiz) o'zgarish-larga xos tomonlarga ega. O'zgarishlar natijasida o'ta sovutilgan austenit-dan bir qancha darajada uglerod bilan to'yingan va ninasimon tuzilishga ega bo'lgan tsementit va α faza (ferrit) iborat qorishma hosil bo'ladi. shunday strukturani nomi **beynit** deb ataladi (2- rasm,b).

M_b nuqtadan past temperaturada o'ta sovutilgan austenit ninasimon tuzilishga ega bo'lgan diffuziyasiz martensitga aylanadi (2 – rasm,v,g) [8].



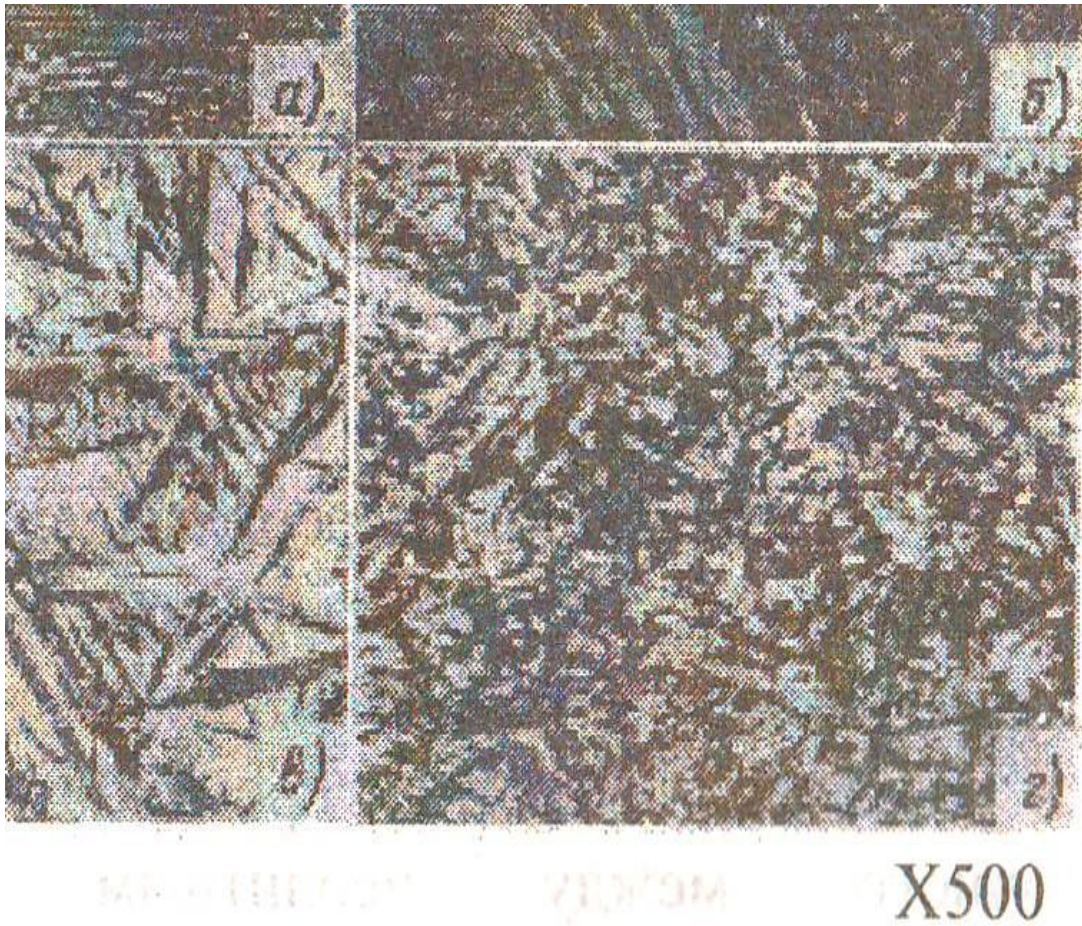
1-расм. 0,8 % S ga ega bo'lgan po'latlar uchun o'ta sovutilgan austenitning izotermik o'zgarish diagrammasini qurish: a – kinetik egri chiziqlar; b – austenitning izotermik o'zgarish diagrammasi.

Donani topish va uning o'lchamini aniqlash

Austenit donasini o'lchami turli usullarda aniqlanadi: tsementatsiya-lash, oksidlash, donani chegaralariga reaktiv tahsir ettirish hamda ferrit yoki tsementitli to'r orqali aniqlash usullari. Dona o'lchami mikroskop yorda-mida 100 marta kattalashtirilganda aniqlanadi. SHlifda ko'rilgan dona 3 – rasmda keltirilgan shkalalar etaloni bilan solishtiriladi [8].

Dona o'lchami ball bilan baholanadi. 1 mm² shlif yuzasida joylashgan dona raqami N (ball) bilan dona soni n orasida quyidagi bog'liklik mavjud: $n = 8 \cdot 2^N$. 1 – 5 ballgacha bo'lgan po'latlar katta donali po'lat guruhi-ga kirsam, 6 – 10 ballgacha bo'lgan po'latlar esa kichik donali po'latlar guruhi-ga kiradi.

Metall va qotishmalarga termik va kimyoviy – termik ishlov berish rejimlari grafik shaklda rasmiylashtiriladi va tushuntirish xatida o'ta sovutilgan austenit diagrammasiga belgilanadi.



2 – rasm. Perlit (a), beynit (b), martensit va qoldiq austenit(v) va martensit (v) mikrostrukturasi

Metall va qotishmalarga termik va kimyoviy – termik ishlov berish texnologiyasi

Metall va qotishmalarga termik va kimyoviy – termik ishlov berish texnologiyasiga operatsion texnologik karta va oxirigi nazorat kartasi kiritiladi [10,11].

Termik ishlov berish texnologiyasining har bir operatsiyasi haqida ma'lumot

Termik ishlov berish texnologiyasining har bir operatsiyasi GOST 3.1118 – 88 (texnologik hujjatlarning yagona tizimi, marshrut kartalarni shakli va rasmiylashtirish qoydasi) bo'yicha maxsu blankada ishlab chiqila-di.

Termik ishlov berish texnologiyasining har bir operatsiyasida quyidagilar beriladi:

- detalni raqami va nomi;
- po'latni markasi;
- zagotovka yoki detalni og'irligi;
- termik operatsiyaning nomi;

- mahsulot sifatiga quyilgan texnik shart (qattqlik, mexanik xossa, mikrostruktura, qiyshayishga qo'yim, yuzani tozaligi, diffuzi qatlamini chuqurligi va boshqalar);
- termik va kimyoviy – termik ishlov berish rejimi;
- sovutish muhitini turi va nomi;
- yuklanishlar soni donada yoki zonalar bo'yicha yoki pechnining tagligi bo'yicha og'irligi;
- qizdirish va ushlab turish vaqti;
- sovutish sharoiti;
- sovutish muhitini turi va usuli;
- mahsulot sifatini nazorat qilish joyi va usuli;
- detal sifatini nazorat qilish priborlari turi va nomi.

Texnologiyaning har bir operatsiyasi aniq qilib va sinchiklab tuzila-di, chunki ana shu hujjat asosida ishlab chiqarishning iqtisodiy samara-dorligi va ishchilarni maoshlari hisoblanadi.

Kurs ishida texnologiyaning har bir operatsiyasi talaba tomonidan tuziladi va uning detallari tushuntirish xatining ilovasiga kiritiladi, matnda bo'lim bo'yicha ilovaga murojat qilish ko'rsatiladi. Masalan, U8 markali po'latdan tayyorlangan pichoqqa termik ishlov berish ishlab chiqilgan texnologiya bo'yicha bajariladi (1- ilovaga qarang).

Termik yoki kimyoviy – termik ishlov berish rejimlari demonstratsiya ko'rinishda namoyon qilinadi [11].

Operatsiya parametrlarini aniqlash buyumlarga termik ishlov berish texnologiyasining tarkibiy qismi hisoblanadi.

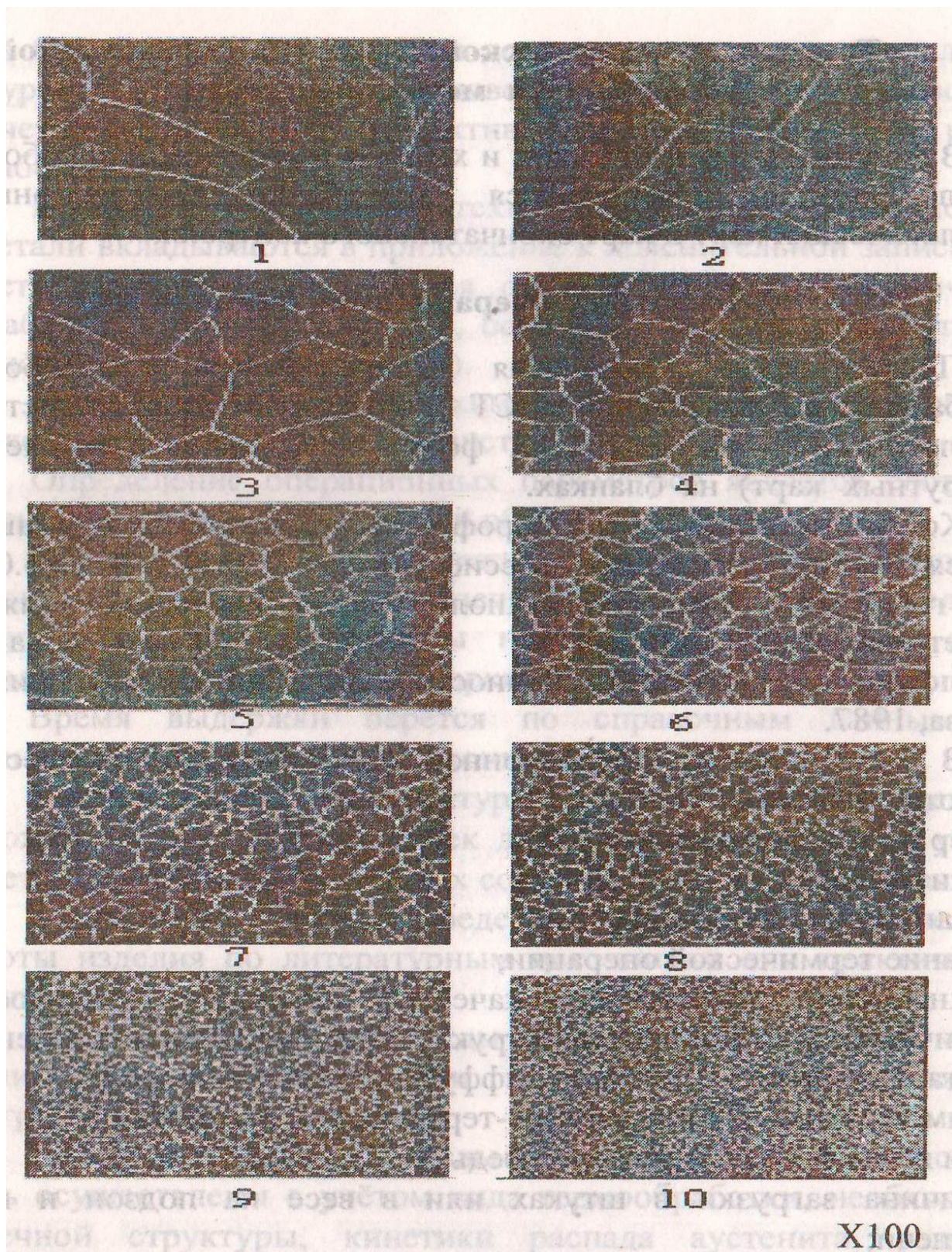
Qizdirish va ushlab turish vaqti tanlab olingan pechning yoki boshqa qizdirish qurilmasining turiga asosan aniqlanadi [12]; qizdirish temperaturasi, taglikka (poddonga) detalni joylashtirish sxemasi va material markasi.

Ushlab turish vaqti mahlumotnomada berilganlardan olinadi yoki aniq bir holat uchun hisoblash ishlari bajariladi.

Qizdirish temperaturasi berilgan materialni kritik nuqtalarini holatiga qarab struktura tashkil etuvchilarni qattiq eritmaga o'tish kinetikasini hisobga olib, aniqlanadi.

Bo'shatish temperaturasi adabiyotlar manbasi yoki amaliy mahlumotlardan buyumni ishlash sharoitiga bog'liq ravishda topiladi.

Qizdirish muhitini tanlash po'lat markasi, detal yoki asbob o'lchami, dasturning yillik hajmi va boshqalarni hisobga olgan holda aniqlanadi.



3 – rasm. Po’latlarning donaliligini shkalasi (raqam bilan dona bo’yicha ball ko’rsatilgan)

Sovutish muhiti va sovutish usulida oxirigi struktura olish uchun zarur bo'lgan termik ishlov berish turi, austenitni parchalanish kinetikasi, buyum kesimining o'lchami va uning konfiguratsiyasini ehtiborga olgan hol-da tanlanadi.

Tayyor mahsulot sifatini nazorat qilish

Tushuntirish xatida mahsulotni sifatini nazorat qilish ishlarini tashkillashtirish, qabul qilingan nazorat vositalari va priborlar (qattiq-lik o'lchovchi priborlar, fizik, jumladan mexanik xossalarni aniqlaydigan priborlar, metallografik mikroskoplar, termik elektr pechlar va boshqa-lar) bayon etilishi lozim.

Po'latlarning toblanuvchanligi va toblanish chuqurligi

Po'latlarning toblanuvchanligi va toblanish chuqurligi po'latlarning muhim xossalarni xarakterlaydi. **Toblanuvchanlik** deganda berilgan po'latni toblashda maksimal qattqlikka ega bo'lish qobiliyatidir. Po'latni toblanuvchanligini aniqlaydigan bosh omil po'latdagi uglerodning miqdori hisoblanadi. Po'latda qanchalik uglerod miqdori ko'p bo'lsa, uning toblashdan keyingi qattqligi shunchalik katta bo'ladi [13]. 2 – jadvalda 40 markali po'latning mexanik xossalari termik ishlov berishdan keyin (yumshatish, toblash va bo'shatish) keltirilgan.

2 –jadval

Toblangan 40 markali po'latning mexanik xossasi

Termik ishlov berish struktura-rasi va xarak-teri	Mexanik xossa				
	σ_v , MPa	σ_o , MPa	HB	δ , %	ψ , %
P + F (yumshatish)	600	250	140	33	55
Martensit (toblash)	1400	1100	570	2	3
600 ⁰ S tempe-turadagi bo'sha-tish (sorbit struktura)	620	410	170	20	64

2-jadvaldan ko'rinib turibdiki, martensit strukturaga ega bo'lgan po'-latlarning xarakterli xossasiga yuqori qattqlik va kichik plastiklik ki-radi. Martensitning qattqligi po'latdagi uglerodni miqdoriga bog'liq bo'lishi aniqlangan va u qattqlik legirlovchi elementlar tahsiridan kam miqdorda o'zgaradi.

Po'lat martensitgacha toblanganda toblash temperaturasidan boshlab sovushi kerak, chunki austenit ferrit-karbidli qorishmaga parchalanishiga ulgirmasdan M_b nuqtadan past temperaturada sovushi lozim. Buning uchun buyumni sovutish tezligi kritik nuqtadan yuqori bo'lishi kerak. Sovu-tishning kritiktezligi – bu

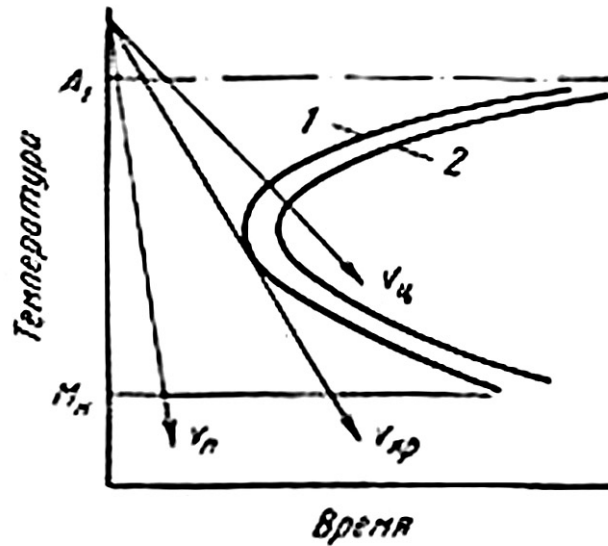
minimal sovutish tezligi bo'lib, bunda austenit hali ferrit-karbid qorishmasiga parchalanmagan bo'ladi.

Toblashdagi sovutishning kritik tezligi birinchi yaqinlashishda austenitni parchalanishini boshlanishida C – egri chiziqqa urinmani qiya holatida aniqlanadi (4–rasm, v_{kr}). Bunday aniqlanishda kattalik, taxminan haqiqiy kritik tezlikdan 1,5 martagacha katta bo'ladi. Haqiqiy kritik tezlik v_{kr} ni termokinetik diagrammani qo'llab, olishimiz mumkin. 5 – rasmda xuddi shunday diagramma 35GS po'lati uchun berilgan. Sovutish egri chizig'ini termokinetik diagramma chizig'i bilan kesishishi mos ravishda o'zgarishni boshlanishi va tugallanishini, egri chiziqdagi raqamlar esa sovutish tugagandan keyingi qattqlikni Brinell shkalasi bo'yicha qiymati-ni ko'rsatadi. 35GS po'latni martensitgacha toblashdagi minimal sovutish tezligi shunday bo'lish kerakki, bunda beynitli o'zgarishlar boshlanishiga ulgirmasligi lozim (A→B).

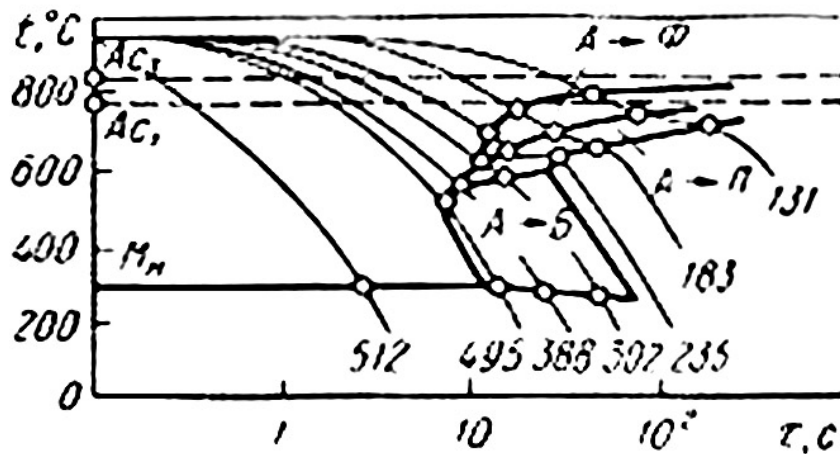
Buyumning yuzasida sovutish tezligi kritik tezlikdan yuqori, markazida esa kam bo'lishi mumkin. Bunday holatda, austenit buyumning sirtqi yuzasida martensitga aylanishi, uning markazida esa perlitli o'zgarishlar ro'y berishi kuzatiladi, yahni detal ochiq holda to'liq toblanmaydi. **Toblanish chuqurligi** – po'latning muhim tavsifnomalaridan biri hisoblanadi. **Toblanish chuqurligi** deganda buyumdagi toblangan qatlamni uning ichkarisiga kirish chuqurligi tushuniladi.

