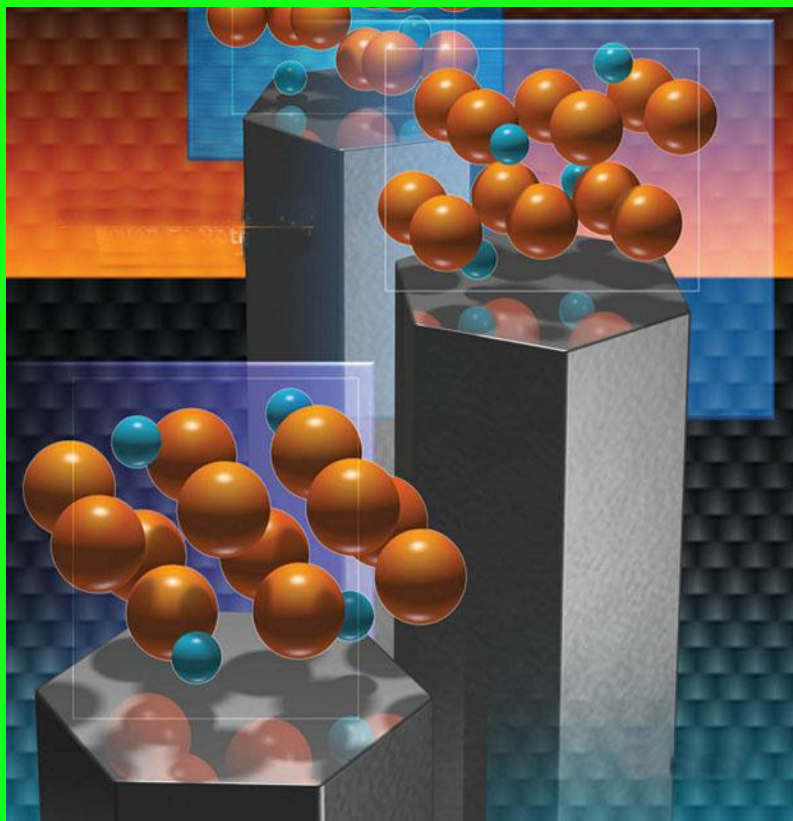


**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIV VA O'RTA MAXSUS TA'LIM
VAZIRLIGI**

X.J. ABDUGAFFAROV, A.A. SAFOEV, A.B. ATA JANOV.

**MATERIALSHUNOSLIK
DARSLIK**

5320300 –Texnologik mashinalar va jihozlar (to'qimachilik, engil va paxta sanoati)



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM
VAZIRLIGI**

X.J. ABDUGAFFAROV, A.A. SAFOEV, A.B. ATAJanOV.

MATERIALSHUNOSLIK

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim
vazirligining muvofiqlashtiruvchi Kengashi tomonidan
o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etilgan*

TOSHKENT-2019

UO’K

KBK:

Mualliflar:

Abdugaffarov X.J., Safoev A.A., Atajanov A.B.

Materialshunoslik. O’quv qo’llanma. – Toshkent.-2019.-222 b.

KBK:

Ushbu darslik “Materialshunoslik” o’quv fani uchun 03.03.2018 yili OO’MTB tomonidan tasdiqlangan dastur asosida tayyorlangan. Darslikda texnologik mashinalar va jixozlarda ishlatiladigan konstruksion metallarni turlari, olinish usullari, asosan ularni tuzilishi va xossalari, termik ishlov berish usullari, zamonaviy materiallar to’g’risida ma’lumotlar keltirilgan. Darslik “Texnologik mashinalar va jixozlar” ta’lim yo’nalishida tahsil olayotgan talabalar uchun mo’ljallangan bo’lib, undan magistrantlar, soha muhandislari ham foydalanishlari mumkin.

Darslik 5320300 –Texnologik mashinalar va jihozlar (to’qimachilik, engil va paxta sanoati) ta’lim yo’nalishini «Materialshunoslik» fani o’quv dasturi asosida tayyorlangan. Kitobda zamonaviy va ilg’or texnologik mashina va jixozlarda qo’llaniladigan materiallar, ularni tuzilishi, metall va qotishmalarning xossalari, metallarning xolat diagrammasi, qora va rangdor metallarni tuzilishi, markalari va ishlatilishi to’g’risida ma’lumotlar keltirilgan. Hozirda mashinasozlikda keng ishlatilayotgan kompozitsion va nanomateriallar to’g’risida ham ma’lumotlar keltirilgan.

Mavzularni yaxshi o’zlashtirishi uchun har bir bobdan keyin nazorat savollari ham keltirilgan

Учебник подготовлен согласно учебной программы курса «Материаловедение» направления образования 5320300 “Технологические машины и оборудование (текстильная, легкая и хлопкоочистительная промышленность)”.

В учебнике рассмотрены современные и перспективные материалы применяемые в технологических машинах и оборудовании, их структура, свойства металлов и сплавов; диаграмма состояния металла; марки и применение чёрных и цветных металлов. Также приведены материалы о композиционных и наноматериалах, широко применяемые в настоящее время в машиностроении.

Для более глубокого освоения курса, после каждой главы приведены контрольные вопросы.

The manual was prepared in accordance with the curriculum of the course “materials science” in the direction of “5320300 Technological machines and equipment (textile, light and ginning industry)”. The textbook considers modern and advanced materials used in technological machines and equipment, their structure, properties of metals and alloys; metal state diagram; grades and applications of ferrous metals, as well as non-ferrous metals and alloys. For a more coarse study of the course, after each module are control questions.

Taqrizchilar:

1. **M. Yaxshiyev**-“Industrial technological lines” MCHJ raxbari.

2. **A.M. Axmedov** -Toshkent to’qimachilik va yengil sanoat instituti, “Texnologik mashinalar va jixozlar” kafedrası dotsenti, t.f.n.

KIRISH

Respublikamiz iqtisodiyoti tarkibida sanoatning rivojlanishi dinamikasidagi muhim o'zgarish-korxonalar va ishlab chiqarishni modernizatsiya qilish, texnik va texnologik yangilanish asosida sanoatda chuqur tarkibiy o'zgarishlar va diversifikatsiyaning amalga oshirilgani hisoblanadi.

Qabul qilingan Harakatlar strategiyasida yuqori texnologiyalarga asoslangan qayta ishlash tarmoqlarini, eng avvalo mahalliy xom ashyo resurslarini chuqur qayta ishlash asosida, yuqori qo'shimcha qiymatga ega tayyor mahsulot ishlab chiqarishni jadal rivojlantirishga qaratilgan sifat jihatdan yangi bosqichga o'tqazish orqali sanoatni yanada modernizatsiya va diversifikatsiya qilish zarurati alohida ta'kidlangan.[1]

Materiallar bizning xayotimizda ko'pchilik o'ylagandan ko'ra chuqurroq o'rin egallaydi. Kundalik xayotimizdagi zarur elementlar-transport, uy-joy, aloqa vositalari, oziq ovqat ishlab chiqarish, bularning barchasi u yoki bu darajada kerakli materiallarni tanlashga bog'liq. Tarixdan ma'lumki jamiyatning yuksalishi va rivojlanishi insonlarning mavjud talablarini qondirish uchun materiallarni ishlab chiqarish va qayta ishlash bilan bog'liq. Avvalgi davrlar xattoki insonlar ishlatishni o'rgangan materiallar nomlari bilan nomlangan – tosh davri, bronza davri, temir davri.

Insoniyat paydo bo'lishining erta davrlarida insonlar juda kam sonli materiallardan foydalanganlar, bular tabiatda mavjud tabiiy materiallar – toshlar, daraxt, loy, hayvon terisi va boshqalar edi. Vaqt o'tib odamlar tabiiy maxsulotlarni o'rnini bosuvchi materiallarni ishlab chiqarishni o'rgandilar, bular keramika va turli metallar, ya'ni yangi materiallar edi. Keyinchalik aniqlanishicha, materiallarning tarkibida, termik ishlash natijasida yoki turli qo'shimchalar qo'shilishi natijasida, o'zgarish yuzaga kelar ekan. U vaqtlarda materiallar juda kam miqdorda ishlatilishi sababli ularning sifatiga yetarlicha e'tibor qaratilmagan. Olimlarning ta'kidlashicha tarkibiy elementlar va material tashkil etuvchilar orasida bog'liqlik mavjud. Ushbu qarashlar taxminan 100 yil avval vujudga kelgan bo'lib, buning natijasida insonlar materiallar tavsifini baxolashni o'rgandilar.

Buning bari minglab maxsus tarkibli materiallar vujudga kelishiga olib keldi va eng murakkab zamon talablarining qondirilishiga sabab bo'ldi. Bizning davrda xam foydalanilayotgan materiallar sirasiga turli xil xossalarga ega metallar, polimerlar, shisha, kompozitsion materiallar va boshqalar kiradi.

Xayotimizni yaxshilashga xizmat qilayotgan zamonaviy texnologiyalarning ravnaqi mavjud materiallarga bog'liq. Material turini aniqlash yangi texnologiyalarning rivojlanishiga xizmat qiladi. Masalan, mashinasozlik sanoati po'latlar va shu kabi boshqa materiallarning qayta ishlanishisiz vujudga kelmas edi. Bizning davrimizda ko'p sonli murakkab elektron qurilmalar, yarim o'tkazgich materialidan foydalanilgan komponentlar ishlatilishi xisobiga rivojlanmoqda. Turli xil sohalarni, jumladan to'qimachilik, yengil va paxta tozalash sanoatini rivojlanishini unda ishlatilayotgan texnologik mashina va jixozlarda, ayniqsa ularni ishchi qismlarda zamonaviy materiallar qo'llanish darajasiga bog'liqdir.

Fanni o'qitishdan maqsad - mashinasozlik va ta'mirlash korxonalarida qo'llaniladigan turli konstruksion materiallar turlari, olinish usullarini. Jumladan konstruksion materiallarni talablarga o'rgatishdir tuzilmaviy tuzilishi, termik ishlov berish usullari, tayyorlash texnologiyasi, metallarni ishlatish ko'lamini, hisoblash asoslari va ularni muayyan sharoitlarga mos xolda tanlash usullari bo'yicha yo'nalishga mos bilimlar darajasi bilan talablarni ta'minlashdir.

Ushbu maqsadga erishish uchun fan talabalarni nazariy va amaliy bilimlar, amaliy ko'nikmalar, texnologik mashinalar va jixozlarni ishlab chiqarish jarayonlariga uslubiy yondoshuv xamda ilmiy dunyoqarashini shakllantirish vazifalarini bajaradi.

Talaba darislikda texnologik mashinalar va jihozlar ishlab chiqarishda ishlatiladigan turli xil konstruksion materiallarni tuzilishi, ularning asosiy xususiyatlari, metallarni holat diagrammasini, turli xil konstruksion materiallarni markalari va ishlatilishini, materiallarga maxsus ishlov berish usullari to'g'risida tasavvurga ega bo'lishi uchun yo'naltirilgan va jamlangan ma'lumotlar beriladi.

Shuningdek texnologik mashinalar va jihozlar ishlab chiqarishda ishlatiladigan turli xil konstruksion materiallarni xususiyatlarinn taxlil etish, usullari metallarni holat diagrammasi asosida kerakli metallarni olish usullari ham yetarlicha yoritilgan.

Texnologik mashinalar va jixozlarni ishlab chiqarish uchun konstruksion materiallarnn markalari bo`yicha to`gri ishlatish, konstruksion materiallarga maxsus ishlov berishni kerakli usullarini tanlash. Materialshunoslikni zamonaviy yutuqlaridan amaliy foydalanishni bilish va ulardan foydalana olishi uchun mustaqil ishlarni bajarishdan samarali foydalanilinish uchun soha mutaxassislarida amaliy malaka va ko`nikmalarni shakillantirish eng muhum vazifalardan biri hisoblanadi va shuning uchun konstruksion materiallarnn xususiyatlariga ko`ra texnologik mashinalar va jihozlar ishlab chiqarishda to`gri tanlash, metallarni holat diagrammasidan amaliy foydalanish, konstruksion materiallarnn markalari bo`yicha kerakli joyda qo`llash, konstruksion materiallarda kerakli xususiyatlarni olish uchun maxsus ishlov berish usullarini tanlash, materialshunoslikni zamonaviy yo`nalishlaridan foydalanish kunikmalariga ega bo`lishi uchun materialshunaslikni nazariy va amaliy asoslarini o`zlashtirishga darslikda alohida e`tibor qaratiladi.

1-BOB. MATERIALSHUNOSLIK BO'YICHA ASOSIY TUSHUNCHALAR

Xalq xo'jaligining turli tarmoqlarida, shu jumladan to'qimachilik, yengil va paxta tozalash sanoatlarida, ishlatiladigan turli texnologik mashinalarda mehanizatsiya va yordamchi vositalarda, metallarni turli-tumani ishlatiladi. Albatta, metallar texnologik mashinani qaysi qismida qaynday ish bajarishiga, ishlash sharoitiga qarab tainlanadi. Ushbu bobda tegishli ma'lumotlarni keltirishdan maqsad – o'quvchiga materialshunoslik bo'yicha asosiy tushunchalarni, ularni to'qimachilik, yengil va paxta tozalash sanoatlari texnologik mashinalarda qo'llash to'g'risidagi asosiy ma'lumotlarni yetkazishdan iborat.

1.1. Materialshunoslik bo'yicha asosiy tushunchalar

Materialshunoslikda asosiy o'rin metallar va nometall materiallarga ajratilgan. Metallar ikkiga-qora va rangliga bo'linadi. Qora metallarga po'lat va cho'yan kiradi. Rangli metallarga esa mis, alyumin, oltin, kumush, magniy, nikel, titan, volfram va boshqalar kiradi. Mashinasozlikda va xalq xo'jaligida ishlatiladigan materiallarni 90% dan oshig'ini temir va uning qotishmalari: cho'yan, po'lat va ferroqotishmalar tashkil qiladi. Qolgan metallar rangli metallarni va ularning qotishmalarini tashkil qiladi.

Temir va uning qotishmalari boshqa qotishmalarga qaraganda arzon va yaxshi fizik-mexanik xossalarga ega bo'lgani uchun keng ishlatiladi.

Qora metallar bilan birga muhim o'rinni rangli metallar va ularning qotishmalari egallaydi. Samolyotsozlik, elektronika, radiotexnika va boshqa sohalarda mis, alyumin, magniy, nikel, titan, volfram, kremniy, germaniy kabi materiallar ishlatiladi.

Oxirgi yillarda sintetik materiallar-plastmassalar ham keng ishlatilmoqda.

Bizlarga ma'lumki xozirgi vaqtda kimyoviy elementlar davriy tizimida elementlar metallar va nometallarga bo'linadi, metallar barcha elementlarini yarmidan ko'proq qismini tashkil etadi va elektr uzatuvchanligi temperaturaga bog'liq bo'ladi. Metallar issiqlikni xam yaxshi o'tkazadi. Metallarga shunday ta'rif bersa bo'ladi: «temperatura pasaygan sari elektr o'tkazuvchanligi ortadigan,

issiqlikni yaxshi o'tkazadigan, bolg'alanuvchan va o'ziga xos yaltiroqlikka ega bo'lgan moddalardir»

Metallar elementlar davriy tizimi jadvalining asosan chap qismida joylashgan. Barcha metallar ikki guruhga, ya'ni q'ora metallar guruhiga va rangli metallar guruhiga bo'linadi.

Qora metall guruhiga asosan temir va uning qotishmalari kiradilar, qolgan barcha metallar rangli metallar guruhiga kiradi.

Rangli metallar, o'z navbatida, quyidagi guruhlariga bo'linadi:

a) og'ir rangli metallar guruhi: bu guruhda mis, nikel, qo'rg'oshin, kaliy, kadmiy, kobalt, mish'yak, surma, vismut, simob va boshqalar bor;

b) yengil rangli metallar guruhi: bu guruhga alyuminiy, magniy, titan, natriy, berilliy, litiy, bariy, kalsiy, stronsiy va boshqalar kiradi;

v) qimmatbaxo metallar guruhi: bu guruhga oltin, kumish, platina, osmiy, iridiy, rodiy, ruteniy va palladiy kiradilar;

z) nodir metallar guruhi: bu guruhga suyuqlanishi qiyin metallardan volfram, molibden, tantal va sirkoniy, tarqoq metallar-talliy, galliy, germaniy, indiy, roniya kiradilar.

g) siyrak er metallar guruhiga lantan va lantanoidlar kiradilar;

e) radioaktiv metallar guruhiga poloniy, radiy, aktiniy, toriy, uran va boshqalar kiradilar.

Metallarning va ular qotishmalarining, kompozitsion materiallarning ichki tuzilishi xamda xossalarini, shuningdek ularning tuzilishi bilan xossalari orasidagi bog'lanishi o'rganuvchi fan materialshunoslik deb ataladi.

Metall va uning qotishmalari xossalari shu metall qotishmalarining kimyoviy tarkibigagina bog'liq bo'lmay, balki uning ichki tuzilishiga, tuzilmalariga ham bog'liqdir.

Shunday qilib, temperatura pasaygan sari elektr o'tkazuvchanligi ortadigan elementlarni metallar deb atamoq kerak.

Bundan tashqari, absolyut nol temperaturada moddaning energiyasi minimal bo'ladi. Bunday xolatlarda metallarning elektron o'tkazuvchanlik xossasi bo'ladi,

metalloidlarning bunday xossasi bo'lmaydi, ammo temperatura ko'tarilsa, metalloidlarda xam elektron o'tkazuvchanlik paydo bo'ladi. Binobarin, metallarga berilgan yuqoridagi ta'rifga elektron o'tkazuvchanlikni xam qo'shish kerak. Mashhur rus olimi M.V. Lomonosov bunday degan edi: «Metallar bolg'alash mumkin bo'lgan yaltiroq jisimlardir». Shunday qilib, metallar ta'rifiga bolg'alanuvchanlik va yaltiroqlik xossalarini, hamda issiq o'tkazuvchanlik xossalarini xam qo'shish maqsadga muvofiq.

Endi metallarga mana bunday ta'rif bersa bo'ladi: “metallar temperatura pasaygan sari elektr o'tkazuvchanligi ortadigan, elektron o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan, bolg'alanuvchan, issiqlik o'tkazuvchan va yaltiroq moddalardir”.

Metallar yaltiroq va plastik bo'ladi. Yaltiroqlik va ko'pincha plastik xossalari sof metallargagina xos bo'lib qolmay, balki ularning qotishmalariga xam xosdir. Demak, metallarning qotishmalarini xam metallar deb atasa bo'ladi.

Metallarning elektr tokini yaxshi o'tkazishiga sabab shuki, juda kichik potensial ayirmasi xosil qilindi deguncha, ular atomlaridagi elektronlar kela boshlaydi, ya'ni musbat qutb tomon boradi, natijada elektr toki vujudga keladi. Metalloidlarda bunday xossa bo'lmaganligidan elektr tokini o'tkazmaydilar.

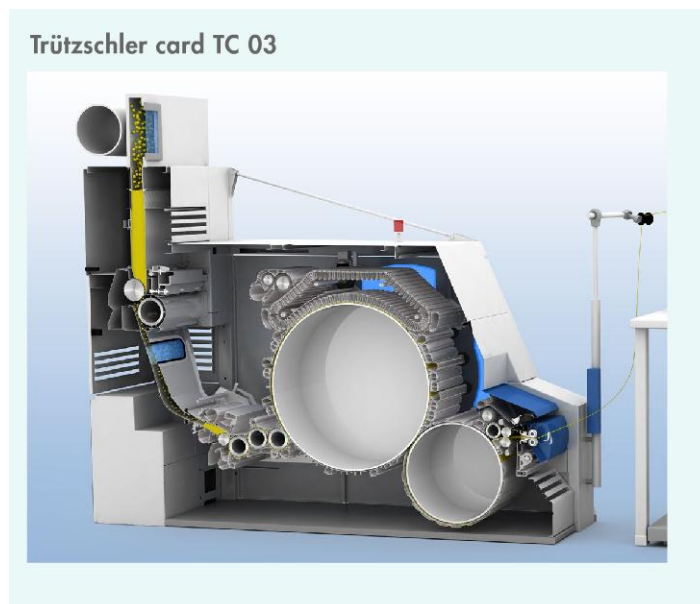
Metall va uning qotishmalarini fizik-mexanik va kimyoviy xossalaridan tashqari, ularning texnologik xossalari xam ahamiyatga egadir, bu xossalarga deformatsiyalanuvchanligi, quyuluvchanligi, kesib ishlanuvchanligi, payvandlanuvchanligi, toblanuvchanligi va boshqa xossalari kiradi. Materialshunoslikni bilmay turib xilma-xil xossali qotishmalar xosil qilish, bu qotishmalardan tayyorlangan detal, asbob va boshqalarning zarur kerakli tomonga o'zgartirishni amalga oshirib bo'lmaydi.

1.2. Texnologik mashinalarda ishlatiladigan materiallar

Mashinalarda turli fizik-mexanik, kimyoviy, texnologik xususiyatlarga ega bo'lgan materillarni qo'llanilishini to'qimachilik sanoati texnologik mashina va jixozlari misolida lo'rib chiqamiz

Tarash mashinalari. Dunyo to'qimachilik korxonalarida ishlatilayotgan qalpoqchali tarash mashinalari xilma-xil bo'lib, ulardan DK-903, TS-03, TC-06,

TC-07, TS-11 (TRUTZSCHLER firmasi), S 60, S 70 (RIETER firmasi) va S-601, S-701 (MARZOLI firmasi) rusumdagilari bir qator afzalliklarga ega. Bular – ta'minlash bunkerining ko'p qismliligi, ta'minlash stolchasining silindr ustida joylashib, unga ta'minlash silindrining pastdan yuqoriga bosilib turishi, qabul barabanining uchtaligi, asosiy tarash doirasining uzaytirilganligi, qo'zg'almas tarovchi segmentlarning qo'llanilishi, avtorostlagichlarning takomillashgani, sensorlarning qo'llanilishi kabi konstruktiv hamda texnologik xususiyatlardir. Ushbu afzalliklar tarash mashinasining yuqori unumdorlikda ishlashi va taralgan piltaning talab darajasida bo'lishini ta'minlaydi (1.1-rasm).



1.1-rasm. Tarash dastgohining ko'ndalang qirgim ko'rinishi.

Tarash mashinalarni asosiy ishchi o'rganlaridan biri-bosh barabanini tayorlashda material sifatida ST3 markali varaqali po'lat yoki SCH18 markali kulrang cho'yandan foydalaniladi.

Qalpoqchali tarash mashinalarida katta o'lchamdagi toslardan foydalanib, pitalash o'timida texnologik to'xtashlarni kamayishi xisobiga foydali vaqt koeffitsenti va mashina unumdorligi oshirilgan.

Qalpoqcha materiali turi sifatida uni tayorlamasi perlit tuzilmaga ega kulrang cho'yandan quyiladi. Ferritni miqdori 15%dan oshmasligi kerak.

CHO'yanni qattiqligi HB197-229.

Halqali yigirish mashinalari. Halqali yigirish mashinalari ishlash usuliga qarab davriy va uzluksiz yigirish mashinalariga bo‘linadi. Davriy ishlaydigan mashinalar selfaktorlar deb ataladi va buyrtma (opsiya) asosida chiqarilib juda kam tarqalgan. Ularning afzalligi o‘ta ingichka (3,33–5,0 teks) ip olishda bo‘lsa, kamchiligi unumdorligi pastligida. Halqali uzluksiz ishlaydigan yigirish mashinalari keng qo‘llanilib, chiziqli zichligi $T=5,0$ teks va undan yo‘g‘on iplar olishda ishlatiladi. Bundan tashqari yigirish mashinalari halqali (urchuqli) va halqasiz (urchuqsiz) larga bo‘linadi (1.2-rasm).



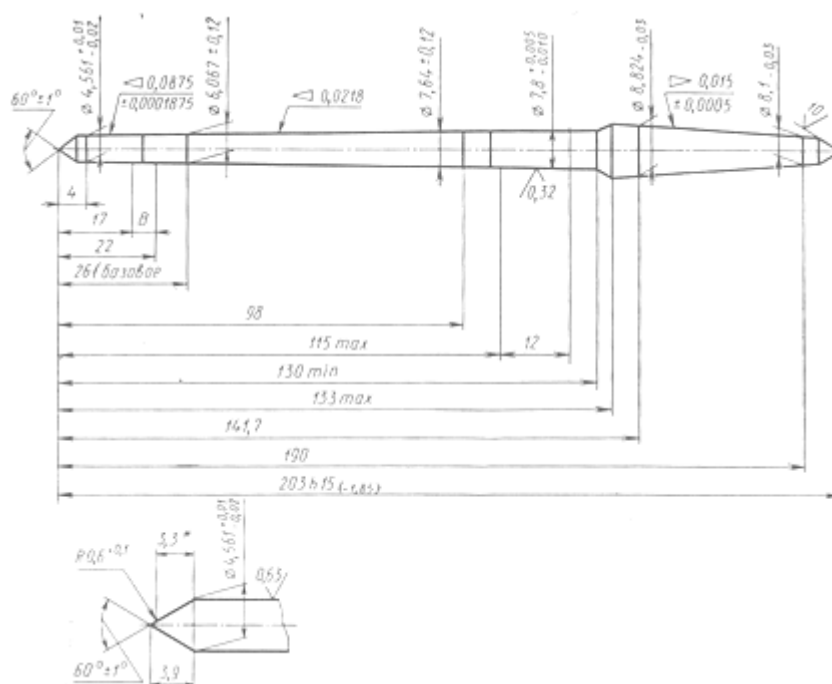
1.2-rasm. Yigirish dastgohining umumiy ko‘rinishi.

Chiziqli zichligi kichik bo‘lgan iplar odatda urchuqlar orasi yaqin bo‘lgan mashinalarda ishlab chiqarilsa, chiziqli zichligi o‘rtacha va yuqori bo‘lgan iplar urchuqlar orasidagi masofa kattaroq bo‘lgan yigirish mashinalarida ishlab chiqariladi.

Keyingi yillarda zamonaviy yigirish mashinalari mamlakatimiz korxonalarida samarali ishlatilmoqda. Bu mashinalar urchuqlar sonining ko‘pligi (1480 tagacha), detallarni tayyorlash aniqligining yqoriligi bilan hamda ipga to‘lgan naychalarni chiqarib olish va bo‘sh naychalarni urchuqlarga joylashni avtomatik bajaruvchi moslamalarning mavjudligi va aniq ishlashi bilan farq qiladi. Urchuqlarning katta tezlikda (25000 min^{-1}) aylantirish uchun tegishlicha halqa va urchuqlarning

nisbatan kichiklariga almashtirilsada, avtoechish mavjudligi uchun samaradorlik kamaymaydi. Ushbu mashinalarning asosiy ko'rsatkichlari kompiyuter tizimi bilan boshqarilishi, ularda barcha talablarga javob beruvchi yuqori sifatli iplar tayyorlash kafolatini ta'minlaydi.

Halqali yigirish mashinasining asosiy ishchi o'rganlaridan urchuq hisoblanib, urchuq shpindellari (1.3-rasm) xromli SHX9 yoki SHX15 po'latlardan tayyorlanishi kerak.



1.3-rasm. Urchuq shpindeli

Shpindellarga termik ishlov berish kerak. Tovon, tovonoldi konusli va rolikli podshipnik uchun ssilindr qismi qattiqligi kamida HRC 62, qolgan joylarida kamida HRC52 bo'lishi kerak.

Shpindelda darzlar va metall nuqsonlar bo'lishi kerak emas.

Vtulka konusini quvurchasini Ct10 markali po'latdan tayyorlanishi kerak.

Rolikli podshipnikli vtulkalar uchun tovonosti ichki diametri 9mm. gacha bo'lgani SHX9 markali po'latdan tayyorlanishi kerak. Tovuosti qattiqligi HRC62-65. Rolikli podshipnikli vtulkalar uchun tovonosti ichki diametri 9mm. dan katta bo'lganda bronzadan tayyorlanishi kerak.

Urchuqni yana bir asosiy detallardan biri urchuq dumoloqchasi ham kulrang cho'yandan tayyorlanadi. (1.4-rasm)

50.56%

U mesin cetak yang positif ialah

... ichchi muzalarni muzgibil milkroralefi shuningdek bel

Ushbu qat'iyat materiali ichki bo'rilayotgan material turiga qarab tanlanishi kerak.

materialdan tayyorlangan halqalar uchun HB 800-1000. Poliamid yugurdak bilan ishlovchi barcha xalqalar uchun HRC53-57. Bitta halqada qattqlikni o'ynashi HRC3 dan oshmasligi kerak [2].