Toblanish chuqurligi, avvalam bor buyumni sovutishning kritik tezligiga bog'liq bo'ladi. 6 – rasmda tsilindrsimon namunani diametri bo'yicha sovush tezligini taqsimlanish egri chizig'i kritik tezlik qiymatiga solish-tirish bilan tasvirlangan. Buyumning xalqasimon yuzasi hajmi kritik tezlikdan yuqori tezlik bilan sovutiladi, shuning uchun u martensitgacha toblanadi. TSilindrning o'zagi esa kritik tezlikdan pastroq tezlikda sovutiladi va shuning uchun u martensitgacha toblanmaydi. Katta kesim yuzasiga ega bo'lgan gabarit o'lchamli, katta hajmli detallarda toblashdan so'ng hamma gamma strukturalarni kuzatish mumkin: detalni yuzasi yaqinidan martensitdan troostomartensit, troostit va sorbit orqali uning markazida perlitga bir tekis, ohista o'tishi ro'y beradi.

Agar buyum markazi kritik tezlikdan yuqori tezlikkacha sovutilsa, unda detal martensitgacha to'liq, ochiq holatgacha martensitga toblanadi (6 – rasm, b). 6 – rasmdan ko'rinib turibdiki, berilgan kesimli detalning toblanish chuqurligini oshirish uchun yoki sovutish tezligini oshirish kerak, (1 egri chiziq yuqoriga suriladi).



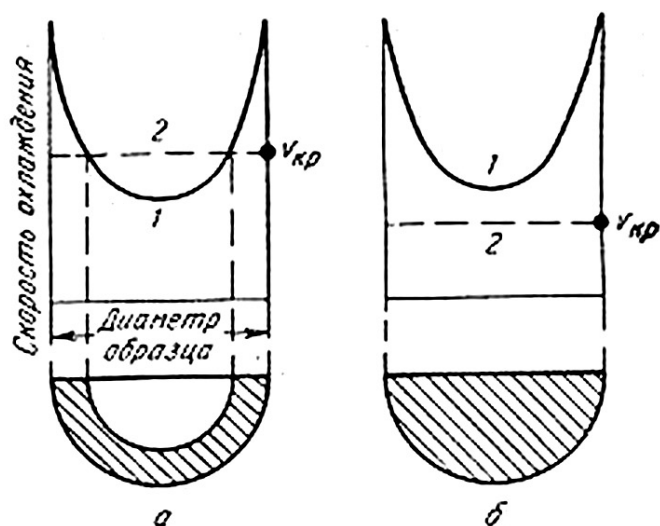
4 – rasm. S – diagramma bo'yicha toblashning kritik tezligini aniqlash:
 v_m, v_{yu} – buyumning markazida va yuzasida sovutish tezligi; 1 – austenitning parchalanishini boshlanishi; 2 – austenitni parchalanishini tugallanishi



5 – rasm. 0,34 % S, 1 % Mn, 0,76 % Siga ega bo'lgan 35GS markali po'latni termokinetik diagrammasi (K. F. Starodubov, Yu. Z. Borkovskiy, V. V. Parusov)

Sovutishning kritik tezligi austenitni parchalanish tezligiga ta'sir qiluvchi hamma omillarga bog'liq bo'ladi. Austenitni parchalanishiga qarshilik ko'rsatuvchi o'ta sovutilgan austenitning bardoshligini oshiruvchi omillar, ya'ni C egri chiziqni o'ng tomonga surish toblanish chuqurligini oshiradi (C egri chiziqni o'ng tomonga surish kichik burchak ostida urinma ko'rinishda bo'ladi).

Po'latlarni toblashdan oldin qizdirish temperaturasi va ushlab turish vaqtini oshirish γ -eritmaning miqdorini bir xil holatga olib keladi va austenit donasi o'lchamini oshiradi, ya'ni o'ta sovutilgan austenitning turg'unligini oshiradi. SHuning uchun toblashdan oldin qizdirish temperaturasi va ushlab turish vaqtini oshishi po'latlarni toblanish chuqurligini oshiradi va bunda birinchi omil nisbatan samarali hisoblanadi.

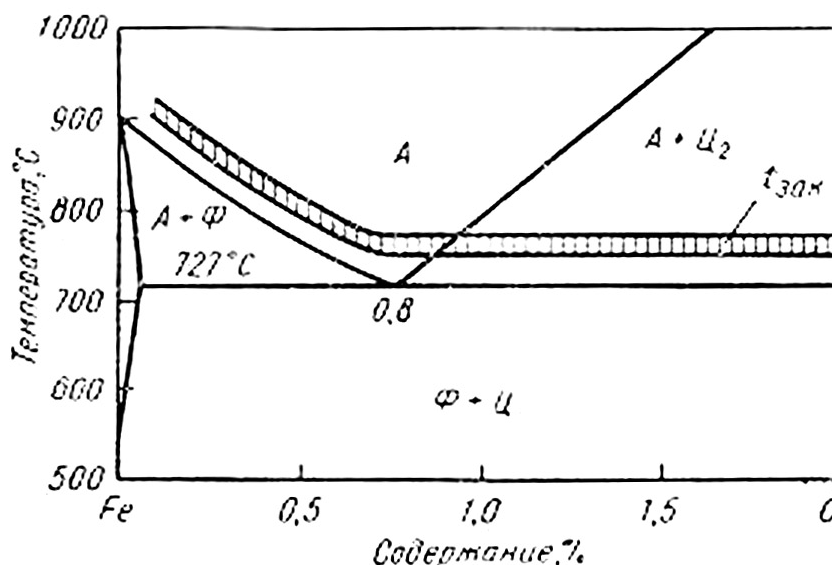


6 – rasm. TSilindrning toblanish chuqurligi:

a – ochiq bo'lmagan toblash; b – ochiq bo'lgan toblash; 1 – tsilindr diametri bo'yicha sovutish tezligini taqsimlanish egri chizig'i; 2 – kritik sovutish tezligi (shtrix qilingan qatlam martensitgacha toblangan qatlamdir)

Toblanish chuqurligiga austenitning kimyoviy tarkibiga juda ham kuchli tarzda ta'sir qiladi. Austenitda uglerod miqdorini oshishi uni turg'un qiladi va buning natijasida toblashni kritik tezligi kamayadi. Eng yaxshi toblanish chuqurligiga evtektoidli po'latlar tarkibiga yaqin tarkibga ega bo'lgan po'latlarda bo'ladi. Evtektoiddan keyingi po'latlarni nisbatan sovutishning yuqoriroq kritik tezligiga ega bo'lishi, ularni austenit joylashgan zonasida emas, balki A_1 temperaturadan yuqori, lekin A_{cm} temperaturadan past temperaturalar sohasida bo'lishi bilan tushuntiriladi (7-rasmga qarang). Evtektoiddan keyingi po'latlarda uglerod miqdorini oshishi uning toblashning normal temperaturasida ($A_1 + 35 \div 60$ K). Kning austenitdagi miqdori oshmaydi, tsementit miqdori esa oshib boradi. Tsementit zarrachalari perlitli o'zgarishlar uchun moyillik bo'lib, o'ta sovutilgan austenitning turg'unligini kamaytiradi. SHuning uchun evtektoiddan keyingi po'latlarda uglerod miqdorini oshishi toblashning kritik tezligi oshadi. Agar evtektoiddan keyingi po'latlar A_{cm} temperaturadan yuqori temperaturada (austenit zonasida) toblansa, sovutishni kritik tezligi po'latdagi uglerod miqdori oshishi bilan uzluksiz kamayib boradi, bunda austenitdagi uglerodning miqdori oshadi.

Uglerodli va kam uglerodli po'latlarni toblanish chuqurligi unga boni nol butun ming bir foiz miqdorida qo'shilganda sezilarli darajada oshadi, bu esa amaliy jihatdan qo'llanilishini namoyon qilib kelmoqda. Juda ham kam miqdorda borni qo'shish po'latni toblanish chuqurligiga ta'sir etishi austenit yuzasida faol ekanligi bilan tushuntiriladi.



7 – rasm. Uglerodli po'latlarni toblashda qizdirish temperaturasi intervali

Eksperimentlar shuni ko'rsatdiki, bir xil markadagi, lekin turli eritishda olingan po'latlarturli toblanish chuqurligiga ega bo'ladi, chunki undagi nazorat qilib bo'lmaydigan erigan va oksid qo'shimchalari, nitridlar, sulg'fidlar va boshqalarning tahsiri oqibatida austenit donasi o'lchamla-rini turlicha bo'lishi bilan tushuntiriladi. Kobalg'tdan tashqari austenit-da erigan hamma legirlovchi elementlar uni parchalanishini qiyinlash-tiradi, toblashning kritik tezligini kamaytiradi va toblanish chuqurli-gini yaxshilaydi. Ana shu maqsadda po'latga keng ko'lamda marganets, nikel, xrom va molibden qo'shiladi. Ayniqsa, o'ta samarali kompleks legirlash va bundagi bahzi bir alohida elementlarni toblanish chuqurligiga foydali tahsir etishi natijasida o'zaro uni kuchaytiradi. Masalan, 0,4 % C va 3,5 % Ni ga ega bo'lgan po'latlarda toblashning kritik tezligi 150⁰S/c ga teng bo'lsa, unga 0,75 % Mo qo'shilsa, uning tezligini taxminan 4⁰S /c ga kamaytiradi.

Po'latlarni legirlashda uning toblanish chuqurligini oshirish ikki yo'nalishda qo'llaniladi. Birinchidan, legirlangan po'latlarni qo'llash, agar uglerodli po'latdan tayyorlangan katta kesimli detallarda ochiq usulda toblash mumkin bo'lmaydigan holda ochiq toblash toblanish chuqur-ligini tahminlab bergan holdagina ishlatiladi.

Ikkinchidan, uglerodli po'latdan tayyorlangan uncha katta bo'lmagan kesimga ega bo'lgan buyumlarni legirlangan po'latlarga almashtirsak, nisba-tan sekin tez toblashdan sovushga olib keladi.

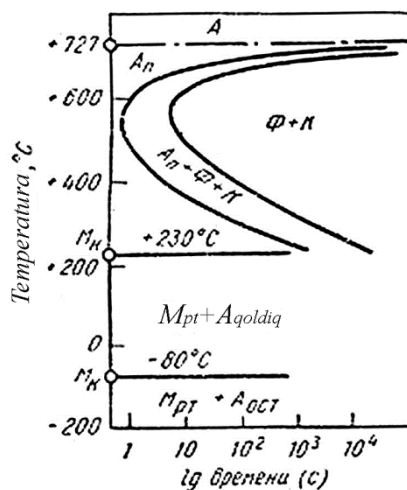
Buyumlarni mahlum bir sovutkichlardagi toblanish chuqurligining eng oddiy tavsifnomasiga toblanish chuqurligi kiradi. Toblanish chuqurligi toblashdagi sinov toblash usuli bilan mikroshlifdagi sinish va buyum kesimidagi qattqlikni taqsimlanishi orqali aniqlanadi. Martensitgacha toblangan po'lat mo'rt bo'ladi. Buyumning toblangan zonasidagi sinish bir xil kam donali, matali – kul rang, farforodliko'rinishga ega bo'ladi. Buyumning yaxshi toblanmagan o'zagini sinishi nisbatan qovushqoq bo'lib, unda sinishi bir xil bo'lmagan, g'adir-budir, yengil

to'liqsimon ko'rinishda bo'ladi. Bu ikki zonalar orasidagi chegara singan namunalardan tayyorlangan namunalar yuzasidayaxshi ko'rinadi.

Makroshlifdagi toblangan va yaxshi toblanmagan zonalar yuzasi kislota bilan tahsir ettirilganda (travleniya qilinganda) turlicha bo'ladi va buni farqlash juda ham osondir.

Toblangan tsilindrning kesimi bo'yicha qattqlikni taqsimlanishi 8 – rasmda ko'rsatilgan. Bunda buyum yuzasidan mahlum bir masofada qattqlikni intensiv o'zgarishi xarakterli bo'lib, bunda bu masofa singan namuna va makroshlifda aniqlangan toblangan va yaxshi toblanmagan zonalar orasidagi chegaralar uchun mos keladi.

Toblanish chuqurligi ,shartli ravishda sovutiladigan yuzadan to yarim martensit strukturasi ga egabo'lgan qatlamgacha (50 % troostit va 50 % martensitga ega bo'lgan struktura) bo'lgan masofa hisoblanadi. Bu qatlam zonasidagi qattqlikka buyum yuzasidan bo'lgan masofa juda ham katta tahsir ko'rsatadi.



8 – rasm. 815 °S temperaturagacha toblangan 60 markali po'latdan tayyorlangan namunani diametri bo'yicha qattqlikni taqsimlanishi:

1 – suvda toblash; 2 – moyda toblash; HRC^{YaM} – yarim martensit strukturasi ga ega bo'lgan po'latdan tayyorlangan prutok suvda toblanganda toblanish chuqurligi 7 mmga, moyda toblanganda esa 0,4 mmga teng bo'ladi. Toblanish chuqurligini tavsifnomasi bo'lib, berilgan sovutkichda ochiq holda toblangan detalning kritik diametri, yahni maksimal kesim diametrixizmat qilishi mumkin.

SHuning uchun toblanish chuqurligini, yahni sovutiladigan yuzadan to yarim martensit strukturasi ga ega bo'lgan qatlamgacha bo'lgan masofani buyumning qattqligini o'lchab va yarim martensitgacha bo'lgan strukturaga ega bo'lgan turli tarkibli po'latlarni qattqligini mahlumot-noma materiallaridan foydalanib, topib nisbatan aniq aniqlash mumkin (8 – rasmga qarang, HRC^{nm}).

3-jadval

Termik ishlov berish texnologik jarayonini nazorat qilish vositalari

nazorat qilinadigan parametrlar	nazorat qilish vositalari
Temperatura rejimi	Temperaturani o'lchaydigan , boshqaradigan va yozadigan potentsiometr-lar.

	Elektr energiya, yonilg'i va havo-ni avtomatik tarzda boshqaradigan bajaruvchi mexanizmlar
Ishlov berish vositasi va ishchi ho-latda tsirkulyatsiyaning intensivligi	Bevosita va bilvosita nazorat qiladigan analizatorlar. Bosimni o'lchaydigan priborlar.
Uzluqli xaraklanadigan jihozlarda operatsiyalarning davomiyligi	Vaqt relesi (soat), yorug'lik va tovush signallari uchun apparaturalar. Vaqt va temperaturani birgalikda boshqaradigan potentsiometrlar.
Uzluksiz xaraklanadigan jihozlarda operatsiyalarning davomiyligi	Vaqt relesi (soat), yorug'lik va tovush signallari uchun apparaturalar. Vaqt va temperaturani birgalikda boshqaradigan potentsiometrlar. Suriluvchi mexanizmlar uchun tezlikni boshqaruvchilar (regulyatorlar).

4 – jadval

Termik ishlov berishdan keyin buyumning sifatini nazorat qilish vositalari

Normallashtirish yoki yumshatishdan (5–25 %) keyin pokovka va quymani qattiqligi	Brinell tipidagi qattqlik o'lchovchi pribor
Toblash va bo'shatishdan (100 %) keyin pokovka va quymani qattiqligi	Brinell yoki Vickers tipidagi qattqlik o'lchovchi priborlar
Toblash va bo'shatishdan (25 - 40 %) keyin yarim tayyor mahsulot va detallarni (toza, ishlov berilgan) qattqlik	Brinell yoki Vickers tipidagi qattqlik o'lchovchi priborlar
Kimyoviy – termik ishlov berishdan keyingi qattqlik	Brinell yoki Vickers tipidagi qattqlik o'lchovchi priborlar
Diffuziya holida to'yingan qatlamning qattqlik (tsementatsiyalash va boshqalar). Massali detallarning fizik – mexanik xossalari	Metallografik mikroskoplar, fizi-kaviy tahlil qilish usullari va boshqalar. Yemiriladigan nazorat qildigan magnitli priborlar; austeno-metr, koertsimetrlar va boshqalar.

Mustaqil tahlil mashg'ulotlari, mavzulari, shakli, ko'rsatmalar, variantlar, tushuntirishlar, boshqa ma'lumotlar

Talaba mustaqil ishni tayyorlashda muayyan fanning xususiyatlarini hisobga olgan holda quyidagi shakllardan foydalanishi tavsiya etiladi:

- darslik va o'quv qo'llanmalar bo'yicha fan boblari va mavzularini o'rganish;
- tarqatma materiallar bo'yicha ma'ruzalar qismini o'zlashtirish;
- avtomatlashtirilgan o'rgatuvchi va nazoratqiluvchi tizimlar bilan ishlash;
- maxsus adabiyotlar bo'yicha fanlar bo'limlari yoki mavzulari ustida ishlash;
- yangi texnika, apparat, qurilma va texnologiyalarini o'rganish;

- faol va muammoli o'qitish uslubidan foydalaniladigan o'quv mashg'ulotlarini o'tkazish;
- masofaviy (distantion) tahlim.

Tavsiya etilayotgan mustaqil ishlarning mavzulari:

1. Materialni zamonaviy puxtalash texnologiyalari;
2. Termik ishlash texnologiyasi;
3. Maxsus termik ishlash texnologiyasi;
4. Kimyoviy-termik ishlash texnologiyasi;
5. Mashinasozlikda qo'llaniladigan materiallarga termik ishlov berish;
6. Rangli metall va qotishmalarga termik ishlov berish;
7. Termik pechlarning turlari;
8. Termik ishlov berishning universal turlari;
9. Yumshatishda qotishmalar strukturasi va xossasini o'zgarishi;
10. Ikkilamchi qayta kristallanish;
11. Austenitning barcha po'latlar uchun izotermik parchalanish diagrammasi;
12. Eskirtirish va uning ahamiyati;
13. Toblash usullari;
14. Induksion toblash va uni mashinasozlikda qo'llanilishi;
15. Metallarni borlash va uning ahamiyati;
16. Silitsirlash va uning ahamiyati;
17. Lemexlarga termik ishlov berish texnologiyasi;
18. Mis qotishmalarga termik ishlov berish texnologiyasi;
19. Avtomobilsozlikda foydalaniladigan detallarga termik ishlov berish;
20. Termik ishlov berishning texnologik jarayonlarini loyihalash.

2. Glossariy

Termik ishlov berish - metall va qotishmalardan tayyorlangan buyumlarga, ularning strukturasi va xossasini berilgan yo'nalishda o'zgartirish maqsadida issiqlik bilan tahsir etish yo'li orqali ishlov berish jarayoniga aytiladi.

Kimyoviy-termik ishlash – po'latning tarkibi, strukturasi va xossalarini o'zgartirish maqsadida uning sirtqi qatlamiga kimyoviy va termik tahsir etish jarayonidir.

Yumshatish - zagotovka yoki buyumni kerakli temperaturagacha qizdirish, shu temperaturada ushlab turib, so'ngra asta-sekin sovitishdan iborat bo'lgan jarayondir.

Normallashtirish - po'latni A_{c3} va A_{s_m} kritik nuqtalardan $30-50^{\circ}S$ temperaturagacha ortiqroq qizdirib, ushbu temperaturada ushlab turish hamda tinch havoda sovitishdan iborat bo'lgan jarayonga aytiladi.

Toblash - po'latni faza o'zgarishlardan yuqoriroq temperaturagacha qizdirish, bu temperaturada ushlab turish, so'ngra tez sovitishdan iborat bo'lgan jarayondir.

Bo'shatish - termik ishlov berishning yakunlovchi operatsiyasi bo'lib, toblangan po'latni kritik nuqtadan (A_{s1}) past temperaturagacha kizdirish, shu temperaturada ushlab turish xamda sekin yoki tez sovitishdan iborat.