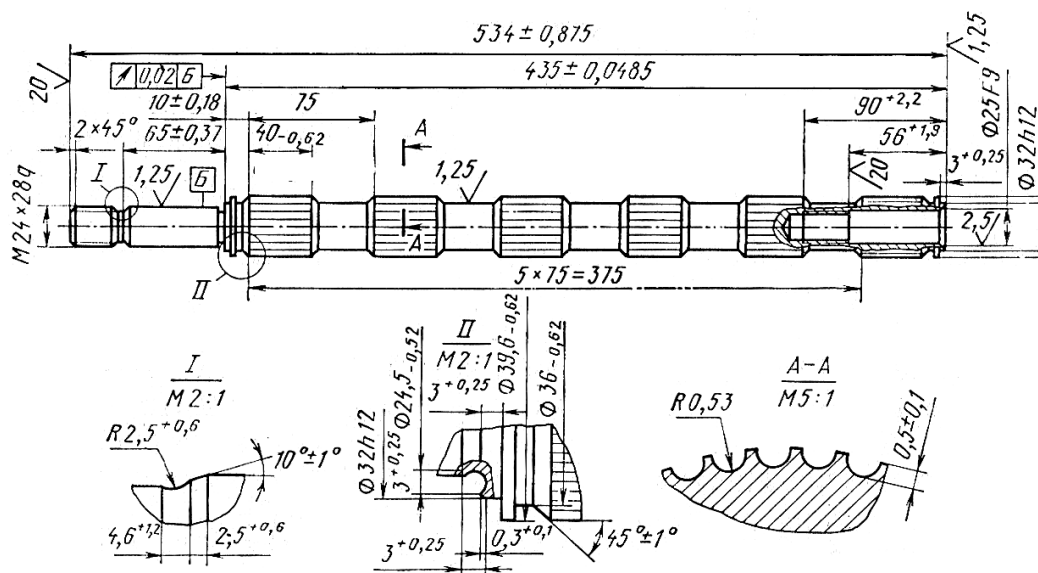
Halqa yuzasi, ularni turiga qarab, uglerod va azotga ma'lum chuqurlikkacha (odatda 0,2-0,5mm, ba'zi xollarda butun chuqurga) to'yintiriladi.

Kukunli materialdan tayyorlangan halqalarda ishqalanuvchan yuzalarni g'ovaksimon bo'lishi sababli muntazam tomchisimon moylash (o'zi moylanuvchan) bilan taminlangan.

Halqa ushlagichlar va halqalar vintli, sangali yoki konusli qotirmaga ega va ularni sifati halqalar va yugurdaklarni ishonchli ishlashiga katta ta'sir ko'rsatadi. Kukunli materialdan tayyorlanagan halqalarni po'latligidan afzalliklari: kalava uzilishi 25-30%ga kamayadi, turli turdagi halqalarni eyilishiga chidamligigi 1,5-4 marta ortadi, yigirish tezligi 4-5% ga oshadi, kalavada chiqindilarni kamayishi, ishlanish vaqtini keskin kamayishi, xizmat ko'rsatishni soddalashishi va hakoza.

Tayyorlamalar PJV1 yoki PJV2 markali kukunlardan olinadi.

To'qimachilik mashinalari riflyali silindrlari turli konstruksiyalari bor (1.6-rasm).



1.6-rasm. Cho'zuvchi mexanizm riflyali silindri

Cho'zuvchi silindrlar P15 markali po'latdan tayyorlanadi. Riflyali tumbalar va oraliq bo'g'inchalar tashqi yuzalari qattqligi kamida HRC 55, tayanch va yo'naltiruvchi bo'g'inchalarida esa kamida HRC 45. Toblangan qatlam qalinligi

diametri 5-6%. Rezba, yo'naltiruvchi kamera, yo'naltiruvchi kamera tomonidan yonbosh toblanmaydi.

Pnevmomexanik yigirish mashinalari. Yigirish tezligini va unumdorligini oshirishning istiqboli faqat pishitish va o'rash jarayonlarini ajratib, alohida ishchi organlar orqali amalga oshirish, ip shakllanishi jarayonining taraqqiyotini asosiy sharti bo'lib hisoblanadi. Bu borada ip yigirishda pnevmomexanik usul keng tarqalgan bo'lib, mehnat va mashina unumdorligi 2-3 marta oshirilgan va o'ram massasi 4-5 kilogrammga etkazilganligi bilan ajralib turadi.

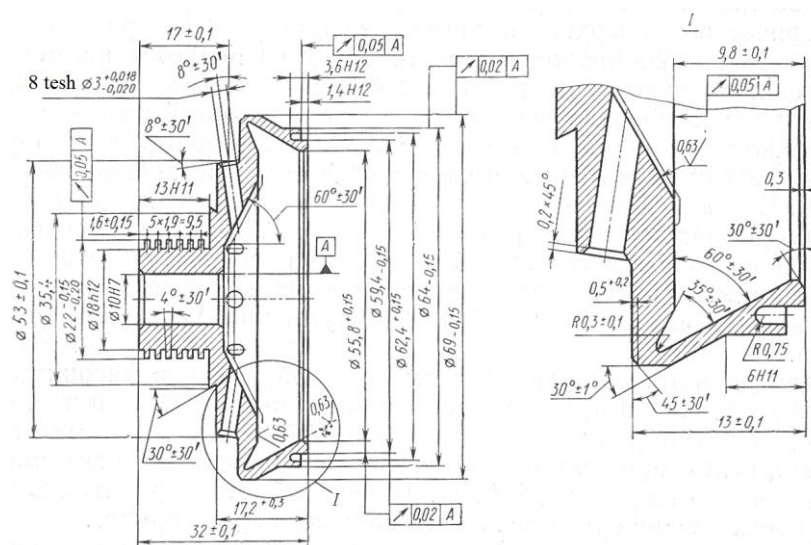
Tolalarning siklik qo'shilishi ipning chiziqli zichligi va pishiqligi bo'yicha notekisligini 30-40% ga kamaytirib, pnevmomexanik ipning iste'mol xossalarini oshiradi.

Pnevmomexanik yigirish mashinalari ishlatilishi va xom ashyo turiga qarab uch xil - kamerali, rotorli va kondensorli pnevmomexanik yigirish mashinalari bo'ladi. Kamerali yigirish mashinalari keng ko'lamli iplarni tabiiy va kimyoviy tolalardan tayyorlashda qo'llaniladi. Rotorli yigirish mashinalari esa past navli paxta tolasi va chiqindi tolalardan katta chiziqli zichlikdagi iplar ishlab chiqarishda qo'llanilmoqda.

Aksariyat holatlarda chiziqli zichligi o'rtacha ($T=18,5-50$ teksgacha), ayrim hollarda katta chiziqli zichlikdagi ($T=250$ teksgacha) iplar turlicha tezliklarda yigirilmoqda. RU-14, R-20, R-40, VT 905, VT-923, BT-924 rusumli pnevmomexanik yigirish mashinalarida yigirish kamerasining aylanish chastotasi 50000 dan 150000 min^{-1} gacha, BD-330, BD-340, BD-350, BD-380 mashinalarining yigirish kameralari aylanish chastotasi esa 31000 dan 120000 min^{-1} gachadir.

Zamonaviy pnevmomexanik yigirish mashinalarida cho'zish va pishitish miqdori mashinaga o'rnatilgan boshqarish kompiyuteri yordamida boshqariladi. Mahsulot sifat ko'rsatkichlarini nazorat qiluvchi sensorlar, shuningdek avtoechish ham mavjud bo'lib, ajratilgan bobinalar maxsus bunkerda yig'iladi.

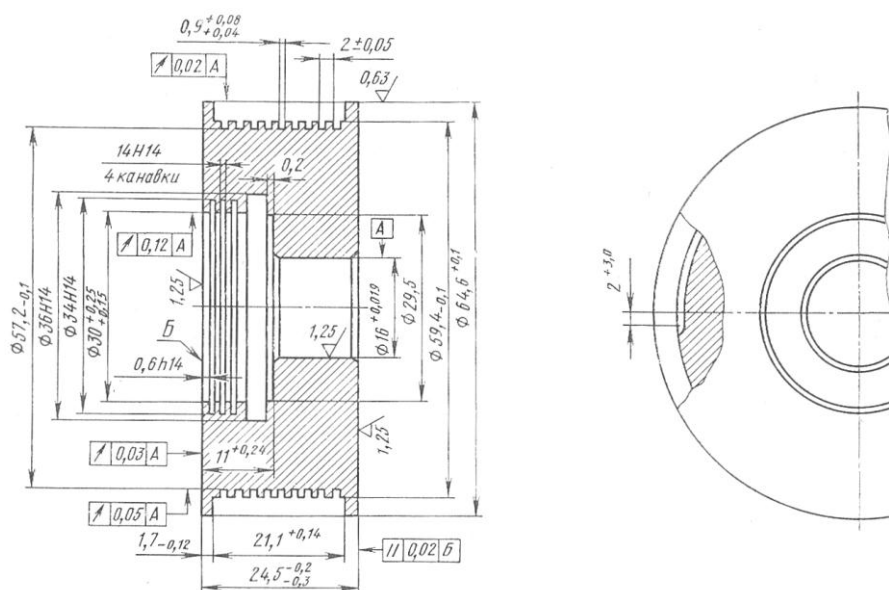
Pnevmaxanik yigruv mashinalarining asosiy ishchi o'rganlarini kamerasi va tarash barabanchasi hisoblanadi, kamerani ishchi chizmasi 1.7-rasmda keltirilmoqda



1.7-rasm. Kamera

Burama shakllantiruvchi kamerani tayyorlash uchun D16T (Duralyuminiy) qotishmasi diametri 72mm. bo'lgan chiviriq ko'rinishida ishlatiladi. Qotishma tig'li asbob bilan yaxshi ishlanadi, bundan tashqari, kerakli yuza g'adir-budurligini olish uchun jilolash operatsiyalarini turli usullarini qo'llash mumkin.

Pnevmoigrav mashinasini tarash barabani ham D16 markali alyumin qotishmasidan tayyorlanadi (1.8-rasm)



1.8-rasm. Tarash barabanchasi

Hozirgi kunda quyidagi zamonaviy trikotaj mashinalari ishlatilmoqda (1.9 va 1.10-rasm).



1.9-rasm. Yassi ignadonli trikotaj mashinasistoll (Germaniya)

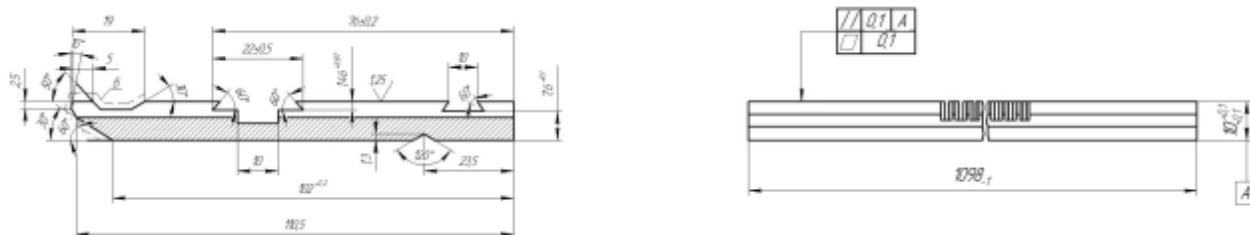
Trikotaj mashinalari trikotaj mahsulotlarini ishlab chiqarishga mo'ljallangan bo'lib, to'quv dastgohiga nisbatan yuqori unumdorlikka ega. Bundan tashqari, trikotaj mashinalari oxirgi vaqtlarda keng tarqalgan sintetik va sun'iy iplarni ham qayta ishlaydi.



1.10-rasm. Ikki ignadonli jakkard trikotaj mashinasi

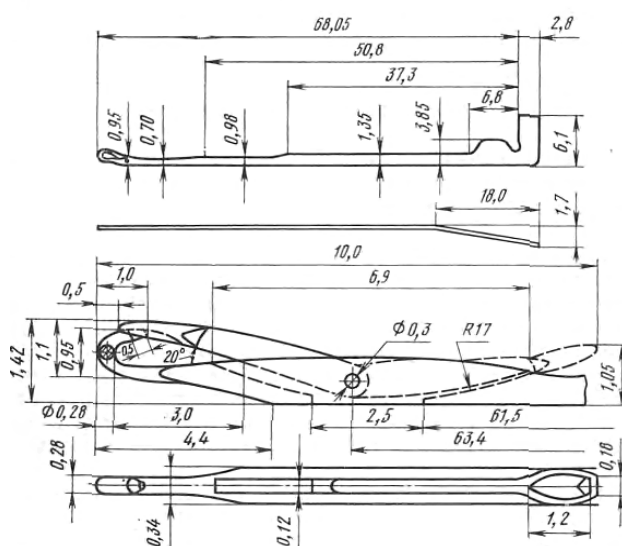
Mayer & Cil (Germaniya)

Trikataj mashinasini asosiy ishchi o'rganlaridan biri ignadon o'ziga xos detaldir (1.11-rasm)



Ignadonlar uchun material va tayyorlama. Ignadonlar uchun material sifatida 50G markali po‘lat ishlatiladi, uni 45 markali po‘latga almashtirish mumkin. Bu holda ignali yo‘lakchalarini qattiqligi HRC45-50. Tayyorlama sifatida ignadonlar uchun prokatlangan yassi po‘lat (o‘lchami 12x120mm) ishlatiladi.

Trikotaj mashinalari tilchalari ham texnologik jarayonni amalga oshirishda muhim ro'l o'ynaydi(1.12-rasm)



18

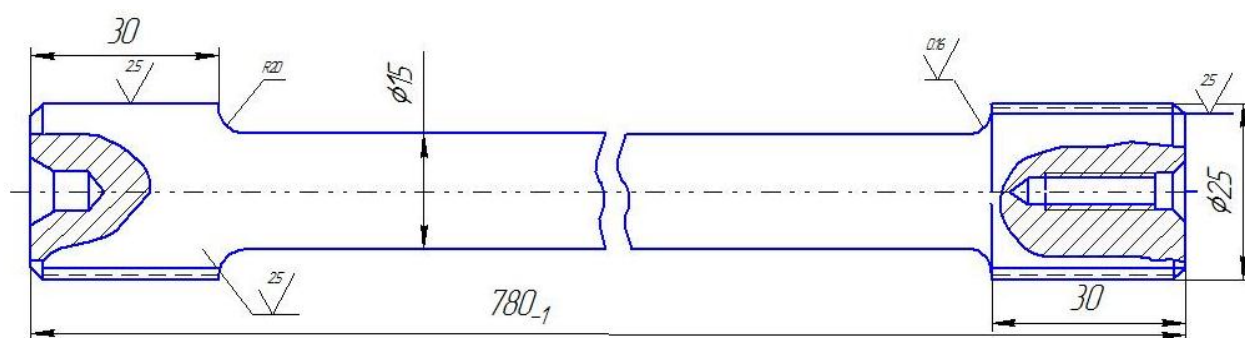
Tilchani ignalar uchun material va tayyorlamalar. Ignalar sovuq aylantirilgan po‘lat piltalardan (U7A,U8A, U10A po‘latlari) hamda ignali simdan (U1Ak, U2Ak, U3Ak, U1A0, U3A0)tayyorlanadi. 22 sinfgacha ignalar qattiqligi $HRC=52\div60$; undan yuqori sinflar uchun- $HRC=57\div67$.

To‘quv dastgohida to‘qima xosil qilish. To‘qima (gazlama), to‘quv dastgohida ikki sistema iplarning o‘zaro o‘rilishi natijasida hosil bo‘ladi. To‘qima uzunligi bo‘ylab joylashgan iplarni tanda yoki tanda iplari, ularga tik ya’ni to‘qima eni bo‘ylab joylashgan iplarni arqoq yoki arqoq iplari deyiladi (1.13-rasm).



1.13-rasm. Picanol OMN plus 800 dastgoxi

Mokisiz to‘quv dastgohlarini torsion vali (1.14-rasm) mokili to‘quv dastgohlari zarbdor mexanizmlaridan keskin farq qiladi.



1.14-rasm. Torsion val

Torsion val ligerlangan 50XFA markali po‘latdan tayyorlanadi. Tayyorlama sifatida dumaloq chiviriqdan olingan tayyorlama qirqladi va ichki kuchlanishlarni echish va ishlov beriluvchanligini yaxshilash uchun me’yorlashtiriladi.

Nazorat uchun savollar:

1. Materiallarning xalq xo'jaligida tutgan o'rni deganda nimani tushunasiz?
2. Konstruksion materiallar nima?
3. Qotishma nima?
4. Qora metallarni keltiring?
5. Rangli metallarni keltiring?
6. Qimmatbaho metallarni keltiring?
7. Texnologik mashinalarda ishlatiladigan materiallar
8. Metallarning asosiy xossalari
9. Nodir metallarni keltiring?
10. Metallarga ta'rifni keltiring?

2-bob. METALL VA QOTISHMALARNI TUZILISHI

Tarmoqda foydalaniladigan texnologik mashinalar va jihozlarda qo'llaniladigan turli xil metallar birinchi navbatda ularni tuzilishiga qarab tanlanadi, shuning uchun bu o'nalishda o'quvchilarga kerakli bilim berilishi muhim ahamiyat kasb etadi. Bulardan kelib chiqqan holda mazkur bobda metall va uni qotishmalarini tuzilishi to'g'risidagi asosiy ma'lumotlar, jumladan metallarni kristallik tuzilishi, atomlar tuzilmasi va ichki atom bog'lanishlari, atom kristallanish panjarasidagi nuqsonlar, kristallardagi anizotropiya, metallar va qotishmalar turlari, ularni o'rganish usullari to'g'risidagi batafsil ma'lumotlar keltirilgan. Maqsad – o'quvchida metall va uni qotishmalarni tuzilishi to'g'risida yetarlicha tasavvur shakllantirish.

2.1. Kristall va amorf moddalar va ularni tuzilishi

Kristalli panjaralar turlari. Qattiq moddalar kristall va amorf moddalarga bo'linadi. Kristall moddalar qizdirilganda ma'lum xaroratgacha qattiq xolda /erish xarorati/, undan yuqorida suyuq xolga o'tadi. Amorf moddalar bir xolatdan ikkinchi xolatga o'tishi katta temperatura oralug'ida ro'y beradi, ya'ni asta sekin yumshab, keyin suyuqlanadi.

Hamma metallar va ularning qotishmalari kristalli moddalardir. Metall deb quyidagi xususiyatlarga ega kimyoviy elementga aytiladi; nur o'tkazmaydi, yaltiroq, yaxshi elektr toki va issiqlik o'tkazuvchan, bolg'alanuvchi va hakovzolar.

Metallar boshqa nometall elementlar bilan kimyoviy reaksiyaga kirishib, o'zini atomlarining sirtqi /valent/ elektronlarini beradi, ya'ni metallning atomi sirtqi elektronlarining bittasini yoki ikkalasini xam metalloidlarga beradi, chunki bu elektronlar yadro bilan puxta bog'lanmagan bo'ladi.

Toza metallar /shartli 99,99%/ past mexanik xususiyatga ega. Ular texnikada kam ishlatiladi, kerakli xususiyat olish uchun ularni qotishmalari ishlatiladi. Qotishmalar deb metallar bilan metallar yoki metallar bilan metalloidlardan suyuqlantirib xosil qilingan jismga aytiladi. Bundan tashqari, suyuqlantirmay turib elektroliz usulida qovishtirish va sublimatlash, ya'ni qattiq xoldan bug'lantirib

qotishmalar olish mumkin. Boshqa usullarda olingan qotishmalar yolg'on qotishma deb ataladi.

Toza metallar boshqa metallar (mis, alyumin, temir va boshqalar) bilan birikib murakkab qotishma xosil qiladilar. Ular metalli qotishma deb ataladi va qotishmani xosil qiluvchilari qotishmaning komponenti deb ataladi.

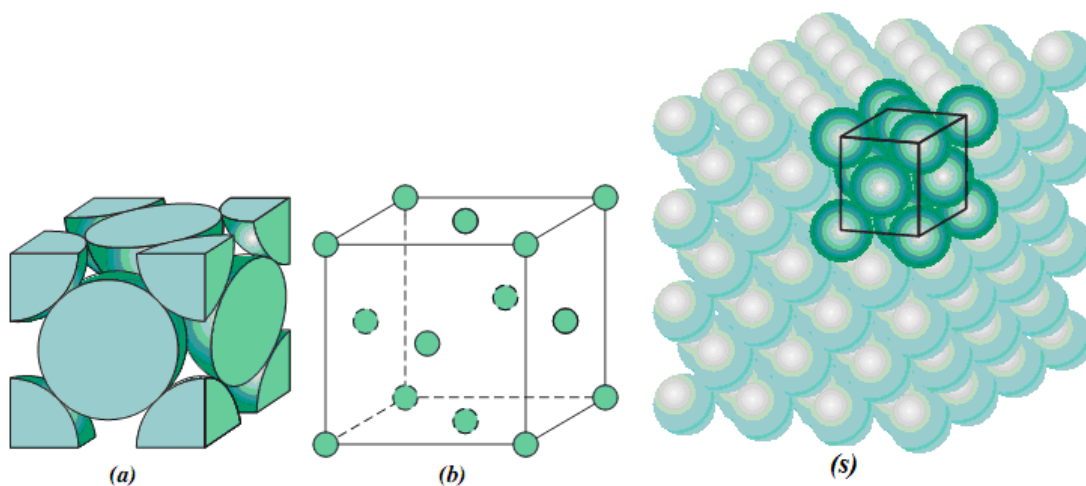
Metallarning kristalli tuzilishini o'rganishda kristalli panjarasi tushunchasidan foydalanamiz.

Metallar, boshqa xar qanday modda kabi, sharoitga qarab uch xil agregat xolatlarida: qattiq, suyuq va gaz xolatida bo'lishi mumkin.

2.2. Atomlar tuzilmasi va ichki atom bog'lanishlar

Qattiq xolatda metall zarrachalari muayyan tartibda joylashgan bo'ladi, bu zarrachalarning bir-birini tortish kuchi bilan itarish kuchi o'zaro muvozanatda turadi, natijada qattiq jism o'z shaklini saqlaydi.

Atomlarning markazidan o'tkazilgan fazoviy chiziqlar kristall panjarani xosil qiladi. Kristalli panjaralarining turlari har xil metallarda turlicha bo'ladi va ko'proq uchraydiganga quyidagilari kiradi: xajmiy markazlashgan kub (2.1–rasm), yuza markazlashgan kub (2.2–rasm), geksogonal zich joylashgan (2.3–rasm) va boshqalar.



2.1-rasm. Yoqlari markazlashgan kub elementar yacheykaning tasviri:

a – qattiq sferalardan tashkil topgan yakka yacheyka; b – yakka yacheykaning kristall panjaradagi modeli; s – juda ko'p atomlardan tashkil topgan kristall xajmi

Qattiq jismlar ularni tashkil etuvchi zarrachalarning (atom, molekula) bir biriga nisbatan joylashishi bo'yicha turlarga bo'linishi mumkin. Kristalli jismda shu jismni tashkil etuvchi atomlar bir biriga nisbatan bir xil tartibli ketma-ket uzoq masofagacha joylashgan bo'ladi. Shunday qilib, muntazam tartibga ega bo'lgan tizilish tizimi hosil bo'ladi, bu xolat erigan metallarni qotish jarayonida kuzatilib, uch o'lchamga ega bo'lgan tuzilma shakllanadi, bunda har bir atomlar qo'shnilar bilan bog'langan bo'ladi. Barcha metallar, keramikaning ko'pchilik turlari va ayrim polimerlar oddiy sharoitda qotish natijasida kristall tuzilma hosil qila oladilar. Agar qattiq jismlarni tashkil etuvchi atomlar uzoq masofalargacha tartibli bir xil joylashishni saqlay olmasalar, ular kristall tuzilma hosil qila olmaydilar, bu turdagi jismlar nokristalli yoki amorf jismlar deb ataladi va bu bobda ular haqida qisqacha so'z boradi.

Kristalli qattiq jismlarning ko'pgina xossalari aynan moddaning kristall tuzilmasiga bog'liq bo'ladi, ya'ni undagi atom ion yoki molekulalarning bir biriga nisbatan fazoda qanday tartibda joylashganiga bog'liq. Muntazam tartibda joylashishga ega bo'lgan juda ko'p turli kristalli tuzilmalar mavjud, bunda metallarga xos bo'lgan oddiy tuzilma turlari bo'lsa, keramika va polimerlarda esa juda murakkab tuzilma turlari kuzatiladi. Bu bobda asosan metallar va keramik tuzilmasi xaqida so'z boradi, polimerlar tuzilmasi esa keyingi boblarda ko'rib chiqiladi.

Kristalli tuzilmalarni ko'rib chiqishda ulardagi atomlar (ionlar) qattiq siqilmaydigan aniq diametrga ega bo'lgan sfera shaklida tasavvur qilinadi. Aynan shu qattiq sfera atomning modeli bo'lib, moddadagi sferalar bir biriga, ya'ni qo'shni sferalarga tegib turgan xolda turadilar. Misol tariqasida 2.1 – rasmda oddiy metallga tegishli bo'lgan shunday turda joylashgan model keltirilgan. Bunday aniq xolatda barcha atomlar bir xil deb qabul qilingan. Ba'zi xollarda kristall tuzilmalarni ta'riflashda panjara degan ibora qo'llaniladi, bunda bu ibora atomlarning uchta o'lcham bo'yicha bir biriga nisbatan joylashish o'rnini ko'rsatib beradi. Kristalli qattiq jismlardagi atomlar joylashish tartibini aniqlash tuzilma tizimini hosil qiluvchi unchalik katta bo'lmagan atomlar soni orqali aniqlanadi.

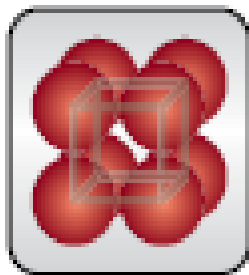
Shuning uchun kristalli tuzilmani ifodalash butun kristallni emas, balki uning bitta elementar (yoki yakkalangan) uyachasi orqali aniqlash qulay bo'ladi. Ko'pgina xollarda bunday elementar uyachasi parallelopiped yoki prizma geometrik shaklida bo'lib, ular sferalar joylashgan uchta parallel yoqlariga ega. 2.1, v – rasmda shunday kub shakliga ega bo'lgan yacheyka keltirilgan. Yakkalangan yacheyka kristalli tuzilmasining simmetriyasini ifodalaydi, ya'ni kristalldagi barcha atomlarni joylashishini shu yakka uyachasini uchta yo'nalish bo'yicha parallel ko'chirish (translyasiya) orqali aniqlash mumkin. Shuning uchun elementar uyacha shu kristallni hosil qiluvchi asosiy tuzilmaviy bo'lagi hisoblanadi. Aynan u kristalli tuzilmada atomlarni joylashish geometriyasini va atomlarni bir biriga nisbatan fazoda joylashuv tartibini aniqlaydi. Odatda parallelopipedning burchak qirralari qattiq sferaning markazida yotadi deb qabul qilingan. Haqiqatda esa aniq kristall tuzilmalarni ifodalash uchun faqat yagona mumkin bo'lgan elementar shaklga emas, balki yuqori geometrik simmetriya darajasiga ega bo'lgan yakka uyachaga tayanishadi.

Yoqlari markazlashgan kub yacheyka odatda ko'pgina metallar tuzilmasi kub geometriya shakliga ega bo'lib, bunda atomlar elementar uyachaning burchaklari va yoqlarining markazida joylashgan bo'ladi. Bunday tuzilma turiga yoqlari markazlashgan (YOM) deyiladi. Barchamizga yaxshi ma'lum bo'lgan mis, alyuminiy, kumush va oltin metallari aynan shunday tuzilmaga ega (2.1 – rasimga qaraymiz). 2.1, a – rasmda qattiq sferalar molekuladan tashkil topgan yoqlari markazlashgan yakka kub yacheyka tasvirlangan, 2.1, b – rasmda esa atomlarni fazoda joylashishini ya'nada yaxshiroq tasavvur qilish uchun ular kichraytirilgan. Ko'plab atomlardan tashkil topgan kristalning kesimi 2.1, v-rasmda ko'rsatilgan bo'lib, u juda ko'p yoqlari markazlashgan elementar yacheykalardan tashkil topgan. Ion yadrosini modelini bildiruvchi sferalar kubning yoqlari diagonal bo'yicha bir biriga tegib turadilar. Elementar yacheyka kubining yoq uzunligi (a) va undagi atomning radiusi bir biri bilan quyidagicha munosabatda bo'ladilar:

$$a = 2R\sqrt{2} \quad (2.1)$$

Bu munosabat 2.1 dagi vazifani echimidan kelib chiqadi.

Metallarning kristall tuzilmasi



Ba'zi paytlarda xar bir elementar uyachani birlashtiradigan atomlar sonini aniqlash talab etiladi. Atomlarning joyiga bog'liq ravishda ularni qanday qismi shu uyachaga tegishli ekanligi kelib chiqadi. Misol, yoqlari markazlashgan kub uyachaning burchaklarida joylashgan atomlar bir paytning o'zida yana sakkizta shunday uyachaga tegishli bo'ladi, uning markazidagi atomlar esa bir paytning o'zida faqat ikkita uyachaga tegishli. Aynan yacheykaga tegishli bo'lgan atomlarning soni quyida keltirilgan formula yordamida aniqlanadi:

$$N = N_i + \frac{N_j}{2} + \frac{N_e}{8} \quad (2.2)$$

bunda: N_i -uyachaning ichki atomlar soni;

N_j – uyachning yoqlaridagi atomlar soni;

N_e – yacheykaning burchaklaridagi atomlar soni.

YOM – kristall tuzilma uchun burchagidagi atomlar soni sakkizta ($N_e = 8$), yoqlarida esa oltita atom ($N_j = 6$) va unda xech qanday ichki atomlar yo'q. Shunda (2.2) formulaga binoan:

$$N = 0 + \frac{6}{2} + \frac{8}{8} = 4$$

Xaqiqatda yacheykaning burchagi va markzidagi atomlarning xolatlari ekvivalent, chunki agar tuzilmada markaziy atomdan yoqlarlarga ko'chirish amalga oshirilsa, buning natijasida xuddi shunday elementar yacheykaning nuqtalari xosil bo'ladi.