Termomexanik ishlov berish- po'latning plastikligini saqlagan xolda, plastik deformatsiyalash bilan mustaxkamlovchi termik ishlov berish (toblash, bo'shatish)ni birlashtiruvchi mustaxhamlashning yangi usulidir.

1-tur yumshatish - metall va qotishmalarga turli ishlovlar berishda ularda yuzaga keladigan muvozanat bo'lmagan holatni qisman yoki to'liq olib tashlash uchun mo'ljallangan termik ishlov berish turi bo'lib, unda faza o'zgarishlari kuzatilmaydi.

Rekristallizatsion (qayta kristallanuvchi) yumshatish – deformatsiyalangan metall yoki qotishmaga termik ishlov berish bo'lib, unda bosh jarayon qayta kristallanish hisoblanadi.

Kristallanishga qadar yumshatish - deformatsiyalangan metall yoki qotishmaga termik ishlov berish bo'lib, unda bosh jarayon qaytish hisoblanadi.

Puxtalash -metall yoki qotishmaga bosim ostida ishlov berish yo'li bilan puxtalanishdir.

Xordiq– xamma hodisalar ichida eng kichik temperaturada puxtalangan metallni nisbatan muvozanat holatiga o'z-o'zidan o'tish bilan bog'liq bo'lgan jarayondir.

Polimorf o'zgarishlarga ega bo'lmagan toblash – metall yoki qotishmalarga termik ishlov berish turi bo'lib, u qotishma holatini xossasi jihatidan yuqoriroq temperaturaga xos bo'lgan nisbatan past temperaturada qayd qilishi jarayonidir.

Polimorf o'zgarishlarga ega bo'lgan toblash – metall yoki qotishmaga termik ishlov berish bo'lib, unda bosh asosiy jarayon yuqori temperaturali fa-alarining martensit o'zgarishlar jarayonidir.

Ferriit – uglerodning α – temirga singdirilgan qattiq eritmasi.

Austenit - uglerodning γ – temirga singdirilgan qattiq eritmasi.

Perlit – tarkibida 0,8 % uglerod mavjud bo'lgan ferriit va tsementitning mexanik aralashmasi.

Martensit - uglerodning α – temirdagi o'ta to'yingan singdirilgan qattiq eritmasi.

Beynit – austenit strukturali po'latlarni kritik sovitish temperaturasiga yaqin tezlikda sovitishda olinuvchi uglerodga o'ta to'yingan ferrit va temir karbidli struktura.

Sorbit – austenit strukturali po'latlarni tez sovitishda (600 -700 °S temperaturada chegarasida) austenitning parchalanishida hosil bo'lgan ferrit va tsementit fazalarning mexanik aralashmasi bo'lib, u perlitga nisbatan maydaroq donali puxta va kam yeyiladigan struktura.

Troostit – juda mayda ferrit va tsementit faza donalarning mexanik aralashmasidan iborat bo'lgan magnit xossali struktura.

Tsementatsiyalash – kam uglerodli po'lat detallarni kam yeyiladigan qilish uchun ularni 900 – 950 °S temperaturali uglerodga boy muhitda mahlum vaqt saqlash yo'li bilan sirt qatlamini uglerodga to'yintirishdir.

Azotlash – po'latlardan tayyorlanayotgan detallarning yeyilishga va korroziyaga bardoshli-gini oshirish maqsadida sirt yuzalarini 0,2 – 0,8 mm qalinlikda azot bilan to'yintirishdir.

Nitrotsementatsiyalash – po'lat va cho'yan tayyorlangan detallarni kam yeyiladigan qilish maqsadida sirtlarini 500 – 880 °S temperaturali azot va uglerod bilan 0,25 – 1,5 mm qalinlikda diffuzion to'yintirish.

TSianlash – po'lat buyumlarni kam yeyiladigan va kam toliqadigan qilish maqsadida sirtini bir vaqtda uglerod va azotga to'yintirishdir.

Borlash – po'lat va boshqa qotishmalardan tayyorlanadigan detallar sirti-ning qattiqligini ancha oshirib, korroziyaga va issiqqa chidamli qilish, kam yeyiladigan qilish maqsadida bor to'yintirilish jarayonidir.

Diffuzion metallash – po'lat sirtqi qatlamini alyuminiy, xrom, kremniy va boshqa metallar to'yintirish jarayonidir.

3. ILOVALAR:

FAN DASTURI

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS
TAHLIM VAZIRLIGI**

Toshkent davlat texnika universiteti

Ro'yxatga olindi:
№ _____
202__ yil _____

Oliy va o'rta maxsus tahlim vazirligining
201__ yil "___" _____dagi "___" - sonli
buyrug'i bilan tasdiqlangan

**«TERMIK VA KIMYOVIY – TERMIK ISHLOV BERISH
NAZARIYASI VA TEXNOLOGIYASI»
fanining**

O'QUV DASTURI

TOSHKENT – 2022

Fanning o'quv dasturi Oliy va o'rta maxsus, kasb-hunar tahlimi yo'nalishlari bo'yicha o'quv-uslubiy birlashmalar faoliyatini muvofiqlashtiruvchi Kengashning 202_ yil «___» _____dagi “___” - sonli majlis bayoni bilan mahqullangan.

Fanning o'quv dasturi Toshkent davlat texnika universitetida ishlab chiqildi.

Tuzuvchi: «Materialshunoslik va materiallar texnologiyasi» kafedrası dotsenti texnika fanlar nomzodi F.R. Norxudjaev

Taqrizchilar: Tokent davlat texnika universiteti dotsenti texnika fanlar nomzodi
A.A. Muxamedov;
“UZLITINEFTGAZ” OAJ laboratoriya boshlig'i texnika fanlar doktori
N. S. Salidjanova.

Fanning o'quv dasturi Toshkent davlat texnika universiteti Ilmiy-uslubiy Kengashida ko'rib chiqilgan va tavsiya qilingan (202_ yil “___” _____dagi “___” – sonli bayonnoma).

KIRISH

“Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi” fanidan o’quv dasturi mashinasozlik materiallariga termik va kimyoviy-termik ishlov berishda ro’y beradigan shakllanish qonuniyatlari, ularning tuzilishi, strukturasi, xossasi, markalanishi hamda fanning rivojlanish tendentsiyasi, istiqboli hamda respublikamiz-dagi ishlab chiqarish korxonalarida qo’llanilayotgan termik, kimyoviy – termik va boshqa ishlov berish usullari bilan bog’liq bo’lgan masalalarni qamrab olgan

Fanning maqsadi va vazifalari

Fanni o’qitishdan maqsad – talabalarda mashinasozlik materiallarga termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi bo’yicha yo’nalish profiliga mos bilim, ko’nikma va malakani shakllantirishdir.

Fanning vazifasi – talabalarda mashinasozlik materiallarga termik va kimyoviy-termik ishlov berishda struktura va xossalarni shakllanish qonuniyatlari, termik va kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyalari hamda respublikamizda ishlab chiqarish korxonalarida qo’llanilayotgan termik va kimyoviy-termik ishlov berish usullari bo’yicha jamlangan bilimlarni hosil qilishdir.

Fan bo’yicha talabalarning bilim, ko’nikma va malakalariga qo’yiladigan talablar

“Termik va kimyoviy – termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi” o’quv fanini o’zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida bakalavr:

- bilimlarning bir butun tizimi bilan o’zaro bog’liqlikda ushbu fanning asosiy muammolari; termik va kimyoviy-termik ishlashning asosiy turlari; mashinasozlik qo’llaniladigan detallarga termik ishlov berishdagi asosiy texnologik jarayonlar *haqida tasavvurga ega bo’lishi*;

- qotishmalarni yumshatish va ularni turlarini; po’latlardagi faza o’zgarishlarini; po’latlardagi perlitli, martensitli va beynitli o’zgarishlarni; kimyoviy – termik ishlov berish va uning turlarini; termik ishlov berishning asosiy texnologiyalarini *bilishi va ulardan foydalana olishi*;

- turili mashinasozlik detal va zagotovkalarga termik va kimyoviy – termik ishlov berish texnologiyalari va uning rejimlarini bilishi, tanlashi hamda ularni hisoblash *ko’nikmalariga ega bo’lishi kerak*.

Fanning o’quv rejadagi boshqa fanlar bilan o’zaro bog’liqligi va uslubiy jihatdan uzviyligi

“Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi” fani ixtisos-lik fani hisoblanib, 7, 8 – semestrlarda o’qitiladi. Dasturni amalga oshirish o’quv rejasida rejalashtirilgan matematik va tabiiy (fizika, kimyo), umumkasbiy (konstruksion materiallar texnologiyasi, materialshunoslik, nometall materiallar va materiallar tuzilishining tahlili va detallar sifatini nazorat qilish usullari) va ixtisoslik (qizdirish qurilmalari) fanlaridan talabanning yetarli bilim va ko’nikmaga ega bo’lishligi talab etiladi.

Fanning ishlab chiqarishdagi o’rni

Mashinasozlik va sohalar bo’yicha ishlab chiqarish korxonalar“Materialshunoslik va yangi materiallar texnologiyasi” yo’nalishi bo’yicha mutaxassislariga talabi yildan-yilga oshib

bormoqda. SHuning uchun bu yo'nalish bo'yicha raqobatbardosh va o'z sohasini yetuk mutaxassisini tayyorlash taqozo etiladi. "Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi" fani ushbu yo'nalishda bakalavrlar tayyorlashda asosiy ixtisoslik fani hisoblanib, yo'nalish bo'yicha talabalarga materiallarni termik va kimyoviy – termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi bo'yicha bilim beradi, ularni soha bo'yicha bilimlari poydevorini yaratadi va ishlab chiqarish korxonalarida juda muhim hisoblangan materiallarni puxtalash texnologiyalari bo'yicha talabalarda malaka va tajribani shakllantiradi. SHu bilan bu fanning ishlab chiqarishdagi o'rni kattadir.

Fanni o'qitishda zamonaviy axborot va pedagogik texnologiyalar

Fanni o'zlashtirishda yo'nalishning o'ziga xos xususiyatlarini hisobga olgan holda, interaktiv usullarni tadbiq qilish muhim ahamiyatga egadir. Amaliy mashg'ulotlar va mustaqil ishlarni o'zlashtirishda EHM axborot bazalaridan, INTERNETdan to'liq foy-dalaniladi. Bundan tashqari fanni o'qitishda texnik vositalarning barcha turlaridan keng foydalaniladi.

Ma'ruza va amaliy mashg'ulotlarni o'tishda mos ravishda zamonaviy innovatsion pedagogik texnologiyalardan foydalaniladi.

Mustaqil ish jarayonida talaba texnik adabiyotlar va mehyoriy hujjatlar bilan ishlashni uddalashini namoyon qilishi, mashg'ulotlar vaqtida qabul qilgan informatsiyani to'g'ri mushohada qilish qobiliyatini ko'rsatishi zarur.

Mazkur fanni o'qitish jarayonida tahlilning zamonaviy usullari, pedagogik va axborot-kommunikatsiya texnologiyalari qo'llanilishi nazarda tutilgan:

- termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi bo'yicha mahru-za darslarida zamonaviy kompg'yuter texnologiyalari yordamida prezentatsion va elektron-didaktik texnologiyalarini;
- termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasini o'rganish mavzularida o'tkaziladigan amaliy mashg'ulotlarda aqliy hujum, klaster, sink-veyn kabi pedagogik texnologiyalarini;
- termik va kimyoviy-termik ishlash texnologiyalari mavzularida o'tkaziladigan mashg'ulotlarda kichik guruhlar musobaqalari, guruhli fikrlash texnologiyalarini *qo'llash nazarda tutiladi*.

ASOSIY QISM

Fanga kirish

"Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi" fani to'g'risida umumiy ma'lumotlar. Fanning maqsadi, vazifasi va ahamiyati. Metall va qotishmalarga bo'lgan talablar. Metall va qotishmalarning nazariy va amaliy mustahkamligi va uni oshirish yo'llari. Metall materiallarni berilgan xossada olish, uning sifati va uzoqqa chidamliligini oshirishda termik ishlov berishning roli. Termik ishlov berishning asosiy bosqichlari va rivojlanish tarixi. Termik ishlov berish nazariyasi va amaliyoti sohasidagi vazifalari. Termik ishlov berishning universal turlari.

Termik ishlov berish turlarining tasnifi. Yumshatish, normallashtirish, toblash, kimyoviy-termik ishlov berish, termomekhanik ishlov berish. 1-tur yumshatish. Yumshatishda qotishmalar strukturasi va xossasini o'zgarishi.

Qotishmalarni yumshatish va normallashtirish. Deformatsiyalangan qotishmalarni yumshatish. Qayta kristallanuvchi (rekristallanish) yumshatish. Qaytish (yumshatish, poliganizatsiyalash). Qayta kristallanish (birlamchi, yig'uvchi). Birlamchi qayta kristallanishda qotishma donasi o'lchamining o'sishi. Yig'uvchi qayta kristallanish. Ikkilamchi qayta kristallanish va uning tabiati. Metallning xossasini qayta kristallanuvchi yumshatishga qadar va qayta kristallanishda o'zgarishi.

Faza o'zgarishlarga ega bo'lgan 2-tur yumshatish. Qattiq holatda faza o'zgarishlarining o'ziga xos tomonlari. Faza o'zgarishlarida fazalararo chegaralar tuzilishining roli. Gomogen va geterogen fazalarni hosil bo'lishi. Faza o'zgarishlar kinetikasi.

Po'latlarda ro'y beradigan o'zgarishlar. Tez sovutishdagi (toblashdagi) o'zgarishlar. Polimorf o'zgarishlarsiz toblash. Polimorf o'zgarishlarsiz toblashdagi qizdirish va sovutish. Sovutishning kritik tezligi.

Polimorf o'zgarishlarga ega bo'lgan toblash. Po'latni qizdirish va sovutishdagi asosiy o'zgarishlar. Po'latda austenitni hosil bo'lishi. Qizdirishdagi o'zgarishlar (austenitni hosil bo'lishi). As_1 va As_3 kritik nuqtalar.

Legirlovchi elementlarning kritik nuqtalarga tahsiri. Austenitning hosil bo'lish mexanizmi. Qizdirishda austenit donachasini o'sish mexanizmi va kinetikasi. Austenit donasini o'lchami. O'ta qizish va kuyish. Austenit donasining nasldorligi. Legirlovchi elementlarni dona o'lchamiga tahsiri. Legirlovchi elementlarni austenit donasini o'lchamlariga tahsiri.

Sovutishdagi o'zgarishlar. Austenitni parchalanish jarayoni. Austenit parchalanishi mahsulotlari.

Izotermik va termokinetik diagrammalar. Izotermik diagrammalarni turlari. Austenitning izotermik parchalanish diagrammasi.

Po'latdagi perlitli o'zgarishlar. Perlitli o'zgarishlarni mexanizmi va kinetikasi. Po'latdagi perlitli o'zgarishlarga legirlovchi elementlarning tahsiri.

Evtektoidgacha bo'lgan po'latlarda uzluksiz sovutish sharoitida austenitni o'zgarishi. Po'lat va qotishmalarda martensitli o'zgarishlar. Uglerodli po'latlarda martensitli o'zgarishlarning o'ziga xosligi. Martensitli o'zgarishlar mexanizmi. Martensit kristalining kogerent o'sishi. Austenitning martensitga aylanishining kristallogometriyasi. Qoldiq austenit.

Martensitgacha toblangan qotishmalarni mikrostruktura va substrukturasi. Martensitgacha toblangan qotishmalarning xossasini o'zgarishi. Martensitgacha toblangan qotishmalar xossasini o'zgarishi.

Beynitli (oraliq) o'zgarishlar. Beynitli o'zgarishlar kinetikasi. Beynitli o'zgarishlar mexanizmi. Izotermik temperaturada ushlab turishni to'liq parchalanishga bog'liqligi. Beynitning morfologiyasi. Beynitning struktura shakli va uning faza tarkibi. Xususiy beynitli o'zgarishlar jarayonida austenit tarkibini o'zgarishi. Beynitli o'zgarishlar mexanizmini xarakteri. Uglerodli po'latlarda austenitning oraliq o'zgarishlari. Austenitni oraliq o'zgarishlarida uglerodni qaytadan taqsimlanishi. Oraliq mexanizm bo'yicha austenitni xususiy parchalanishini martensitli o'zgarishga tahsiri. Beynitli o'zgarishlarni ahamiyati. Beynitli strukturaga ega bo'lgan po'latlarini mexanik xossalari.

Eskirtirish va toblangan po'latlarni bo'shatish. Bo'shatishda struktura o'zgarishlari. Uglerodli po'latlarni bo'shatish: uglerodni segregatsiyasi, oraliq karbidlarini ajralishi, tsementitni hosil bo'lishi, tsementitni koagulyatsiyasi va sferoidlash, qoldiq austenitni parchalanishi, bo'shatishning xamma intervaldagi bo'shatishlarda uglerod miqdorini α -eritmada kamayishi, α -fazada qaytish va qayta kristallanish.

Bo'shatish jarayoniga legirlovchi elementlarni tahsiri. Po'latni bo'shatishda mexanik xossalarni o'zgarishi. Legirlangan po'latlar xossasini o'zgarishi. Ikkilamchi qotish, bo'shatishdagi mo'rtlik.

Termik ishlov berishning asosiy texnologiyalari. Qizdirishning teksturasini tanlash. Qizdirish vaqti. Mayin va massali o'ziga xos qizdirish. Qizdiriladigan muhitning kimyoviy tahsirlanishi.

Toblash. Toblash usullari. Po'latning toblanuvchanligi va toblanish chuqurligi. Ichki kuchlanish. Toblangan po'latdan tayyorlangan buyumlar. Sovuqlik bilan ishlov berish. Termik ishlashda metalldagi yuzaga keladigan nuqsonlar.

Qotishmalarni yumshatish va normallashtirish hamda bo'shatish. To'la va chala yumshatish. Izotermik yumshatish. Past temperaturali yumshatish. Gomogenlovchi (diffuzion) yumshatish. Normallashtirish. Normallashtirdan maqsad va uning qo'llanilishi.

Toblangan po'latlarni bo'shatish. Bo'shatish turlari.

Yuzani toblash. Gaz alangasi yordamida va induksion toblash hamda ularning usullari. Induksion toblashda ishlatiladigan kichik toblanish chuqurligiga ega bo'lgan po'latlar. Yuqori chastotali tok yordamida toblash. Induksion qizdirish. Lazer yordamida qizdirib termik ishlash.

Kimyoviy-termik ishlash. Kimyoviy-termik ishlash jarayoni, vazifasi va qo'llanilish sohalari. Kimyoviy-termik ishlov berish jarayonlardagi umumiy qonuniyatlar: adsorbtsiya, diffuziya, atom holatidagi reagentlarni olish. Diffuziya jarayonlarini umumiy qonuniyatlari. Atomli va reaktiv diffuziya. Atomli va reaktiv diffuziyada diffuziyalangan qatlamlarni tuzilishi. Kimyoviy-termik ishlashning turlari.

TSementatsiyalash. Ahamiyati va maqsadi. TSementatsiyalash uchun ishlatiladigan po'latlar. TSementatsiyalash jarayonlarini turlari. Qattiq karbyurizator, gaz va suyuqlik muhitida tsementatsiyalash jarayonlari mexanizmi. TSementatsiyalash jarayoniga po'latning tarkibi, muhitning faolligi va temperaturani tahsiri. TSementatsiyalashda karbidlarni hosil bo'lishi. Uglerodli va legirlangan po'latlarda diffuziyali qatlamlarni hosil bo'lishi. Turli tarkibdagi tsementatsiyalangan po'latlarni termik ishlov berish usullari va ularning turlari. TSementatsiyalashni turli usulbirlarini iqtisodiy samaradorligini tuzish.