Kristall tuzilmalarning yana ikkita muxim tasniflariga uning

koordinatsion soni va to'liqlik koeffitsienti (KTK) kiradi. Metallardagi xar bir atom xuddi o'zidek teng sonli qo'shnilariga tegib turadi. uyachadagi bitta atomga tegib turgan qo'shnilar soni shu uyachaning koordinatsion soni deyiladi. Yoqlari markazlashgan kub panjaraning koordinatsion soni 12 ga teng. Bu xulosaga 3.1, v – rasmdagi tasvirdan kelish mumkin: oltindagi yoq burchaklardagi atomlar to'rtta qo'shni atomlar tomonidan o'rab olingan, to'rtta atom orqasida va yana tasvirga sig'may qolgan to'rtta atom keyngi uyachada.

KTK – bu elementar uyacha chegarasiga kirgan atomlar xajmiy yig'indisi (qattiq sferalar modelida ko'rilyotgan) bo'lib, shu yacheyka xajmining qanday miqdorini egallagan degan tushunchaga ega.

KTK quydagicha aniqlanadi:

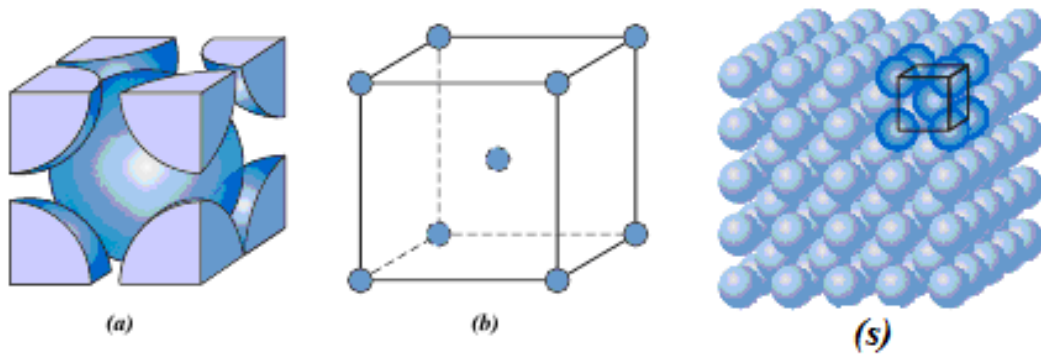
$$KTK = \frac{\text{elementlar} \cdot \text{uyachasi} \cdot \text{chegarasiga} \cdot \text{kirgan} \cdot \text{atomlar} \cdot \text{yig'indisi}}{\text{elementlar} \cdot \text{uyacha} \cdot \text{xajmi}} \quad (2.3)$$

Yoqlari markazlashgan kub uyachaning to'liqlik koeffitsenti 0,74 ga teng, bu bir xil radiusga ega bo'lgan sferalarning maksimal zich joylashish imkoniyati. Barcha tuzilmalar uchun KTK ni solishtirish shu bobning 2.2 qismi vazifalarida ko'rib chiqiladi.

Xajmi markazlashgan kub yacheyka

Metallarga xos bo'lgan yana bir turdagi tuzilma bu burchaklarida joylashgan sakkizta atom va kubning markazida joylashgan bitta atomdan tashkil topgan kub. Shunday ko'p atomlardan tashkil topgan tuzilma qattiq sferalar modeli tarzda 2.2- rasmda ko'rsatilgan, 2.2. a – rasmda esa qattiq sferalar modelidagi xajmi markazlashgan

kristall uchun yakka uyacha va ularga mos ravishda ularning kichraytirilgan modeli keltirilgan.



2.2-rasm. Hajmi markazlashgan kub elementar yacheykaning ta'sviri:

a – qattiq sferalardan tashkil topgan yakka yacheyka; b – yakka yacheykaning kristall panjaradagi modeli; v – juda ko'p atomlardan tashkil topgan kristall hajmi



Markazidagi va burchaklardagi atomlar bir biriga kubning diagonalini bo'ylab tegib turadi, bunda kub yoqqining a o'lchami va undagi atomlarning radiusi R bir biri bilan quyidagi munosabatda bo'ladilar:

$$a = \frac{4R}{\sqrt{3}}, \quad (2.4)$$

Odatda bunday hajmi markazlashgan elementar uyachani asosan xrom, temir va volfram metallarida kuzatiladi (2.1 – rasmga qarang).

Xar bir uyachaning burchaklarida sakkizta va xajmining markazida bitta atom bo'lib, markaziy atom shu uyachaga butunlay tegishli, shuning uchun 2.2 formula quydagicha xisoblanadi:

$$\begin{aligned} N &= N_i + \frac{N_j}{2} + \frac{N_e}{8} \\ &= 1 + 0 + \frac{8}{8} = 2 \end{aligned}$$

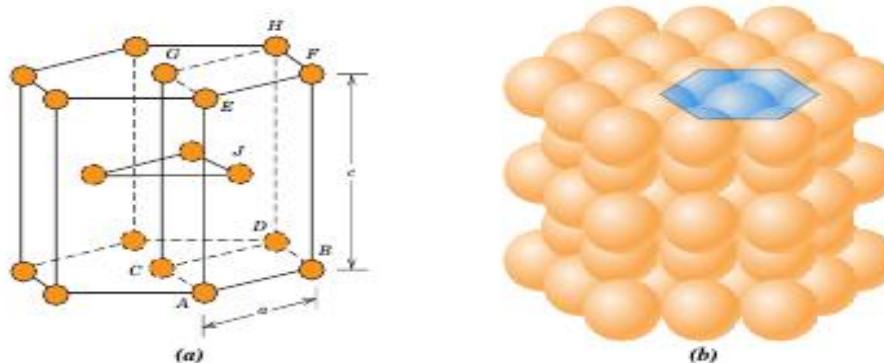
Xar bir hajmi markazlashgan uyachaga ikkita atom tegishli

(ekvivalent) bo'lib ulardan bittasi – sakkizta burchaklarda joylashgan, atomlarning sakkizdan bir qismi va yana bitta markazda joylashgan atom unga to'liq tegishlidir. Yana shuni aytib o'tish kerakki, burchakdagi va markazdagi atomlar bir biriga to'liq ekvivalentdirlar.

Xajmiy markazlashgan uyachaning koordinatsion soni 8 ga teng, yani uyachaning xajm markazidagi atomni sakkizta kub burchaklaridagi atom o'rab olgan. Xajmi markazlashgan yachekaning koordinatsion soni yoqlari markazlashgan kristalning koordinatsion sonidan kichik bo'lgani uchun, uning to'liqlik koeffitsienti xam kichik – 0,68 dan 0,74. gacha

Geksogonal zich joylashuvga ega bo'lgan yacheyka

Barcha xollarda metallarning kristallografik uyachasi kub simmetriyasiga ega. Bu bobda oxirgi umumiy xolda muxokama qilinadigan kristall tuzilma-geksogonal uyacha. Shunday tuzilma 2.3 – rasmda keltirilgan, a – rasmda sferalar kichraytirilgan xolatda tasvirlangan, b – rasmda esa ko'p atomlardan tashkil topgan xajmiy kristall keltirilgan.



2.3-rasm. Geksogonal zich joylashuvli uyachaning tasviri: a – qattiq sferalardan tashkil topgan yakka uyacha; b – juda ko'p atomlardan tashkil topgan hajmiy kristall

Geksogonal uyachaning koordinatsion soni va to'liqlik koeffitsienti yoqlari markazlashgan uyachanikidek mos ravishda 12 va 0,74 ni tashkil etadi. Bunday geksogonal zich joylashuvli uyachani asosan kadmiy, magniy, titan v sink metallari xosil qiladi (2.1 – jadvalga qarang).

Metallar guruhiga kiradigan materiallardagi bog'lanishlarning elektron tuzilma yo'nalishi juda zarur yo'nalishlarga kirmaydi. Mos ravishda qo'shni atomlarning soni va bir biriga nisbatan joylashishi minimal chegaralangan, bu esa shunday xolatga olib keladiki, bunda har bir atom nisbatan juda ko'p qo'shnilarga ega bo'lib, ko'p xollarda esa metallar tuzilmasi zich joylashuvga ega bo'lib qoladi. Bundan tashqari har bir qattiq sferalar modeli ion yadrosiga aylanadi. 2.1 – jadvalda ba'zi metallarning atom radiusi keltirilgan. Aniqlab o'tilgan ediki, ko'pgina xollarda oddiy metallar uchta kristall tuzilma – zich joylashuvli yoqlari markazlashgan kub (YOMK), xajmi markazlashgan kub (XMK) va geksogonal (GG) tuzilmalarni hosil qiladilar.

Metallar tuzilmalari to'g'risida ma'lumot

2.1- jadval

<i>Metallar</i>	<i>Kristall tuzilma¹</i>	<i>Atom radiusi, nm</i>	<i>Metallar</i>	<i>Kristall tuzilma¹</i>	<i>Atom radiusi, nm</i>
Alyuminiy	YOM	0,1431	Molibden	XM	0,1363
Kadmiy	GZ	0,1490	Nikel	YOM	0,1246
Xrom	XM	0,1249	Platina	YOM	0,1387
Kobalt	GZ	0,1253	Kumush	YOM	0,1445
Mis	YOM	0,1278	Tantal	XM	0,1430
Oltin	YOM	0,1442	Titan (α)	GZ	0,1445
Temir (α)	XM	0,1241	Volfram	XM	0,1371
Ko'rg'oshin	YOM	0,1750	Rux	GZ	0,1332
¹ YOM – yoqlari markazlashgan, YOM – xajmi markazlashgan, GZ – geksagonal zich ² nm – Nonometr bo'lib u 10^{-9} m, agar nonometrda angstromga o'tish zarur bo'lsa, uni 10 ga ko'paytirish zarur.					

2.3. Atom kristall panjarasidagi nuqsonlar

Xamma kristallardagi nuqsonlar /takomillashmagan/ tuzilishi bilan, ya'ni atomlarni noto'g'ri joylashishi natijasida hosil bo'ladi. Kristalldagi nuqsonlar geometrik shakliga qarab quyidagicha bo'linadi: nuqtaviy, chiziqli, sirt (tekislik) nuqsonlar.

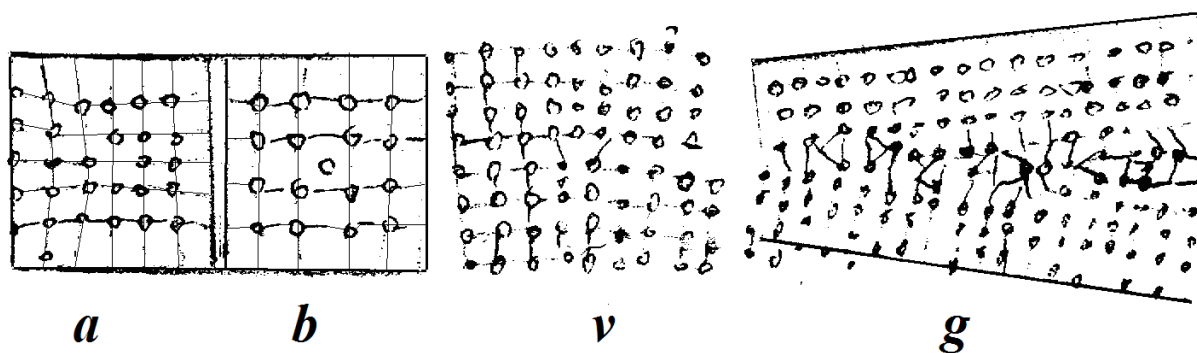
Temperatura ko'tarilishi natijasida atomlarning tebranish amplitudasi kuchayishi bilan energiyasi o'rta energiyadan oshishi natijasida bir joydan ikkinchi joyga ko'chadi, bu ko'chish yuza qavatda ko'proq ro'y beradi. Atomning o'rnini bo'sh qoladi va bo'sh o'rin deb ataladi (2.4-rasm). Uning o'rniga vaqt o'tgach yangi qo'shni atom o'tadi va shunday qilib bo'sh o'rin temperatura oshgani sari ichkariga qarab yo'naladi. Diffuziya jarayonida vakansiyalar metallarda ma'lum ro'l o'ynaydi.

Nuqtaviy nuqsonlar atomni kristalli panjaraga singishi yoki o'rin almashishi natijasida hosil bo'ladi, ya'ni boshqa metallning atomi bo'sh joyga o'rnashib nuqson hosil qiladi (2.4-rasm), bu mahalliy panjarani buzilishi deb ataladi.

Chiziqli nuqson muxim nuqson bo'lib, tekislik bo'ylab kristalli panjalarini bir biriga nisbatan siljishi natijasida hosil bo'ladi, bu holda panjaraning yuqori qismida, past qismiga qaraganda, bitta atom yuzada ortiqcha va siljishga perpendikulyar bo'ladi.

Sirt /tekislik/ nuqsonlar, o'lchamlari faqat bir yo'nalishda kichik bo'lgan nuqsonlar, bloklar orasida donachalardir, bunda panjaraning yuqori qismida siljish natijasida ortiqcha atom paydo bo'ladi, u siljishga perpendikulyar bo'lib, uni sirtqi yoqi chiziqli **dislokasiya** deb ataymiz (2.4,v-rasm). Uning uzunligi ko'p ming atom oralikka teng bo'ladi. Dislokasiyalar kristallanish yoki plastik deformasiya natijasida hosil bo'ladilar.

Yuzada hosil bo'lgan nuqsonlar metallning puxtaligini oshiradi, chunki ular chegara yonidagi panjarani buzadi. Metall tarkibidagi turli aralashmalar uni hosil qilishi mumkin.



2.4-rasm.

a- bo'shliq; b-singdirilgan atom; v-chiziqli dislokasiya;
g-donachalar chegarasida noto'g'ri joylashgan atomlar.

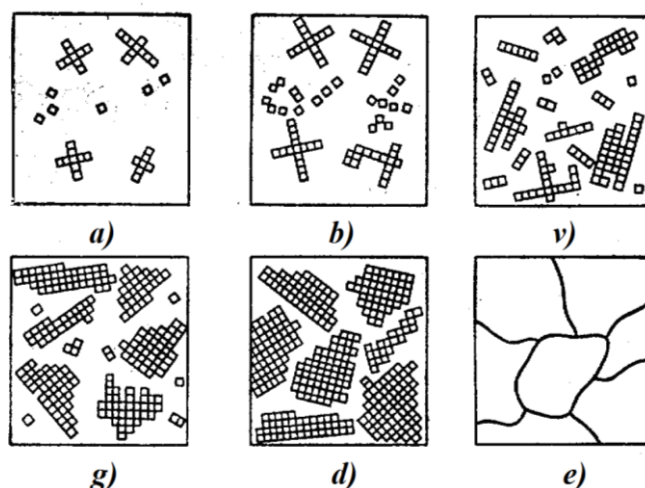
2.4 Kristallardagi anizotropiya.

Kristallarning har xil yo'nalishda fizik xususiyatni turliliga anizotropiya deb ataladi, kristallardagi anizotropiya atomlarning har xil zichligiga bog'liq.

Xamma kristalli moddalar anizotrop xususiyatiga ega. Amorf moddalar (shisha, mum) izotrop, ya'ni har xil yo'nalishda atomlar zichligi bir xil bo'ladi.

Anizotropik xususiyatni monokristallar olishda ko'rish mumkin /yakka kristall/, bunda atomlar hamma yo'nalishda tekis joylashadi, masalan, mis uchun mustahkamlik chegarasi σ 120 dan 360 Mpa gacha o'zgaradi va kuch yo'nalishga qarab ta'sir etishiga bog'liq.

Boshlang'ich davrda kristall donachalar erkin holda o'sadi, deyarli tartibga ega bo'ladi va qotgandan so'ng bu tartib ko'proq donachalar chegarasida buziladi (2.5-rasm).



2.5-rasm. Kristallning o'sish sxemasi.

Donachalar birlashganda, ya'ni metall qattiq holga o'tganda chegarada kristall panjaraning nuqsonlari hosil bo'ladi. Donachalarning o'sishi kristall hosil bo'lmagan tarafga qarab o'sib boradi, ularning katta va kichikligi kristallanish markaziga bog'liq. Kristallanish markazi qancha ko'p bo'lsa, shuncha donachalar paydo bo'ladi, bundan tashqari yana metallda erimagan moddalar ham kristallanish markazini hosil qiladi va mayda donachalar olishga yordam beradi. Erimagan bunday moddalar tayyor kristallanish markazini hosil qiladi, masalan, po'lat uchun (Al_2O_3) alyumin oksidi. Oksidlar atomi erigan metall atomiga yaqin shaklda bo'lishi lozim.

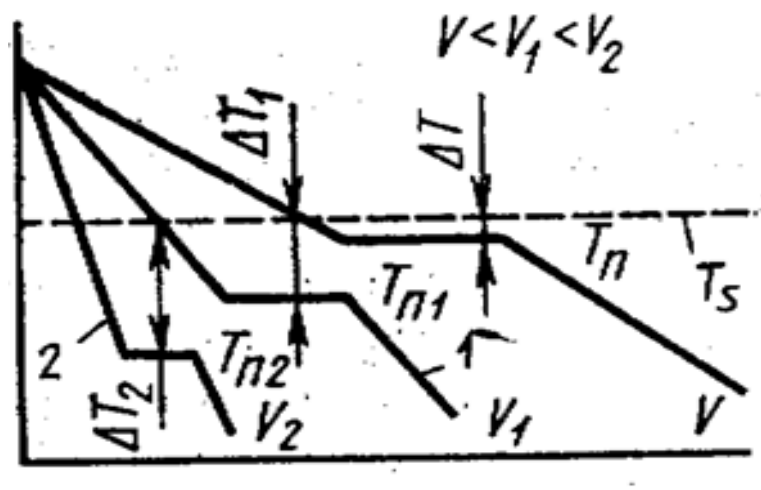
Kristallanish markazlarining hosil bo'lishiga shuningdek sovish tezligi ham ta'sir etadi, ya'ni qancha tez sovisa, shuncha kristall markazi ko'p bo'ladi. Sun'iy usulda donachalarni maydalashga, turli moddalarni qo'shishga modifikasiyalash deb aytiladi va qo'shilgan elementga modifikator deyiladi. Magniyli qotishmalarni modifikasiyalanganda donachalar 0,2-0,3 dan to 0,01-0,02 mm gacha, ya'ni 15-20 marta kichiklashadi. Quyma detallarni modifikasiyalashda qiyin eriydigan birikmalar /karbidlar, oksidlar/ kiritiladi.

Po'latlarni modifikasiyalashda alyuminiy, titan, vanadiy; alyuminli qotishmalarda esa – marganes, titan, vanadiylar qo'shiladi.

Texnikada ishlatiluvchi metallar va qotishmalar yarim kristalli tuzilishga ega va ko'p mayda turli yo'nalishda joylashgan kristallar to'plamidan, ya'ni donachalardan iborat bo'ladi. Har bir kristall donachada anizotropiya kuzatiladi, lekin ularning betartib joylashishi natijasida har xil yo'nalishda bo'lib, bir xil xususiyatga ega bo'ladi. Natijada odatda yarim kristalli modda izotrop modda deb ko'riladi, xolbuki uning ayrim donachalari anizotrop xususiyatiga ega emas.

Kristallanish

Moddaning suyuq holdan qattiq holga o'tishi kristallanish deb ataladi. Bu hodisa temperaturaning vaqt ichida o'zgarishiga bog'liq shuning uchun sovish diagrammasi vaqt va temperaturasiga asoslanib ko'riladi (2.6-rasm). Nazariy, ya'ni nuqsonsiz /ideal/ metallarni kristallanishi T_S – temperaturada, modda suyuq holdan qattiq holga o'tadi va uni kritik temperatura deb ataladi.



2.6-rasm. Metallni turli tezlikda sovutilganda olingan egri chiziqlar.

Amalda bu hodisa metallar tarkibida turli aralashmalar bo'lgani uchun temperatura T_s dan pastroqqa tushib ketadi, unga sovib ketish darajasi deb ataladi va (2.6-rasm) egri chiziq 1, 2 temperatura T_n , T_{n1} , T_{n2} Unda sovib ketish darajasi $\Delta T = T_s - T_n$ metallning tozaligi va sovish tezligiga bog'liq bo'ladi. Agarda sovish tezligi oshib borsa, ΔT farq ham oshadi, odatda u $10-30^\circ \text{S}$ bo'lib, sovish tezligi oshgan vaqtda bir necha yuzga ham teng bo'lishi mumkin.

Kristallanish jarayoni ikki davrga bo'linadi: kristallanish markazini hosil bo'lishi va kristallarni o'sishi.

2.5. Metall va qotishmalarining tuzilishi.

O'sayotgan kristallarning shakli faqat ularning bir biri tutashishi bilan chegaralanib qolmay, qotishmaning tarkibi ham o'zgaradi. Odatda kristallning o'sishi dendrid /shoxsimon/ bo'ladi, bunga sabab markazlarni notekis o'sishidir. Markaz hosil bo'lgandan so'ng uning o'sishi uch tekislik yuzasida boradi. Hosil bo'lgan kristallar atom zichligiga perpendikulyar yo'nalishda o'sadi, buning natijasida avval uzun shoxlar hosil bo'ladi, ya'ni o'qlar (1 davr), II davrda shu o'qqa perpendikulyar mayda o'qlar hosil bo'ladi va unga tik bo'lib III davrda yana mayda o'qchalar o'sib chiqadi va dendridni hosil qiladi (2.7-rasm).

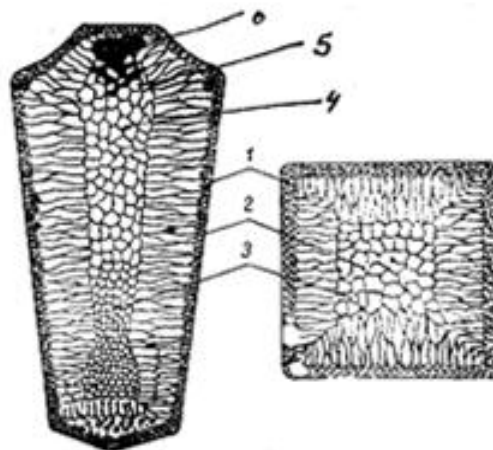


2.7-rasm.

Kristallanish doiralari.

Agarda po'lat quymasini tuzilishini ko'rsak, qolipga quyilgan suyuq metall (po'lat) idishda (izlojnisada) quyidagi hodisa ro'y beradi: Izlojnisada po'lat birdaniga butun xajm bo'ylab sovimaydi, chunki issiqlik hamma eridan tekis tashqariga o'tmaydi. Shuning uchun po'latni kristallanishi sovuq devordan va tubidan boshlanadi, so'ngra ichki qismiga o'tadi.

Suyuq metallni izlojnisa (metall quyilgan idish) devori va tubi bilan tutashishi natijasida 1-boshlang'ich davrida (2.8-rasm) mayda va teng har tarafga qaragan donachalar (2) hosil bo'ladi.



2.8-rasm.

Po'lat quymasining sxemasi.

1-izlojnisa devori; 2-mayda teng o'qlik kristallar; 3-shoxsimon kristallar;

4-katta xar tarafga qaragan kristallar; 5-cho'kish yumshoqligi; 6-cho'kish bo'shlig'i.

Qotgan metall xajmi suyuq xolatdagiga nisbatan kam bo'lgani uchun izlojnisa devori va qotgan po'lat orasida yupqa bo'shliq xosil bo'ladi va sovish sekinlashadi. Kristallar issiqlik olinayotgan tarafga qarab o'sa boshlaydi, buning natijasida 3-daira hosil bo'ladi, unda shoxsimon /dendrid/ o'sib chiqadi. Bu doirada sovish tezligi juda ham past va har tarafga teng tarqaladi va u tartibsiz yo'nalgan kristallardan iborat ekanligining sababi bo'ladi.

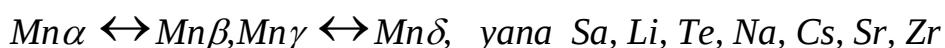
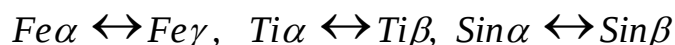
Yuqorigi qismi eng kech qotadi va sovish natijasida xajm o'zgargani uchun cho'kish bo'shlig'i va shu bo'shliq atrofida cho'kish yumshoqligini hosil qiladi. Detal olishda izlojnisani yuqorigi qismi ishlatilmaydi va u yumshoqligi bilan qaytadan eritiladi.

Quymaning kimyoviy tarkibi ko'ndalang kesim bo'yicha bir xil emas, qancha quyma katta bo'lsa, shuncha bu farq ko'p bo'ladi. Masalan, po'lat quymasida oltingugurt va fosfor yuzadan markazga yaqinlashgan sari oshib boradi va po'latga salbiy ta'sir etadi.

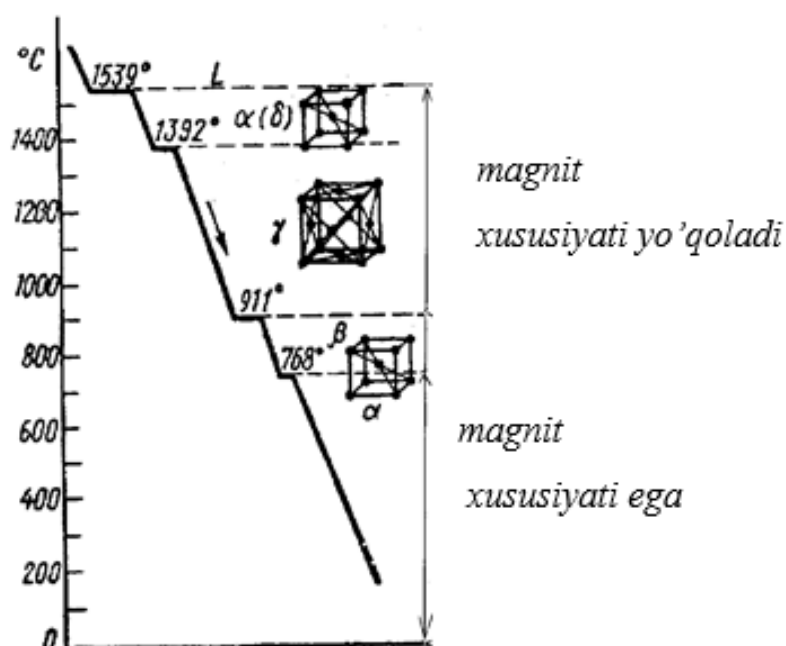
Metallarda allotropiya yoki yarim morfizm deb metallarning qattiq holida har xil kristall shakliga ega bo'lganiga ataladi.

Bir kristalli shakldan boshqa shaklga o'tishiga allotropik o'zgarish deb ataladi va u masalan temirda quyidagicha bo'ladi (2.9-rasm):

Toza metallar qizdirilganda, u issiqlikni o'zlashtiradi va bu o'zgarish doimiy temperaturada ro'y beradi, bu energiya kristalli panjarasini qayta tuzishga sarflanadi hamda bunday xususiyatga ko'p metallar ega:



Yarim morf-o'zgarish poliform ro'y berganda yangi kristall donachalar hosil bo'ladi. Bunda donachalar shakli va o'lchami yangilanadi, shuning uchun u qayta kristallanish deb ataladi. Yarimmorf o'zgarish pog'onasimon bo'lib, metallning hamma xususiyatlari, ya'ni elektr o'tkazuvchanlik, mexanik va kimyoviy xususiyatlari ham o'zgaradi.



2.9-rasm. Temirdagi allotropik o'zgarish.

2.6. Metallar tuzilishini o'rganish usullari.

Metallar tuzilishini makro-va mikrotahlilda nuqsonlarni aniqlashda rentgen, magnit va ultratovushlardan foydalanish mumkin.

Makrotahlil usulida metallarning makrotuzilishi bevosita ko'z bilan yoki lupa yordamida o'rganiladi. Buning uchun makroshlif tayyorlanadi: tekshiriluvchi detaldan namuna kesib olinadi va uni shliflagandan so'ng yuzasi spirt yordamida yog'sizlantiriladi va so'ngra kislota yoki eritmasiga botirib olinadi. Bunda yirik nuqsonlarni, ya'ni donachalarning katta-kichikligini, plastik deformasiyadan so'nggi holatini, darzlarni, gaz pufakchalarini, kimyoviy-termik ishlov natijasini /sementasiyalash, azotlash/ ko'rish mumkin bo'ladi (2.10-rasm).



2.10-rasm. Metallarning makrotuzilishi:

- a) - ruxning quymasini singani;
- b) - misning quymasini plastik deformasiyadan so'nggi ko'rinishi;
- v) – po'latning plastik deformasiyadan so'nggi ko'rinishi.

Metallarning mikroskopik tuzilishini tekshirishda metallarning tuzilishini ko'rishimiz mumkin bo'ladi. Metall yoki qotishmadan namuna olib makroshlif tayyorlagandan so'ng, tekshiriluvchi yuzani to ko'zguga o'xshash yuza olguncha mofit yordamida jilolanadi. So'ngra mikroskop yordamida nometall moddalarni-shlak, sulfidlar, mikrodarzlarni ko'rish mumkin bo'ladi. Uning tuzilishini ko'rish uchun tekshiriluvchi yuzani reaktivga botirib olinadi, undan so'ng shu metall yoki qotishma tuzilishi mikroskop yordamida ko'riladi.

Biror reaktivga (turli kislotalar eritmaları)ga botirilganda har xil donachalar turli darajada eriydi va metall yoki qotishmaning tuzilishini ko'rishga imkon beradi. Mikrotuzilishini ko'rib metall yoki qotishmadagi o'zgarishni aniqlash mumkin.

Rentgen tahlilida atom tuzilishi, turlari, kristall panjaralar oralig'ini va metall yoki qotishma orasidagi nuqsonlarni ko'rish mumkin bo'ladi. Nuqsonlar bor erda rentgen nurlari ko'proq o'tishi natijasida fotoplenkada nuqson shaklidek qora dog'lar tushadi.

Bundan tashqari metall va qotishmalardagi nuqsonlarni aniqlashda yana gamma-nurlardan foydalaniladi, ular rentgenga nisbatan chuqurroq tekshirishga yordam beradi. Magnit usulda magnit xususiyatga ega metallardagi /po'lat, cho'yan, nikel va boshqalardagi/ nuqsonlar aniqlanadi. Buning uchun tekshiriluvchi metall magnitlanadi va yuzasiga temir kukuni solinadi va nuqson bor erda kukun boshqacha joylashadi.

Ul'tratovush yordamida turli kattalikdagi detallardagi nuqsonlarni aniqlash mumkin, bunda ul'tratovush nuqsonga duch kelgach undan qaytadi va indikatora ko'rinadi.

Elektron mikroskop yordamida bir necha yuz ming marotaba kattalashtirib metall va qotishmalarning kristall panjaralari tuzilishi o'rganiladi, shuningdek, ulardagidagi nuqsonlarni atom oraliqlarini o'lchami ham aniqlash mumkin bo'ladi.

Nazorat savollari:

1. Kristallanish uchun qanday sharoit bo'lishi shart?
2. Quyma metallning donachalari mayda bo'lish uchun nima qilish lozim?
3. Yarimmorf o'zgarish nima va uning uchun qanday shartlar lozim?
4. Kristall panjaradagi nuqsonlar turi.
5. Makroskopik tahlilda nimani aniqlash mumkin?
6. Mikroskopik tahlilda nimani aniqlash mumkin?
7. Metallar tuzilishini o'rganish usullari?
8. Kristallardagi anizotropiyani izohlang.
9. Kristall panjaralar turlari.
10. Yoqlari markazlashgan tuzilmani izoxlang?
11. Hajmiy markazlashgan kub yachaykani izoxlang?
12. Kristallanish jarayonini izoxlang?
13. Metall va qotishmalarning tuzilishini izoxlang?

3- bob. METALL VA QOTISHMALARNING XOSSALARI.

Metal va qotishmalarning fizik va kimyoviy xossalari , ularning mexanik va texnologik xossalari, ularni texnologik mashinalar ishlab chiqarishdagi aniq mo'ljallarni belgilab beradi va yuqoridagi xossalarga qarab metall va qotishmalarni foydalanish uchun tanlash ko'nikmalarini o'quvchida shakllantirish muxum, balki hal qiluvchi ahamiyatga egadir. Mazkur bobda metall asosiy fizik, kimyoviy mexanik va texnologik xossalarini o'qituvchiga yetkazish maqsadida batafsil yoritilgan.

3.1. Metall va qotishmalarning fizik va kimyoviy xossalari.

Metallarning fizik xossalariga quyidagilar kiradi: rangi, zichligi, erish temperaturasi, issiqlik o'tkazuvchanligi, kengayish va torayish koeffisienti, elektr o'tkazuvchanligi, magnit xususiyati.

Rang – nurni o'zidan ma'lum uzunlikda qaytarishi, masalan, alyumin – oq kumush rangli, mis och va to'q qizg'ish rangga ega bo'ladi va x.k.

Metallning zichligi – ma'lum hajmdagi massasi bilan aniqlanadi. Metall zichligi turli detallarni tayyorlashda katta ahamiyatga ega. Masalan, aviasozlikda, raketosozlikda titan, alyumin, magniy qotishmalari detalning solishtirma og'irligini sezilarli engillashtiradi.

Erish temperaturasi – metallning qattiq holdan suyuq holga o'tish temperaturasi aytiladi. Erish temperaturasi qarab metallar qiyin eruvchanga (vol'fram 3416°S , tantal – 2950°S , titan 1725°S va boshqalar), engil eruvchanlarga (qalay – 232°S , qo'rg'oshin – 327°S , rux – 419°S) va boshqalarga ajraladi. Yerish temperaturasi quyma detallar olishda, payvandlashda, kavsharlashda katta ahamiyatga ega. SI – tizimida temperatura Kelvin bilan $/K/$ ifodalanadi.

Issiqlik o'tkazuvchanligi deb metallning o'zidan sovuqroq erga issiqlikni vaqt ichida o'tkazilishi aytiladi. Kumush, mis, alyuminlar yuqori issiqlik o'tkazuvchan xususiyatga ega, agar temirni alyumin bilan solishtirsak, bu xususiyat temirda uch marta kamligini ko'ramiz. Issiqlik o'tkazuvchanlik xususiyati detal tayyorlashda katta ahamiyatga ega.

Agar metall issiqlikni yomon o'tkazsa, termik ishlovda tez sovitilganda unda mayda darzlar hosil bo'ladi. Ba'zi mashinalar detallari, dvigatel porsheni, turbina kurakchalari yaxshi issiqlik o'tkazuvchan materialdan tayyorlanishi lozim.

Metallarning issiqlikdan kengayish, torayishini va o'lchamini o'zgarishi koeffisienti orqali quyidagicha aniqlanadi:

$$\alpha = (l_2 - l_1) / [l_1(t_2 - t_1)]$$

- unda l_1 va l_2 detalning t_1 va t_2 temperaturada uzunligi. Xajmiy kengayish 3α ga teng bo'ladi. Issiqlikdan kengayish payvandlashda, bolg'lashda, issiq holda shtamplashda, quyma uchun qolip tayyorlashda, ko'priklar va temir yo'l izlarini ko'rishda hisobga olinishi.

Issiqlik sig'imi 1 kg metallni 1°S qizdirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori shu metallning solishtirma issiqlik sig'imi deb ataladi va S xarfi bilan belgilanadi, uning o'lcham birligi $-Dj/kg$.

Elektr o'tkazuvchanlik – texnikada ishlatiladigan metall va qotishmalarning elektr xossalari har xil bo'ladi. Yaxshi elektr o'tkazuvchanlik xususiyatga kumush, mis, alyumin ega, shuning uchun ular elektrotexnikada, avtomatikada ko'p ishlatiladi. Isituvchi asboblarda tayyorlashda elektr tokiga ko'p qarshilik ko'rsatadigan metall va qotishmalar ishlatiladi /nixrom, konstantan, manganin/. Temperatura oshgan sari metallar va qotishmalarda elektr toki o'tkazuvchanligi kamayadi va sovugan sari elektr o'tkazuvchanlik oshib boradi. Magnit xususiyatini aniqlashda metall va qotishmalar magnit maydoniga kiritiladi. Natijada metall magnit xususiyatiga ega bo'ladi. Bu metall va qotishmalarga ferromagnit metallar guruhi: Fe , Co , Ni va ba'zi qotishmalar kiradi.

Magnit xususiyatli metallar asosan elektrotexnikada va magnit tayyorlashda ishlatiladi. Uglerod miqdori magnit xususiyatiga ta'sir etadi, ko'p uglerodli po'latlardan o'zak, transformator va kam uglerodli generatorlar tayyorlanadi.

Kimyoviy xossa – metallar va qotishmalarni turli elementlar bilan kimyoviy birikma xosil qilishiga, oksidlanishida - xavoda kislorod bilan birikishi va kislota, gazlarga bardosh berishi kimyoviy xossa deb ataladi.

Detallar qancha oson birikma hosil qilsa, shuncha tez emiriladi. Metallarning yuzasiga tashqi muhitning agressiv ta'siri korroziya deb ataladi.

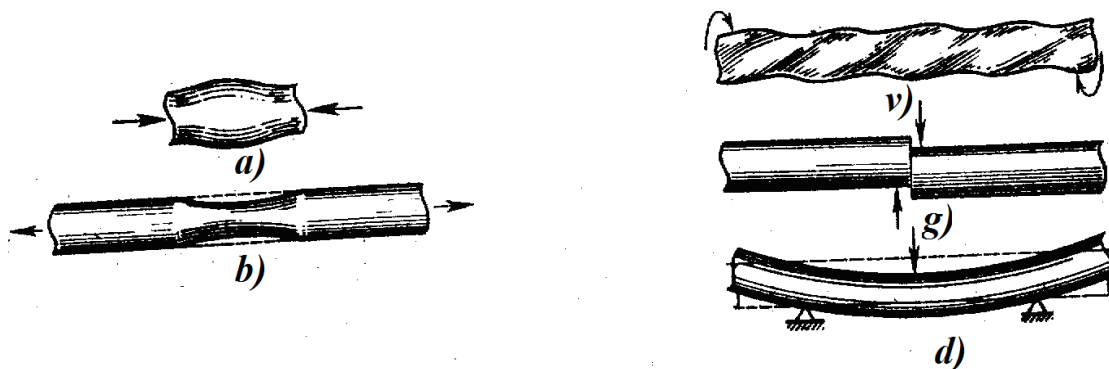
Yuqori temperaturada oksidlanishga bardoshligi, metallarni o'tga chidamliligi otashbardoshligi deb ataladi, ulardan yuqori temperaturada ishlaydigan detallar tayyorlanadi. Kimyoviy xossalar detal tayyorlashda albatta hisobga olinadi.

3.2. Metall va qotishmalarning mexanik xossalari.

Metall va qotishmalarning tashqi kuchga ko'rsatgan qarshiligi mexanik xossa deyiladi, shuning uchun biror detal tayyorlashda albatta uning hamma xossalari bilan birgalikda asosiy mexanik xossalarni aniqlashimiz lozim. Unga metall va qotishmalarning mustahkamligi, plastikligi, zarbiy qovushqoqlik kiradi. Metallar va qotishmalarga statik va dinamik kuch ta'sir etishi mumkin.

Agar ta'sir etuvchi kuch tekis oshib borsa statik kuch deyiladi, agar kuch zarb bilan ta'sir etsa dinamik kuch deyiladi, bulardan tashqari o'zgaruvchan kuch ham ta'sir etishi mumkin.

Metall va qotishmalarning cho'zilishdagi mustahkamligini sinash. Kuch sinaluvchi namuna ko'ndalang kesimining yuzasiga to'g'ri kelishi kuchlanish deb ataladi,. buning natijasida shaklining o'zgarishi /deformatsiya/ hosil bo'ladi. Statik kuch ta'sirida shakl o'zgarishiga cho'zilish, siqilish, bukilish, buralish kiradi (3.1-rasm). Metallarda bir yoki bir nechta deformatsiyalar bir vaqtda sodir bo'lishi mumkin.

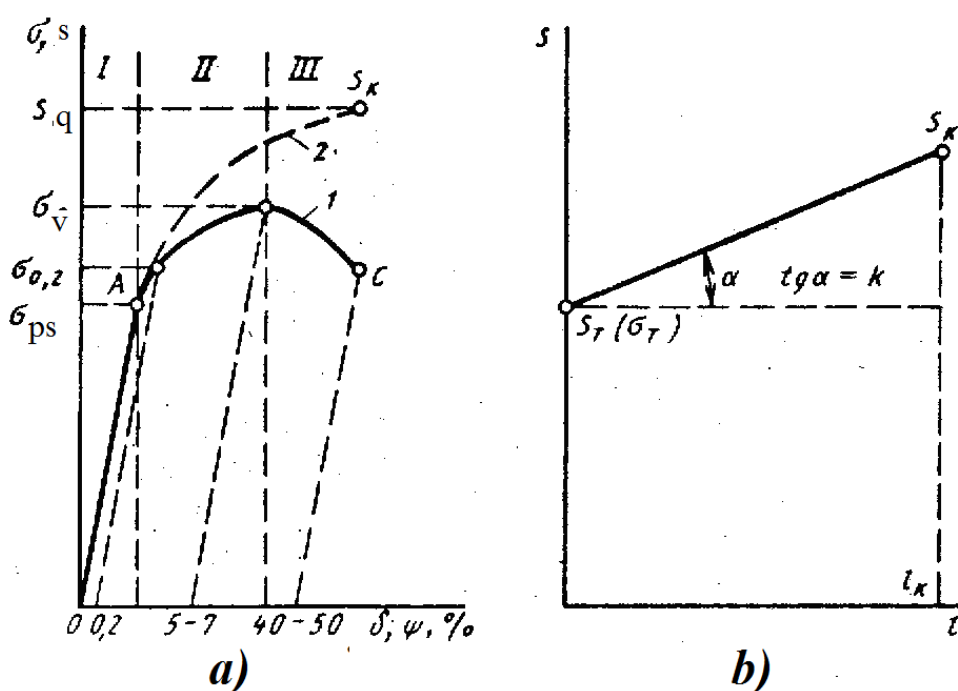


3.1-rasm.

a – siqilish; b – cho'zilish; v – burilish; g – kesilish; d – egilish.

Metall va qotishmalar standart namunalarining /GOST 1497-84/ mustahkamligini aniqlashda maxsus mashinalardan foydalaniladi, unda sinash vaqtidagi o'zgarishlarni asboblari yozib boradi va quyidagicha diagrammani olinadi (3.2-rasm).

Birinchi egri chiziqli σ kuchi ostida metall deformatsiyasini ko'rsatadi, u shartli $\sigma = R/F_0$, ko'rsatishda ifodalaniladi, bu erda F_0 – namunaning boshlang'ich ko'ndalang kesimi.



3.2-rasm. Metallarning cho'zilishdagi diagrammasi.

A nuqtasigacha deformatsiya kuchlanishga proporsional. To'g'ri chiziqli OA egilish burchagini tangensi absissa o'qiga nisbatan proporsionallash koeffitsienti – elastiklik moduli ko'rsatadi.

$$E = \sigma / \delta$$

δ - nisbiy cho'zilishi /deformatsiyasi/%

σ - cho'zilishdagi kuch

E – proporsionallik koeffitsienti /elastiklik moduli/.

$$E = \frac{\sigma}{\delta} = \frac{\sigma \cdot l_0}{\Delta l} \text{ MN/m}^2 \text{ (} 10^{-1} \text{ kg/mm}^2 \text{)}$$

Elastiklik moduli E metallarning qattiqligi va deformatsiyasi oshishi bilan kuchlanishi oshib borishini ko'rsatadi, ya'ni atomlar panjaradagi muvozanat holidan siljishini ko'rsatadi.

Elastiklik moduli E metallning tuzilmasiga emas, balki atomlarning o'zaro bog'lanish kuchiga bog'liq. Boshqa hamma mexanik xususiyatlar tuzilma o'zgarishiga bevosita bog'liq va uning o'zgarishiga qarab xossa ham o'zgaradi.

Mustahkamlik chegarasi σ_v /vaqtincha ko'rsatgan qarshilik/ Pa (N/m^2) maksimal kuchlanishda, ya'ni namunani uzilishida R_{max} ro'y beradi

$$\sigma_v = R_{max}/F_o,$$

bu erda F_o – ko'ndalang kesimning boshlang'ich yuzasi – m^2

Uzilishdagi haqiqiy kuchlanish S_k – bu R_k , uzilishdagi minimal ko'ndalang kesim F_k yuzasiga nisbatidir.

$$S_k = R_k/F_k \quad .$$

Oquvchanlik chegarasidagi kuchni namunaning ko'ndalang kesimining yuzasiga nisbati shu namunani oquvchanligini fizik chegarasi deyiladi va σ_{ok} bilan belgilanadi.

$$\sigma_{OK} = \frac{P_{OK}}{F_o} M_H / M^2 \quad /10^{-1} KZ / MM^2 / ,$$

bu erda R_{ok} – oquvchanlik chegarasidagi kuch. Mn hisobida.

F_o – namunaning ko'ndalang kesimini yuzasi. m^2 .

Kam uglerodli po'latlarda oqish to'g'ri chizig'i ko'proq bo'ladi, bu po'latlarda oqish davri asosiy material uzunligiga nisbatan shartli 0,2% teng bo'ladi.

$$\sigma_{02} = (R_{02}/F_o)^{mn/m^2} \quad (10^{-1} kg/mm^2)$$

Namunani uzilishi bilan kuchlanish orasidagi proporsionallikning buzilish paytidagi to'qri kelgan kuchlanish proporsionallik chegarasi deb ataladi va σ_r bilan belgilanadi, kuch olingandan so'ng qoldiq deformatsiya bo'lmaydi, u elastik deformatsiyasi deb ataladi.

Plastiklik, ya'ni materialni buzmasdan yangi shaklni tashqi kuch ostida hosil qilishi, unga nisbiy cho'zilish va siqilish kiradi. Nisbiy uzayish (l_{oxirgi} , l_{bosh}) agarda $\delta\%$ bo'lsa. quyidagicha bo'ladi: $\delta = [(l_{oxup} - l_{\delta ouu}) / l_0] \cdot 100\%$

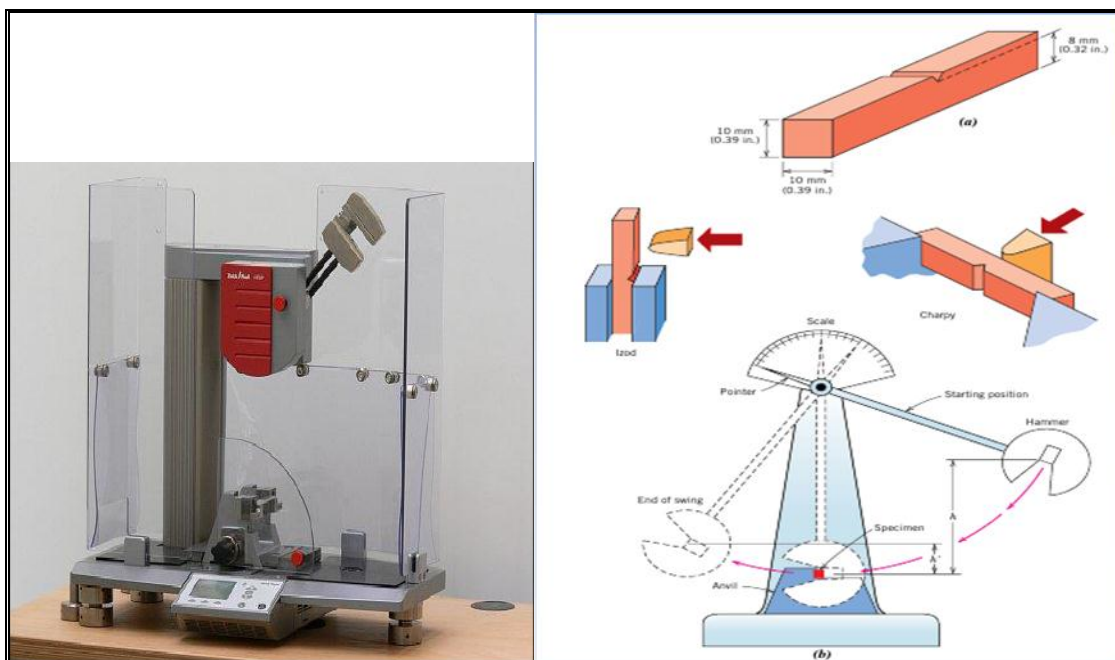
$$\text{Nisbiy torayish} - \varphi = \frac{F_{oxup} - F_{\delta ouu}}{F_0} \cdot 100$$

Bu erda F_0 – boshlang'ich ko'ndalang kesimining yuzasi

F - nisbiy torayish, % .

Mexanik xossalarni dinamik yuklama bilan zarbiy qovushqoqligini aniqlash.

Mashina detallari ishlash davrida dinamik kuchlanishga duch kelishi va mo'rt xolatda sinishi mumkin. Dinamik kuch ostida mo'rt sinishga moyilligini aniqlash uchun zarbiy qovushqoqligi aniqlanadi. Zarbiy qovushqoqlik namunani urib sindirish uchun sarflangan ishni kesish joyi bo'yicha singan ko'ndalang kesim yuzasi bilan o'lchanadi. Sinash tajribalari mayatnikli kopyorda («SHarli asbobi»da) olib boriladi, (3.3rasm).



3.3-rasm. Zarbiy qovushqoqlikni sinash sxemasi

a – namunani kopyorga o'rnatilishi; b – mayatnikli kopyor sxemasi

Har – xil ariqchali namunalar bo'ladi, eng ko'p tarqalgani U va V-shaklli ariqchalardir.

Standart namuna kopyor tayanchlariga simmetrik qilib andoza yordamida o'rnatiladi. Mayatnik h_1 balandlikka ko'tariladi va quyib yuborib, mayatnik tig'i bilan namunani zarblab sindiriladi. Kopyor namunani sindirib h_2 balandlikka ko'tariladi. Namunani sindirish uchun sarflangan ish (K, MDj) quyidagicha aniqlanadi: $K = G(h_1 - h_2) MDj$, bu erda G – mayatnik og'irligi, h – tajriba oldidan mayatnikni ko'tarish balandligi; h_2 - mayatnikni sinovdagi keyingi ko'tarilgan balandligi.

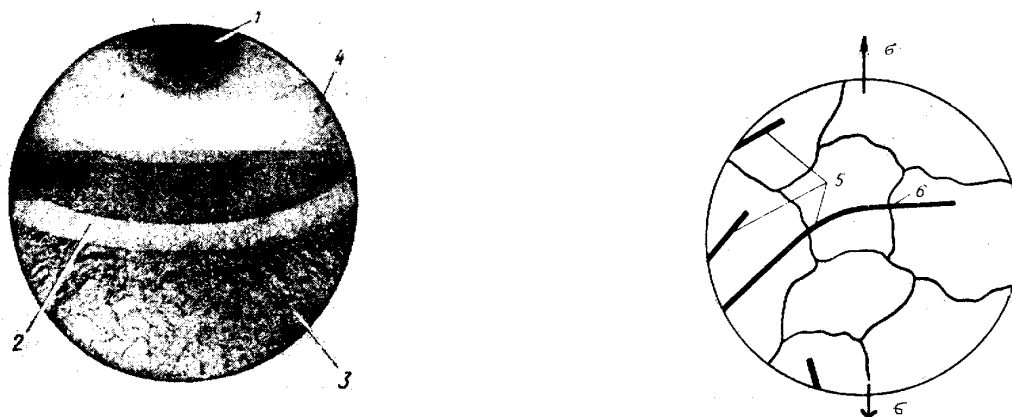
Zarbiy qovushqoqlik $KC(M \cdot Dj / m^2)$ deb belgilanadi va bajarilgan ishni $(K ni)$ singan ariqcha ko'ndalang yuzasiga (F) nisbati qilib aniqlanadi:

$$KC = \frac{K}{F}; M \cdot Dj / m^2; \quad M \cdot Dj - \text{megajoul.}$$

Agar namuna ariqchasi U shaklda bo'lsa zarbiy qovushqoqlik KCU , agar V shaklli bo'lsa, KCV deb belgilanadi.

Metall va qotishmalarni o'zgaruvchan kuchga chidamliligini aniqlash usullari. Metallarga uzoq vaqt o'zgaruvchan kuch ta'sir etganda unda mayda mikro darzlar hosil bo'ladi, bu mayda darzlar ayniqsa detal yuzasida, ya'ni cho'ziladigan va siqiladigan erida hosil bo'ladi. Asta-sekin metallda mayda darzlar o'sib boradi va metallning emirilishiga – sinishiga olib keladi, u toliqishga chidamlilik deb ataladi.

Agar po'latni toliqishdan singan erini ko'rsak (3.4-rasm); 1 - chiziqcha sinishni hosil qiluvchi asosiy er, 2 - darzning o'sishi, 3 - darzni o'sib sinishga olib kelishi.



3.4-rasm. Toliqish natijasida darzning o'sish sxemasi.

1-sinishning boshlang'ich eri, 2-darzning tekis o'sish eri, 3-sinish eri,
4-toliqish ariqchalari, 5-darzning hosil bo'lishi, 6-asosiy darz.

Toliqishni aniqlashda *GOST 25502-79* dan foydalaniladi.

Agarda har xil yo'nalishdagi kuch teng bo'lsa, bunday kuchni simmetrik kuch deb ataymiz.

$R = \sigma_{min} / \sigma_{max}$ va $R = -1$ teng bo'lsa assimetrik bo'ladi.

Chidamlilik σ_R bilan aniqlanadi $/R$ - assimetriya koeffitsienti/. Detal qancha katta bo'lsa, unda nuqsonlar shuncha ko'p bo'lib, mustahkamlikni kamaytiradi.

Ishqalanish natijasida metallning tutashgan erning yuzasidagi mayda notekisliklar yediriladi va bu murakkab fizikaviy-kimyoviy hodisa bo'lib, ba'zi vaqtda korroziya ham kuzatib boriladi. Ishqalanish yuzasi murakkab bo'lib, turli notekislikdan iborat, shuning uchun notekis yuzalar bir biri bilan friksion, mikrokesish ta'sirida, oksidlangan yuzani va notekislikni yo'qotishdan iborat bo'ladi.

Odatda, ishqalanuvchi yuzalar orasida oksid qatlami hosil bo'lib, emirilishdan saqlaydi va edirilish ishqalanuvchi materialga bog'liq. Ishqalanish yog'liq va yog'siz ishqalanishga bo'linadi. Yog'siz ishqalanish friksion bo'lib, ko'proq tormozlarda qo'llaniladi, yog'liligida esa yog' detalning yuzasiga adsorbsiyalanadi va ishqalanuvchi materiallar o'rtasidagi yog' qatlamini hosil qiladi.

Eyilish turlari juda ko'p bo'lib, ular quyidagilarga bo'linadi: abraziv, gidroabraziv, gazoobraziv, kavitatsion, toliqish.

Abraziv eyilishda qattiq donachalar detalning yuzasini tirnash yoki kesish natijasida ro'y beradi, bu hodisa ko'proq chang, qum, tosh bilan ishlaydigan uskunalarda ro'y beradi.

Gidroabraziv eyilish ssement qoruvchining parragi, reaktorlarda nasoslarda va shneklarda ro'y beradi.

Agarda mayda qum donachalari gaz va tutun yordamida detalga ishqalansa, gazoobraziv ishqalanish ro'y beradi.

Kavitatsion eyilishda qattiq modda suyuqlikdagi harakati natijasida eyilishi ro'y beradi. Kemalarning vintlari, gidroturbinalar, suv bilan sovutiluvchi mashinalar detallari kavitatsion eyiladi.

Toliqish natijasida eyilish - o'zgaruvchan kuch ostida yuza qavatida turli mayda chuqurchalar paydo bo'lishi yoki uqalanib ketishi ro'y beradi, bu hodisa og'ir sharoitda ishlovchi mashinalarda: tishli g'ildiraklar, chervyak va podshipniklarda bo'lishi mumkin. Elektroerrozion eyilish elektr toki o'tishi natijasida hosil bo'ladi.

Metall va qotishmalarning qattiqligini aniqlash usullari.

Qattiqlik deb bir modda ikkinchisiga botirilganda unga ko'rsatgan qarshiligiga aytiladi, bu usul boshqa usullar bilan sinashga qaraganda ko'proq tarqalgan bo'lib, quyidagi usullar bilan aniqlanadi: Brinel, Rokvell, Vikers, Poldi, SHor.

Brinel pressida qattiqlikni aniqlashda sinaladigan namunaning ustki qavatiga diametri $D=2,5; 5; 10 \text{ mm}$ bo'lgan toblangan po'lat sharchani ma'lum 750; 1500; 3000 kg kuch ostida botiriladi.

Botirilgan shar namuna yuzida kuch ta'sirida iz qoldiradi /segment/. Qoldirilgan iz diametri maxsus lupa yordamida o'lchanadi va d aniqlangandan so'ngra quyidagi formula yordamida iz yuzasi topiladi

$$F = \pi D h, \text{ m}^2$$

$$F = \frac{\pi D^2}{2} = \frac{\pi D}{2} \sqrt{D^2 - d^2} = \frac{\pi D}{2} \left(D - \sqrt{D^2 - d^2} \right) \text{ m}^2$$

D – sharning diametri;

d – izning diametri;

h – izning chuqurligi.

Sinaluvchi yuzaga qo'yilgan kuch R ni yuzaga bo'lgan nisbati Brinel bo'yicha qattiqlikni ifodalaydi:

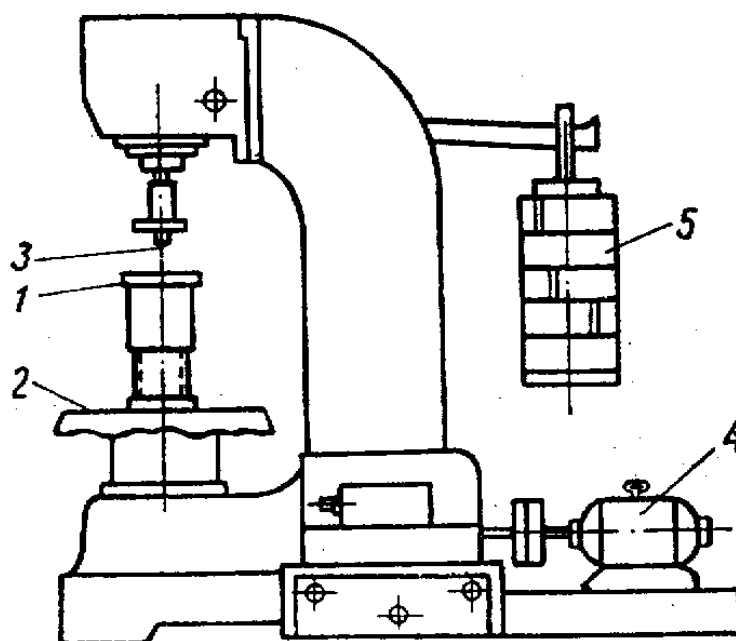
$$HB = \frac{P}{F}, \text{MH/M}^2 \text{ (} 10^{-1} \text{KZ/MM}^2 \text{)}$$

YUzani qiymatini qo'ysak:

$$HB = \frac{2P}{\pi D \left(D - \sqrt{D^2 - d^2} \right)}, \text{MH/M}^2$$

$$HB = \frac{P}{\pi D h} = \frac{P}{F}, \text{MH/M}^2 \text{ chiqadi,}$$

Brinel pressida qattiqlikni aqnilash uchun sinaluvchi namuna stol 1 ga qo'yilib, maxovik yordamida namuna shar bilan tutashtiriladi, yaxshi birikishi uchun 10 kg kuch bilan yuklanadi (3.5-rasm). So'ngra elektrodvigatel 4 ishga tushiriladi va sharga kuch ta'sir etadi.