Azotlash. Jarayonning maqsadi va vazifasi. Azotlashda ishlatiladigan po'latlar. Temir-azot holat diagrammasi. Diffuziyali qatlamlarni shakllanishi. Azotlashda uglerodli po'latlarni kamchiliklari va po'latlardagi legirlangan elementlarning roli. Azotlangan qatlamni hosil bo'lish mexanizmi. Azotlash texnologiyasi. Azotlangan po'latlarni strukturasi va xossasi. Azotlash uchun ishlatiladigan jihozlar. Azotlash-ning yangi usullari. Ionli azotlash.

Nitrotsementatsiyalash va tsianlash. Jarayonni borishi va ahamiyati. Maqsadi va qo'llanilish sohasi. Po'latlarda azot va uglerodni birgalikdagi diffuziyasini o'ziga xosligi. Nitrotsementatsiyalash. Nitrotsementatsiyalash uchun ishlatiladigan po'latlar. Kimyoviy jarayonlar. Nitrotsementatsiyalash tartiblari. Diffuziyali qatlamlarni shakllanishi. Strukturasi va xossasi. TSianlash. Jarayonning mexanizmi. Po'latlarni tsianlashni strukturasi va xossasi. Diffuzion metallash. Jarayonni borishi va ahamiyati. Jarayonni borishidagi umumiy qonuniyatlar. Borlash. Borlashning usullari va texnologiyasi. Borlangan buyumlarni termik ishlash. Borlangan qatlamlarni strukturasi va xossasi. Borlashni qo'llanilishi. Diffuziyali xromlash. Alitirlash. Silitsirlash.

Konstruksion va asbobsozlik po'latlardan tayyorlangan yarim tayyor mahsulotlarga termik ishlov berish texnologiyasining asoslari.

Alohida guruhdagi qotishmalarga termik ishlov berish. Tezkesar po'latlarga termik ishlov berish. Temperatura va qizdirish vaqtini tanlash. Sovutish muhitlari, toblash usullari. Tezkesar po'latdan tayyorlangan buyumlarni bo'shatish.

Asboblarga termik ishlov berish texnologiyasi. Yumshatish texnologiyasi. Asboblarni toblash. Toblashda sovitish. Asboblarni bo'shatish.

Issiq va sovuq holda ishlaydigan shtamlarga termik ishlov berish.

Rangli metall va qotishmalardan tayyorlangan detallarga termik ishlov berish texnologiyasi. Mis qotishmalaridan tayyorlangan detallarni termik ishlash. Alyuminiy qotishmalaridan tayyorlangan detallarni termik puqtalanishini tamoyillari (toblash va eskirtirish). Ikki bosqichli eskirtirish. Titan qotishmalari va turli strukturali qotishmalardan tayyorlangan detallarga termik ishlov berish (yumshatish, toblash).

Priborsozlikda ishlatiladigan detallarga termik ishlov berish texnologiyasi.

Konstruksion po'latlardan tayyorlangan detallarni termik ishlash texnologiyasi. Tishli g'ildiraklar, tirsakli va taqsimlanuvchi vallar, porshenlar, gilg'zalar, ichki yonuv dvigatellarining klapanlari, o'qlar va transport sistemasini transmissiyasini kristavinalarini puxtalash uchun ishlov berishdan maqsad va uslublari. Mashinasozlikda qo'llaniladigan boshqa detal va zagotovkalarga termik ishlov berish.

Termik ishlov berishning texnologik jarayonlarni loyihalash. Loyihalashdagi dastlabki mahlumotlar. Termik ishlov berishning texnologik jarayonlarini loyihalash-ning metodikasi va ketma-ketligi.

Termik ishlov berishning texnologik jarayonlarini hujjatlari.

Termik ishlashda hayot faoliyati xavfsizligini tahminlash.

Amaliy mashg'ulotlarning taxminiy ro'yxati

Amaliy mashg'ulotlarda talabalar mashinasozlikda qo'llaniladigan detallar va asboblarni uchun ularning ishlash sharoitiga qarab turli xil materiallar va termik, kimyoviy-termik ishlash rejimini tanlash bo'yicha masala yechishni o'rganadilar.

Amaliy mashg'ulotlarni taxminiy tavsifiya etiladigan mavzulari:

1. Mashina detallar va asboblarni uchun ishlash sharoitiga qarab material va termik va kimyoviy-termik ishlash tartibini tanlash bo'yicha masala yechish;
2. Uglerodli konstruksion po'latlarni (cho'yanlarni) yumshatish temperaturasini tanlash bo'yicha masala yechish;
3. Po'latlarning kimyoviy tarkibi va markasiga ko'ra toblanuvchanligini aniqlash;
4. Uglerodli va legirlangan po'latlarning bo'shatish temperaturasini tanlash bo'yicha masala yechish;
5. Eskirtirish temperaturasini tanlash bo'yicha masala yechish;
6. SHtamplash asboblarni termik ishlash texnologiyasi bo'yicha masala yechish;
7. Kesuvchi asboblarni – keskichlar va parmalarini termik ishlash texnologiyasi bo'yicha masala yechish;
8. Rangli metall va qotishmalar turlarini tanlash va ularni qo'llash bo'yicha masala yechish;
9. Vallarni termik ishlash texnologiyasi bo'yicha masala yechish;
10. Tishli g'ildiraklarni termik ishlash texnologiyasi bo'yicha masala yechish.

Laboratoriya ishlarini tashkil etish bo'yicha ko'rsatmalar

Laboratoriya ishlarida talabalar mashinasozlikda qo'llaniladigan turli xil po'lat va rangli metall va qotishmalaridan tayyorlangan namunalarga termik va kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyalarini hamda termik va kimyoviy – termik ishlov berilgan po'latlarni mikrostrurasi tahlil qilishni o'rganadilar.

Laboratoriya ishlarini taxminiy tavsiya etiladigan mavzulari:

1. Uglerodli po'latlarni termik ishlash (toblash va bo'shatish);
2. Toretsli toblash usulida konstruksion po'latlarni toblanuvchanligini aniqlash;
3. Asbobsozlik po'latlariga termik ishlov berish;
4. Tezkesar po'latlarga termik ishlov berish;
5. Yuqori chastotali tok (YuCHT) yordamida induksion qizdirish orqali toblash;
6. Legirlangan po'latlarni mikrostruktura tahlili;
7. Duralyuminiy qotishmalarini termik ishlash ;
8. Termik va kimyoviy-termik ishlangan po'latlarning mikrostruktura tahlili.

“Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi”fanidan laboratoriya ishlarini o'tish bo'yicha uslubiy ko'rsatma kafedra tomonidan ishlab chiqilishi kerak.

Kurs ishini tashkil etish bo'yicha ko'rsatmalar

Kurs ishi talabalarni mustaqil ishlash qobiliyatini rivojlantiradi. Har bir talabaga shaxsiy topshiriq beriladi. Kurs ishi talabalar turli detallar va asboblarga termik va kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyalarining operatsiyalarini va marshrut kartalarini tuzadilar.

Ular quyidagilarni o'z ichiga oladi: buyumlarni ishlash sharoitiga qarab po'lat, cho'yan va boshqa qotishmalarining markasini tanlash; qizdirish va sovutish ; qizdirish va sovutish muhitlarini tanlash; termik ishlov berish texnologiyasining marshrut karta-lari va operatsiyalarini tuzish; termik ishlov berish texnologiyasining texnik jarayonlarini tuzish; termik ishlashda detallar sifatini nazorat qilish usullarini tanlash.

Kurs ishi topshiriqlari ko'rib chiqiladi va tasdiqlanadi.

Kurs ishini taxminiy tavsiya etiladigan mavzulari:

Mashina detallar uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing;

Kesuvchi asboblar uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing;

Avtomobilsozlikda ishlatiladigan detallar uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing;

Qishloq xo'jaligi mashinalarda ishlatiladigan detallar uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing;

Metallurgiya sanoatida ishlatiladigan detallar uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing.

Mustaqil tahlilni tashkil etishning shakli va mazmuni

Talaba mustaqil ishni tayyorlashda muayyan fanning xususiyatlarini hisobga olgan holda quyidagi shakllardan foydalanishi tavsiya etiladi:

- darslik va o'quv qo'llanmalar bo'yicha fan boblari va mavzularini o'rganish;

- tarqatma materiallar bo'yicha ma'ruzalar qismini o'zlashtirish;
- avtomatlashtirilgan o'rgatuvchi va nazoratqiluvchi tizimlar bilan ishlash;
- maxsus adabiyotlar bo'yicha fanlar bo'limlari yoki mavzulari ustida ishlash;
- yangi texnika, apparat, qurilma va texnologiyalarini o'rganish;
- faol va muammoli o'qitish uslubidan foydalaniladigan o'quv mashg'ulotlarini o'tkazish;
- masofaviy (distantion) tahlim.

Tavsiya etilayotgan mustaqil ishlarning mavzulari:

21. Materialni zamonaviy puxtalash texnologiyalari;
22. Termik ishlash texnologiyasi;
23. Maxsus termik ishlash texnologiyasi;
24. Kimyoviy-termik ishlash texnologiyasi;
25. Mashinasozlikda qo'llaniladigan materiallarga termik ishlov berish;
26. Rangli metall va qotishmalarga termik ishlov berish;
27. Termik pechlarning turlari;
28. Termik ishlov berishning universal turlari;
29. Yumshatishda qotishmalar strukturasi va xossasini o'zgarishi;
30. Ikkilamchi qayta kristallanish.

Dasturning informatsion-metodik tahminoti

Mazkur fanni o'qitish jarayonida tahlilning zamonaviy usullari, pedagogik va axborot-kommunikatsiya texnologiyalari qo'llanilishi va ishlab chiqarish korxonalarini hamda ilmiy-tadqiqot institutlarga ekskursiyalar uyushtirish nazarda tutilgan:

- "Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi" fani bo'yicha ma'ruza darslarida zamonaviy kompg'yuter texnologiyalari yordamida prezentatsion va elektron-didaktik texnologiyalarini;
- "Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi" fanidan o'tkaziladigan amaliy mashg'ulotlarda aqliy hujum, klaster kabi pedagogik texnologiyalarni qo'llash nazarda tutiladi.

Foydalaniladigan asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar ro'yxati

Asosiy adabiyotlar

1. Yu.A. Bashnin, B.K. Ushakov, A.G. Sekit Teoriya termicheskaya obrabotki. - M.: Metallurgiya, 1986.
2. Yu.M. Laxtin Metallovedenie i termicheskoy obrabotki metallov. -M.: Metallurgiya, 1984.
3. F.R. Norxudjaev . Materialshunoslik. Darslik. "Fan va texnologiya" nashriyoti, - T.: 2014, 160 bet.
4. Bartashevich A.A. Materialovedenie. Izd-vo "Fenniks" Rostov-na-Donu, 2004. -352s.
5. E. O. Umarov Materialshunoslik. O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus tahlim vazirligi. – T.: CHO'lpon nomidagi NMII, 2014 – 384 b.

3.2. Qo'shimcha adabiyotlar

1. Yu.M. Laxtin, B.N. Arzamasov Ximiko-termicheskaya obrabotka metallov. – M.; Metallurgiya, 1995.
2. CHerepaxin A.A. Materialovedenie. Izd-vo “Lotos”, Moskva, 2004. – 256 s.
3. I.I.Novikov Teoriya termicheskoy obrabotki metallov. – M.: Metallurgiya, 1974, 400s.
4. G.V. Kurdyumov, L.M. Utevskiy, R.I. Entin. Prevrao’eniya jeleza v stali. – M.: Nauka, 1987.
5. Metallovedenie termicheskaya obrabotka stali. Spravochnik tom.III. Pod. red. Bernshteyna M.L., Raxshatada A.G. – M.: Metallurgiya, 1983.
6. Dg’yachenko S.S. Obrazovanie austenita v jelezouglerodistqx splavax. –M.: Metallurgiya, 1987.
7. K.N. Sokolov Texnologiya termicheskoy obrabotki i proektirovanie termicheskix tsexov. M.: Metallurgiya, 1988.
8. Termicheskaya obrabotka v mashinostroenii. Spravochnik. Pod. red. Bernshteyna M.L., Raxshatada A.G. – M.: Metallurgiya, 1980.
9. Normuradov S.D. Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnolo-giyasi. Ma’ruza matni. Toshkent, ToshDTU, 2000 y.
10. B.Q Tilabov., A.A. Muxamedov Uchebno-metodicheskie posobie k samostoyatelg’noy rabote studentov dlya vqpolneniya laboratorno-prakticheskix zanyatiy po predmetu “Teoriya i texnologiya termicheskoy i ximiko-termicheskoy obrabotki metallov”. Tashkent. TashGTU, 2011. – 163 s.

3.3.Elektron resurslar

1. www.Ziyonet.uz.
2. www.Referat.uz.

ISHCHI FAN DASTURI

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TAHLIM VAZIRLIGI Toshkent davlat texnika universiteti

Ro'yxatga olindi
№ BD-5320100-4.01
« _____ » _____ 2012 yil

TASDIQLAYMAN
O'quv ishlari bo'yicha prorektor
O. Zaripov _____
“ ___ ” _____ 2012 yil

TERMIK VA KIMYOVIY-TERMIK ISHLOV BERISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIYASI FANI ISHCHI O'QUV DASTURI

Bilim sohasi: 300000 – Ishlab chiqarish-texnik soha

Tahlim sohasi: 320000 – Ishlab chiqarish texnologiyalari

Tahlim yo'nalishi: 5320100 – Materialshunoslik va yangi materiallar texnologiyasi (mashinasozlik)

Tahlim yo'nalishi (mutaxassislik) kodi va nomi	Talabaning o'quv yuklamasi, soat								Semestr- lar, soat	
	Umumiy yuklama xajmi	Auditoriya mashg'ulotlari						Mustaqil ish	7	8
		Jami	Ma'ruza	Amaliy mashg'ulot	Labor.ishi	Seminar	Kurs ishi			
5320100- Materialshunoslik va yangi materiallar texnologiyasi (mashinasozlik)	231	126	70	28	28	-	+	105	4	5

Toshkent – 2022

Ishchi o'quv dastur O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligida № _____ raqam bilan ro'yxatga olingan va 202_ yil "___" _____ da _____ - sonli buyruq bilan tasdiqlangan namunaviy fan dasturi asosida tuzilgan.

Tuzuvchilar:

- F.R. Norxudjaev – TDTU, “Materialshunoslik” kafedrasida dotsent, texnika fanlari doktori, dotsent.
- E.A. Umarov – TDTU, “Materialshunoslik” kafedrasida professori, texnika fanlari nomzodi, dotsent.

Ishchi o'quv dastur Mexanika fakul'tetining “Materialshunoslik” kafedrasida majlisida (2017 yil “___” _____dagi 1 - son bayonnoma) muhokama etildi va fakul'tetning o'quv-uslubiy kengashiga tavsiya etildi.

Kafedra mudiri _____ U.A.Ziyamuxamedova

Kotib _____ G. B. Murodullaeva

Dastur Mexanika fakul'tetining o'quv-uslubiy kengashida ko'rib chiqildi (201 yil “___” _____ - son bayonnoma) va universitetning Ilmiy-uslubiy kengashiga tasdiqlashga topshirildi.

O'quv-uslubiy kengash raisi _____

Kotib _____

Ishchi o'quv dastur universitetning Ilmiy-uslubiy kengashida ko'rib chiqildi va tasdiqlandi (202 yil ___ iyung' ___-son majlis bayonnomasi).

Ilmiy-uslubiy kengash kotibi

N.Mambetov

1. Fanning oliy tahlimdagi o'рни hamda maqsadi va vazifalari

“Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi” fanidan ishchi o'quv dastur mashinasozlik materiallariga termik va kimyoviy-termik ishlov berishda ro'y beradigan shakllanish qonuniyatlari, ularning tuzilishi, strukturasi, xossasi, markalanishi hamda fanning rivojlanish tendentsiyasi, istiqboli hamda respublikamizdagi ishlab chiqarish korxonalarida qo'llanilayotgan termik, kimyoviy – termik va boshqa ishlov berish usullari bilan bog'liq bo'lgan masalalarni qamrab olgan.

Mashinasozlik va sohalar bo'yicha ishlab chiqarish korxonalarining “Material-shunoslik va yangi materiallar texnologiyasi” yo'nalishi bo'yicha mutaxassislariga talabi yildan-yilga oshib bormoqda. SHuning uchun bu yo'nalish bo'yicha raqobatbardosh va o'z sohasini yetuk mutaxassisini tayyorlash taqozo etiladi. “Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi” fani ushbu yo'nalishda bakalavrlar tayyorlashda asosiy ixtisoslik fani hisoblanib, yo'nalish bo'yicha talabalarga materiallarni termik va kimyoviy – termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi bo'yicha bilim beradi, ularni soha bo'yicha bilimlari poydevorini yaratadi va ishlab chiqarish korxonalarida juda muhim hisoblangan materiallarni puxtalash texnologiyalari bo'yicha talabalarda malaka va tajribani shakllantiradi. SHu bilan bu fanning oliy tahlim va ishlab chiqarishdagi o'рни kattadir.

Fanni o'qitishdan maqsad – talabalarda mashinasozlik materiallarga termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi bo'yicha yo'nalish profiliga mos bilim, ko'nikma va malakani shakllantirishdir.

Fanning vazifasi – talabalarda mashinasozlik materiallarga termik va kimyoviy-termik ishlov berishda struktura va xossalarini shakllanish qonuniyatlari, termik va kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyalari hamda respublikamizda ishlab chiqarish korxonalarida qo'llanilayotgan termik va kimyoviy-termik ishlov berish usullari bo'yicha jamlangan bilimlarni hosil qilishdir.

2. Asosiy nazariy qism

T/r	Mavzu nomi	O'qitish shakllari bo'yicha ajratilgan soat						
		Umu-miy yuklama	Auditoriya mashg'ulotlari (soatlarda)					
			Jami	Mahruza	Amaliyot mashg'uloti	Laboratoriya ishi	Kurs ishi	Mustaqil tahlim
1.	“Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi” faniga kirish	4	2	2	-	-	-	2
2.	Fanning predmeti va uslublari	4	2	2	-	-	-	2
3.	Rekristallizatsion (qayta kristallanuvchi) yumshatish. Qaytish (yumshatish, poliganizatsiyalash)	6	2	2	-	-	-	4
4.	Faza o'zgarishlarga ega bo'lgan 2-tur yumshatish	6	2	2	-	-	-	4
5.	Tez sovutishdagi	8	4	2	2	-	-	4

	(toblashdagi) o'zgarishlar							
6.	Polimorf o'zgarishlarga ega bo'lgan toblash	6	2	2	-	-	-	4
7.	Legirlovchi elementlarning kritik nuqtalarga tahsiri	8	4	2	2	-	-	4
8.	Sovutishdagi o'zgarishlar	6	2	2	-	-	-	4
9.	Austenitning izotermik parchalanish diagrammasi	8	2	2	-	-	-	6
10.	Po'latdagi perlitli o'zgarishlarga legirlovchi elementlarning tahsiri	6	2	2	-	-	-	4
11.	Martensitgacha toblangan qotishmalar-ni mikrostruktura va substrukturasi	6	2	2	-	-	-	4
12.	Beynitli (oraliq) o'zgarishlar	4	2	2	-	-	-	2
13.	Eskirtirish va bo'shatish	6	2	2	-	-	-	4
14.	Bo'shatish jarayoniga legirlovchi elementlarning tahsiri	6	2	2	-	-	-	4
15.	Termik ishlov berishning asosiy texnologiyalari	8	4	2	2	-	-	4
16.	Po'latning toblanish chuqurligi	6	4	2	2	-	-	2
17.	Yumshatish va bo'shatish	8	4	2	2	-	-	4
18.	Bo'shatish	6	4	2	2	-	-	2
19.	Yuzani toblash	6	2	2	-	-	-	4
20.	Kimyoviy-termik ishlash jarayonlari	8	4	2	2	-	-	4
21.	TSementatsiyalash jarayoni	4	2	2	-	-	-	2
	Semestrda jami	130	56	42	14	-	-	74
22.	Azotlash jarayoni	4	2	2	-	-	-	1
23.	Nitrotsementatsiyalash, tsianlash va difuzion metallash	7	6	2	-	4	-	1
24.	Alohida guruhdagi qotishmalarga termik ishlov berish.	13	12	4	2	6	-	1
25.	Kesuvchi asboblarga	11	10	4	2	4	-	1

	termik ishlov berish texnologiyasi							
26.	Issiq va sovuq hol-da ishlaydigan shtamplarga termik ishlov berish	7	6	2	2	2	-	1
27.	Rangli metall qotishmalardan tayyorlangan detallarga termik ishlov berish	11	10	4	2	4	-	1
28.	Traktor va qishloq xo'jaligida qo'llaniladigan detallarga termik ishlov berish texnologiyasi	7	6	2	2	2	-	1
29.	Tog'-metallurgiya sanoatida qo'llaniladigan jihozlarning detallarini puxta-lash	3	2	2	-	-	-	1
30.	Konstruktsion po'latlardan tayyorlangan detalni termik ishlash texnologiyasi	11	10	2	4	4	-	1
31.	Termik ishlov berishning texnologik jarayonlarni loyihalash	5	4	2	-	2	-	1
32.	Termik ishlov berishning texnologik jarayonlarini hujjatlari	3	2	2	-	-	-	1
33.	Kurs ishi	20	-	-	-	-	+	20
	Semestrda jami	101	70	28	14	28	+	31
	Fan bo'yicha Hammasi	231	126	70	28	28	+	105

2.1. Ma'ruza mashg'ulotlari

No	Modul' va ma'ruzalarning raqami, nomi	Soatlar hajmi
	1-modul'. "Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi" faniga kirish	
1.	1-mavzu. "Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi" faniga kirish "Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi" fani to'g'risida umumiy ma'lumotlar. Fanning maqsadi, vazifasi va ahamiyati. Metall va qotishmalarga bo'lgan talablar. Metall va	2

	qotishmalarning nazariy va amaliy mustahkamligi va uni oshirish yo'llari. Metall materiallarni berilgan xossada olish, uning sifati va uzoqqa chidamliligini oshirishda termik ishlov berishning roli. Termik ishlov berishning asosiy bosqichlari va rivojlanish tarixi. Termik ishlov berish nazariyasi va amaliyoti sohasidagi vazifalari. Termik ishlov berishning universal turlari.	
2.	2-mavzu. Fanning predmeti va uslublari Termik ishlov berish turlarining tasnifi. Yumshatish, normallashtirish, toblash, kimyoviy-termik ishlov berish, termomechanik ishlov berish. 1-tur yumshatish. Yumshatishda qotishmalar strukturasi va xossasini o'zgarishi.	2
	2-modulg'. 1 va 2-tur yumshatishlar va toblash	
3.	3-mavzu. Rekrystallizatsion (qayta krystallanuvchi) yumshatish. Qaytish (yumshatish, poliganizatsiyalash) Qaytish (yumshatish, poliganizatsiyalash). Rekrystallanish-qayta krystallanish (birlamchi, yig'uvchi). Birlamchi qayta krystallanishda qotishma donasi o'lchamining o'sishi. Yig'uvchi qayta krystallanish. Ikkilamchi qayta krystallanish va uning tabiati. Metallning xossasini qayta krystallanuvchi yumshatishga qadar va qayta krystallanishda o'zgarishi.	2
4.	4-mavzu. Faza o'zgarishlarga ega bo'lgan 2-tur yumshatish Faza o'zgarishlarga ega bo'lgan 2-tur yumshatish. Qattiq holatda faza o'zgarishlarining umumiy qonuniyatlari. Faza o'zgarishlarida fazalararo chegaralar tuzilishining roli. Gomogen va geterogen fazalarni hosil bo'lishi. Faza o'zgarishlar kinetikasi.	2
5.	5-mavzu. Tez sovutishdagi (toblashdagi) o'zgarishlar Polimorf o'zgarishlarsiz toblash. Polimorf o'zgarishlarsiz toblashdagi qizdirish va sovutish. Sovutishning kritik tezligi.	2
6.	6-mavzu. Polimorf o'zgarishlarga ega bo'lgan toblash Polimorf o'zgarishlarga ega bo'lgan toblash. Po'latni qizdirish va sovutishdagi asosiy o'zgarishlar. Qizdirishdagi o'zgarishlar (austenit hosil bo'lishi). As_1 va As_3 kritik nuqtalar.	2
	3-modulg'. Austenitning hosil bo'lish va parchalanish Mexanizmlari	
7.	7-mavzu. Legirlovchi elementlarning kritik nuqtalarga tahsiri Legirlovchi elementlarning kritik nuqtalarga tahsiri. Austenitning hosil bo'lish mexanizmi. Austenit donasini o'lchami. O'ta qizish va kuyish. Austenit donasining nasldorligi. Legirlovchi elementlarni dona o'lchamiga tahsiri. Legirlovchi elementlarni austenit donasini o'lchamlariga tahsiri.	2
8.	8-mavzu. Sovutishdagi o'zgarishlar Sovutishdagi o'zgarishlar. Austenitni parchalanishi. Austenit parchalanishi mahsulotlari.	2
9.	9-mavzu. Austenitning izotermik parchalanish diagrammasi Austenitning izotermik parchalanish diagrammasi	2
	4-modulg'. Perlitli, martensitli va beynitli o'zgarishlar mexanizmlari	

10.	<p align="center">10-mavzu. Po'latdagi perlitli o'zgarishlarga legirlovchi elementlarning tahsiri</p> <p>Po'latdagi perlitli o'zgarishlarga legirlovchi elementlarning tahsiri. Martensitli o'zgarishlar. Uglerodli po'latlarda martensit-li o'zgarishlarning o'ziga xosligi. Martensitli o'zgarishlar mexanizmi. Martensit kristalining kogerent o'sishi. Austenitning martensitga aylanishining kristallogometriyasi</p>	2
11.	<p align="center">11-mavzu. Martensitgacha toblangan qotishmalarni mikrostruktura va substrukturasi</p> <p>Martensitgacha toblangan qotishmalarni mikrostruktura va substrukturasi. Martensitgacha toblangan qotishmalarning xossasini o'zgarishi. Martensitgacha toblangan qotishmalar xossasini o'zgarishi.</p>	2
12.	<p align="center">12-mavzu. Beynitli (oraliq) o'zgarishlar</p> <p>Beynitli (oraliq) o'zgarishlar. Beynitli o'zgarishlar kinetikasi. Beynitli o'zgarishlar mexanizmi. Izotermik temperaturada ushlab turishni to'liq parchalanishga bog'liqligi. Beynitning morfologiyasi. Beynitning struktura shakli va uning faza tarkibi. Xususiy beynit-li o'zgarishlar jarayonida austenit tarkibini o'zgarishi. Beynitli o'zgarishlar mexanizmini xarakteri. Uglerodli po'latlarda austenit-ning oraliq o'zgarishlari. Austenitni oraliq o'zgarishlarida ugle-rodni qaytadan taqsimlanishi. Oraliq mexanizm bo'yicha austenitni xususiy parchalanishini martensitli o'zgarishga tahsiri. Beynitli o'zgarishlarni ahamiyati. Beynitli strukturaga ega bo'lgan po'latlari mexanik xossalari.</p>	2
	<p>5-modulg'. Termik ishlov berishning asosiy texnologiyalari</p>	
13.	<p align="center">13-mavzu. Eskirtirish va bo'shatish</p> <p>Eskirtirish va bo'shatish. Bo'shatishda struktura o'zgarishlari. Ugle-rodli po'latlarni bo'shatish: uglerodni segregatsiyasi, oraliq karbidlarini ajralishi, tsementitni hosil bo'lishi, tsementitni koagulyatsiyasi va sferoidlash, qoldiq austenitni parchalanishi, bo'shatishning xamma intervaldagi bo'shatishlarda uglerod miqdorini α-eritmada kamayishi, α-fazada qaytish va qayta kristallanish.</p>	2
14.	<p align="center">14-mavzu. Bo'shatish jarayoniga legirlovchi elementlarni tahsiri</p> <p>Bo'shatish jarayoniga legirlovchi elementlarni tahsiri. Po'latni bo'shatishda mexanik xossalarni o'zgarishi. Legirlangan po'latlar xossasini o'zgarishi. Ikkilamchi qotish, bo'shatishdagi mo'rtlik.</p>	2
15.	<p align="center">15-mavzu. Termik ishlov berishning asosiy texnologiyalari</p> <p>Termik ishlov berishning asosiy texnologiyalari. Qizdirishning teksturasini tanlash. Qizdirish vaqti. Mayin va massali o'ziga xos qizdirish. Qizdiriladigan muhitning kimyoviy tahsirlanishi.</p>	2
16.	<p align="center">16-mavzu. Po'latning toblanish chuqurligi</p> <p>Po'latning toblanish chuqurligi. Toblash usullari. Ichki kuchlanish. Toblangan po'latdan tayyorlangan buyumlar. Sovuqlik bilan ishlov berish. Toblashda yuzaga keladigan nuqsonlar.</p>	2

17.	17-mavzu. Yumshatish va bo'shatish Yumshatish va bo'shatish. To'la va chala yumshatish. Izotermik yumshatish. Past temperaturali yumshatish. Gomogenlovchi (diffuzion) yushatish. Normallash. Normallashdan maqsad va uning qo'llanilishi.	2
18.	18-mavzu. Bo'shatish Toblangan po'latlarni bo'shatish. Bo'shatish turlari.	2
19.	19-mavzu. Yuzani toblash Yuzani toblash. Gaz alangasi yordamida va induksion toblash. Induksion toblashda ishlatiladigan kichik toblanish chuqurligiga ega bo'lgan po'latlar.	2
6-modulg'. Kimyoviy-termik ishlash nazariyasi va texnologiyasi		
20.	20-mavzu. Kimyoviy-termik ishlash jarayonlari Kimyoviy-termik ishlash. Kimyoviy-termik ishlash jarayoni, vazifasi va qo'llanilish sohalari. Kimyoviy-termik ishlov berish jarayon-lardagi umumiy qonuniyatlar: adsorbtsiya, diffuziya, atom holatidagi reagentlarni olish. Diffuziya jarayonlarini umumiy qonuniyatlari. Atomli va reaktiv diffuziya. Atomli va reaktiv diffuziyada diffuziyalangan qatlamlarni tuzilishi. Kimyoviy-termik ishlashning turlari.	2
21.	21-mavzu. TSementatsiyalash jarayoni TSementatsiyalash. Ahamiyati va maqsadi. TSementatsiyalash uchun ishlatiladigan po'latlar. TSementatsiyalash jarayonlarini turlari. Qattiq karbyurizator, gaz va suyuqlik muhitida tsementatsiyalash jarayonlari mexanizmi. TSementatsiyalash jarayoniga po'latning tarkibi, muhitning faolligi va temperaturani tahsiri. TSementatsiyalashda karbidlarni hosil bo'lishi. Uglerodli va legirlangan po'latlarda diffuziyali qatlamlarni hosil bo'lishi. Turli tarkibdagi tsementatsiyalangan po'latlarni termik ishlov berish usullari va ularning turlari. TSementatsiyalashni turli uslublarini iqtisodiy samaradorligini tuzish.	2
22.	22-mavzu. Azotlash jarayoni Azotlash. Jarayonning maqsadi va vazifasi. Azotlashda ishlatiladigan po'latlar. Temir-azot holat diagrammasi. Diffuziyali qatlam-larni shakllanishi. Azotlashda uglerodli po'latlarni kamchiliklari va po'latlardagi legirlangan elementlarning roli. Azotlangan qatlamni hosil bo'lish mexanizmi. Azotlash texnologiyasi. Azotlangan po'latlarni strukturasi va xossasi. Azotlash uchun ishlatiladigan jihozlar. Azotlashning yangi usullari. Ionli azotlash.	2
23.	23-mavzu. Nitrotsementatsiyalash, tsianlash va diffuzion metallash Nitrotsementatsiyalash va tsianlash. Jarayonni borishi va ahamiyati. Maqsadi va qo'llanilish sohasi. Po'latlarda azot va uglerodni birgalikdagi diffuziyasini o'ziga xosligi. Nitrotsementatsiyalash. Nitrotsementatsiyalash uchun ishlatiladigan po'latlar. Kimyoviy jarayonlar. Nitrotsementatsiyalash tartiblari. Diffuziyali qatlam-larni shakllanishi. Strukturasi va xossasi. TSianlash. Jarayonning mexanizmi. Po'latlarni tsianlashni strukturasi va xossasi. Diffuzion metallash. Jarayonni borishi va ahamiyati. Jarayonni borishi-dagi umumiy qonuniyatlar. Borlash. Borlashning usublari va	2

	texno-logiyasi. Borlangan buyumlarni termik ishlash. Borlangan qatlamlarni strukturasi va xossasi. Borlashni qo'llanilishi. Diffuziyali xromlash. Alitirlash. Silitsirlash.	
	7-modulg'. Turli sohalarda ishlatiladigan qotishma, asbob va detallarga termik va kimyoviy-termik ishlov berish	
24.	24-mavzu. Alohida guruhdagi qotishmalarga termik ishlov berish Alohida guruhdagi qotishmalarga termik ishlov berish. Tezkesar po'latlarga termik ishlov berish. Temperatura va qizdirish vaqtini tanlash. Sovutish muhitlari, toblash usullari. Tezkesar po'latdan tayyorlangan buyumlarni bo'shatish.	4
25.	25-mavzu. Kesuvchi asboblarga termik ishlov berish texnologiyasi Kesuvchi asboblarga termik ishlov berish texnologiyasi. Yumshatish texnologiyasi. Asboblarni toblash. Toblashda sovitish. Asboblarni bo'shatish.	4
26.	26-mavzu. Issiq va sovuq holda ishlaydigan shtamplarga termik ishlov berish Issiq va sovuq holda ishlaydigan shtamplarga termik ishlov berish	2
27.	27-mavzu. Rangli metall qotishmalardan tayyorlangan detallarga termik ishlov berish Mis qotishmalaridan tayyorlangan detallarni termik ishlash. Alyuminiy qotishmalaridan tayyorlangan detallarni termik puqtalanishini tamoyillari (toblash va eskirtirish). Ikki bosqich-li eskirtirish. Titan qotishmalari va turli strukturali qotishma-lardan tayyorlangan detallarga termik ishlov berish .	4
28.	28-mavzu. Traktor va qishloq xo'jaligida qo'llaniladigan detallarga termik ishlov berish texnologiyasi Traktor va qishloq xo'jaligida qo'llaniladigan detallarga termik ishlov berish texnologiyasi	2
29.	29-mavzu. Tog'-metallurgiya sanoatida qo'llaniladigan jihozlarning detallarini puxtalash Tog'-metallurgiya sanoatida qo'llaniladigan jihozlarning detallarini puxtalash	2
30.	30-mavzu. Konstruktsion po'latlardan tayyorlangan detallarni termik ishlash texnologiyasi Konstruktsion po'latlardan tayyorlangan detallarni termik ishlash texnologiyasi. Tishli g'ildiraklar, tirsakli va taqsimlanuvchi vallar, porshenlar, gilg'zalar, ichki yonuv dvigatellarining klapanlari, o'qlar va transport sistemasini transmissiyasini kristavinalarini puxtalash uchun ishlov berishdan maqsad va uslublari. Mashinasozlikda qo'llaniladigan boshqa detal va zagotovkalarga termik ishlov berish.	2
	8-modulg'. Termik ishlov berishning texnologik jarayonlarini loyihalash va hujjatlari	
31.	31-mavzu. Termik ishlov berishning texnologik jarayonlarni loyihalash Termik ishlov berishning texnologik jarayonlarni loyihalash.	2

	Loyihalashdagi dastlabki ma'lumotlar. Termik ishlov berishning texnologik jarayonlarini loyihalashning metodikasi va ketma-ketligi.	
32.	32-mavzu. Termik ishlov berishning texnologik jarayonlarini hujjatlari Termik ishlov berishning texnologik jarayonlarini hujjatlari	2
	JAMI:	70

2.1. Amaliy mashg'ulotlar bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

Amaliy mashg'ulotlarda talabalar mashinasozlikda qo'llaniladigan detallar va asboblarning uchun ularning ishlash sharoitiga qarab turli xil materiallar va termik, kimyoviy-termik ishlash rejimini tanlash bo'yicha masala yechishni o'rganadilar.

№	Amaliy mashg'ulotlarning nomi	Soatlar hajmi
1.	Mashina detallar va asboblarning uchun ishlash sharoitiga qarab material va termik va kimyoviy-termik ishlash tartibini tanlash bo'yicha masala yechish	4
2.	Uglerodli konstruksion po'latlarni (cho'yanlarni) yumshatish temperaturasi tanlash bo'yicha masala yechish	4
3.	Po'latlarning kimyoviy tarkibi va markasiga ko'ra tobla-nuvchanligini aniqlash	2
4.	Uglerodli va legirlangan po'latlarning bo'shatish temperaturasi tanlash bo'yicha masala yechish	2
5.	Eskirtirish temperaturasi tanlash bo'yicha masala yechish	2
6.	SHtamplash asboblarni termik ishlash texnologiyasi bo'yicha masala yechish	4
7.	Kesuvchi asboblarning – keskichlar va parmalarini termik ishlash texnologiyasi bo'yicha masala yechish	4
8.	Rangli metall va qotishmalar turlarini tanlash va ularni qo'llash bo'yicha masala yechish	2
9.	Vallarni termik ishlash texnologiyasi bo'yicha masala yechish	2
10.	Tishli g'ildiraklarni termik ishlash texnologiyasi bo'yicha masala yechish	2
	JAMI:	28

2.3. Laboratoriya ishlari bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

Laboratoriya ishlari talabalar mashinasozlikda qo'llaniladigan turli xil po'lat va rangli metall va qotishmalaridan tayyorlangan namunalarga termik va kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyalarini hamda termik va kimyoviy – termik ishlov berilgan po'latlarni mikrostrukturasini tahlil qilishni o'rganadilar.

№	Laboratoriya ishlarining nomi	Soatlar hajmi
1.	Uglerodli po'latlarni termik ishlash (normallashtirish)	4
2.	Uglerodli po'latlarni termik ishlash (toblash va bo'shatish)	4
3.	Asbobsozlik po'latlarini termik ishlash	4
4.	Legirlangan po'latlarni termik ishlashdan keyin mikro-strukturasini tahlili	4
5.	Termik va kimyoviy-termik ishlov berilgan po'latlarning mikrostrukturasini tahlili	4
6.	CHo'yanlarga termik ishlov berish	4
7.	D16 markali duralyuminiyga termik ishlov berish	4
	JAMI:	28

2.4. Kurs ishi bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

Kurs ishi talabalarni mustaqil ishlash qobiliyatini rivojlantiradi. Har bir talabaga shaxsiy topshiriq beriladi. Kurs ishida talabalar turli detallar va asboblarga termik va kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyalarining operatsiyalarini va marshrut kartalarini tuzadilar.