3.5-rasm. Brinel pressing sxemasi.

1-stol, 2-maxovik, 3-shar, 4-elektrodvigatel, 5-yuk.

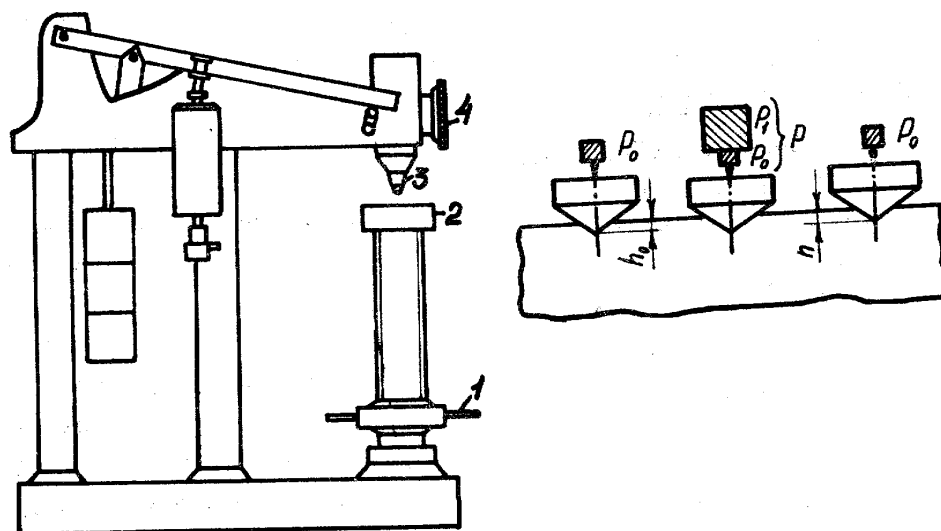
Elektrodvigatel to'xtagach namuna maxovik yordamida avvalgi holatiga qaytarilib, qolgan iz lupa yordamida o'lchanadi. Tajriba to'gri bo'lishi uchun uni uch marta qaytarib, so'ngra o'rta hisobi olinadi.

Metall va qotishmalarni qattiqligini Rokvell usulida aniqlashda *GOST 9013-59* dan foydalaniladi, bu usul universal bo'lib, yumshoq va qattiq metallarni qattiqligini o'lchash imkonini beradi.

Oddiy toblanmagan va qattiqligi juda yuqori bo'lmagan materiallarni o'lchashda pressga diametri $1,59\text{ mm}$ bo'lgan ($1/16''$ dyum) sharni 100 kg kuch bilan bosiladi. Sharning botish chuqurligini indikator yordamida "V" shkalasidan aniqlanadi (3.6-rasm).

Agarda qattiq qotishma va toblangan po'latning qattiqligini aniqlash, zarur bo'lsa, sharni o'rniga burchagi 120° bo'lgan olmos konusini 150 kg kuch bilan botiriladi, bu holda indikatorning "S" shkalasidan qarab qattqlik darajasi aniqlanadi.

Qattqlik shar yordamida o'lchansa, *HRB* bilan va olmosdan foydalanganda *HRC* bilan ifodalanadi. Ikkalasida ham o'lchov birligi bo'lmaydi shuning uchun ko'pincha Rokvell jadvali yordamida Brinelga o'tkaziladi, chunki o'lchov birligi kg/mm^2 bo'ladi.



3.6-rasm. Metall va qotishmalar qattiqligini Rokvell pressida aniqlash:

1-shturval, 2-namuna uchun stol, 3-shar yoki olmos konusi, 4-indikator.

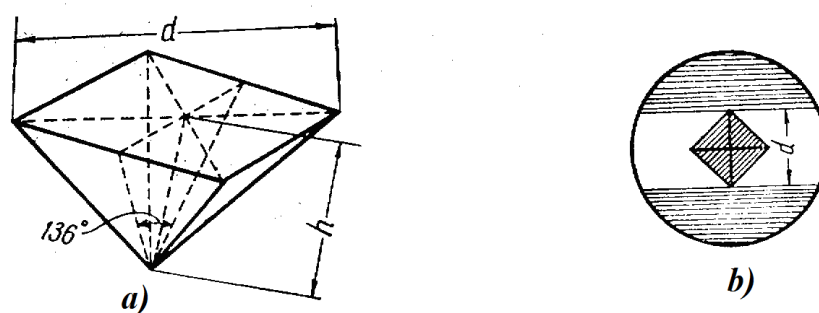
Metall va qotishmalarni qattiqligini Vickers usulida aniqlash. Bu usulda uchidagi burchak 130° bo'lgan olmos piramidasini sinaluvchi material yuzasiga R

– kuchi bilan ta'sir etib, qoldirgan izni o'lchanadi (3.7-rasm). Hisoblash uchun esa quyidagi formulalardan foydalaniladi:

$$HV = \frac{P}{F}$$

$$F = \frac{d^2}{2 \frac{130^0}{2}} = \frac{d^2}{1,8544}, \text{ } \mu\text{m}^2$$

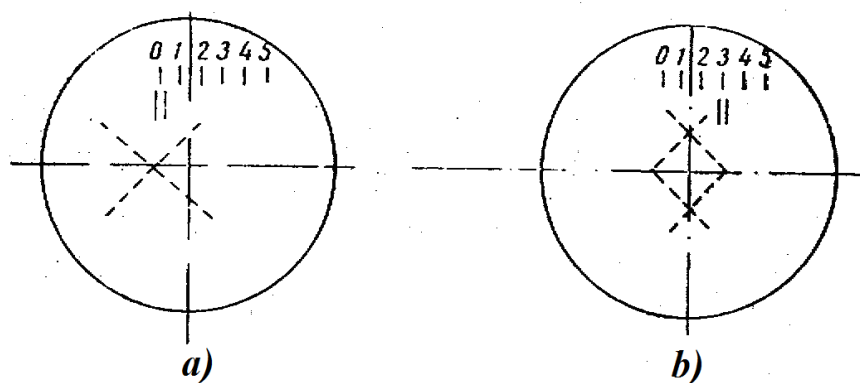
$$HV = \frac{P \cdot 1,844}{2}, \text{ } \text{MH} / \text{ } \mu\text{m}^2 \quad (10^{-1} \text{ } \text{KZ} / \text{ } \text{mm}^2)$$



3.7-rasm. a - namunaga botiriladigan piramida; b - piramidaning namunadagi izi.

Metall va qotishmaning mikroqattiqligini aniqlash.

Metall va qotishmalarning mikrotuzilishidagi donachalar qattiqligini aniqlash mumkin, bu usulda PMT-3 uskunasiidan foydalaniladi. Metallarni qattiqligini aniqlash uchun avvalo mikroshlif tayyorlanadi va sinaluvchi erini mikroskop yordamida ko'rib aniqlangandan so'ng, unga olmos piramidasi kuch ostida botiriladi va qolgan iz yana mikroskop yordamida o'lchanad, so'ngra qattiqlik darajasi aniqlanadi (3.8-rasm).



3.8-rasm. Mikro qattiqlikni aniqlash.

Metall va qotishmalarni dinamik kuch ostida aniqlashda Poldi va Shor usullaridan foydalaniladi. Poldi usulida zarba ostida toblangan po'lat shari namuna va etalon sinaluvchi yuzalarida iz qoldiradi va izlar solishtirilib namuna qattiqligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$HB = HB_9 \frac{D - \sqrt{D^2 - d_9^2}}{D - \sqrt{D^2 - d^2}}$$

HB – namunaning qattiqligi;

HB_e – etalon qattiqligi;

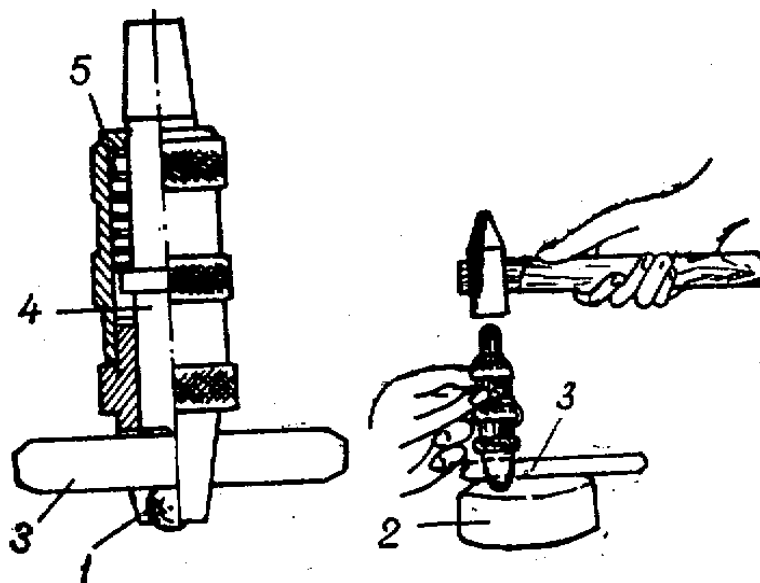
D – sharning diametri;

d – namunadagi izning diametri;

d_e – etalondagi izning diametri.

Odatda qattiqlik darajasi pribordagi jadvaldan olinadi, bu asbobning qulayligi shundaki, unga kichkina namuna qirqib olinmaydi, balki detal buzilmasdan uning qattiqligini aniqlash mumkin, masalan, dastgoh asosini.

Shor usulida sinaluvchi materialga toblangan po'lat sharchasini ma'lum balandlikdan tushiriladi va sharning sakrab qaytishi orqali qattiqlik darajasi aniqlanadi, bu usulda qattiqlikni aniqlashda namuna qancha qattiq bo'lsa, shuncha ko'p qarshilik ko'rsatadi va sharning sakrash shuncha baland bo'ladi.



2.9-rasm. Poldi asbobi:

1 – shar, 2 – sinaladigan namuna, 3 – etalon, 4 – urgich, 5 – prujina.

Metallarning va qotishmalarning mustahkamligini oshirish.

Metallarning va qotishmalarning σ_v , σ_{02} , mustahkamligini oshirish σ_1 , toliqishga qarshiligini oshirish σ_1 , ularning yuqori plastikligini $\delta\%$, ψ va qovishqoqligini (KCV , KCT) oshirish natijasida mashina va uskunalarning hajmi kichiklashadi, og'irligi kamayadi, detal yoki mashina ixchamlanadi.

Yangi qotishmalar va ularga yangicha ishlov berishda metallarni tuzilishi va undagi nuqsonlar miqdori o'zgaradi.

Odatda metallarda texnik va nazariy mustahkamlik bo'ladi. Texnik mustahkamlikni yuqorida aytib o'tilgan xususiyatlar σ_{02} , σ_v , $S_k E$, σ_{-1} va boshqalar aniqlaydi.

Nazariy mustahkamlik deb atom oraliqqa kristall panjaraning bir biri bilan bog'liqligi va ularga siljitish uchun sarflanadigan kuchga aytiladi. Kristall panjaraning tuzilishiga asoslanib, ularning atom oraliq tortish kuchini inobatda olib metallarni mustahkamligini quyidagi formula bilan aniqlash mumkin:

$$\tau_{\text{nazariy}} \approx G/2\pi$$

bu erda: G - siljish moduli.

Nazariy mustahkamlik amaldagiga qaraganda $100 \div 1000$ martagacha oshiq bo'ladi, chunki kristall panjarada nuqson bo'lmaydi, ya'ni dislokatsiyasiz bo'ladi. Laboratoriyada monokristallni dislokatsiyasiz sim olish mumkin, uning uzunligi $2-10$ mm va qalinligi $0,9 \div 2,0$ mkm, uning mustahkamligi nazariyga yaqin bo'ladi.

Temirning ipsimon dislokatsiyasiz olingan namunasining mustahkamligi 13000 MPa, misniki 3000 MPa, texnikada ishlatiladigan temirniki 300 MPa, misniki 260 MPa ga teng bo'ladi, bundan ko'ramizki, kristall panjaradagi nuqsonlar metallar xususiyatiga keskin ta'sir etadi.

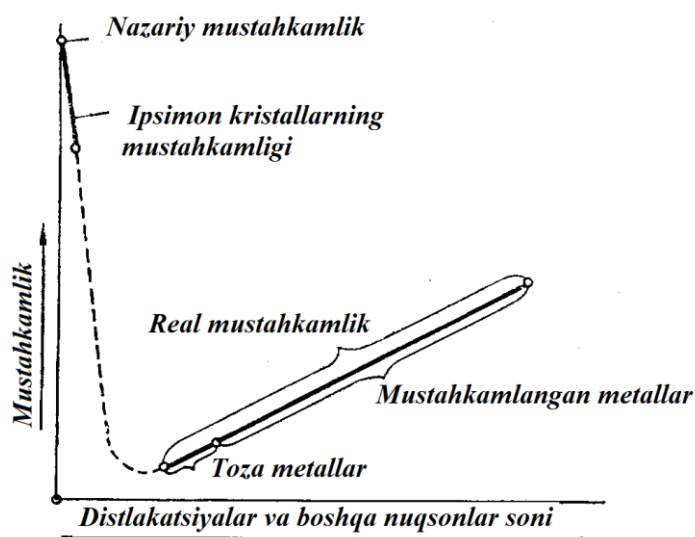
Deformatsiya yordamida mustahkamlikni oshirish.

Metall va qotishmalar unga kuch ta'sir etganda shaklini o'zgartiradi, ya'ni deformatsiyalanadi, natijada donachalar deformatsiya tarafiga qarab yo'naladi, unga tekstura deb aytiladi /qatorsimonlik/. Deformatsiyada dislokatsiyalar soni ko'payadi, ular siljiydi, kristall panjara orasidagi tartib buzila boshlaydi va qattqlik darajasi oshadi, uni naklyop deb aytamiz, shu bilan birga zarbiy qovushqoqligi kamayadi, bu usulda qattqlik oshgani bilan konstruktiv mustahkamlik oshmaydi. Bundan tashqari metalldagi aralashmalar ham xususiyatga keskin ta'sir etadi (O_2 , N_2 , H_2), ular mo'rtlikni oshiradi, chunki kislorod, azot yoki vodorod metall bilan birikishi natijasida dislokatsiyalar harakatiga qarshilik ko'rsatadilar.

Mexanik xossalar donachalarni katta-kichikligiga ham bog'liq bo'ladi, donachalarning maydaligi sovuq holdagi mo'rtligini kamaytiradi, donacha qancha katta bo'lsa, sovuq holdagi mo'rtligi oshib boradi.

Kimyoviy, ayniqsa karbid va nitridlar (WC, TiC, NiC) birikmalarida, qattqlik keskin oshadi

Metallarni mustahkamligi bilan shu metallkristall panjarasidagi dislokatsiyalar va boshqa nuqsonlar soni orasidagi bog'lanish 3.10-rasmda keltirilgan.



3.10-rasm. Metallarni mustahkamligi bilan shu metall kristall panjarasidagi dislokatsiyalar va boshqa nuqsonlar soni orasidagi bog'lanish
(I.A. Oding, A.A Bochvar).

3.3. Metall va qotishmalarning texnologik xossalari.

Texnologik xossalar deb metallarni sovuq va issiq holda ishlanuvchanligiga aytiladi va ularga misol qilib quydagilarni keltirish mumkun:

-keskich bilan metallarni ishlanuvchanligi muhim texnologik xossalardan biri bo'lib hisoblanadi. Ba'zi bir metallar yoki qotishmalarga keskich bilan ishlov berilganda tekis silliq yuza olinadi, qattiq yoki juda yumshoq metallarga va qotishmalarga keskich bilan ishlov berilganda esa yaxshi silliq yuza olinmaydi;

-payvandlanuvchanligi metallning yaxshi payvandlash, sifatli chokni hosil qilishni ifodalaydi. Chokning xususiyati asosiy metallning xususiyatiga o'xshash bo'lishi lozim va u egish va cho'zish bilan aniqlanadi;

-bolg'alanuvchanligi metallning sovuq va issiq holda bosim bilan ishlov berganda darz va mikrodarzlarni hosil bo'lish yoki bo'lmasligi bilan aniqlanadi.

-suyuq holda oquvchanlik deb metallni suyuq holda qolipni yaxshi to'ldira olishiga aytiladi va u quymakorlikdagi texnologik xossalarga kiradi.

Nazorat savollari:

1. Metallarni fizik xususiyatini qanday aniqlash mumkin.
2. Metallarning kimyoviy xususiyati nimadan iborat bo'ladi.

3. Qattqlik nima va qaysi usullardada aniqlanadi.
4. Deformatsiya turlari va ularni aniqlash.
5. Metall zichlogini izohlang.
6. Erish temperaturasi izohlang.
7. Metallni issiqlik o'tqazuvchanligini izohlang.
8. Metallni elektr o'tqazuvchanligini izohlang.
9. Metall va qotishmalarni mexanik xossalari izohlang.
10. Metall va qotishmalarning cho'zilishdagi mustahkamligi.
11. Metall zarbiy qovushqoqligini aniqlash.
12. Metall va qotishmalarni o'zgaruvchan kuchga chidamliligi.
13. Qattqlikni aniqlash usullarini qo'llash usullari.
14. Metall va qotishmalarning mustahkamligini oshirish.
15. Metall va qotishmalarning texnologik xossalari.

4-bob. METALLARNI HOLAT DIAGRAMMASI VA UNDA XOSIL BO'LADIGAN TUZILMALAR.

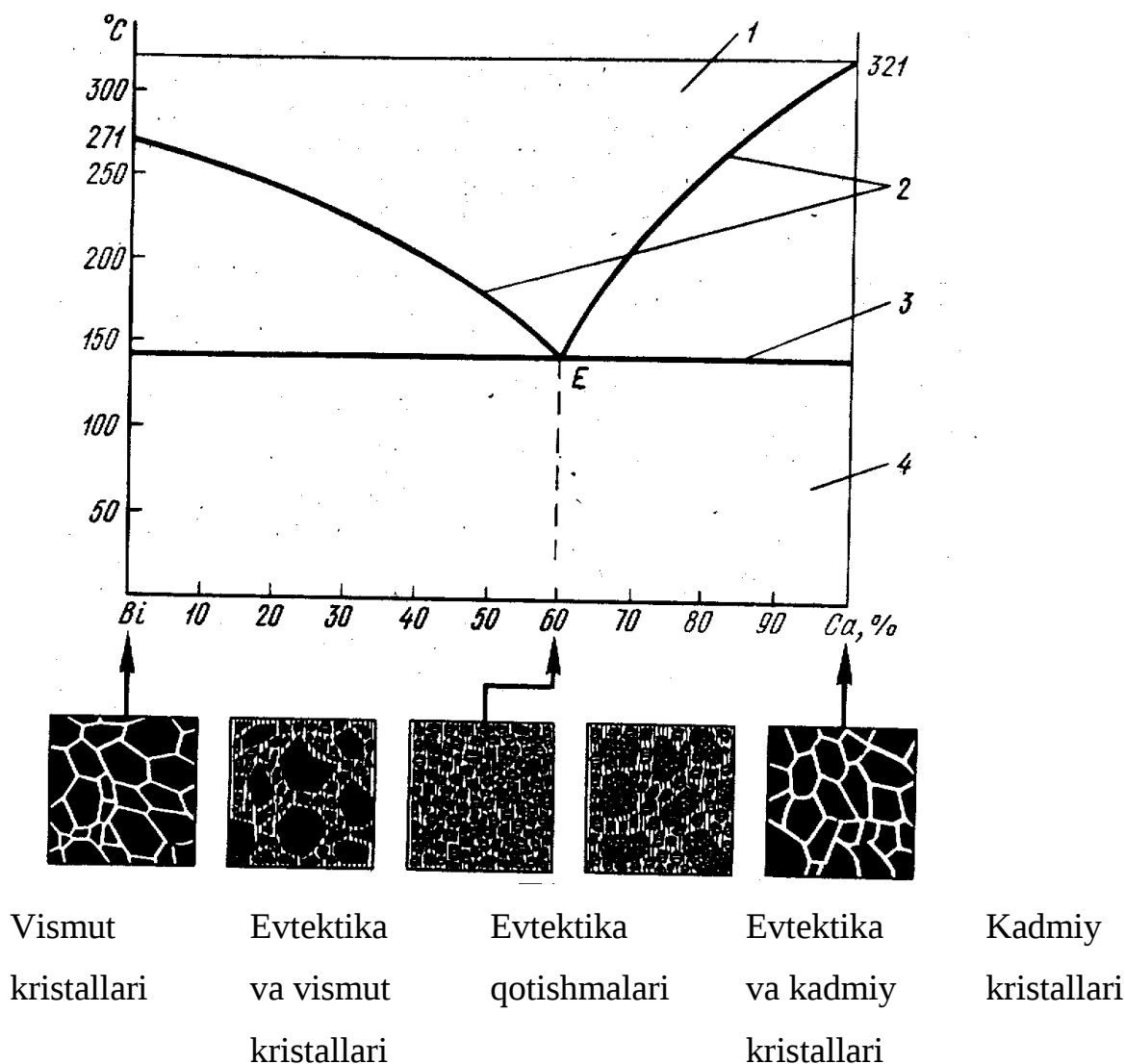
Ushbu bobda metallarni holat diagrammasi va unda hosil bo'ladigan tuzilmalar to'g'risida ma'lumotlar keltirishdan asosiy maqsad – metall va uning qotishmalarini kerakli fizik -mexanik va texnologik xossalarini ta'minlashni asosiy usullari bilan oquvchilarni tanishtirishdir. Buning uchun komponentlarning qattiq holida chegaralangan erishining qotishmalar uchun diagrammasi, kimyoviy birikmalar hosil qiluvchi qotishmalar diagrammasi kabi mavzular yoritilgan.

4.1.Metallarning kritik nuqtalari holat diagrammasida hosil bo'ladigan tuzilmalar, Vismut va kadmiy xolat diagrammasi.

Agarda misol tariqasida vismut va kadmiy holat diagrammasini ko'rsak (4.1-rasm), suyuq g'otishmaning yuqorida siniq chizig' *E*-nuqtasida vismut va kadmiyning erishi hosil bo'ladi.

Qotishmada *E* nuqtasida (40% vismut va 60% kadmiy) solidus va likvidus bir xil temperaturaga ega bo'ladi.

Qolgan boshqa konsentratsiyada temperatura oralig'ida qattiq holga o'tadi, pastda gorizontal solidus chizig'i bilan chegaralanadi. *E* nuqtada juda mayda vismut va kadmiy ma'lum tartibda joylashgan. Bunday qotishmaga evtektika qotishmasi deb aytiladi /evtektika – grek so'zi bo'lib, engil eruvchanlikni ifodalaydi/. Evtektika mexanik aralashma bo'lib, ikki yoki ko'proq komponentning kristallidan tashkil topadi, ular bir vaqt va ma'lum temperaturada qattiq holga o'tadi. Diagrammaning chap tarafi, ya'ni 60% dan kam vismut bo'lsa, evtektikagacha bo'lgan va *E* nuqtasini o'ng tarafiga evtektikadan keyingi qotishma deb aytiladi.



4.1-rasm. Vismut-kadmiy holat diagrammasi:

1 – suyuq qotishma; 2 - likvidus chizig'i; 3 - solidus chizig'i;

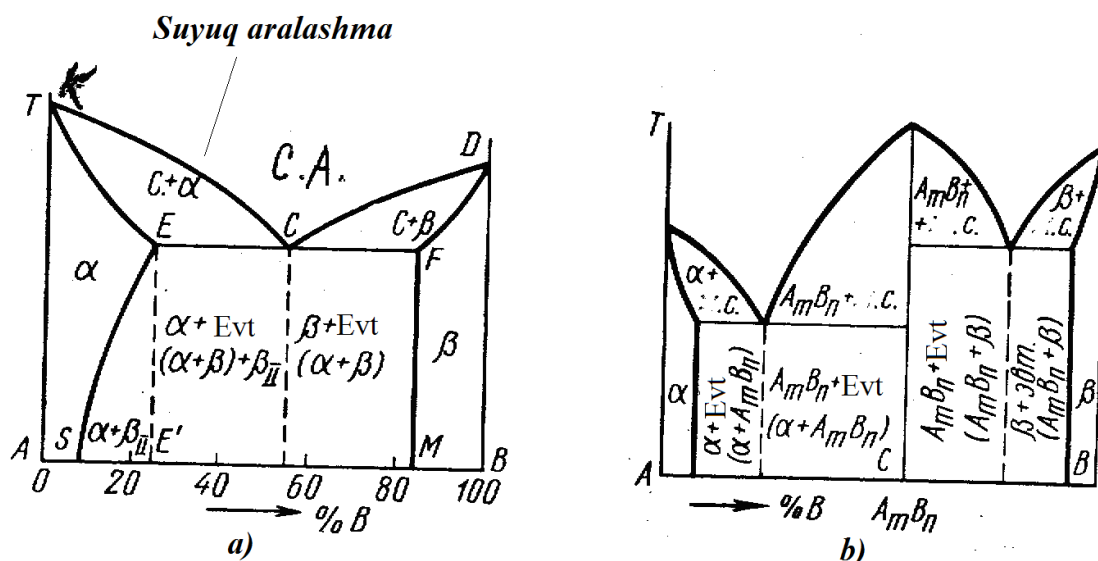
4 - vismut va kadmiy mexanik aralashmasi; E - evtektik aralashma.

Evtektikagacha bo'lgan qotishmalar vismut kristallidan va evtektikadan tashkil topadi /vismut kristali-kadmiy kristali/ va evtektikadan keyingida esa, kadmiy kristalli va evtektikadan iborat bo'ladi. SHunga o'xshash Zn-Sn, Pv-Ag, Ni-Cr, Cr-Mp, Si-Bi, Al-Sn evtektikani hosil qiladi.

4.2. Komponentlarning qattiq holida chegaralangan erishining qotishmalar uchun diagrammasi

Komponentlarning qattiq holida chegaralangan erishining qotishmalar uchun shu diagrammadan birini 4.2-rasmda keltirilgan. Bu tizimdada uchta faza bor –

suyuq aralashma, V komponenti, A komponentdagi qattiq aralashmasi /shartli ifodalanadi/. KSD – likvidus va $KESFD$ – solidus chizig'idir.



4.2-rasm. Komponentlarning qotishmalarda chegaralangan eruvchanlik holat diagrammasi, a - S suyuq aralashma,

b - komponentlarni, A va V ning kimyoviy birikma uchun.

Suyuq g'otishmadan α - kristallari KS , β - kristallar SD - chizig'i bilan ajralib chiqadi, bilan. Qotishmalarni qotishi solidus KE chizig'i bilan kristall α ni hosil qiladi va DF chizig'i β kristallni xosil qiladi. Bir vaqtda α va β kristallari hosil bo'lsa, u mexanik aralashma bo'lib solidus chizig'ida ESF da solidusda ro'y beradi.

S nuqtadagi qotishmaga evtektik qotishma deyiladi, chunki u faqat $\alpha+\beta$ dan iborat bo'ladi.

Diagrammaning S nuqtadan chap tarafiga evtektikagacha bo'lgan qotishma deb aytiladi va uning tuzilishi $\alpha+(\alpha+\beta)$ dan iborat bo'ladi. Diagrammaning S nuqtasidan o'ng tarafiga evtektoiddan keyingi qotishma deb aytiladi va u $\beta+(\alpha+\beta)$ dan iborat bo'ladi.

ES chizig'ida qattiq holda V komponentni A komponentda temperatura pasayishi bilan kamayib chegaranlangan erishini ko'rish mumkun.

FM chizig'i qattiq holda A komponentini V komponentda temperatura pasaysa ham o'zgarmasdan erishini ko'rsatadi.

Komponent V ni A da eng ko'p erishi E nuqtasida va A ni V da esa - o' nuqtasi ko'rsatadi.

Qotishmalarda ES chizig'ida qotgandan so'ng tuzilishi evtektika $(\alpha+\beta)$, α - kristallidan β kristali to'la soviguncha ajralib chiqadi va tuzilishi β +evtektika, ya'ni $(\alpha+\beta)+\beta_{II}$ dan iborat bo'ladi.

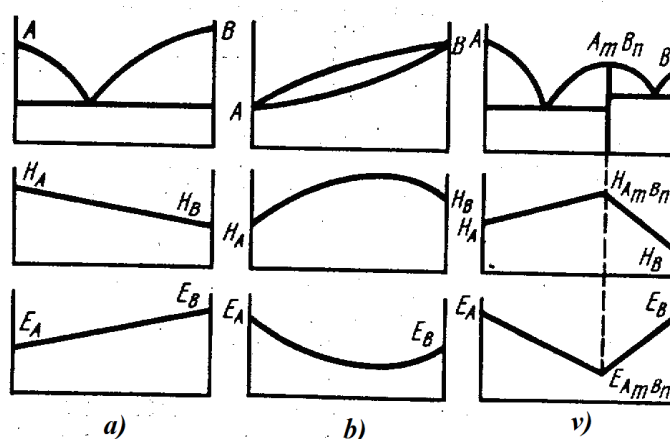
4.3. Kimyoviy birikmalar hosil qiluvchi qotishmalar diagrammasi

Qotishmalar kimyoviy birikmasini hosil qiluvchi komponent A va V murakkab diagrammani hosil qiladi. Kimyoviy birikma quyidagicha ifodalanadi: A_n, B_m bu birikmada n – atom A komponentda, m – atom V komponentida to'g'ri keladi.