Ular quyidagilarni o'z ichiga oladi: buyumlarni ishlash sharoitiga qarab po'lat, cho'yan va boshqa qotishmalarning markasini tanlash; qizdirish va sovutish ; qizdirish va sovutish muhitlarini tanlash; termik ishlov berish texnologiyasining marshrut kartalari va operatsiyalarini tuzish; termik ishlov berish texnologiyasining texnik jarayonlarini tuzish; termik ishlashda detallar sifatini nazorat qilish usullarini tanlash.

Kurs ishi topshiriqlari ko'rib chiqiladi va tasdiqlanadi.

Kurs ishi uchun quyidagi variant mavzulari tavsiya qilinadi:

- 2- variant - "Tishli g'ildirak uchun po'lat markasini tanlang va termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing";
- 10- variant - "Keskich uchun po'lat markasini tanlang va termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing";
- 11- variant - "Freza uchun po'lat markasini tanlang va termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing";
- 12- variant - "Prujina uchun po'lat markasini tanlang va termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing";
- 13- variant - "Val uchun po'lat markasini tanlang va termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing";
- 14- variant - "SHtamp asboblari uchun po'lat markasini tanlang va termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing"
- 15- variant - "Lemex uchun po'lat markasini tanlang va termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing";
- 16- variant - "Zenker uchun po'lat markasini tanlang va termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing";
- 17- variant - "Prtoyajka uchun po'lat markasini tanlang va termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing";
- 31- variant - "Avtomobillarda ishlatiladigan porshenlar uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing";

- 32- variant – “Avtomobillarda ishlatiladigan klapanlar uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 33- variant – “Yuk avtomobili resorasi uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 34- variant – “Dumaloq plashka uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 35- variant – “Sovuq holda ishlovchi shtamp puansonlari uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 36- variant – “Issiq holda ishlovchi shtamp puansonlari uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 37- variant – “Kichik mikroavtobus g’ildirak o’qlari uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 38- variant – “Tirsakli val uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 39- variant – “Taqsimlanuvchi val uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 40- variant – “Gilg’za uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 41- variant – “Transport sistemasini transmissiyasini kristovanilari uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 42- variant – “Protyajka uchun material tanlang va uni termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 43- variant – “Metchik uchun material tanlang va uni kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 44- variant – “Parma uchun material tanlang va uni kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 45- variant – “Razvertka uchun material tanlang va uni kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 46- variant – “Zenker uchun material tanlang va uni kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 47- variant – “Freza uchun material tanlang va uni kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 48- variant – “Issiq holda ishlaydigan shtamp uchun material tanlang va uni kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 49- variant – “Sovuq holda ishlaydigan shtamp uchun material tanlang va uni kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 50- variant – “Keskich uchun material tanlang va uni kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”;
- 51-variant – “Filg’er uchun material tanlang va uni kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqing”.

2.5. Mustaqil ishlar bo’yicha ko’rsatma va tavsiyalar

Talaba mustaqil ishni tayyorlashda muayyan fanning xususiyatlarini hisobga olgan holda quyidagi shakllardan foydalanishi tavsiya etiladi:

- darslik va o’quv qo’llanmalar bo’yicha fan boblari va mavzularini o’rganish;

- tarqatma materiallar bo'yicha ma'ruzalar qismini o'zlashtirish;
- avtomatlashtirilgan o'rgatuvchi va nazoratqiluvchi tizimlar bilan ishlash;
- maxsus adabiyotlar bo'yicha fanlar bo'limlari yoki mavzulari ustida ishlash;
- yangi texnika, apparat, qurilma va texnologiyalarini o'rganish;
- faol va muammoli o'qitish uslubidan foydalaniladigan o'quv mashg'ulotlarini o'tkazish;
- masofaviy (distantion) tahlim.

Tavsiya etilayotgan mustaqil ishlarning mavzulari:

31. Materialni zamonaviy puxtalash texnologiyalari;
32. Termik ishlash texnologiyasi;
33. Maxsus termik ishlash texnologiyasi;
34. Kimyoviy-termik ishlash texnologiyasi;
35. Mashinasozlikda qo'llaniladigan materiallarga termik ishlov berish;
36. Rangli metall va qotishmalarga termik ishlov berish;
37. Termik pechlarning turlari;
38. Termik ishlov berishning universal turlari;
39. Yumshatishda qotishmalar strukturasi va xossasini o'zgarishi;
40. Ikkilamchi qayta kristallanish;
41. Austenitning barcha po'latlar uchun izotermik parchalanish diagrammasi;
42. Eskirtirish va uning ahamiyati;
43. Toblash usullari;
44. Induktsion toblash va uni mashinasozlikda qo'llanilishi;
45. Metallarni borlash va uning ahamiyati;
46. Silitsirlash va uning ahamiyati;
47. Lemexlarga termik ishlov berish texnologiyasi;
48. Mis qotishmalarga termik ishlov berish texnologiyasi;
49. Avtomobilsozlikda foydalaniladigan detallarga termik ishlov berish;
50. Termik ishlov berishning texnologik jarayonlarini loyihalash.

3. O'quv-uslubiy va axborot tahminoti

3.1 Asosiy adabiyotlar

1. Steel heat treatment: metallurgy and technologies / George E. Totten, 'h.D., FASM. 'ortland State University. 'ortland, Oregon, U. S. A. CRC 'ress. Taylor – Francis Grou' Boca Raton London New York.
2. 'hase Transformations in Materials. Gernot Kostorz (Editor). Related titles from. WILEY-VCH. Weinheim-New York. Brisbane-Singa'ore – Toronto.
3. F.R. Norxudjaev Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi. Darslik. –T.: "Fan va texnologiya", 2016, 192 bet.
4. F.R. Norxudjaev Materialshunoslik. Darslik. "Fan va texnologiya" nashriyoti, - T.: 2014, 160 bet.
5. E. O. Umarov Materialshunoslik. Darslik.– T.: CHO'lpon nomidagi NMII, 2014 – 384 b.

3.2 Qo'shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoev SH.M. Erkin va farovon, demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining lavozimiga kirishish tantanali marosimiga

bag'ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo'shma majlisidagi nutqi. –T.: “O'zbekiston” NMIU, 2016. – 56 b.

2. Mirziyoev SH.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini tahminlash – yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. O'zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi qabul qilinganining 24 yilligiga bag'ishlangan tantanali marosimdagi ma'ruza 2016 yil 7 dekabr. – T.: “O'zbekiston” NMIU, 2016. – 48 b.

3. Mirziyoev SH.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. - T.: “O'zbekiston” NMIU, 2017. – 488 b.

4. O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida. - T.:2017 yil 7 fevralg', PF-4947-sonli Farmoni.

5. F. R. Norxudjaev, S.T. Djalolova, B.Q Tilabov. “Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi” fanidan laboratoriya ishi uchun uslubiy ko'rsatma. Toshkent, ToshDTU. – 2016. – 72 bet.

6. F. R. Norxudjaev, S.T. Djalolova, B.Q Tilabov. “Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi” fanidan kurs ishini bajarish bo'yicha” uslubiy ko'rsatma. Toshkent, ToshDTU. – 2016. – 27 bet.

7. Cherepaxin A.A. Materialovedenie. Izd-vo “Lotos”, Moskva, 2004. –256 s.

8. Bartashevich A.A. Materialovedenie. Izd-vo “Fenniks” Rostov-na-Donu, 2004. -352s.

3.3 Elektron resurslar

1. www.gov.uz – O'zbekiston Respublikasi xukumat portali.
2. www.lex.uz – O'zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari mahlu-motlari milliy bazasi.
3. www.catback.ru - nauchnqe statg'i i uchebnqe materialq
4. www.ziyonet.uz;
5. www.lex.uz.

Tarqatma materiallar

Detal, zagotovka va asboblarga termik ishlov berishning texnologik jarayoni hujjatlarini komplektini aniqlang.

Pichoqqa termik ishlov berishning texnologik jarayoni hujjatlari-ning komplekti misol tarqasida keltirilgan:

Pichoqqa termik ishlov berishning texnologik jarayoni hujjatlarining komplekti

U8 markali po'lat (GOST 1435 - 94). Termik ishlov berishga detallar toza va quruq holda yuboriladi. 56...60 HRc.

IOT №100

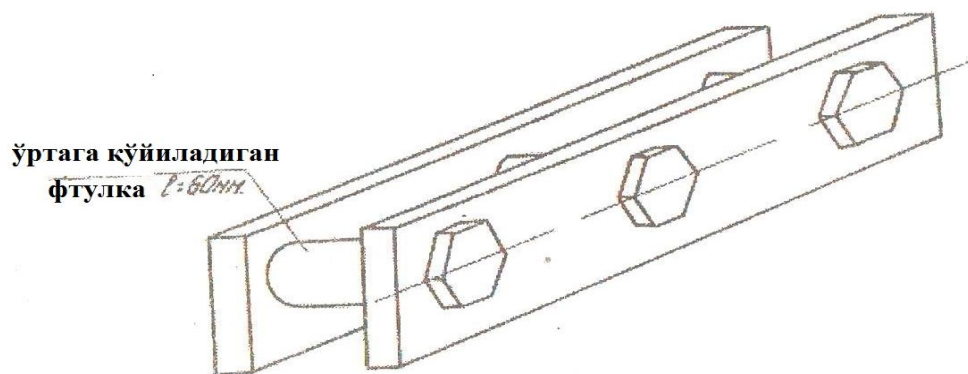
1. 001 04 Surilish;
2. 313731 Elektr arava ET – 1240;
3. Termik ishlov berish uchastkasiga detallarni transportirovka qilish;
4. Maxsus tara;
5. 005 5031 Pog'anali toblash;
6. 344211 Elektrpechlar – SNOL – 1,6, 12 4/1002; 367222. Suvli toblash baki GOST 19840 – 94; 367222 Moyli toblash baki GOST 19839 – 94;

7. Eskizdagi sxemaga muvofiq pichoqni bolt birikmalar yordamida oraliq o'lchov vtulkasiga biriktirilgan holda pichoqni termik ishlov berishga tayyorlash;
8. Pechning tagligiga asbobni yuklash;
9. Qizdirish va ushlab turish;
10. Havoda $780^{\circ} - 800^{\circ} \text{ S}$ – 45 minut;
11. Asbobni suv orqali moyda toblash;
12. Toblash suyuqligiga asbobni vertikal holatda yuklash lozim;
13. Suv $10...40^{\circ} \text{ S}$ - 3...5 sek.
14. Moy $< 70^{\circ} \text{ S}$ - 10 minut;
15. Toblash bakidan asbobni chiqarish va moyni oqib ketishiga imkoniyat yaratish;
16. 399200 Qisqich 1200 – 0001 GOST 11384 - 95;
17. Potentsiometr KSP – 3, KSP – 4 GOST 7164 - 98 ;
18. 525628 Korzina;
19. 0105053 Past temperaturali bo'shatish;
20. 344212 Elektrpech SSHO'M 6.12/9M; 315713 Kran – ukosina;
21. $Q = 0.5 \text{ t}$
22. Pechga korzinada joylashtirilgan asbobni yuklash;
23. Qizdirish va ushlab turish;
24. Pechdan korzinada joylashtirilgan asbobni chiqarish;
25. Payvandlangan asbobdan boltli birikmani ajratib olish;
26. 525620 Korzina 317166 stroplar USK 2,0 (ROV – 2,0) - K1 – 0,8/ 1300 OST 2400948 – 99.
27. Havo $230...250^{\circ} \text{ S}$ - (90 min) 56...60HRCe;
28. 015 03 Nazorat 4425041805 IOTN $\text{\textcircled{8}}$ 88;
29. 525186 Nazorat stoli; Egrilikni nazorat qiladigan tekshiriladigan plita; 427113 qattqlik o'lchovchi pribor TK – 2M; 381330 stanok silliqdash 18175321;
30. Darzlarni bartaraf etishni tekshirish – 100 % pichoq;
31. 3...5 mm kenglikka ega yuzani tozalash, qattqlikni o'lchash uchun – 10 : pichoq;
32. 56...60HRCe qattqlikni o'lchash;
33. Pichoqni egriligini o'lchash;
34. 0,1 mmdan ko'proq egrilikda. Pichoqni to'g'rilashga berish;
35. 020 pravka;
36. Gidravlik press;
37. Rixtovka uchun pichoqni moslamaga joylashtirish;
38. 0,1 mmdan kam bo'lmagan egrilik uchun pichoqni rixtovka qilish;
39. Egrilikni o'lchashni nazorat operatsiyasi bilan rixtovkalashni almashtirib turish;
40. SHchup -rixtovka uchun moslama;
41. 02104 Surilish;
42. 525424 Arava (telejka);

43. Keyingi termik ishlov berishga asbobni transportirovka qilish (shlifovkalashga);
44. 025 Mexanik ishlov berish (shlifovkalash);
- 45.02604 Surilish;
46. 525424 Arava (telejka);
47. Stabillovchi bo'shatish (eskirtirish) uchun termik uchastkaga asbobni transportirovka qilish;
48. 030 Stabillovchi bo'shatish (eskirtirish);
49. 34212 Elektr pech SSHO'M 6.12/9M: 315713 kran – ukosina $Q = 0.5$ t;
50. Asbobni korzinaga joylashtirish;
51. Asbobni korzina bilan pechga yuklash;
52. Qizdirish va ushlab turish;
53. Asbobni korzinasini bilan pechdan chiqarish va havoda sovutish;
54. 525620 korzina, 317166 strop USK – 2,0 (ROV – 2,0) K1 -0,8/1300 OST 2400948 – 99;
55. Havo $150.....170^{\circ}\text{S} - 120$ min. 56...60HRCe;
56. 03104 Surilish;
57. 525424 Arava (telejka);
58. Pichoqni tozalash;
59. Pichoq uchun konteyner
60. Yig'ish uchun asbobni transportirovka qilish.

PICHOQ (U8 MARKALI PO'LAT GOST 1435 - 94)

Umumiy usulda qizdirib termik ishlov berish



Toblash uchun qizdirishda pichoqni siqib turish sxemasi

Xuddi shu yuqorida ko'rsatilgan misol ko'rinishida quyidagi detal, zagotovka va asboblarga termik ishlov berishning texnologik jarayoni hujjatlarini komplektini aniqlang:

Vtulka, podshipnik, yulduzcha, shponka, val, tishli g'ildirak, shesternya, shtamplash asboblari, metallarga ishlov beruvchi asboblar, yerga ishlov beruvchi asboblar, burg'ulash asboblari va boshqalar.

TESTLAR

1. Termik ishlov berishning ilmiy asoschisi kim?
a) CHernov D.K. b) Osmond F. v) Baykov A.A. g) Vilg'm A.
2. Termik ishlov berish – bu
a) qizdirish va ushlab turish; b) qizdirish va tez sovutish; v) qizdirish va sekin sovutish; g) qotishmani ma'lum bir temperaturagacha qizdirish va uni struktura, xossasini o'zgartirish uchun talab etilgan tezlikda sovutish.
3. 1886 yil termik tahlilda po'latlarni kritik nuqtasini aniqlashda Le-SHatelg'e termoparasi kim tomonidan qo'llanildi?
a) Floris Osmond; b) Bochvar A.A.; v) Baykov A.A.; g) CHernov D.K.
4. Bochvar A.A. tomonidan ishlab chiqilgan tasnifga asosan metall va qotishmalarga termik ishlov berishning asosiy turlari nechta?
a) 5 ta; b) 4 ta; v) 2 ta; g) 3 ta
5. Fazalarni qayta kristalllanishi qonuniyatlarini tahlil qilishda qanday parametrdan foydalaniladi ?
a) erkin energiya; b) entropiya; v) ichki energiya; g) ichki energiya
6. Kristallanishni 2 ta bosqichini miqdoriy tavsifnomasi qaysi olim tomonidan birinchi bo'lib aniqlangan?
a) CHernov D.K.; b) Bochvar A.A.; v) Osmond F.; g) Tamman G.
7. Fazalar orasidagi chegaralarni nechta turi bor?
a) 3 ta; b) 2 ta; v) 4 ta; g) 5 ta.
8. Gomogenlovchi (diffuziyali) yumshatish asosan qanday holatdagi qotishmalar uchun qo'llaniladi?
a) quyma; b) deformatsiyalangan; v) nometall; g) kukun
9. Gomogenlovchi (diffuziyali) yumshatishda gomogenlashni tezlatishning nechta yo'li bor?
a) 5 ta; b) 4 ta; v) 3 ta; g) 2 ta
10. 1-tur Yumshatish – bu
a) qizdirish va sekin sovutish; b) faza o'zgarishlardan past temperaturagacha qizdirish va sekin sovutish; v) qizdirish va tez sovutish; g) faza o'zgarishlardan yuqori temperaturagacha qizdirish va sekin sovutish
11. 2-tur Yumshatish - bu
a) faza o'zgarishlardan past temperaturagacha qizdirish va sovutish;
b) qizdirish va tez sovutish; v) faza o'zgarishlardan yuqori temperaturagacha qizdirish va sekin sovutish;
g) yuqori temperaturagacha qizdirish va sekin sovutish.
12. 2-tur yumshatishning asosiy parametrlariga nimalar kiradi?

a) qizdirish tezligi, qotishma tarkibi; b) qotishmaning erish temperaturasi, kimyoviy tarkibi va qizdirish tezligi; v) kimyoviy tarkib, mexanik xossasi; g) qizdirish temperaturasi, ushlab turish vaqti va sovitish tezligi.

13. Gomogenlovchi yumshatish - bu

a) qotishmani $T=0,8-0,9T_{er}$ dan yuqori temperaturagacha qizdirish va asta-sekin sovutish; b) $900^{\circ}S$ gacha qizdirish va sovutish; v) $200^{\circ}S$ gacha qizdirish va sovutish; g) faza o'zgarishlardan yuqori temperaturagacha qizdirish va tez sovutish.

14. Dendritli kimyoviy notekislik asoratlarini yo'kotish uchun mo'ljallangan yumshatish turi nima deb ataladi?

a) izotermik; b) gomogenlovchi (diffuziyali); v) chala; g) to'la

15. Puxtalanish (naklep) – bu

a) sovuq holda plastik deformatsiya tahsiridan so'ng qotishmani mustahkamligi va plastikligini oshishi; b) plastik deformatsiya tahsirida qotishmani mustahkamligi va plastikligini kamayishi; v) sovuq holdagi plastik deformatsiya tahsirida qotishmani mustahkamligini oshishi; g) plastiklikni oshishi

16. Rekriztallizatsion yumshatish – bu

a) rekriztallanishdan yuqori temperaturada qizdirish orqali yumshatish;
b) $0,25T_{er}$ temperaturada qizdirish orqali yumshatish;
v) $0,35T_{er}$ temperaturagacha qizdirish orqali yumshatish;
g) rekriztallanishdan past temperaturada qizdirish orqali yumshatish.

17. Rekriztallanish – bu

a) dam berishni kechishi; b) poligonizatsiyalashni borishi; v) qaytishni kechishi; g) dislokatsiya zichligi 10^8 $1/sm^2$ bo'lgan muvo-zanatdagi yangi donachalarni hosil bo'lishi.