Bu tizimda fazalar soni uchta – suyuq aralashma, qattiq eritma V komponentning A komponentda /faza α / va qattiq eritma komponent A ni komponent V da /faza β /.

Qotishmalar xususiyatini holat diagrammasidan ham N.S. Kurnakov qoidasiga asoslanib aniqlash mumkin.

Mexanik arashmalarda xossalar: qattqlik – N , elektr o'tkazuvchanlik – E va boshqalarni ularda o'zgarishi tekis, diagrammada to'g'ri chiziqni hosil qiladi (4.3a-rasm).



4.3-rasm. Tarkib diagrammasi - qotishmalar turi

a- mexanik aralashma; b- qattiq eritma; v- kimyoviy birikma;

A va V qotishma komponentlari, $A_n B_m$ - kimyoviy birikma, H –qattqlik,

E – elektr o'tkazuvchanlik.

Qattiq eritmalar shu xossalarga egri chiziqni hosil qiladi (4.3b-rasm). Kimyoviy birikmada esa, shu xususiyatlarni o'zgarishi siniq chiziq hosil qiladi.

Kimyoviy birikmalarda individual xossaga ega va ular komponentlar xossasidan keskin farqlanadilar (4.3v-rasm).

Holat diagrammasidan yana texnologik xossalarni aniqlash mumkin bo'ladi, u esa ishlatish uchun kerak bo'lgan material tanlashga imkon beradi.

Qattiq g'otishmalar past quyuvchanlik xususiyatga ega, ya'ni suyuq oquvchan va g'ovaklar, mayda darzlar hosil qiladi. Evtektik qotishmalar esa suyuq oquvchanlik xususiyatga ega bo'ladi.

4.4. Qotishmalar to'g'risida umumiy ma'lumot.

Toza metallar past mustahkamlik chegarasiga ega, shuning uchun mashinasozlikda ularning qotishmalari ko'proq ishlatiladi. Metall qotishma murakkab qotishma bo'lib, u bir yoki bir nechta metall va nometall elementlar bilan birikma hosil qiladi. Masalan, yumshoq misga qalay qo'shilsa, u qattiq bronzaga aylanadi, buning natijasida texnologik va ishlanuvchanlik xususiyati yaxshilanadi. Qotishmalar olishdagi hodisalarni o'rganish uchun KOMPONENT, FAZA, TIZIM kabi so'zlar ishlatiladi.

Komponent deb tizimning hosil qiluvchi elementlariga aytiladi. Toza metallar bir komponentlik tizimni hosil qiladi, ikki metall qotishmasi esa ikki komponentlik tizimni hosil qiladi. Komponentni metall va nometallar ham hosil qilishi mumkin.

Suyuq yoki qattiq holdagi qotishmaning boshqa qismdan chegara sirtlari bilan ajralgan, bir xil kimyoviy tarkibga yoki tuzilishga ega bo'lsa faza deyiladi.

Fazalar soniga qarab tizimlar bir fazali va ko'p fazali bo'lishi mumkin. Masalan, bir jinsli suyuq eritma, bir jinsli qattiq eritma va kimyoviy birikma bir fazali tizimga kiradi, chunki ularda chegara sirtlari bilan ajralgan qismlari bo'lmaydi va ularni gomogen deb aytiladi. Ular quyidagi fazalarni tashkil qilishi mumkin: suyuq aralashma, qattiq aralashma, kimyoviy birikma.

Mexanik aralashma – ikki komponentlik, ya'ni A va V lar hosil qiladi. Qachonki komponentlar bir-birida erimasa, kimyoviy reaksiyaga kirmasa, bunda

ular qattiq mexanik aralashma hosil qiladi. Bu aralashma ikkita to'yingan aralashmaning donachalaridan yoki qattiq eritmaning aralashmasi va kimyoviy birikmalardan hosil bo'ladi, yangi A va V kristall dan tashkil topadi. Yirik bo'lsa mikrotuzilishda ham ko'rinadi. Rentgenogrammada yaqqol ikki komponent panjarasi ko'rinadi.

Metall va qotishmalarning tuzilishini o'zgarishdagi temperaturani kritik temperatura yoki kritik nuqta deb aytiladi.

Eriqda va qotishda toza metallar bitta kritik nuqtaga ega bo'ladi, ikki metallning qotishmasida ikkita kritik nuqta hosil bo'ladi. Ikki nuqta oralig'ida ikkita faza hosil bo'ladi – suyuq g'otishma va kristallar.

Qattiq qotishma deb shunday fazaga aytiladiki, unda komponentlardan biri o'zining kristallik panjarasini saqlaydi, boshqasini esa birinchini panjarasiga joylashadi /erituvchi/ va uning o'lchamini o'zgartiradi. Shunday qilib, qattiq qotishma bir yoki bir nechta komponentlardan iborat bo'lsa, bitta tur panjaraga va bitta fazaga ega bo'ladi.

Qattiq qotishma o'rin almashgan va singdirilgan atomlardan iborat bo'lishi mumkin.

Nazorat savollari:

1. Vismut-kadmiy holat diagrammasini izohlang
2. Komponentlarning qattiq holda erkin diagrammasini izohlang
3. Kimyoviy birikmalar hosil qiluvchi qotishmalar diagrammasini izohlang
4. "Komponent" tushunchasini izohlang
5. "Mexanik aralashma" tushunchasini izohlang
6. "Faza" tushunchasini izohlang
7. "Qattiq qotishma" tushunchasini izohlang
8. Holat diagrammasidan metall texnologik xossasini aniqlash mumkinmi?
9. Evtektoidgacha bo'lgan po'latning sovish egri chizig'ini chizib bering?
10. Evtektikadan keying qotishmani izohlang

5-bob. QORA METALLARNI MARKALARI VA ISHLATILISHI.

Ishlab chiqarishda, jumladan to'qimachilik, engil va pahta tozalash sanoatlarida ishlatib kelinayotgan texnologik mashinalarda qora metallar-po'lat va cho'yanlar eng ko'p qo'llaniladi. Buni etiborga olgan holda va o'quvchilarga qora metallarni markalari va ishlatilish sohalari to'g'risida batafsil ma'lumot berish maqsadidagi materiallar keltirilgan, ayniqsa metallarni markalalanishi to'g'risida, ularni bir-biridan markasi bo'yicha farqlash va tanlash masalalariga alohida urg'u berilgan.

5.1. Po'latlar markalari va ishlatilishi

Uglerodli po'latlar uchta guruhga bo'linadi: uglerodli oddiy po'latlar, sifatli po'latlar va uglerodli maxsus po'latlar.

Uglerodli oddiy po'latlar (**GOST 380-71**). Oddiy uglerodli po'latlar keng tarqalgan me'yorlashtirilgan po'lat bo'lib, mashinasozlikda, qurilishda va xalq xo'jaligining boshqa tarmoqlarida keng ishlatiladi.

Uglerodli oddiy po'latlar "*Cm*" ko'rinishida markalanadi va raqamlar 0 dan 6 gacha bo'ladi. Raqamlar shartli bo'lib, soni oshgan sari uglerod miqdori oshib mustahkamligi ko'tariladi va plastikligi kamayib boradi.

Ishlatilishiga qarab oddiy po'latlar uchga: *A, B* va *V* ga bo'linib, quyidagi xususiyatlarni kafolatlaydi: *A* – mexanik, *B* – kimyoviy *V* – mexanik va kimyoviy (5.1-jadval). Bundan tashqari po'lat markasining o'ng tarafida belgilar *KP* - qaynovchi, *PS* – yarim qaynovchi, *SP* – tinch po'latligini bildiradi. *KP*-suyuq po'lat tarkibiga ferromarganets, ferrosilisiy qo'shilganda hosil bo'ladi va u *FeO* dan gazlar ajralib chiqishi natijasida gaz qaynashga o'xshab pufakchalarni hosil qiladi.

SP – tinch po'latlarni olishda pechlarga ferromarganets, ferrosilisiy, alyuminiy kiritiladi va gazlardan ajratishi pechning ichida ro'y beradi.

Guruh	Kafolatlangan xususiyat	Uglerodli po'latlarning markalari
A	Mexanik	St0, St1kp, St1ps, St1sp, St2kp, St2ps, St2sp, St6kp, St6ps
B	Kimyoviy	BSt0, BSt1sp, BSt1ps, BSt6kp, BSt6ps, BSt6sp
V	Mexanik va kimyoviy	VSt0, VSt1kp, VSt1ps, VSt1sp, VSt6kp, VSt6ps, VSt6sp

A guruhdagi markalar tarkibida marganets bo'lib, kimyoviy tarkibi chegaralanmaydi, mexanik xususiyati kafolatlanadi.

St0 da $\sigma_v=310$, $\sigma\%=20$ bo'lib, muhim bo'lmagan detallar tayyorlanadi.

St1, St2 da $\sigma_v=310-420$, $\delta\%=20-32$ bo'lib, bolt shpilka, gayka va boshqalar tayyorlanadi.

St3, St4 da $\sigma_v=370-520$, $\delta\%=22-24$ bo'lib, kronshteyn, o'q va boshqalar tayyorlanadi.

St5, St6 da $\sigma_v=500-600$, $\delta\%=12-17$ bo'lib, asosan val tayyorlanadi.

Konstruksion uglerodli po'latlar.

Konstruksion uglerodli po'latlar oddiy po'latlarga nisbatan tarkibida oltingugurt, fosfor va boshqa salbiy ta'sir etuvchi elementlarning kamligi bilan farqlanadi.

Konstruksion sifatli po'latlarni markalanishi ikki raqam bilan ifodalanadi va ular shu po'latning tarkibida uglerodning yuzdan bir ulushini ko'rsatadi. Konstruksion sifatli po'latlar prokatlab, bolg'alab, kalibrlangan bo'lib, uning yuzasi toza va yaltiroq bo'ladi va uni kumushli deb ham aytiladi.

Konstruksion po'latlar St10, St15, St20 ... St60 markalanadi, bu guruh po'latlarga avtomat po'lati ham kiradi. Avtomat po'latlar ko'p vaqt keskich bilan ishlanib, turli detallarni olishda ishlatiladi, unda mayda qirindi chiqadi, kesib ishlashni onsonlashtiradi va toza silliq yuza olish mumkin bo'ladi. Avtomat

po'latni markalashda *A* harfi bilan ishlatiladi, harfning orqasidagi raqam po'latning tarkibidagi uglerod miqdorni o'rtacha yuzdan bir ulishini ko'rsatadi, masalan *A30*, *A40G*, *A12*, *A20*, bunday po'lat muhim bo'lmagan detallar olishda ishlatiladi.

Asbobsozlik po'latlari va ularni markalanishi.

Asbobsozlik po'latlar uch asosiy guruhga bo'linadi: kesuvchi asboblari, o'lchov asboblari va shtamlarda ishlatiluvchi uglerodli po'latlarga, bu po'latlarga quyidagilar kiradi: *U8(U8A)*, *U10(U10A)*, *U11(U11A)*, *U12(U12A)*, *U13(U13A)*. Metallarga kesib ishlov berish uchun frezalar zenker, parma, arra, egov, iskana, ustara, jarroxlari pichog'i va boshqalarni tayyorlashda *U10*, *U11*, *U12*, *U13* kabilar ishlatiladi. Termik ishlovdan so'ng ularning tuzilishi martensit va karbidlardan iborat bo'ladi hamda qattiqligi keskin oshadi, markaning oxiridagi "A" harfi po'latning yuqori sifatligini ifodalaydi.

Uglerod va doimiy aralashmalarning po'lat xususiyatiga ta'siri.

Po'lat ko'p komponentli qotishma bo'lib, uning tarkibida ugleroddan tashqari yana ko'p komponentlar va legirlovchi elementlar bo'ladi.

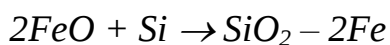
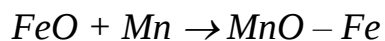
1. Uglerod. Uning konsentratsiyasi konstruksion po'latlarda 0,8% gacha va asbobsozlik po'latlarda 1,3% gacha bo'ladi. Uglerodning po'latga ta'siri tuzilishi va termik ishlovga bog'liq. Yumshatilishdan so'ng uglerodli konstruksion po'latlar ferrit-perlit mikrotuzilishidan iborat bo'ladi.

Qattiq sementit donachalari dislokatsiyani siljishiga qarshilik ko'rsatadi, ya'ni deformatsiyaga qarshilik ko'rsatadi va qovushqoqlikni kamaytiradi. Uglerod miqdori ko'paygan sari po'latda sementit ham ko'payadi. Uglerodning miqdori oshgan sari sovuq holda sinuvchanligi ko'payadi, po'latni zichligi kamayadi va elektr, issiqlik o'tkazuvchanligi pasayadi.

Ugleroddan tashqari doimiy aralashmalarga Mn-marganes Si-silitri S-oltingugurt P-fosfor, O-kislarod, H-vodorod, N-azot va boshqalar kiradi va po'lat xususiyatiga ta'sir etadi.

Oltingugurt S va fosfor P cho'yan va po'latni eritish davrida qo'shib qoladi va ajratib olish qiyin bo'ladi.

2. Kremniy va marganets. Ular foydali aralashma bo'lib, po'latga suyuq holda $0,3\div0,8\%$ qo'shiladi va uni kislorodsizlantirishga yordam beradi:



Po'lat quymasida gazni kamaytirish zichligi va oquvchanligini oshiradi, shu bilan birga po'latning sovuq holda deformatsiyalanishi kamayadi, shuning uchun shtamplanuvchi po'latlarda kremniy miqdori iloji boricha kam bo'lishi lozim.

Marganets po'latni puxtaligini oshirish bilan birga qovushqoqlikni kamaytirmaydi, shuningdek qizil holdagi mo'rtlikni – oltingugurt oshishini ham kamaytiradi.

3. Oltingugurt po'latni xususiyatiga keskin salbiy ta'sir etuvchi element u FeS ko'rinishida temir bilan birikib $988^{\circ}C$ temperaturada engil eruvchan evtektika hosil qiladi, bu hodisa oltingugurt kam bo'lganda ham ro'y beradi. Donachalar chegarasida joylashib po'latni qizdirilganda ($1000-1200^{\circ}C$), prokatlash va shtamplashda donachalar orasida suyuqlanib mayda darzlarni hosil qiladi, qizil holda sinuvchanlik deb nomlanadi.

Oltingugurt po'latni payvandlash sifatini va korroziyaga bardoshligini pasaytiradi.

Oltingugurt po'lat xususiyatini keskin pasaytirgani uchun u po'lat tarkibida $0,035\div0,06\%$ dan oshmasligi lozim.

4. Fosfor ham po'lat sifatiga salbiy ta'sir etadi, u ferritda eriydi va qattiqligini oshiradi, sovuq holda keskin mo'rtlashtiradi. Po'latning tarkibida fosforning miqdori $0,025 - 0,045\%$ dan oshmasligi lozim.

Po'latning tarkibida fosforning miqdori $0,01\%$ gacha oshsa, uning sovuq holda sinuvchanligi $20-25\%$ ga oshadi, bundan tashqari fosfor likvasiyani ham oshiradi, buning natijasida fosforga boy quyma detallarning mexanik xususiyati keskin pasayadi.

Fosforni yuqotish usulidan biri - metallurgiya jarayonida shixta tarkibini tozalash, ammo po'latning tarkibidan fosforni to'la yuqotib bo'lmaydi.

5. Kislorod, azot, vodorod yashirincha aralashma bo'lib, po'lat xususiyatiga juda ham salbiy ta'sir etadi, ular po'latning mo'rtligini keskin oshirib, sinishiga olib keladilar.

Kislorod, azot ferritda juda kam miqdorda eriydi va po'latni nitrid hamda oksidlar bilan ifloslantiradi. Kislorod po'latni sovuq va issiq holda mo'rtligini oshiradi va mustahkamligini kamaytiradi.

6. Azot atomlari sovuq holda deformasiyalangan po'latda dislokasiya atrofida to'planib plastikligini kamaytiradi. Shtamplanganda ko'p darzlarni hosil qilishi mumkin. Azot ayniqsa, po'latni vaqt ichida eskirishida keskin seziladi, uni yuqotish uchun shtamplashdan oldin siqib egish lozim, dislokasiya uzilib qisman plastikligi oshadi va shtamplashga imkon beradi.

7. Vodorod ko'payishi kristall panjarada flokenlarning sonini ko'paytiradi. Flokenlar bu - kristall panjaraning ichki buzilishi va ular vodorod katta bosim ostida sovish natijasida hosil bo'ladi. Singan po'latda flokenlar oq dog' holida, mayda darz sifatida hosil bo'ladi, bu hodisa xromonikelli po'latlarda uchraydi, uni yo'qotish uchun po'lat juda sekin sovitiladi, yoki 250°C da ko'p vaqt ushlab turiladi.

Po'latlarga kislota ta'sir qilishida uning yuza qavatida vodorod ko'payadi.

Vodorod ko'proq payvandlanuvchi metallda darzlarni hosil qiladi. Kislorodni va vodorodni kamaytirish uchun po'lat vakuumda eritilib quyiladi.

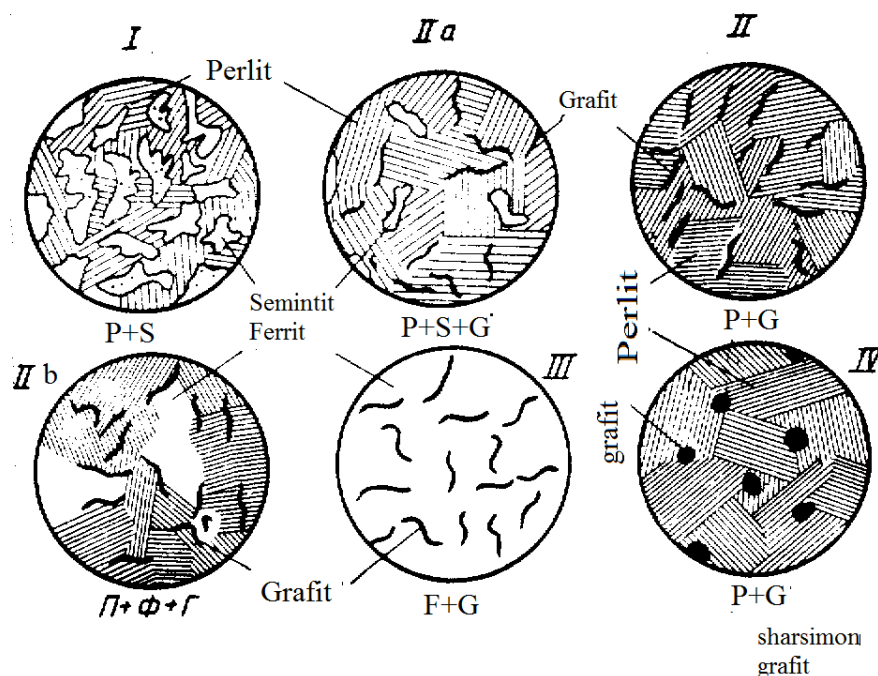
8. Tasodifiy aralashmalar po'latlar eritilayotganda metall lom bilan po'latlarga o'tadi yoki rudaning tarkibida bo'lishi mumkin. Skrap (lom) dan sur'ma, qalay va birqancha boshqa elementlar qo'shilishi mumkin, ular ko'pincha po'latga salbiy ta'sir etadilar, qovushqoqlikni kamaytiradi, mo'rtligini oshiradi.

5.2. Cho'yanlarni markalari va ishlatilishi.

Cho'yanlarni turlari. Cho'yanlar ikki turga bo'linadilar: oq va kulrang cho'yanlar va ular xossalariga qarab keskin farqlanadi. Cho'yanlarning mikrotuzilishi 5.1-rasmda keltirilgan.

Oq cho'yan tarkibidagi uglerod kimyoviy birikma Fe_3S -sementit xolida bo'ladi. Cho'yan tarkibida marganets bo'lsa, yoki tez sovitilsa uglerodni erkin

xolda ajralib chiqishga to'sqinlik qiladi. Oq cho'yan juda qattiq va mo'rt bo'lgani uchun uni kesib ishlash juda qiyin, bu cho'yandan po'lat va bolg'alanuvchi cho'yan olinadi, shuning uchun bu cho'yanlarni qayta ishlatiluvchi cho'yanlar deb ataladi.



5.1-rasm Cho'yanlarning mikrotuzilishi

I. Oq cho'yan. Uglerodning hammasi kimyoviy birikma holida Fe_3C , ya'ni sementit ko'rinishida bo'ladi. Tuzilishi perlit, ledeburit va sementitdan iborat bo'ladi.

II. Uglerodning yarmi birikma xolida miqdori 0,8 dan ko'p bo'lib, perlit, sementit, ledeburit va plastinkasimon grafitdan iborat bo'ladi, unda $0,7 \div 0,8\%$ C esa birikma xolida bo'ladi.

III. Perlitli kulrang cho'yanda perlit va grafit plastinasi tarkibida $0,7 \div 0,8\%$ uglerod perlit xolida va qolgani grafitdan iborat.

IV. Yuqori mustahkam cho'yan tarkibiga seziy, magniy qo'shiladi va perlit yoki sharsimon grafitni xosil qiladi.

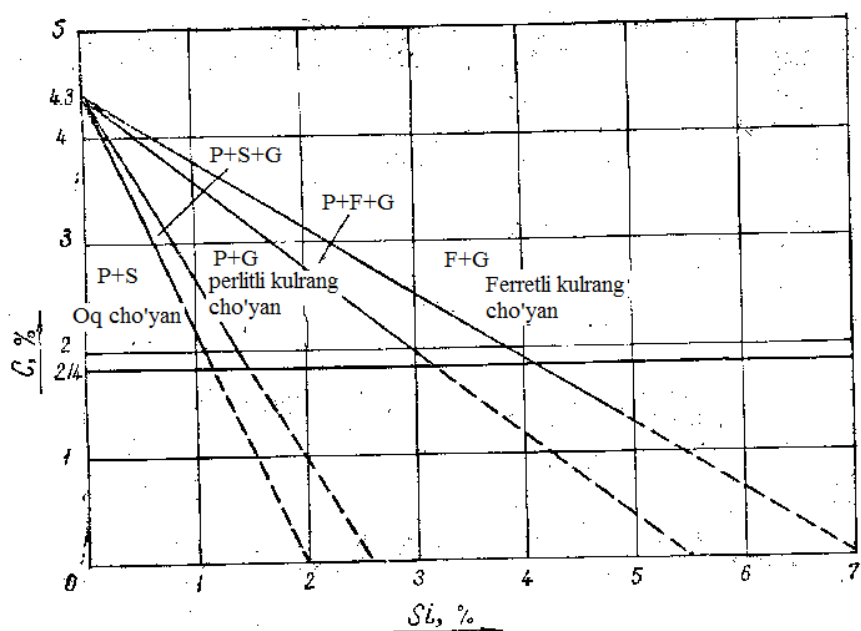
Ishqalanishga ishlaydigan detallarda yuza qavati tez sovitilib 10-30 mm chuqurlikda oq cho'yan hosil qilinadi, uni o'zagi esa kulrang cho'yandan iborat bo'ladi, bu yo'l bilan detalning ish muddati oshiriladi.

Kulrang cho'yanlar tarkibi Fe-C-Si dan iborat va bundan tashqari, marganets, fosfor va oltingugurt uning xususiyatiga ta'sir ko'rsatadi. Kulrang cho'yan asosan quymakorlikda keng ishlatiladi, u arzon konstruksion material bo'lib xisoblanadi. Qolipni yaxshi to'latadi, chunki u suyuq oquvchan, kesib ishlanishi mumkin, o'zgaruvchan kuchlanishga va edirilishga qarshilik ko'rsatadi.

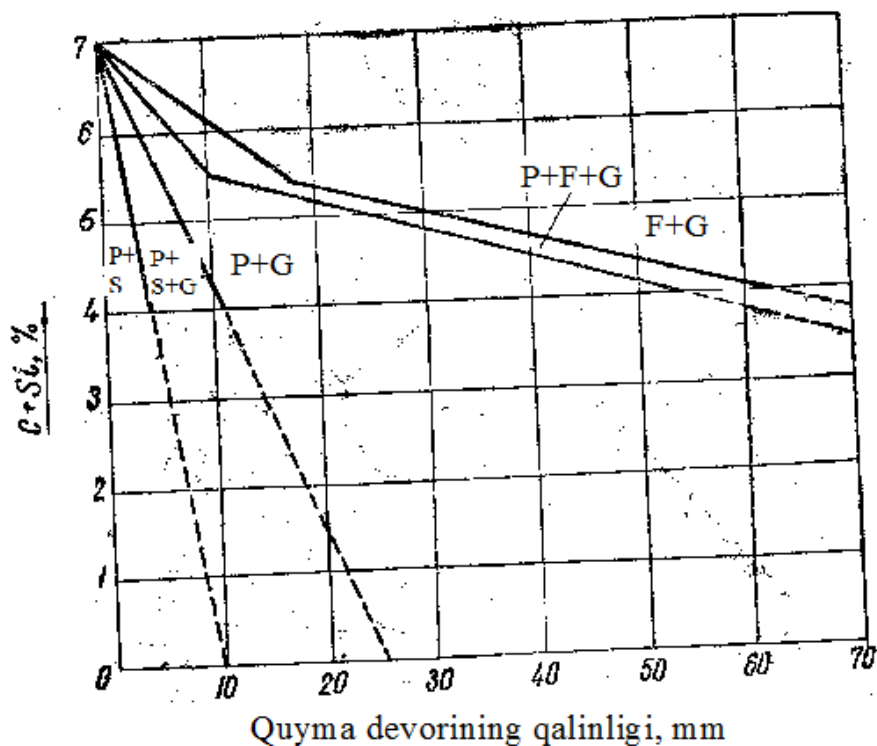
GOST 1412-80 ga asoslanib kulrang cho'yan quyidagicha belgilanadi: SCH 10, SCH15, SCH20, SCH25, SCH30, SCH35 SCH40, SCH45, bu erda: SCH- kulrang cho'yan (seriy chugun), harflardan keyingi ikkita raqam – vaqtincha ko'rsatgan qarshiligi, ya'ni mustahkamlik chegarasi, bu cho'yanlarning qattiqligi HB 145-285 gacha bo'ladi.

Kulrang cho'yanga kremniy 5% gacha qo'shilsa sementit parchalanib uglerod grafit shaklida to'la ajralib chiqadi va ferrit asosidagi kulrang cho'yanni xosil qiladi. Kremniy miqdori kamaygan sari perlit tarkibidagi sementit parchalanib, ferrit-perlit tuzilishni va erkin xoldagi grafitni xosil qiladi. Kremniy kamaygani sari kulrang cho'yan tarikibida perlit ko'payib boradi va cho'yanning qattiqligi oshadi.

Kulrang cho'yanlarning mexanik xossalari uning metall tuzilishiga, grafitning shakli va o'lchamiga bog'liq bo'ladi. Perlit asosidagi kulrang cho'yanlarning mustahkamligi va ferrit asosidagi kulrang cho'yanlarning plastikligi yuqori bo'ladi. Grafit yumshoq bo'lganligi va metall tuzilishga ega bo'lmaganligi uchun ularni g'ovak deb hisoblash mumkin, shuning uchun ular cho'yanning mexanik xossasiga salbiy ta'sir ko'rsatadi (5.2, 5.3-rasmlar).



5.2-rasm Grafitni cho'yanni mexanik xossasiga ta'siri



5.3-rasm Cho'yanni mexanik xossasiga grafitni ta'siri

Ferritli va ferrit-perlitli cho'yanlar (SCH10, SCH15) mustaxkamlik chegarasi 100-180MPa bo'ladi, ularning taxminiy tarkibi quyidagicha: 3,5-3,7%C; 2,0-2,6%Si; 0,5-0,8%Mn; $R \leq 0,3$; $S \leq 0,15\%$. Bu cho'yanlardan kam kuchlanish ostida ishlaydigan, qalinligi 10-30mm bo'lgan detallar tayyorlanadi (masalan armatura va qishloq xo'jalik mashinalarining qismlari).

Perlitli cho'yanlar SCH21, SCH24, SCH25, SCH30, SCH35 muxim detallar tayyorlashda ishlatiladi, masalan stanina, mashina silindri, kompressorlar. Ularning tuzilishi mayda plastinkali perlit (sorbit) va grafit yaproqlaridan iborat. Perlitli cho'yanlar *po'latsimon modifikatsiyalangan cho'yanlar* deb xam ataladi. Bu cho'yanlarni olishda tarkibiga 20-30% po'lat lomi qo'shiladi va tarkibi quyidagicha bo'ladi: 3,2-3,4% C; 1,4-2,2% Si; 0,7-1,0% Mn; $R \leq 0,2\%$; $S \leq 0,15\%$. Kremniy miqdori oq cho'yan bo'lmasligi uchun etarli bo'lishi shart.

Modifikatsiyalangan cho'yanlar (SCH30, SCH35) kam uglerodli suyuq cho'yanga modifikatorlar (grafit, ferrosilitsiy va silikokalsiy) qo'shib olinadi. Uning taxminiy tarkibi quyidagicha: 2,2-3,2% C; 1,0-2,9% Si; 0,2-1,1% Mn; $R \leq 2\%$; $S \leq 0,12\%$.