18. Sovuq holda deformatsiyalangan po'latlarni qayta kriztallanishini boshlanish temperaturasidan yuqori temperaturagacha qizdirish, ushbu temperaturada ushlab turish va keyinchalik sovutishdan iborat bo'lgan termik ishlov berish turi nima deb ataladi?

a) to'la yumshatish; b) chala yumshatish; v) gomogenlovchi (diffuziyali) yumshatish; g) rekriztallizatsion yumshatish.

19. Puxtalangan metallarni qizdirishda dam olish temperaturasini toping?

a) $0,25 T_{er}$; b) $0,27 - 0,35 T_{er}$; v) $0,40 T_{er}$; g) $0,4 T_{er}$ kichik

20. Sovuq holda deformatsiyalangan metallarning birlamchi rekriztalanishi – bu

a) donacha shaklini o'zgartirmasdan dislokatsiya zichligini kamayishi;
b) boshlang'ich deformatsiyalanganlik hisobiga yuqori burchakli donachalar chegaralarini hosil bo'lishi va o'sishi; v) poligonizatsiyalangan strukturani hosil bo'lishi; g) donachalarni ezilishi hisobiga donachalarni o'lchamlarini kattalashishi.

21. Uglerodli po'latlar uchun to'liq rekriztallanish temperaturasini toping?

a) $300 - 400^{\circ}S$; b) $250 - 300^{\circ}S$; v) $650 - 710^{\circ}S$; g) $900 - 960^{\circ}S$.

22. Alyuminiy qotishmalari uchun to'liq rekriztallanish temperaturasini toping?

a) 150 – 200 °S; b) 100 – 120 °S; v) 550 – 600 °S; g) 350 – 430 °S.

23. Qotishmalarni qizdirishda qattiq holatda va fazalarni qayta kristallanishida quyidagi o'zgarishlar o'zini o'rniga ega:

a) polimorfli, evtektoidli, peritektoidli, bitta fazani boshqa fazada erishi; b) rekristallanish; v) poligonizatsiyalash; g) puxtalanish

24. Toblash nima?

a) faza o'zgarishsiz qizdirish va sovutish; b) qotishmani faza o'zgarishlar nuqtasidan pastroq temperaturagacha qizdirish va sekin sovutishdan iborat bo'lgan jarayondir; v) qotishmani faza o'zgarishlari temperaturasidan yuqoriroq temperaturagacha qizdirish va keyingi tez sovutishdan iborat bo'lgan jarayondir; g) qizdirish va faza o'zgarishsiz sovutish.

25. Polimorf o'zgarishsiz toblash – bu

a) rekristallanish temperaturasidan yuqoriroq temperaturagacha qizdirish va tez sovutish jarayonidir; b) qotishmani mahlum bir temperaturagacha qizdirish va juda sekin sovutish jarayonidir; v) qotishmani faza o'zgarishlari temperaturasidan yuqoriroq temperaturagacha qizdirish va tez sovutishdan iborat bo'lgan jarayondir; g) qotishmani mahlum bir temperatura-gacha qizdirish, ortiqcha fazalarni eritish va qattiq eritmani to'yinganligini fiksatsiya qilish uchun tez sovutish jarayonidir.

26. Polimorf o'zgarishli toblash – bu qotishmani faza o'zgarishlari temperaturasidan yuqoriroq temperaturagacha qizdirib, sovutishda

a) boshlang'ich fazalar panjarasi o'zgarmaydi; b) kristall panjaralar shakllanadi va qattiq eritmani to'yinganligi fiksatsiya qilinadi; v) qattiq eritma parchalanadi; g) dastlabki panjara saqlanadi, qattiq eritma hosil bo'lmaydi.

27. Evtektoidli uglerodli po'latlarni kritik 727 °S dan yuqoriroq temperaturada qizdirilganda qanday o'zgarish bo'ladi:

a) austenit perlitga aylanadi; b) qattiq eritma parchalanadi; v) ikkita fazali struktura hosil bo'ladi; g) perlit austenitga aylanadi.

28. Po'latlarni qizdirishda o'ta qizdirish – bu

a) austenit donachasi o'lchamini oshishi; b) ferrit donachasi o'lchamini oshishi; v) po'lat sirtini oksidlanishi; g) perlit donachasi o'lchamini oshishi

29. Legirlovchi elementlar austenit donachasi o'lchamiga qanday tahsir etadi?

a) kamaytiradi; b) oshiradi; v) tahsir etmaydi; g) mahlum emas

30. Po'latlarni sovutishda austenitni parchalanishi natijasida perlit xilidagi qanday parchalanish mahsulotlari hosil bo'ladi?

a) beynit, martensit, sorbit; b) tsementit, austenit, ledeburit; v) perlit, sorbit, troostit; g) troostit, beynit, martensit.

31. Martensit nima?

a) uglerodning alg'fa temirdagi qattiq eritmasi; b) uglerodning alg'fa temirdagi o'ta to'yingan qattiq eritmasi; v) ferrit+tsementit qorishmasi; g) uglerodning gamma temirdagi o'ta to'yingan qattiq eritmasi.

32. Martensit qanday panjaraga ega?

a) xajmi markazlashgan tetrigonal; b) yoqlari markazlashgan kub; v) geksoganal; g) trigonal

33. Beynit nima?

- a) martensit va qoldiq austenit kristalllaridan iborat qorishma;
- b) ferrit va tsementitli qorishma;
- v) uglerodning alg'fa temirdagi qattiq eritmasi;
- g) uglerodning ferritdagi yuqori dispersli o'ta to'yingan qorishmasi va dispersli tsementit zarrachasi

34. Bo'shatish nima ?

- a) termik ishlov berish turi bo'lib, po'latlarni A_{s1} nuqtadan yuqori temperaturagacha qizdirish;
- b) termik ishlov berish turi bo'lib, toblangan po'latlarni strukturalarni muvozanat holatga keltirish maqsadida kritik nuqtadan past temperaturada qizdirish;
- v) bu, toblangan po'latlarni A_{s3} nuqtadan yuqori temperaturagacha qizdirish va sekin sovutish;
- g) bu, qotishmani rekristallanish temperaturasidan yuqori temperatura-gacha qizdirish va tez sovutish.

35. Bo'shatishni nechta turi mavjud?

- a) 5 ta; b) 4 ta; v) 2 ta; g) 3 ta

36. Po'latni bo'shatishda asosiy jarayon nimadan iborat?

- a) ichki kuchlanishni kamayishi; b) dislokatsiya zichligini kamayishi;
- v) karbidlar ajralib chiqishi bilan martensitni parchalanishi;
- g) qattiq eritmani parchalanishi.

37. Eskirtirish nima?

- a) o'ta to'yingan qattiq eritmaga ega bo'lgan toblangan qotishmaning strukturasidan ortiqcha fazani ajralib chiqishi maqsadida, qotishmani mahlum bir temperaturagacha qizdirish; b) qotishmani ortiqcha fazasini maksimal darajada erishi temperaturasidan yuqori temperaturagacha qizdirish; v) qotishmani xona temperaturasida qisqa vaqt ushlab turish;
- g) qotishmani minus temperaturada ushlab turish.

38. Qanday termik ishlov berish turi oxirigi termik ishlash operatsiyasi deyiladi?

- a) normallash; b) yumshatish; v) termomexanik ishlov berish; g) bo'shatish

39. Martensit kristalli qanday shaklga ega?

- a) kub; b) plastinkali; v) dumaloq; g) dendrit

40. Qanday mexanizm orqali martensitli o'zgarishlar va qanday temperaturalarda ro'y beradi?

- a) diffuziyali, A_{r1} va undan kichik temperaturalar intervalida;
- b) diffuziyali, 550 °S dan xona temperatura intervalida;
- v) diffuziyasiz, M_b va M_o larni temperatura intervalida;
- g) diffuziyasiz, A_{r1} - M_b temperaturalar intervalida

41. Martensitli o'zgarishda po'latning tez puxtalanishi nimani hisobiga bo'ladi?

- a) dislokatsiya zichligini tezda o'sishi, panjaranani tetrigonalligi, uglerodning alg'fa temirda o'ta to'yingan qattiq eritma hosil qilishi;
- b) dislokatsiya zichligini kamayishi, uglerod miqdorini alg'fa temirda kamayishi;
- v) yoqlari markazlashgan kub kristall panjaradan xajmi markazlashgan kub kristall panjara o'tishi;

- g) qoldiq austenitni hosil bo'lishi hisobiga.
42. Prujina va resoralar uchun qanday bo'shatish turidan foydalaniladi?
- a) maxsus bo'shatish turidan; b) yuqori temperaturali bo'shatishdan;
v) past temperaturali bo'shatishdan; g) o'rtacha temperaturali bo'shatishdan
43. Past temperaturali bo'shatishda po'lat necha $^{\circ}\text{S}$ gacha kizdiriladi?
- a) 250°S ; b) 350°S ; v) 450°S ; g) 550°S
44. Uglerodli va kam legirlangan po'latlardan tayyorlangan kesuvchi va o'lchov asboblari uchun qanday bo'shatish turidan foydalaniladi?
- a) o'rtacha temperaturali bo'shatishdan; b) yuqori temperaturali bo'shatishdan;
v) maxsus bo'shatish turidan; g) maxsus bo'shatish turidan
45. Toblashning qanday usuli nisbatan oddiy?
- a) oqim bilan toblash; b) toblash o'z holicha bo'shatish bilan; v) bitta muhitda toblash; g) ikkita muhitda toblash
46. Uglerodli po'latlarni toblashning qaysi usuli minimal defortsiyada yuqori qattqlik beradi?
- a) pog'onali toblash; b) izotermik toblash; v) toblash o'z holicha bo'shatish bilan; g) ikkita muhitda toblash
47. Toblash natijasida po'latning maksimal yuqori qattqlikka erishish xususiyatiga nima deb ataladi?
- a) toblanish chuqurligi; b) bolg'anuvchanlik; v) toblanuvchanlik;
g) oquvchanlik
48. Toblashning qaysi turi mustahkamlikni bir vaqtning o'zida qovushqoqlik bilan oshishini tahminlab beradi?
- a) izotermik toblash; b) toblash o'z holicha bo'shatish bilan; v) ikkita muhitda toblash; g) pog'onali toblash
49. Uglerod va boshqa qo'shimchalarni alg'fa temirdagi qattiq eritmasi nima deb ataladi?
- a) perlit; b) ferrit; v) austenit; g) tsementit
50. Po'latlarning toblanish chuqurligi qanday usulda aniklanadi?
- a) toretsli toblash; b) mexanik; v) fizik; g) kimyoviy
51. Qanday po'latlar to'la yumshatiladi?
- a) evtektoiddan keyingi po'latlar; b) evtektoidli po'latlar; v) evtektoiddan oldingi po'latlar; g) asbobsozlik po'latlar
52. Austenit donachasini o'lchami po'latdagi kaysi elementga bog'lik?
- a) fosforga; b) temirga; v) oltingugurtga; g) uglerodga
53. Qaysi element austenit donachasini o'lchamini kattalashtiradi?

a) titan; b) marganets; v) alyuminiy; g) vanadiy

54. Zagotovka va buyumlarni kerakli temperaturagacha qizdirish, ushlab turib, so'ngra asta-sekin sovitishga nima deb ataladi?

a) toblash; b) bo'shatish; v) normallashtirish; g) yumshatish

55. Yumshatishda uglerodli po'latlar soatiga necha $^{\circ}\text{S}$ gacha sovitiladi?

a) 200°S ; b) 50°S ; v) 100°S ; g) 20°S

56. Puxtalanishni olib tashlash uchun yumshatishning qanday usulidan foydalaniladi?

a) gomogenlovchi yumshatishdan; b) past temperaturali yumshatishdan; v) to'la yumshatishdan; g) chala yumshatishdan

57. Ferrit bilan tsementitning mexanik aralashmasi nima deb ataladi?

a) tsementit; b) ferrit; v) perlit; g) austenit

58. Evtektoidgacha po'latni donachasini to'lik maydalashda qaysi tur yumshatishdan foydalaniladi?

a) past temperaturali; b) diffuziyali; v) chala; g) to'la

59. Evtektoidli va evtektoiddan keyingi po'latlar uchun qaysi yumshatish turi zarur?

a) donali (zarrali) perlit hosil qiladigan chala; b) to'la; v) past temperaturali; g) diffuziyali

60. Legirlangan po'latlarga ishlov berish vaqtini kamaytirish maqsadida qaysi yumshatish turidan foydalaniladi?

a) to'la; b) izotermik; v) chala; g) past temperaturali

61. Evtektoidgacha bo'lgan po'latlar A_{s3} nuqtadan yuqori necha $^{\circ}\text{S}$ gacha qizdiriladi?

a) $70 - 90^{\circ}\text{S}$; b) $80 - 100^{\circ}\text{S}$; v) $30 - 50^{\circ}\text{S}$; g) $50 - 70^{\circ}\text{S}$

62. Quymalarni kimyoviy tarkibini tekislashda qanday yumshatish turidan foydalaniladi?

a) izotermik; b) chala; v) to'la; g) diffuziyali

63. Qanday po'latlar chala yumshatiladi?

a) asbobsozlik uglerodli po'latlar; b) evtektoiddan oldingi po'latlar; v) kam uglerodli po'latlar; g) maxsus po'latlar

64. Past temperaturali bo'shatishda po'lat qanday strukturaga ega bo'ladi?

a) bo'shatilgan troostit; b) bo'shatilgan martensit; v) bo'shatilgan sorbit; g) bo'shatilgan perlit

65. Po'latlarni kritik nuqtadan yuqori temperaturagacha qizdirish, ushbu temperaturada ushlab turish va kritik tezlikdan yuqori temperaturada qanday termik ishlov berish turi deyiladi?

a) normallashtirish; b) normallashtirish; v) toblash; g) bo'shatish

66. Po'latlarda toblash tufayli yuzaga keladigan mo'rtlik va kuchlanishni kamaytirish maqsadida qanday termik ishlov berish turidan foydalaniladi?

a) normallashtirish; b) yumshatish; v) termomexanik ishlov berish; g) bo'shatish

67. Zarbiy yuklanish ostida ishlaydigan konstruksion po'latlardan tayyorlangan detallar uchun qanday bo'shatish turidan foydalaniladi?

a) yuqori temperaturali bo'shatishdan; b) o'rtacha temperaturali bo'shatishdan;
v) past temperaturali bo'shatishdan; g) maxsus bo'shatish turidan

68. Po'latning plastik deformatsiyalash mustahkamlovchi termik ishlov berishning (toblash, bo'shatishni) birlashtiruvchi usulga nima deyiladi?

a) mexanik ishlov berish; b) termomexanik ishlov berish; v) kimyoviy-termik ishlov berish; g) texnologik ishlov berish

69. Po'latning tarkibi, strukturasi va xossalari o'zgartirish maqsadida uning sirtqi qatlamiga kimyoviy va termik tahsir etish jarayoniga nima deb ataladi?

a) mexanik ishlov berish; b) termomexanik ishlov berish; v) kimyoviy-termik ishlov berish; g) texnologik ishlov berish;

70. Po'latdan tayyorlangan detal sirtini mahlum muhitda qizdirib, uglerod bilan diffuzion to'yintirishdan iborat bulgan kimyoviy – termik ishlov berish jarayoniga nima deyiladi?

a) azotlash; b) tsianlash; v) nitrotsementatsiyalash; g) tsementatsiyalash

71. Qanday po'latlar odatda tsementatsiyalanadi?

a) kam uglerodli; b) ko'p uglerodli; v) o'rtacha uglerodli; g) yuqori legirlangan

72. Zarbiy yuklanish ostida ishlaydigan konstruksion po'latlardan tayyorlangan detallar uchun qanday bo'shatish turidan foydalaniladi?

73. O'rtacha temperaturali bo'shatishda po'lat qanday strukturaga ega bo'ladi?

a) bo'shatilgan troostit; b) bo'shatilgan martensit; v) bo'shatilgan sorbit;
g) bo'shatilgan perlit

74. Yumshatishda legirlangan po'latlar soatiga necha $^{\circ}\text{S}$ gacha sovitiladi?

a) 100 - 200 $^{\circ}\text{S}$; b) 30 - 100 $^{\circ}\text{S}$; v) 200 $^{\circ}\text{S}$; g) 300 $^{\circ}\text{S}$

75. Perlitdagi uglerod miqdori necha foizni tashkil kiladi?

a) 0,2; b) 2,14; v) 0,8; g) 0,4

76. Uglerod va boshqa qo'shimchalarni gamma temirdagi qattiq eritmasi nima deb ataladi?

a) perlit; b) ferrit; v) tsementit; g) austenit

77. Legirlovchi elementlar po'latning toblanish chuqurligiga qanday tahsir qiladi?

a) oshiradi; b) kamaytiradi; v) tahsir qilmaydi; g) qisman oshiradi, qisman kamaytiradi.

78. Toblangan zona qirib borgan chuqurlik, yahni po'latning mahlum chuqurlikkacha toblanish xususiyati nima deb ataladi?

a) toblanish chuqurligi; b) toblanuvchanlik; v) bolg'anuvchanlik;
g) oquvchanlik

79. Termomexanik ishlov berish nechta asosiy usullarga bo'linadi?

a) 3 ta; b) 2 ta; v) 4 ta; g) 5 ta

80. Ging'e-Preston zonasini yoki klasterlar hosil bo'lishi nima?

a) qattiq eritmalar hosil bo'lishi; b) kogerent bo'lmagan chegaralarni ajralib hosil bo'lishi; v) qattiq eritma tarkibida legirlovchi element atomlarini yig'ilishi; g) qotishmani eskirtirishda oraliq fazalarni hosil bo'lishi.

81. Toblangan po'latni A_{s1} nuqtadan past temperaturagacha qizdirish, berilgan temperaturada ushlab turish va mahlum bir tezlikda sovutishga nima deyiladi?

a) termomexanik ishlov berish; b) yumshatish; v) normallashtirish; g) bo'shatish

82. Yuqori temperaturali bo'shatishda po'lat qanday strukturaga ega bo'ladi?

a) bo'shatilgan martensit; b) bo'shatilgan sorbit; v) bo'shatilgan troostit; g) bo'shatilgan perlit.

83. Toblashning qaysi usuli detalning uzunligi bo'yicha o'zgaruvchan qattiqlik beradi?

a) pog'onali toblash; b) bitta muhitda toblash; v) toblash o'z holicha bo'shatish bilan; g) izotermik toblash.

84. Toblashning qanday turi buyumlarning mahlum bir qismini toblaydi?

a) oqim bilan toblash; b) pog'onali toblash; v) izotermik toblash; g) toblash o'z holicha bo'shatish bilan.

85. Yuqori temperaturali bo'shatishda po'lat necha $^{\circ}S$ gacha qizdiriladi?

a) 350 - 500 $^{\circ}S$; b) 500 - 680 $^{\circ}S$; v) 250 - 400 $^{\circ}S$; g) 355 - 455 $^{\circ}S$.

86. Po'latni bo'shatishda asosiy jarayon nimadan iborat?

a) karbidlar ajralib chiqishi bilan martensitni parchalanishi;
b) qattiq eritmani parchalanishi;
v) dislokatsiya zichligini kamayishi;
g) ichki kuchlanishni kamayishi.

87. Legirlovchi elementlar martensitli o'zgarishga qanday ta'sir qiladi?

a) martensitli o'zgarishlarni boshlang'ich va oxirigi temperaturalar nuqtasini kamaytiradi;
b) martensitli o'zgarishlarni boshlang'ich va oxirigi temperaturalar nuqtasini oshiradi;
v) ta'sir etmaydi;
g) qoldiq austenit miqdorini kamaytiradi.