Antifriksion cho'yanlar – ya'ni, edirilishga bardoshlik xususiyati yuqori bo'lgan cho'yanlar. Ular metall bilan metallni ishqalanishini kamaytarish xususiyatgi ega va antifriksion xususiyati omili bo'lib perlit va ferrit nisbati, grafitning miqdori, shakli xizmat qiladi. Bu cho'yanlarning quyidagi markalari ishlatiladi:

ACHS-1 (3,2-3,6%C; 1,3-2,0%Si; 0,6-1,2%Mn; 0,15-0,4%R; $S \leq 0,12\%$; 0,2-0,5%Sr; 1,5-2,0%Su);

ACHS-1 (3,2-3,8%C; 1,4-2,2%Si; 0,3-1,0%Mn; 0,15-0,4%P; $S \leq 0,12\%$; 0,2-0,5%Sr; 0,2-0,5%Ni; 0,03-0,1%Ti; 0,2-0,5%Cu).

Bu cho'yanlar toblangan va me'yorlashtirilgan po'lat o'qlar juftida ishlatiladi.

Yuqori mustaxkamlikka ega bo'lgan cho'yanlar xam kulrang cho'yanning bir turi bo'lib, oq cho'yandagi sementitning parchalanishi va magniy bilan modifikatsiyalash natijasida xosil bo'ladi. Quymada grafit sharsimon, grafitning yumaloq yuzasi yaproqsimonga nisbatan kichikroq, bu esa cho'yan xususiyatini uglerodli quyma po'latlarga yaqinlashtiradi va kam ediriladi, yuqori plastiklik shu bilan birga suyuq oquvchanlik xususiyatini saqlaydi.

Yuqori mustaxkamlikka ega bo'lgan cho'yanlar GOST 7293-79ga binoan quyidagicha markalanadi: VCH (Высокопрочный чугун), so'ngra ikkita raqamlar – cho'zilishdagi mustaxkamlik chegarasi (10^{-1} kgs/mm²), keyingi raqam

esa nisbiy cho'zilishni ifodalaydi, bu cho'yanlar ferrit, ferrit+perlit va perlit tuzilishdan iborat bo'lishi mumkin.

VCH50-2, VCH60-2, VCH8-3, VCH100-4, VCH120-4-bu yuqori mustahkamlikka ega cho'yanlar perlit asosidagi metall tuzilishida bo'ladi.

VCH45-5 – perlit-ferrit va VCH38-17, VCH42-12 ferrit asosidagi cho'yanlar 1985 yildan boshlab GOST 7293-85ga muvofiq faqat ikkita raqam bilan ya'ni, cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasi bilan belgilana boshlandi: VCH40, VCH45, VCH50, VCH60, VCH70, VCH80, VCH85, VCH100. Ferritli cho'yanlar VCH35, VCH40, VCH45 larda $\delta = 1-2\%$, qattiqligi HB 140-250 ga teng bo'ladi.

Yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan cho'yanlardan tayyorlanadigan quyma detallarga quyidagilar kiradi: tirsakli val silindrning qopqog'i, molotlar shaboti, juvalash valiklari, nasoslar, press traversalari va hokozolar.

Yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan cho'yanlarning mustahkamligini yanada oshirish uchun ularga termik ishlov beriladi. Buning uchun ularni yuqori temperatura 850-980°S gacha qizdirib, perlit tuzilishini olish uchun xavoda sovitiladi va natijada sementit parchalanadi, toblash esa yog'da bajariladi.

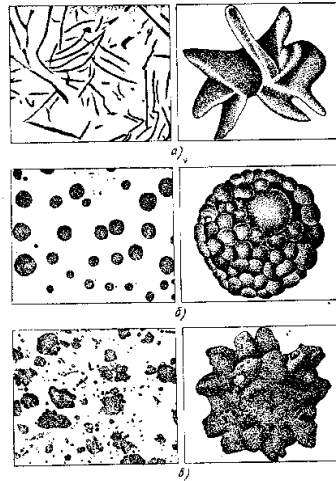
Bolg'alanuvchan cho'yan — shartli nom, chunki u boshqa cho'yanlarga nisbatan plastikroq. Nomi «Bolg'alanuvchan» bo'lgani bilan u xech vaqt bolg'alanmaydi.

Bolg'alanuvchan cho'yanlarni olishda, oq cho'yanli quyma detallarni uzoq vaqt qizdirish natijasida undagi perlit va sementit parchalanib, erkin xoldagi uglerod pog'a-pog'a grafit shaklida ajralib chiqadi (5.4-rasm,v).

Quyma oq cho'yandan tayyorlangan detalning qalinligi 40-50mm dan oshmasligi lozim, agar oshsa plastinkasimon grafit paydo bo'lishi mumkin.

Qizdirilishdan avval, cho'yanni oksidlanishdan saqlash uchun detallar qutiga solib qumga ko'miladi, so'ngra esa qizdiriladi.

Oq cho'yan yoki bolg'alanuvchan cho'yanning o'rtacha kimyoviy tarkibi quyidagichadir: (2,4-2,8)%C; (0,8-1,4)%Si; (0,3-0,4)%Mn; $S \leq 0,1-0,8\%$; $P \leq 0,2\%$.

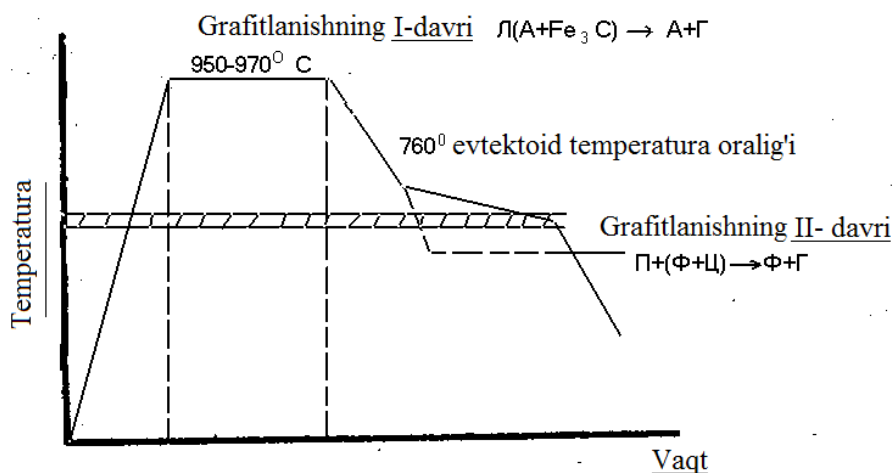


5.4-rasm. Cho'yanning mikrotuzilishidagi grafitning turli xolda ko'rinishlari:

- a) plastinkasimon grafit kulrang cho'yanda;
- b) sharsimon grafit yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan cho'yanda;
- v) pog'a-pog'a grafit, bolg'alanuvchan cho'yanda.

Ferritli bolg'alanuvchan cho'yanning tarkibida grafit ko'p ajralib chiqqani uchun u to'q kulrangga ega bo'ladi.

Yumshatishni tezlashtirish uchun turli choralar qo'llaniladi, masalan: cho'yan alyumin bilan modifikatsiyalanadi. Bolg'alanuvchan cho'yanni yumshatish sxemasi 5.5-rasmda keltirilmoqda.



5.5-rasm. Bolg'alanuvchan cho'yanni yumshatish sxemasi.

GOST1215-79 ga asosanib bolg'alanuvchan cho'yan quyidagicha markalanadi: KCH (kovkiy chugun), birinchi ikkita raqam – cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasi (kg/mm^2), ikkinchi raqam esa plastikligini nisbiy uzayishi

%, KCH37-12, KCH35-10 bu ferrit asosidagi cho'yan. Ferritli bolg'alanuvchan cho'yan dinamik va statik kuchlar ta'siri ostida xam yaxshi ishlaydi, uning qattiqligi HB 163 ga teng bo'ladi.

Perlitli bolg'alanuvchan cho'yan KCH50-5, KCH55-4, uning qattiqligi HB241-269.

Bunday cho'yanlardan avtomobilsozlikda, qishloq xo'jaligida, konveyerlar zanjirining roliklari, tormoz kolodkalari va boshqa detallar tayyorlanadi.

Qattiqligini, yedirilishga bardoshligini oshirish uchun bolg'alanuvchan cho'yanlarni me'yorlashtiriladi, 800-850°C yoki 850-900°C temperaturada toblanadi va 450-700°C temperaturada bo'shatiladi, natijada yumaloq perlit tuzilishini olish mumkin bo'ladi.

Maxsus cho'yanlar bu gurux cho'yanlar GOST7769-82 ga asoslanib legirlash natijasida olinadi. Legirlovchi elementlar sifatida titan, vanadiy, molibden, mis va kremniy qo'shiladi, natijada cho'yanlar xususiyati o'zgaradi, turli muxitga bardoshlilik oshadi.

Kulrang cho'yanni kremniy, xrom bilan legirlansa yuqori olov va korroziya bardoshlik xususiyati oshadi, ulardan pechlarning o'txonasi va turli agressiv muxitlarda ishlovchi uskunalar tayyorlanadi. (CHS5-kremniyli va CHX28, CHX32 -xromli). Bu cho'yanlar 700-800°C temperaturada ham oksidlanmasdan ishlaydi. Nikel bilan yuqori ligerlangan kulrang cho'yanda grafit sharsimon bo'ladi va quyidagi markalari CHN15D7, CHN15DZSH ishlatiladi.

Olovbardosh kulrang cho'yanlar quyidagicha markalanadi: CHN19XZSH, CHN11G7SH.

Yuqori mustaxkam va bolg'alanuvchan ligerlangan cho'yanlar (ACHS-1, ACHS-2, ACHV-1, ACHK-1, ACHK-2) ishqalanish juftining materiali sifatida keng qo'llaniladi.

Austenitli cho'yanlarni paromagnit sifatida transformatorlarda xam ishlatiladi.

Nazorat savollari:

1. Cho'yanda grafit qanday shaklda bo'ladi?
2. Cho'yanni xususiyatiga grafitning ta'siri.

3. Sirpanuvchi podshipnik uchun qaysi cho'yan tavsiya etiladi, agar val toblangan bo'lsa?
4. Bolg'alanuvchi cho'yanni olinishi, tuzilishi va ishlatilishini tushuntiring.
5. Cho'yan turlari
6. Cho'yanlarning mikrotuzilishi
7. Modifikatsiyalangan cho'yanlar
8. Friksion cho'yanlar
9. Yuqori mustahkamlikka ega cho'yanlar
10. Bolg'alanuvchan cho'yan
11. Maxsus cho'yanlar
12. Po'latlar turlari
13. Oddiy uglerodli po'latlar
14. Uglerodni po'latga ta'siri
15. Ko'nustruksion uglerodli po'latlar

6-bob. LEGIRLANGAN VA MAXSUS XOSSALI PO'LATLAR.

RANGLI METALLAR VA QOTISHMALAR.

Mahsus xossalarga ega bo'lgan metallar, masalan legirlangan yoki mahsus xossali po'latlar, rangli metallar va ularni qotishmalarini texnologik mashinalarda o'z o'rnida ishlatish o'ta muhim ahamiyat kasb etadi. Shuning uchun ushbu bobda o'quvchida legirlangan va mahsus xossali po'latlar. Rangli metallar va ularni qotishmalarini markalanisgi to'g'risida tegishli tushunchalar hosil qilish maqsadidagi materiallar keltirilgan, shu maqsadda antifriksion materiallar to'g'risidagi mavzular ham yoritilgan.

6.1. Legirlangan va maxsus xossali po'latlar xamda ularni ishlatilishi.

Legirlangan po'latlar mashinasozlikda keng ishlatiladi. Legirlovchi element sifatida arzon va ko'p bo'lgan elementlar-marganets, kremniy va xrom ishlatiladi, bu elementlarga ega bo'lgan po'latlarga qo'shimcha legirlovchi-titan, vanadiy va bor ham ishlatilishi mumkin.

Og'ir sharoitda ishlaydigan detallarni tayyorlashda po'lat qimmat va noyob elementlar- nikel, molibden, volfram, niobiy bilan legirlanadi.

Agarda ligerlangan po'latlarda legirlovchi elementlarni yig'indisi 2,5% dan ko'p bo'lmasa, kam legirlangan va 2,5÷10% gacha bo'lsa legirlangan va 10% dan oshiq legirlangan bo'lsa, ko'p legirlangan po'latlar hisoblanadi.

Po'latlarning tarkibida qancha legirlovchi elementlar ko'p bo'lsa, detal ixcham va qimmat bo'ladi. Tarkibida nikel, molibden, volfram, niobiylar bo'lsa, ular qimmat legirlangan po'latlarga kiradi.

Xalq xo'jaligida kam legirlangan, mashinasozlikda esa legirlangan po'latlar ko'proq ishlatiladi.

Legirlangan konstruksion po'latlarni markalashi va ishlatilishi.

Legirlangan konstruksion po'latlar harf va raqamlar bilan markalanadi. Markaning boshidagi ikki raqam uglerodning miqdorini foizda yuzdan bir ulushini ko'rsatadi, raqamlarning o'ng tarafidagi harflar legirlovchi elementlarni ifodalaydi.

A – azot, B – niobiy, V – vol'fram, G – marganets, D – mis

E – selen, K – kobalt, N – nikel, M – molibden, P – fosfor

R – bor, S – kremniy, T – titan, F – vanadiy, X – xrom

S – sirkoniy, YU – alyumin va SH – kam erliklar.

Harflar orqasidagi raqamlar legirlovchi elementning taxminiy foizini ko'rsatadi, agarda raqam bo'lmasa, 1% ga yaqin bo'ladi. Masalan; po'lat 20XNZ A -bu po'latda o'rtacha 0,2% uglerod, 1% xrom va 3% nikel bor, markaning oxiridagi A harfi esa yuqori sifatli po'latligini ko'rsatadi.

Maxsus, juda ham yuqori sifatli po'latni markasini oxirida SH harfi bo'ladi - 30XGS-SH, bundan tashqari maxsus po'latlar markasining boshida harf qo'yiladi: SH – sharikopodshivnikli, E – elektrotexnik, A – avtomat, R – kesuvchi po'latligini bildiradi.

Nostandart, standartga to'g'ri kelmaydigan maxsus ilmiy ishlar uchun ishlatiladigan po'latlarni E, ya'ni elektropo'lat ilmiy ishlar uchun deb markalanadi.

Legirlovchi elementlarni po'latlarning xususiyatiga ta'siri legirlovchi elementlar po'latlarning konstruksion mustahkamligini oshirish uchun kiritiladi, va legirlangan po'latlar sifatli, yuqori sifatli va o'ta yuqori sifatli bo'ladi, Ular toblashdan so'ng ishlatiladi, chunki yumshatilgandan so'ng oddiy uglerodli po'lat xususiyatiga o'xshab qoladi.

Mexanik xossasining yaxshilanishiga sabab legirlovchi elementlarning ferritning xususiyatiga, karbid fazasining dispersligiga /yaxshi aralashmaligiga/ martensitning turg'unligiga, bo'shatishga, qizish tezligiga va donachalarning o'lchamiga ta'siri bor.

Konstruksion po'latlarda ferrit asosiy qismni tashkil qiladi, shuning uchun legirlovchi elementlar unda erib mustahkamligini oshiradi.

Ko'proq qattqlik darajasini me'yorlashtirilgandan so'ng kremniy, nikel, marganetslar, ya'ni $Fe\alpha$ dan farqlanuvchi kristall panjaraga ega bo'ladi va unga kamroq molibden, volfram, xromlar ta'sir etadi.

Uglerod, azot, vodorod va bordan boshqa elementlar temir bilan o'rin almashinuvchi qattiq eritma hosil qiladi va A_3 , A_4 nuqtalarni, ya'ni α va γ temir nuqtalarini o'zgartiradi. Temirning yarimmorf xususiyatiga ta'sir etuvchi elementlar ikki guruhga bo'linadi.

Birinchisiga nikel va marganets kiradi va A_3 chizig'ining temperaturasi pasaytiradi, A_4 esa ko'tariladi, bu o'zgarishlar temirning holat diagrammasida ko'rsatilgan.

Xrom po'latning tarkibida 2% gacha bo'ladi va u ferritda, sementitda eriydi, mexanik xossaga ijobiy ta'sir etadi, shuning uchun ham u konstruksion po'latlarda ko'p ishlatiladi.

Nikel qimmat va kam bo'lgan legirlovchi element, u 1% dan 5% gacha qo'shiladi.

Marganets 1,5% gacha qo'shiladi, ko'pincha nikelni o'rniga ko'shiladi. U oquvchanlikni sezilarli yaxshilaydi, lekin po'latni issiqlikka juda ham sezgir qiladi, shuning uchun donachalarni maydalash maqsadida karbid hosil qiluvchi elementlar qo'shiladi.

Kremniy – karbid hosil qilmaydigan element, uning miqdori 2% bilan chegaralanadi. Kremniy juda ham oquvchanlik chegarasini oshiradi va bo'shatishda po'latni yumshatish xususiyatini biroz kamaytiradi, 1% dan oshganda sovuq holda sinuvchanligini oshiradi.

Molibden va volfram qimmatbaho karbid hosil qiluvchi elementlar bo'lib, ko'proq sementitda eriydi. Molibdenni $0,2 \div 0,4\%$ va $0,8 \div 1,2\%$ vol'framni qo'shishdan maqsad donachalarni maydalash va yumshatishdagi mo'rtligini kamaytirish, qizish tezligini oshirish.

Vanadiy va titan – bu elementlar kuchli karbid hosil qiluvchilar-xrom, marganets va nikeli bor po'latlarga kam miqdorda qo'shiladi ($0,3\%$ - V va $0,1\%$ - Ti), buning natijasida donachalar maydalanadi. Agarda miqdori ko'paysa qizdirilganda erimaydigan karbidlar hosil bo'ladi.

Ortiqcha karbidlar po'latni mo'rtligini oshiradi va qizish tezligini kamaytiradi, zarbiy qovushqoqligini kamaytiradi.

Borni juda ham kam miqdorda ($0,002 \div 0,005\%$) kiritiladi, uning o'rniga 1% - Ni, 0,5% - Cr, 0,2% - Mo qo'shiladi va ular borni o'rnini bosadi.

Intermetalli birikmalar. Legirlovchi elementlarning ko'p miqdori temir bilan yoki bir-biri bilan intermetalli birikmalar hosil qiladi. Bunday birikma bo'lib

Fe_7Mo_6 , Fe_7W_6 , Fe_3Nv_2 , Fe_3Ti va boshqalar Fe-Sr va Fe-V da qattiq qotishma hosil bo'lib α - faza Fe-Sr qotishmasiga javob beradi.

Yuqori legirlangan asbobsozlik po'latlari, bularning tarkibida ko'p miqdorda volfram, xrom va vanadiylar asosiy legirlovchi elementlar (*18% gacha*) bo'lib, ularning issiqlik bardoshligi $600-640^{\circ}C$ gacha bo'ladi, ular tezkesar po'lat deb aytiladi va qo'shimcha molibden kiritiladi. Bu po'latlarning markalari *M, K, F* bilan belgilanadi, raqamlar esa ularning foizdagi miqdorini ko'rsatadi.

Ko'proq ishlatiladiganiga quyidagi markalar kiradi: *R18, R9, R10, P6K5, P6 M5* va boshqalar.

Maxsus xossaligi po'latlar, ularni markalanishi va ishlatilishi

Sovuq holda deformatsiyalashda ishlatiladigan shtamplar uchun material sifatida oddiy shakldagi mayda detallar tayyorlanishda uglerodli po'atlardan shtamplar tayyorlanadi, ularning markalari *U10, U11, U12*. Og'ir sharoitda ishlaydigan shtamlarni tayyorlashda legirlangan *XVG, X12F1* po'atlardan foydalaniladi.

Legirlovchi elementlarning qo'shilishining asosiy sababi-yuqori haroratda ham bunday po'latlar o'z xususiyatini yo'qotmaydi, bunga quyidagi elementlar: volfram, molibden, kobalt, xromlar kiradi. Toblanuvchanligini oshirish uchun marganets, qovushqoqligini oshirishi uchun nikel va yedirilmasligini oshirish uchun volfram qo'shiladi. Bunday po'latlar uglerodli po'atlarga nisbatan hamma xususiyatlari bo'yicha sezilarli yuqori turadi. Kam legirlangani asbobsozlik po'latlariga *9XS, XVG, XVSG* lar kiradi.

Maxsus po'atlarning tarkibida legirlovchi elementlar *10%* dan oshiq bo'ladi.

Korroziya-bardosh po'latlar yoki zanglamaydiganlarning tarkibida xrom, nikel, titan, alyumin va marganetslar bo'ladi. Maxsus termik va mexanik ishlovdan so'ng, ya'ni yog'da $1000-1100^{\circ}S$ temperaturada toblab, $700-750^{\circ}S$ haroratda bo'shatilsa va pardozlashdan so'ng issiq bug'ga, suvga, namlikka turg'un bo'ladi.

Kislotalarga va agressiv muhitga turg'un po'lat qotishmalariga *12X17* misol bo'ladi, bu po'latlar payvandlanganda xrom karbidi donachalar chegarasida bo'lib, donachalar orasida korroziya hosil qiladi. Bunday korroziyani bartaraf qilish uchun

payvandlanadigan po'latlarga titan qo'shiladi, ularning markasi *08X17T*, *12X18N9T* yoki uglerod miqdori *0,4%* gacha kamaytirilganda *04X18N10*.

Olovbardosh po'latlar.

Yuqori temperaturada metallar atrof-muhit, gaz va havo bilan o'zaro tasirlanib gaz korroziyasini (oksidlanib)-po'lat kuyindisini hosil qiladi. Bunday korroziyadan yuqori temperaturada po'latlarni saqlash uchun uning tarkibiga *30%* xrom qo'shilsa, olovbardoshligi *1200⁰S* gacha ko'tariladi. Korroziyadan saqlashda po'latning yuzasida legirlovchi elementlar: xrom, alyumin, kremniylarning oksidi qatlam hosil qilib, qotishmaning korroziyadan saqlaydi, olovbardoshligini oshiradi, ularning markasi *12X13*, *30X13* bo'lib val, bolt, tishli g'ildirak va klaponlar, *40X13* markasidan- sharikopodshipnik, *40X9S2* markasidan – ichki yonish mashinalar klapani, *36X18N25S2* markasidan - gaz turbinalarining soplolari tayyorlanadi.

Yeyilishga chidamli po'latlar.

Mashina detallari ishqalanishda ishlaydigan bo'lsa, u holda sharikopodshipnikli, yuqori marganetsli, xromli po'latlar ishlatiladi. *X6*, *SHX9*, *SHX15*-markali po'atlardan podshipnik sharigi, roliklari tayyorlanadi. *SHX6* markali po'latda *SHX6 -1,05-1,15% C* va *0,4-0,7% Sr*, *SHX15* markalida esa *0,95-1,05% S* va *1,3-1,65% Sr* bo'ladi, bu po'latlar toblangandan so'ng bo'shatishi *200⁰* *S* haroratda bajariladi, natijada qattiqligi *HR C60-66* bo'ladi.

Grafitlashtirilgan po'latlar. Ularning tarkibida uglerod miqdori yuqori (*1,5-2%*) bo'ladi tirsakli val, porshen chambaragi kabi detallar tayyorlanadi, bu po'latlarning tuzilishi ferritosementit aralashmasi va grafitdan iborat bo'lib, grafit miqdori termik ishlovga va uglerod miqdoriga bog'liq. Toblangandan so'ng xossasi toblangan po'lat va kul-rang cho'yan oralig'ida bo'ladi. Grafitning bo'lishi uning ishqalanish vaqtida yeyilishga chidamligini oshiradi, chunki bunday po'latdan yasalgan detalning yeyilish jarayonida grafit zarrachalari ishqalanish yuzasiga chiqib qoladi va surkov vazifasini o'taydi.

Po'latlarda grafit sementitning qisman parchalanishi hisobiga hosil bo'ladi, bu po'latlar quyidagicha markalanadi: *EI293*, *EI336*, *EI366*, ularning kimyoviy tarkibi

- C -1,5-1,75%, Si-0,75-1,25%, Mn 0,2-0,5%, Cu 0,4-0,6%, Ti 0,2-0,4% va S, P lar 0,03% dan kam.

Elektr qarshiligi yuqori bo'lgan qotishmalar.

Yuqori elektrga qarshilik ko'rsatuvchi xususiyatga ega bo'lgan po'latni olish uchun qattiq eritma bo'lishi lozim.

Ko'proq elektr isitguvchilarda kam uglerodli xromoalyuminli *X13YU4* (fexral) ishlatiladi, *OX23YU5* (xromel) yuqori elektr tokiga qarshilik ko'rsatadi va to 1200°S temperaturagacha o'tga chidamli bo'ladi, bu po'latlardan turli isitgichlar va tenzodatchiklar tayyorlanadi.

Xotirali xossaga ega qotishmalar.

Yuqori temperaturada plastik deformasiyalab biror shaklga ega detal olinsa, uni sovitib qaytatdan plastik deformasiyalansa shakli o'zgaradi, shu buyumni qayta qizdirilsa avvalgi deformasiyalanib olingan shakliga qaytadi.

Agarda simni spiral shaklida yuqori temperaturada deformasiyalab olsak va sovuq holda to'g'rilansa, uni yana qizdirilganda avvalgi holini, ya'ni spiralni hosil qiladi.

Bunday xususiyatga quyidagi qotishmalar-*Ni-Co*, *Ni-Ti*, *Ti-Nb*, *Fe-Ni*, *Cu-Al* ega bo'ladi, ko'proq *Ni Ti* (nitrol) ishlatiladi va bu xususiyatni ko'p marta qaytarish mumkin. Qotishmadan erni su'niy yuldoshini antennalari tayyorlanadi, uchirish vaqtida kichik o'ram holida bo'lsa, kosmosda isitish natijasida yoyiladi.

Sementasiyalanadigan legirlangan po'latlar.

GOST 4543-71 ga asosan, sementasiyalanadigan po'latlar – kam uglerodli, ya'ni uglerod 0,25% dan kam va o'rtacha legirlangan bo'ladi. Legirlovchi elementlar miqdori $2,5 \div 10\%$ dan ko'p emas, bu po'latlardan (6.1-jadval) o'zgaruvchan kuch ostida ishqalanishida, dinamik kuch ostida ishlaydigan detallar tayyorlanadi.

Po'latlarning yuza qatlami uglerodga to'yintiriladi – sementasiyalanadi va ularga termik ishlov beriladi, toblangandan so'ng bo'shatiladi.

Sementasiyalangan po'latlar yuza qavatining qattiqligi o'zagiga nisbatan bir necha marta ortiq bo'ladi.

Sementatsiyalanadigan legirlangan po'latlar

6.1-jadval.

Markasi.	Cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasi σ_v , MPa	Nisbiy cho'zilish δ , %	Zarbiy qovishqoqligi KS mdj/m ²	Ishlatilishi
15XA	700	12	0,7	Ishqalanishda ishlaydigan mayda detallar
18XG 25XGM	900 1200	10 10	- 0,8	Katta tezlikda ishlaydigan muhim detallar
20XN 20X2N4A	800	14	0,8	Og'ir sharoitda ishlaydigan katta muhim detallar
18X2N4 MA	1150	12	1,0	Og'ir sharoitda ishlaydigan o'ta muhim katta detallar

Yaxshilanadigan legirlangan po'latlar GOST 4543-71 ko'ra o'rta uglerodli (0,2÷0,6% C) va kam legirlangan po'latlarni kerakli xossalarini olish uchun ularni toblab, yuqori temperaturada bo'shatiladi. Po'latning yuza qavatini qattiq va o'zagini yumshoq qilish uchun sementatsiyalanadi, so'ngra toblanadi, natijada yuza qavati qattiq va o'zagi esa yumshoq bo'ladi. Yuqori kuchlanishda maxsus legirlangan po'latlardan foydalaniladi.(6.2-jadval)

Markasi	Mustahkamlik chegarasi cho'zilishdagi σ_v , MPa	Nisbiy cho'zilis δ , $\delta\%$	Zarbiy qovishqoqlik KS MDj/m ²	Ishlatilishi
40XS 40XFA	1250 900	12 10		O'zgaruvchan kuch ostida ishlaydigan kichik detallar
30GSA	1100	10		Muhim detallar, ishqalanishda, issiqlikda ishlaydigan, payvandlangan konstruksiylar
40XN2MA	1100	12		Murakkab shakldagi katta muhim detallar.

O'rta uglerodli (0,25-0,6% C) majmuaviy legirlangan po'latlar – termomustahkamlanadi va past temperaturada bo'shatiladi yoki termomexanik ishlov beriladi. (6.3 jadval).

6.3-jadval.

Markasi	Mustaxkamlik chegarasi σ_v Mpa	Nisbiy uzayish $\delta\%$	Zarbiy qovushqoqlik KS MDJ/m ²	Ishlatilishi
Kompleks legirlangan po'latlar				
30XGSN2A 40XGSN3VA	1850/1650 2000/1850	13/9 11/12	0,55/0,62 0,45/0,5	Katta kuchlanishda ishlaydigan muhim detallar
Martensit qaruvchan po'latlar				
N12K15M10 N18K9M5G	2500 2100	6 8	0,3 0,5	Og'ir sharoitda ishlaydigan muhim detallar.

6.2. Alyuminiy va uning qotishmalari.

Alyuminiyning olinishi. Sanoatda ishlatilishi uchun alyuminiy rudalari boksit va nefelinlardan foydalaniladi.

Boksitning kimyoviy tarkibi:

-30-70%- alyuminiy oksidi - Al_2O_3 ;

-2-20%- kremniy oksidi - SiO_2 ;

-2-5 %- temir oksidi - Fe_2O_3 ;

-1-10%- titan oksidi - TiO_2 .