88. Martensitli o'zgarishda po'latning tez puxtalanishi nimani hisobiga bo'ladi?

a) dislokatsiya zichligini kamayishi, uglerod miqdorini alg'fa temirda kamayishi;
b) dislokatsiya zichligini tezda o'sishi, panjaranani tetragonalligi, uglerodning alg'fa temirda o'ta to'yingan qattiq eritma hosil qilishi;
v) yoqlari markazlashgan kub kristall panjaradan xajmi markazlashgan kub kristall panjara o'tishi;
g) qoldiq austenitni hosil bo'lishi hisobiga.

89. A_{s3} kritik nuqta nima bildiradi?

- a) austenitdan ortiqcha ferritni ajralishini;
- b) austenitni gomogenlashni;
- v) qizdirilganda ortiqcha ferritni austenitda erishini;
- g) austenitni parchalanishini

90. Kritik nuqta A_1 ($727\text{ }^{\circ}\text{S}$)dan yuqori temperaturada perlit austenitga quyidagi mexanizm orqali aylanadi:

- a) tsementit va ferrit plastinkasi chegarasida xajmi markazlashgan kub kristall panjara yoqlari markazlashgan kub kristall panjaraga o'zgaradi, tsementit parchalanadi va uglerod gamma temirning qattiq eritmasiga aylanadi;
- b) tsementitdagi uglerod qattiq eritmaga o'tadi;
- v) tayyor austenit donachasi hosil bo'ladi;
- g) faqat xajmi markazlashgan kub kristall panjara yoqlari markazlashgan kub kristall panjaraga o'zgaradi.

91. Legirlovchi elementlar martensitli o'zgarishga qanday tahsir qiladi?

- a) martensitli o'zgarishlarni boshlang'ich va oxirigi temperaturalar nuqtasini kamaytiradi;
- b) martensitli o'zgarishlarni boshlang'ich va oxirigi temperaturalar nuqtasini oshiradi;
- v) tahsir etmaydi;
- g) qoldiq austenit miqdorini kamaytiradi.

92. O'rtacha temperaturali bo'shatishda po'lat necha $^{\circ}\text{S}$ gacha qizdiriladi?

- a) $150 - 250\text{ }^{\circ}\text{S}$; b) $50 - 100\text{ }^{\circ}\text{S}$; v) $55 - 155\text{ }^{\circ}\text{S}$; g) $350 - 500\text{ }^{\circ}\text{S}$

93. Rekriztallizatsion yumshatish – bu

- a) rekriztallanishdan yuqori temperaturada qizdirish orqali yumshatish;
- b) $0,25T_{er}$ temperaturada qizdirish orqali yumshatish;
- v) $0,35T_{er}$ temperatu-ragacha qizdirish orqali yumshatish;
- g) rekriztallanishdan past temperaturada qizdirish orqali yumshatish.

94. Puxtalanish (naklep) – bu

- a) sovuq holda plastik deformatsiya tahsiridan so'ng qotishmani mustahkamligi va plastikligini oshishi; b) plastik deformatsiya tahsirida qotishmani mustahkamligi va plastikligini kamayishi; v) sovuq holdagi plastik deformatsiya tahsirida qotishmani mustahkamligini oshishi;
- g) plastiklikni oshishi

95. Legirlovchi elementlar austenit donachasi o'lchamiga qanday tahsir etadi?

- a) kamaytiradi; b) oshiradi; v) tahsir etmaydi; g) ma'lum emas

96.. Past temperaturali bo'shatishda po'lat qanday strukturaga ega bo'ladi?

- a) bo'shatilgan troostit; b) bo'shatilgan martensit; v) bo'shatilgan sorbit; g) bo'shatilgan perlit

97. Ging'e-Preston zonasi yoki klasterlar hosil bo'lishi nima?

- a) qattiq eritmalarini hosil bo'lishi; b) kogerent bo'lmagan chegaralarni ajralib hosil bo'lishi ; v) qattiq eritma tarkibida legirlovchi element atomlarini yig'ilishi; g) qotishmani eskirtirishda oraliq fazalarni hosil bo'lishi.

98. Qanday po'latlar odatda tsementatsiyalanadi?

- a) kam uglerodli; b) ko'p uglerodli; v) o'rtacha uglerodli; g) yuqori legirlangan

99. Po'latni kritik nuqtadan yuqoriroq temperaturagacha qizdirilganda quyidagi o'zgarish bo'ladi?

- a) ferrit strukturasi hosil bo'ladi;
- b) ikki fazali struktura qoladi;
- v) bir fazali struktura ikki fazali strukturaga aylanadi;
- g) ferrit+tsementit qorishmasi austenitga aylanadi.

100. Po'latlarni qizdirishda o'ta qizdirish – bu

- a) ferrit donachasi o'lchamini oshishi;
- b) austenit donachasi o'lchamini oshishi;
- v) po'lat sirtini oksidlanishi;
- g) perlit donachasi o'lchamini oshishi.

Baholash mezonlari

Guruhlar	Baho	Baholash ko'rsatkichlari va mezonlari				Izoh
		o'tgan materi-allarni bilimi	faolligi (ko'shimchachalar, savollar, javoblar)	Muammo yechimiga takliflar	Jami Ballar	
	ballar	0-1,0	0-0,5	0-1,5	0-3,0	
Labora-toriya va amaliy mashg'u-lotlar bo'yicha	JN	0,5	0,5	1,0	2,0	

“Tasdiqlayman”
TDTU, Mexanika fakulg’eti
dekani, IK raisi _____

“ _____ ” _____ 2022y

**“Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi” fanidan
YaN uchun
BAHOLASH MEZONLARI**

Ball	Baholash mezonlari
21-30	<ul style="list-style-type: none">- savollar mazmunini to’liq va batafsil bayon etib qaror qabul qila oladi;- savollarga javoblar to’liq asoslangan, ijodiy fikrlay oladi;- misollar yetarli darajada keltirilgan;- tahlil olayotgan yo’nalishi haqida to’liq va aniq tasavvurga ega;- termik va kimyoviy-termik ishlov berishning asosiy turlari, mashinasozlik detallariga termik ishlov berishdagi asosiy texnologik jarayonlar, qotishmalarni yumshatish va ularning turlarini, po’latlardagi faza o’zgarishlarini, po’latlardagi perlitli, martensitli va beynitli o’zgarishlar, kimyoviy-termik ishlov berish va uning turlarini, termik ishlov berishning asosiy texnologiyalari, turli mashinasozlik detal va zagotovkalarga termik va kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyalari va uning rejimlari haqida dastlabki yaxshi va yetarli darajadagi bilimga ega bo’lishi kerak;- xulosalar to’liq asoslangan;- intellektual bilimlarining saviyasi yuqori darajada;- himoya qilayotgan talaba o’zini yaxshi tuta biladi;- mustaqil fikrlay oladi
11-20	<ul style="list-style-type: none">-savollarga javoblar mazmuni qoniqarli bayon qilindi;- javoblar savollarga deyarli mos, savollar mohiyatini tushunadi;- tahlil olayotgan yo’nalishi haqida tasavvurga ega;- termik va kimyoviy-termik ishlov berishning asosiy turlari, mashinasozlik detallariga termik ishlov berishdagi asosiy texnologik jarayonlar, qotishmalarni yumshatish va ularning turlarini, po’latlardagi faza o’zgarishlarini, po’latlardagi perlitli, martensitli va beynitli o’zgarishlar, kimyoviy-termik ishlov berish va uning turlarini, termik ishlov berishning asosiy texnologiyalari, turli mashinasozlik detal va zagotovkalarga termik va kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyalari va uning rejimlari haqida dastlabki qoniqarli bilimga ega bo’lishi kerak;- xulosalar qoniqarli darajada asoslangan;- intellektual bilimlarining saviyasi qoniqarli darajada;- himoya qilayotgan talaba o’zini qoniqarli tuta biladi;- mustaqil asoslashga xarakter qiladi.
0 -10	<ul style="list-style-type: none">-javoblar savollarga mos emas;- javoblar yetarli darajada asoslanmagan;- tahlil olayotgan yo’nalishi haqida tasavvurga ega emas;- termik va kimyoviy-termik ishlov berishning asosiy turlari, mashinasozlik detallariga termik ishlov berishdagi asosiy texnologik jarayonlar, qotishmalarni yumshatish va ularning turlarini, kimyoviy-termik ishlov berish va uning turlarini, termik ishlov berishning asosiy texnologiyalari haqida dastlabki bilimga ega emas;- xulosalar yetarli darajada asoslanmagan;- talabaning tayyorgarlik darajasi qoniqarsiz;- mustaqil fikrlay olmaydi.

Baholash mezonlari TDTUni “Materialshunoslik” kafedrasida yig’ilishida muhokamadan o’tgan va mahqullangan.

Bayonnoma № _____ “ _____ ” _____ 2017y

Qo'shimcha materiallar

Kalitli so'zlarning izohli lug'ati

Termik ishlov berish - metall va qotishmalardan tayyorlangan buyumlarga, ularning strukturasi va xossasini berilgan yo'nalishda o'zgartirish maqsadida issiqlik bilan tahsir etish yo'li orqali ishlov berish jarayoniga aytiladi.

Kimyoviy-termik ishlash – po'latning tarkibi, strukturasi va xossalarini o'zgartirish maqsadida uning sirtqi qatlamiga kimyoviy va termik tahsir etish jarayonidir.

Yumshatish - zagotovka yoki buyumni kerakli temperaturagacha qizdirish, shu temperaturada ushlab turib, so'ngra asta-sekin sovitishdan iborat bo'lgan jarayondir.

Normallashtirish - po'latni A_{c3} va A_{s_m} kritik nuqtalardan 30-50°S temperaturagacha ortiqroq qizdirib, ushbu temperaturada ushlab turish hamda tinch havoda sovitishdan iborat bo'lgan jarayonga aytiladi.

Toblash - po'latni faza o'zgarishlardan yuqoriroq temperaturagacha qizdirish, bu temperaturada ushlab turish, so'ngra tez sovitishdan iborat bo'lgan jarayondir.

Bo'shatish - termik ishlov berishning yakunlovchi operatsiyasi bo'lib, toblangan po'latni kritik nuqtadan (A_{s1}) past temperaturagacha kizdirish, shu temperaturada ushlab turish xamda sekin yoki tez sovitishdan iborat.

Termomexanik ishlov berish- po'latning plastikligini saqlagan xolda, plastik deformatsiyalash bilan mustaxkamlovchi termik ishlov berish (toblash, bo'shatish)ni birlashtiruvchi mustaxhamlashning yangi usulidir.

1-tur yumshatish - metall va qotishmalarga turli ishlovlar berishda ularda yuzaga keladigan muvozanat bo'lmagan holatni qisman yoki to'liq olib tashlash uchun mo'ljallangan termik ishlov berish turi bo'lib, unda faza o'zgarishlari kuzatilmaydi.

Rekristallizatsion (qayta kristallanuvchi) yumshatish – deformatsiyalangan metall yoki qotishmaga termik ishlov berish bo'lib, unda bosh jarayon qayta kristallanish hisoblanadi.

Kristallanishga qadar yumshatish - deformatsiyalangan metall yoki qotishmaga termik ishlov berish bo'lib, unda bosh jarayon qaytish hisoblanadi.

Puxtalash -metall yoki qotishmaga bosim ostida ishlov berish yo'li bilan puxtalanishdir.

Xordiq– xamma hodisalar ichida eng kichik temperaturada puxtalangan metallni nisbatan muvozanat holatiga o'z-o'zidan o'tish bilan bog'liq bo'lgan jarayondir.

Polimorf o'zgarishlarga ega bo'lmagan toblash – metall yoki qotishmalarga termik ishlov berish turi bo'lib, u qotishma holatini xossasi jihatidan yuqoriroq temperaturaga xos bo'lgan nisbatan past temperaturada qayd qilishi jarayonidir.

Polimorf o'zgarishlarga ega bo'lgan toblash – metall yoki qotishmaga termik ishlov berish bo'lib, unda bosh asosiy jarayon yuqori temperaturali fa-alarning martensit o'zgarishlar jarayonidir.

Ferriit – uglerodning α - temirga singdirilgan qattiq eritmasi.

Austenit - uglerodning γ – temirga singdirilgan qattiq eritmasi.

Perlit – tarkibida 0,8 % uglerod mavjud bo'lgan ferriit va tsementitning mexanik aralashmasi.

Martensit - uglerodning α – temirdagi o'ta to'yingan singdirilgan qattiq eritmasi.

Beynit – austenit strukturali po'latlarni kritik sovutish temperaturasiga yaqin tezlikda sovitishda olinuvchi uglerodga o'ta to'yingan ferrit va temir karbidli struktura.

Sorbit – austenit strukturali po'latlarni tez sovitishda (600 -700 °S temperaturada chegarasida) austenitning parchalanishida hosil bo'lgan ferrit va tsementit fazalarning mexanik aralashmasi bo'lib, u perlitga nisbatan maydaroq donali puxta va kam yeyiladigan struktura.

Troostit – juda mayda ferrit va tsementit faza donalarning mexanik aralashmasidan iborat bo'lgan magnit xossalari struktura.

Tsementatsiyalash – kam uglerodli po'lat detallarni kam yeyiladigan qilish uchun ularni 900 – 950 °S temperaturali uglerodga boy muhitda mahlum vaqt saqlash yo'li bilan sirt qatlamini uglerodga to'yintirishdir.

Azotlash – po'latlardan tayyorlanayotgan detallarning yeyilishga va korroziyaga bardoshli-gini oshirish maqsadida sirt yuzalarini 0,2 – 0,8 mm qalinlikda azot bilan to'yintirishdir.

Nitrotsementatsiyalash – po'lat va cho'yan tayyorlangan detallarni kam yeyiladigan qilish maqsadida sirtlarini 500 – 880 °S temperaturali azot va uglerod bilan 0,25 – 1,5 mm qalinlikda diffuzion to'yintirish.

TSianlash – po'lat buyumlarni kam yeyiladigan va kam toliqadigan qilish maqsadida sirtini bir vaqtda uglerod va azotga to'yintirishdir.

Borlash – po'lat va boshqa qotishmalardan tayyorlanadigan detallar sirtining qattiqligini ancha oshirib, korroziyaga va issiqqa chidamli qilish, kam yeyiladigan qilish maqsadida bor to'yintirish jarayonidir.

Diffuzion metallash – po'lat sirtqi qatlamini alyuminiy, xrom, kremniy va boshqa metallar to'yintirish jarayonidir.

Xorijiy manbalar

Xorijiy manbalar o'quv – uslubiy majmuaning adabiyotlar ro'yxatini qo'shimcha adabiyotlar va elektron resurslar bandiga kiritilgan.

Annotatsiya

Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi” fanidan ishlab chiqilgan o'quv-uslubiy majmuada fanning namunaviy va ishchi o'quv dasturi, tahlil texnologiyasi va karatasi, nazorat uchun savollar (JN, ON, YaN), glossariy, referat mavzulari, adabiyotlar ro'yxati, o'quv mate-riallari, xorijiy

manbalar, mualliflar haqida ma'lumot, foydali maslahatlar, normativ hujjatlar va baholash mezonlari mujamlashtirilgan.

Mualliflar haqida ma'lumot

Norxudjaev Fayzulla Ramazanovich – Mexanika fakul'teti “Materialshunoslik” kafedrasida professori, texnika fanlar doktori.

Umarov Erkin Adilovich - Mexanika fakul'teti “Materialshunoslik” kafedrasida dotsenti, texnika fanlar nomzodi.

Foydali maslahatlar

“Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi” fanidan ishlab chiqilgan o'quv-uslubiy majmuaga fan bo'yicha bilimlarni sifatli va tushunarli qilib, talabalarga yetkazishda barcha tamoyillar kiritilgan.

“Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi” fanini o'qitishda bu fanning 5320100 – Materialshunoslik va yangi materiallar texnologiyasi bo'yicha bakalavrlar tayyorlashda tayanch, muhim va boshqa ixtisoslik fanlari uchun asos bo'lib xizmat qilishini albatta, ehtiborga olish zarur.

“Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi” fanini o'qitishda bakalavriatda umum kasbiy bo'yicha o'tilgan fanlaridan o'tilgan bilimlarga tayanadi.

Fandan bilimlar berishda laboratoriya ishi va amaliy mashg'ulotlarda o'tiladigan mavzular hamda bu mavzularning fanni o'zlashtirishdagi ahamiyati inobatga olinishi lozim.

Talabalarni fan bo'yicha mustaqil ishlashi uchun mustaqil ish topshiriqlari va referat mavzularini sifatli qilib bajarishlari kerak.

Fan bo'yicha keltirilgan asosiy va qo'shimcha adabiyotlarga hamda elektron resurslardan fanni o'zlashtirish uchun to'laqonli foydalanish lozim. Ayniqsa xorijiy manbalarga ehtibor qaratish darkor.

Foydalaniladigan adabiyotlar

Asosiy adabiyotlar

1. Steel heat treatment: metallurgy and technologies / George E. Totten, 'h.D., FASM. 'ortland State University. 'ortland, Oregon, U. S. A. CRC 'ress. Taylor – Francis Grou' Boca Raton London New York.
2. 'hase Transformations in Materials. Gernot Kostorz (Editor). Related titles from. WILEY-VCH. Weinheim-New York. Brisbane-Singa'ore – Toronto.
3. F.R. Norxudjaev Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi. Darslik. –T.: “Fan va texnologiya”, 2016, 192 bet.
4. F.R. Norxudjaev Materialshunoslik. Darslik. “Fan va texnologiya” nashriyoti, - T.: 2014, 160 bet.
5. E. O. Umarov Materialshunoslik. Darslik.– T.: CHo'lpon nomidagi NMII, 2014 – 384 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

4. Mirziyoev SH.M. Erkin va farovon, demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag'ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo'shma majlisidagi nutqi. –T.: “O'zbekiston” NMIU, 2016. – 56 b.
5. Mirziyoev SH.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini tahminlash – yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. O'zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi qabul qilinganining 24 yilligiga bag'ishlangan tantanali marosimdagi ma'ruza 2016 yil 7 dekabr'. – T.: “O'zbekiston” NMIU, 2016. – 48 b.
6. Mirziyoev SH.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. - T.: “O'zbekiston” NMIU, 2017. – 488 b.
4. O'zbekiston Respublkasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida. - T.:2017 yil 7 fevralg', PF-4947-sonli Farmoni.
5. F. R. Norxudjaev, S.T. Djalolova, B.Q Tilabov. “Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi” fanidan laboratoriya ishi uchun uslubiy ko'rsatma. Toshkent, ToshDTU. – 2016. – 72 bet.
6. F. R. Norxudjaev, S.T. Djalolova, B.Q Tilabov. “Termik va kimyoviy-termik ishlov berish nazariyasi va texnologiyasi” fanidan kurs ishini bajarish bo'yicha” uslubiy ko'rsatma. Toshkent, ToshDTU. – 2016. – 27 bet.
7. CHerepaxin A.A. Materialovedenie. Izd-vo “Lotos”, Moskva, 2004. –256 s.
8. Bartashevich A.A. Materialovedenie. Izd-vo “Fenniks” Rostov-na-Donu, 2004. -352s.

Elektron resurslar

1. www.gov.uz – O'zbekiston Respublikasi xukumat portali.

2. www.lex.uz – O'zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari mahlu-motlari milliy bazasi.
3. www.catback.ru - nauchnqe statg'i i uchebnqe materialq
4. www.ziyonet.uz;
5. www.lex.uz.