Alyuminiyning olinishi ikki asosiy usullardan iborat: boksiddan alyuminiy oksidini olib tiklash-oksiddan ajralib metalli alyuminiyni elektroliz usulida Al_2O_3 dan, kriolitdan (Na_3AlF_6) eritilgan holida olinadi. Natijada alyuminiy vannaning tagida suyuq holda elektrolit ostida to'planib qoladi, bunga qora alyuminiy deb aytiladi. Uning tarkibida Fe, Si, Si, Zn va boshqalar hamda nometalllardan esa S, Al_2O_3 aralashmalar, shuningdek gazlar - kislorod, vodorod, uglerod oksidlari bo'ladi, bu aralashmalarni, xlorlash bilan (aralashma orasidan xlor purkash) ajratib olinadi. Bug'simon Al_1Si_3 xlorli alyuminiy puffakcha holida suyuq, alyuminiy orasidan o'tib, o'zi bilan kerakmas elementlarni ham gaz bilan birga olib chiqadi.

Xlor bilan rafinlashdan so'ng alyuminiy qoliplarga quyilib ishlatilishga jo'natiladi.

Birlamchi alyuminiy uchta guruhga (GOST 11069-74): juda ham toza (markasi A999), yuqori toza va texnikada ishlatiluvchi alyuminiyga bo'linadi. Ko'rsatilgan standartda sakkizta markada aralashmalar miqdori 0,15-1% gacha bo'ladi. Markalarini nomi ularning tozaligini ko'rsatadi, masalan, A8 metallning tarkibida 99,88 % alyuminiy, A 99 markada esa - 99,99% bo'ladi.

Texnikada ishlatiluvchi toza alyuminiyni olish uchun chala tozalangan alyuminiyni elektrolitik rafinlash bilan olinadi.

Alyuminiy engil metall, oq-kumush rangda, yaxshi elektr va issiqlik o'tkazuvchan xususiyatiga ega, elektr solishtirma qarshiligi $\rho=2,92 \cdot 10^{-8} \text{ Mn/m}^2$, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti $\lambda=206,23 \text{ vt/m}$, erish temperaturasi $T_{ep}=660^0-667^0\text{C}$. Yumshatilgan alyuminiy kam mustahkamlikka ega; $\sigma_v=80-100 \text{ Mpa}$, qattiqligi HB 20-40, yuqori plastiklik xususiyatga ega bo'ladi, cho'ziluvchanligi $\delta=35-40\%$.

Alyuminiy bosim bilan yaxshi ishlanadi, payvandlanadi, keskichda esa yomon ishlanadi. Odatda alyuminiy tez oksidlanadi va yuza qavatida yupqa oksid (Al_2O_3) pardasini hosil qiladi, u esa kislorod o'tkazmaydi va alyuminiyni korroziyadan yaxshi saqlaydi.

Konstruksion material sifatida alyuminiy boshqa metall va metallmaslar bilan qotishma xosil qiladi. Mis, nikel, magniy, marganets, kremniy, temir, titan, berilliy va boshqalarning qotishmalari texnikada, xalq xo'jaligida keng ishlatiladi. Alyuminiyning qotishmalari o'zida alyuminiyning xususiyatini saqlab qolish bilan legirlovchi elementlarni ham o'ziga oladi. Temir, nikel, titan, alyuminiy qotishmalarini o'tga chidamliligini oshiradi. Mis, marganets, magniy issiqlik bilan ishlashda qattqlik darajasini bir necha marotaba oshiradi, mustahkamlik chegarasi.

$\sigma_v=100-500 \text{ MPA}$, qattikligi esa HB 20-150.

Alyuminiy qotishmalarining hammasi deformatsiyalanadigan va quymakorlikda ishlatiladiganlarga bo'linadi.

Deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalar. Deformatsiyalanadigan alyuminiyli qotishmalar presslash va bolg'alash bilan varaqlar, lenta, sim va turli shakldagi profil olinadi va ular kimyoviy tarkibga qarab yetti guruhga bo'linadi. Tarkibida 2-3 va undan ortiq legirlovchi komponentlar bo'lib, ularning xar birini miqdori esa 0,2-4% gacha bo'lishi mumkin, masalan, alyuminiyning magniy, marganets, mis bilan qotishmasi.

Deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalari o'z navbatida ikkiga - termik ishlash yo'li bilan puxtalanib bo'lmaydigan va termik ishlash yo'li bilan puxtalanadigan qotishmalarga bo'linadi.

Termik ishlash yo'li bilan puxtalanib bo'lmaydigan qotishmalar. Alyuminiyning marganets va magniy bilan qotishmalari yuqori korroziyaga bardoshlik va o'rtacha puxtalikka ega bo'ladi. Yaxshi va plastikli payvandlash xususiyatiga ega. Alyuminiyning bu qotishmalaridan chuqur shtamplash bilan detallar tayyorlanadi va maxsus usulda, ya'ni sovuq xolda, plastik deformatsiyalashda puxtalanadi.

Ularning markalari *AMs, AMg, AMg, AMg5, AMg7*, tarkibida *Mn - 0,6-1,6 %; Mg - 0,05-7,5 %; Si - 0,4-0,8 %; Fe - 0,4-0,7 %; Cu - 0,1-0,5 %* bo'ladi.

Termik ishlash yo'li bilan puxtalanadigan qotishmalar. Alyuminiyning termik ishlash yo'li bilan puxtalanadigan qotishmalari sanoatda va xalq xo'jaligida eng ko'p ishlatiladi, ularni duralyuminiy deb aytiladi.

Duralyuminiy tarkibida asosan *Si* va *Mg* bo'lib, u *Al-Cu-Mg* tizimdagi qotishmalar jumlasiga kiradi, undan tashqari legirlovchi aralashmalarga temir, kremniy, magniy, rux kiradi, yuqori mexanik xususiyatga ega bo'ladi.

Duralyuminiy "D" xarfi bilan markaldanadi, uning orqasiga qo'yilgan raqam shartli qotishmaning tartibini ko'rsatadi. Termik ishlashda uni toblab, so'ngra sun'iy yoki tabiiy yo'l bilan bo'shatiladi. Toblashda qotishmani 500°C haroratgacha qizdirib, so'ngra suvda sovutiladi tabiiy usulda bo'shatiladi, ya'ni toblangandan so'ng uy temperaturada 5-7 sutka ushlab turiladi. 6.4-jadvalda AMs qotishmaning asosiy mexanik xossalari keltirilgan

Qotishmaning markasi	Mexanik xossalari			
	σ_v	σ_{ok}	$\sigma_v \%$	Qattiqligi HB
AMs M	13	5	23	30
AMs P	16	13	10	40
AMs N	22	18	5	55

Eslatma: markaning oxiridagi M xarfi qotishmaning yumshatilgan-ligini, P xarfi chala naklyoplanganligi, N xarfi esa kuchli naklyopkalanligini ko'rsatadi.

6.5-jadvalda alyuminiyning texnik ishlash yo'li bilan puxtalab bo'lmaydigan ba'zi qotishmalar markasi va kimyoviy tarkibi keltirilgan.

Alyuminiyning texnik ishlash yo'li bilan puxtalab bo'lmaydigan qotishmalar kimyoviy tarkibi

	Elementlar miqdori % hisobida				
	Mn	Mg	Si	Fe	Su
	1,0-	0,05	0,6	0,7	0,2
	0,15	2,0-	0,4	0,4	0,1
AM	0,3-	3,2-	0,5-	0,5	0,5
AM	0,3-	4,0-	0,5	0,5	0,5
AM	0,3-	6,0-	0,5	0,5	0,5

Eslatma: markasining oxiridagi raqam magniyning o'rtacha miqdorini bildiradi. Agarda sun'iy usulda eskirtirishni 150^0-180^0C da bajarilsa 2-4 soat sarflanadi. Bir xil mustaxkamlikdagi duralyumin tabiiy usulda eskirtirilgani sun'iyga nisbatan korroziya bardoshligi va plastikligi yuqoriroq bo'ladi.

Duralyuminiyning korroziyaga bardoshligi kamroq bo'ladi, shuning uchun ularni plakerlanadi, bu usulda qotishmalarni korroziyadan himoya qilishda ularning sirtiga toza alyuminiy qoplash, ya'ni quyma duralyuminiy yoki V95 qotishmasi sirtiga alyuminiy tunukasi o'rab, uni qizdiriladi va bu jarayon plakerlash deb nomlanadi. Yaxshilab plakerlangan qotishmaning xossasi toza

alyuminiy kabi va korroziyabardosh hususiyatga ega bo'ladi. Duralyuminiy qizdirilganda temperatura katta ahamiyatga ega bo'lib, agar temperatura oshsa yoki kamaysa ($t \pm 5^{\circ}\text{C}$) kerakli hususiyat olinmaydi. 6.6-jadvalda duralyuminiyning kimyoviy tarkibi keltirilgan

Duralyuminiyning kimyoviy tarkibi.

6.6-jadval

Duralyuminiyning markasi	Elementlar miqdori, % xisobida						
	Cu	Mg	Mp	Si	Fe	Zn	Ni
D 1	3,8-4,8	0,4-0,8	0,4-0,8	0,7	0,7	0,3	0,1
D b	4,6-5,2	0,65 -1	0,5-1	0,5	0,5	0,3	0,1
D 16	3,8-4,5	1,2-1,8	0,3-0,9	0,5	0,5	0,3	0,1

Alyuminiyning quymakorlikda ishlatiladigan qotishmalari.

Quymakorlikda ishlatiladigan qotishmalar tarkibi deformatsiyalanadigan alyuminiyning tarkibidek, faqat legirlovchi elementlar 9-13% gacha bo'ladi, bu qotishmalarni alyuminiy kremniy (Al+Si) bilan bo'lgan qotishmasi ko'p ishlatiladigani bo'lib, unga siluminlar deb aytiladi. Quymada ishlatiladigan qotishmalar ko'proq murakkab shakldagi quyma detallarni olishda ishlatiladi. Hozirgi vaqtda deyarli quymakorlikda 35 xil dan ortiq ishlatiladigan alyuminiy qotishmalari bor, ular AL xarfi bilan belgilanadi va kimyoviy tarkibiga qarab 5 guruhga bo'linadi; masalan, alyuminiy kremniy bilan (AL2, AL4, AL9) yoki alyuminiy magniy bilan (AL8, AL13, AL22 va boshqa), harflarning oxiridagi raqam qotishmaning shartli tartibini ko'rsatadi.

Alyuminiy qotishmalar yuqori mexanik va quymakorlikdagi xossalarga, ya'ni suyuq xolda – suyuqoquvchanlik, kam kengayish va torayish koeffitsientiga, yaxshi mexanik xossaga ega. Alyuminiy va magniy asosidagi qotishmalar ham yaxshi mexanik xossaga ega bo'lib, yaxshi kesib ishlanadi.

Alyuminiy qotishmalari qaysi usulda quyilishi va termik ishlovi katta ahamiyatga ega, agarda qotishma tez sovitilsa mustaxkamligi oshib boradi, shuning uchun metall qolipga quyilgan alyuminiy qotishmasi yuqori mexanik

xossaga ega bo'ladi, chunki qum bilan erga quyilgan qotishma sovishi kokilga nisbatan sekin bo'ladi. Agarda alyuminiyning markalarida qo'shimcha ZM, BM, KM, K, D, 3, V kabi harflar bo'lsa, ular qaysi usulda quyilganligini ko'rsatadi: 3 - qum va er, V - eruvchi model yordamida, K - kokil, D - bosim, M - modifikatsiyalangan va hakazolar.

Quyma alyuminiy qotishmalari deformatsiyalanganga nisbatan yirik donachalardan iborat bo'ladi va ularning termik ishlovini aniqlovchi omil bo'lib hisoblanadi. Siluminlarni toblash uchun 520-540°C haroratgacha qizdirib uzoq vaqt (5-10 soat) ushlab turiladi, natijada tarkibidagi aralashmalar eriydi. Sun'iy usulda eskirtirilish 150-180°C haroratda 10-20 soat davom etadi.

Mexanik xossani yaxshilash uchun siluminni tarkibida 5% dan oshiq kremniy bo'lsa natriy bilan modifikatsiyalanadi, buning uchun eritmaga umumiy xajmdan 1-3% natriy tuzi ($\frac{2}{3}\text{NaF} + \frac{1}{3}\text{NaCl}$) qotishmalar tarkibiga kiritiladi va natijada kristallanish temperaturasi pasayadi, uning donachasi maydalanadi.

6.3 Mis va uning qotishmalari.

Mis hozirgi vaqtda tarkibida mis kolchedani bor sulfid (Si FeS_2) rudalaridan olinadi.

Boyitilgan mis rudasining konsentratsiyasi 11-35 % Cu ga teng bo'lib, uning tarkibdagi oltingugurtni yo'qotish uchun kuydiriladi va so'ngra shteynlar olish uchun eritiladi. Shteynlar tarkibida 6-16 % mis bo'ladi. Mis shteynini konverterlarda eritilib orasidan havo o'tkaziladi, natijada qora mis olish mumkin bo'ladi, uning tarkibida 1-2% temir, pyx, nikel, mishyak va boshqa elementlar bo'ladi. Qora misning tarkibidagi aralashmalarni yo'qotish uchun u tozalanadi, ya'ni rayfinlashtiriladi. Rafinlashtirilgandan so'ng misning miqdori oshadi va 99,5-99,99% gacha birlamchi mis bo'ladi. Texnikada ishlatiladigan toza misning 11 ta markasi bor: MOOb, MOb MIb MIu, MI, MIP, M2P, MZR, M2, MZ-MOOb-0,01% MZ da esa 0,3% aralashma bo'ladi.

Yumshatilgan toza misning mexanik xususiyatlari quyida-gicha bo'ladi:

mustahkamligi- $\sigma_v = 220-240$ Mpa, Qattiqligi- HB 40-50, Cho'ziluvchanligi- $\delta\% = 45-50\%$.

Toza mis asosan elektrotexnikada ko'p ishlatiladi. Mis sanoat korxonalarida chala mahsulot holida - sim, lenta, va mis varaqasi shaklida ishlatiladi.

Past mexanik xususiyatga ega bo'lgani uchun toza mis texnikada turli konstruksiyalarni tayyorlashda kam ishlatiladi. Shuning uchun uning rux, qalay, alyuminiy, kremniy, marganets, qo'rg'oshin bilan qotishmasi xosil qilinadi va konstruksion material sifatida mashinasozlikda keng ishlatiladi. Bu mis qotishmalari uchga bo'linadi: latunlar, bronzalar va misning nikel bilan qotishmasi.

Latunlar deb misning ikki yoki undan ko'p komponentlik qotishmasiga aytiladi, unda asosiy legirlovchi element bo'lib rux xizmat qiladi, rux va boshqa elementlar bo'lsa maxsus latunlar deyiladi hamda bo'lgan aralashmani nomi aytiladi, masalan temir, fosfor, marganetsli latun va shunga o'xshashlar. Misga nisbatan latunlar yuqori mustahkamlikka, korroziyaga bardoshlilik yuqori va yaxshi kesib ishlash xususiyatiga ega.

Latunlar tarkibida rux 45 % gacha bo'ladi, ruxning tarkibi oshgan sari latunning mo'rtligi ham oshib boradi. Legirlovchi elementlar latun tarkibida 7-9 % dan oshmaydi.

Qotishmalarni ifodalashda avval L-latun, so'ngra keyingi harflar qotishmani hosil qiluvchi elementlar: ss-rux, O-qalay, Ms-marganets, J-temir, F-fosfor, B-berilliy va shunga o'xshash harflar ketidan kelgan raqamlar legirlovchi elementlar miqdorini ko'rsatadi. Masalan: LAJMs-66-6-3-2 - alyuminiy-temir marganetsli latun bo'lib, tarkibida 66% mis, 6% alyuminiy, 3% temir, 2% marganets va qolgan 23% ruxligini ko'rsatadi.

Texnologik xususiyatga qarab boshqa rangli metallar qotishmasida latunlar quyidagiga bo'linadi: quymakorlikda va deformatsiyalab ishlatiladiganga.

Quymakorlikda ishlatiladigan latunlar. GOST 17711-72 ga muvofiq latunlar murakkab shakldagi quyilmalar olishda xomashyo sifatida ishlatiladi (6.7-jadval).

Bu latunlar suyuq oquvchan, likvatsiyaga bardosh va yaxshi antifriksion xususiyatga ega bo'ladi. Latunning tarkibida rux miqdori kamaygan sari qotishmaning plastikligi ortib boradi. Latunning mexanik xossalari qotishma tarkibidagi rux miqdoriga bog'liq va quymakorlikda murakkab shakldagi detallar olishda qo'llaniladi.

Bronzalar-misning qalay bilan qotishmasidir. Ko'pincha qalayni o'rniga alyuminiy yoki qo'rg'oshin qo'shiladi va u holda qo'rg'oshinli bronza yoki alyuminiyli bronza deb ataladi.

Bronzalar korroziyabardosh qotishma bo'lib hisoblanadi, suyuq oquvchanlik xususiyatga ega. Mexanik xususiyatni o'zgartirish uchun legirlanadi, ya'ni uning tarkibiga temir, nikel, titan, rux, fosfor qo'shiladi. Marganets bronzaning korroziya bardoshlilikini, nikel plasatikligini oshiradi, rux esa quymakorlikdagi xususiyatini yaxshilaydi.

Bronzani markalashda B va o'ng tarafda tarkibiga kiradigan elsmenlarning bosh harfi O - qalay, ss - rux, S - qo'rg'oshin, A - alyuminiy, J - temir, Ms - marganets va boshqalar, shunigdek harflardan so'ng raqamlar qo'yiladi, ular tarkibidagi elementlarning o'rtacha miqdorini ko'rsatadi. Masalan, Br-OTSS-5-5-5, bu belgilanishda bronzaning tarkibida qalay, rux va qo'rg'oshin borligini ko'rsatadi va hamma elementlar 5% dan va qolgani 85 % esa mis bo'ladi.

Qalayli bronzalar. Bunday bronazalar tarkibida o'rtacha 4-5 % gacha qalay bo'lib, yuqori mexanik xususiyatga ega: mustahkamlik chegarasi $\sigma_v=150-360$ MPA, cho'ziluvchanligi $\delta=3-5\%$, qattiqligi HB 60-90 antifriksion, antikorroziyalik xususiyati yuqori quymakorligi yaxshi va yaxshi kesib ishlash xususiyatiga ega bo'ladi.

Qalayli bronzalar deformatsiyalanadigan va quymakorlikda ishlatiladiganlarga bo'linadi. Deformatsiyalanadigan bronzalar GOST 5017-74 bo'yicha hom ashyo shaklida, sim, varaqa, tuba holida bo'ladi. Quymada ishlatiladigan qalayli bronzalar tarkibida 15 % gacha qalay, 4-10% pyx, 3-6 % qo'rg'oshin, 0,4-1,0 % fosfor bo'ladi. Quyma bronzadan turli murakkab shakldagi quyma detallar olinadi. Qalayni kamchiligi-qimmatligi uchun qalaysiz

bronzalar ham ishlatiladi. Qalaysiz bronzalarning tarkibida alyuminiy, temir, marganets, beriliy, kremniy va qo'rg'oshin bo'ladi.

Alyuminiyli bronzalar yuqori korroziyaga bardoshlilik, yaxshi mexanik va texnologik xususiyatga ega, ularning tarkibida 4-11 % alyuminiy bo'ladi, bu bronzalar sovuq va issiq holda bosim bilan yaxshi ishlanadi. Tarkibida 9-11 % gacha alyuminiy va temir, nikel, marganets bo'lgan bronzalarga termik ishlov berish (toblash, bo'shatish), mumkin natijada qattiqligi oshadi.

Ko'proq toblanadiganga BrAJN 10-4-4 markali alyuminiyli bronza kiradi va u 980° C haroratda toblab va 400° C haroratda bo'shatish natijasida qattiqlik HB170-200 dan HB400 gacha ko'tariladi.

Kokelga quyiladigan latunlarning mexanik xususiyati va markalari 6.7-jadval.

Markasi	Mustaxkamlik chegarasi Gv, Mpa	Nisbiy cho'zilish, δ %	Qattiqlik darajasi HB	Ishlatilishi
Deformatsiyalanadigan latunlar				
L 90	250 σ_v	45	53	truba, flanetslar va boshqalar
L68	320	55	554	Issqlik almashuvchi 250°C suvda ishlaydigan
Quymakorlikdagi latunlar				
LS59	200	20	80	vtulkalar, armatura va murakkab shakldagi
LMsJ58-22	350	8	80	antifriksion qotishma, podshipniklar va vtulkalar
LMsJ55-3-1	500	10	100	Dengiz kemalarining vintlari, issiqlikda ishlaydigan armaturalar (300°C)
LAB7-2,5	400	15	90	Korroziyabardosh detallar
LAJMs	650	7	150	Og'ir sharoitda ishlaydigan chervyak vintlari.

Marganetsli bronzalar (BrMs5). Bu bronzalar nisbatan pastroq mexanik xususiyatga ega, shu bilan birga yuqori korroziyabardoshlik va plastikligini yuqori temperaturada ham saqlaydi, ya'ni mexanik xususiyati o'zgarmaydi.

Qo'rg'oshinli bronzalar (BrS30) qalayli bronzaga nisbatan to'rt marta oshiq korroziyabardoshlik bilan yaxshi issiqlik o'tkazuvchanlikka ega, ko'p kuchlanishga ega bo'lgan podshipniklarni tayyorshda ishlatiladi.

Beriylilyli bronzalar (BrB2) – issiqlik bilan ishlov bergandan so'ng mustahkamlik chegarasi $\sigma_v=1250$ Mpa, qattiqligi esa HB 350, zarbiy qovushqoqligi, issiqlik bardoshligi yuqori bo'lgani uchun, bu bronzalardan muhim ish bajaradigan detallar tayyorlanadi.

Kremniyli bronzalar (BrKN1-3, BrKMsZ) - bereylili bronzalar qimmat bo'lgani uchun uning o'rniga ishlatiladi.

Misning nikel bilan qotishmalari. Bu qotishimalarda mis asosida legirlovchi element nikel bo'lib xizmat qiladi. Ishlatilishiga qarab konstruksionli va elektrotexnikalikka bo'linadi.

Kunali (mis-nikel-alyuminiy) tarkibi 6-13% nikel, 1,5-3% alyuminiy, qolgani esa misdan iborat bo'lib, unga termik (toblash va qaritish) ishlov beriladi.

Kunali yuqori mexanik xususiyatga javob beradigan detallar - prujina va bir qator elektrotexnik detallar tayyorlashda ishlatiladi, Neyzilberi (mis-nikel-rux) qotishmasi yoqimli oq rangda bo'lib, uning tarkibini 15% nikel, 20% rux, qolganini mis tashkil qiladi. Bu qotishma havoda korroziyaga bardosh beradi, shuning uchun uni asbobsozlikda va soatsozlikda keng ishlatiladi.

Melxiorlar mis, nikel, kam temir va 1% marganets qotishmasidan tashkil topadi. YUqori korroziyaga bardoshlilik xususiyatiga ega, ayniqsa dengiz sho'r suviga bardosh beradi, ular issiqlik almashinuvchi apparatlar, shtamplab tayyorlanadigan soatsozlik detallarini tayyorlashda ishlatiladi.

Kopel mis-nikel qotishmasida mis-nikel 43%, marganets - 0,5% miqdorida bo'lib maxsus termo-elektrodlik apparatlar, shtamplab tayyorlanadi.

Manganik qotishmasi mis-nikel 3%, marganets -12% li qotishma bo'lib, yuqori elektr qarshilikka ega bo'lgani uchun elektr isitgich elementlari tayyorlanadi.

Konstantan qotishmasi mis-nikel 40%, marganets 1,5% li qotishma bo'lib, manganikdek xizmat qiladi.

Titan qotishmasi va ishlatilishi.

Titan 1725°C da suyuqlanadi. Texnikada ishlatiladigan titannning hususiyati uning tozaligiga bog'liq bo'ladi va konstruksion po'lat hususiyatiga yaqin bo'lib, korroziyaga bardoshligi yuqori, legirlangan po'latlarnikidan yaxshi.

Kerakli mexanik xususiyatli titan qotishmasini olish uchun uni legirlash lozim. Qotishmada legirlovchi elementlar alyuminiy, molibden, xrom xisoblanadi.

Titan va uning qotishmasining asosiy avfzalligi shundaki, u yuqori mexanik xususiyatga (mustahkamlik chegarasi $\sigma_v \geq 1500$ Mpa, nisbiy cho'zilish $\delta = 10-15$ %) ega, korroziyaga bardoshli, kichik solishtirma og'irlikka ega.

Alyuminiy titanni olovga bardoshligini va mexanik xususiyatini oshiradi. Vanadiy, marganets, molibden va xrom olovbardoshlikni oshirib, sovuq va issiq holda yaxshi bosim bilan ishlov berishni osonlashtiradi. Bu qotishmalar inert gazi muhitda yaxshi payvandlanadi va kesib ishlanadi, 350-500°C haroratda ham o'z mexanik hususiyatini o'zgartirmaydi.

Texnologik hususiyatiga qarab titan qotishmalari deformatsiyalanuvchi va quymakorlikda ishlatiluvchiga bo'linadi. Mustahkamligiga qarab qotishmalar uch guruhga bo'linadi: past mustahkamlik chegarasi $\sigma_v = 300-700$ MPa, o'rtacha mustahkamlik chegarasi $\sigma_v = 700-1000$ MPa va yuqori mustahkamlik chegarasi $\sigma_v = 1000$ Mpa. Birinchi guruhga: VT1, ikkinchi guruhga VT3, VT4, VT5 va boshqalar, uchinchi guruhga esa VT6, VT14, VT15 markalari kiradi, ular toblash va eskirtirilgandan so'ng ishlatiladi. Titanli qotishmalarning mexanik xossalari 6.8-jadvalda keltirilgan.

Markasi	Termik ishlov	Mustaxkamlik chegarasi, σ_v MPa	Nisbiy uzayishi, δ , %	Qattiqligi HB
VT5	Yumshatish, 750° C	750-900	10-15	240-300
VT8	Toblash, 900-950° C +eskirtirish, 500° C	1000-1150	3-6	310-350
VT14	Toblash 870° C + eskirtirish, 500°C	1150-1400	6-10	340-370

Quymakorlikda ishlatiladigan qotishmalar tarkibi deformatsiyalanadiganikiga o'xshash bo'ladi VT5L, VT14L markali.

Quymakorlikda ishlatiladigan qotishmalarning mexanik xossalari deformatsiyalanadiganikiga qaraganda pastroq bo'ladi. Titan va uning qotishmalari bosim bilan ishlanadigan varaqa, sim va quyma bo'lakchalar holida bo'ladi. Jadvalda ko'rsatilgan titan qotishmalari aviatsiya va kimyo sanoatida ishlatiladi.

6.4 Magniy qalay, qo'rg'oshin rux va ularning qotishmalari.

Magniy va uning qotishmasi. Magniy texnikada ishlatiladigan barcha rangli metallar ichida engil metall bo'lib, uning solishtirma og'irligi $-1,640 \text{ kg/m}^3$, erish temperaturasi $- 680^\circ\text{C}$. Texnikada ishlatidigan toza magniy past cho'ziluvchanlikka, issiqlik va elektr o'tkazuvchanlikka ega.

Magniy olishda ko'proq karnallit ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), ishlatiladi Shuningdek magnizit (MgSO_4), dolmit ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{MgSO}_4$) va ba'zi sanoatlardagi chiqindilar, bunga misol bo'lib titan olingandan qolgan chiqindi, ham kiradi.

Mexanik xususiyatini yaxshilash uchun magniyga alyuminiy, kremniy, marganets, toriy,seriy, rux, sirkoniylar qo'shiladi.

Texnikada ishlatiladigan toza magniy 99,8-99,9% bo'ladi.

Xossalari va ishlatilishi. Magniy detalini olinishga qarab quymakorlik va deformatsiyalanadigan qotishmalarga bo'linadi.

Quymakorlikda magniyli qotishmalar GOST 2856-68 bo'yicha ishlatiladi, ularni ML-harflari va raqamlar bilan belgilanadi, bunda raqamlar qotishmani tartib nomerini ko'rsatadi, masalan: ML5.

Magniyli quymalarni toblab eskirtirish ham mumkin bo'ladi.

Magniyli qotishmalardan yuqori kuchlanishga bardosh beruvchi detallar, aviatsiyada, mashinasozlikda karter, ferma va boshqa detallar tayyorlanadi.

Deformatsiyalanadigan magniyli qotishmalar GOST14957-76 da keladi, ulardan ko'proq xalq xo'jaligi uchun xom ashyo tayyorlanadi (varaqa, lenta, truba va turli shakldagi prokatlar). Bu qotishmalar quyidagicha markalanadi: MA5, ketidagi raqamlar tartib nomerini ko'rsatadi.

Kam korroziya bardoshli xossaga ega bo'lgani uchun bu qotishmalardan tayyorlangan detallar oksidlanib, so'ngra yuzasi lak bilan qoplanadi.

Qalay, qo'rg'oshin, rux va ularning qotishmalari.

Qalay – oq, yaltiroq metall, past erish temperaturasi (231°C) va yuqori plastik xossasiga ega. Qo'shimcha sifatida mis bilan qotishmasi-bronza va antifiksion babilatlar olishda ishlatiladi. Qalay kovsharlashda ham keng ishlatiladi.

Qo'rg'oshin – ko'kimtir kulrang metall bo'lib, past erish temperaturasi (327°C) va yuqori plastiklik xossasiga ega, qotishmalarini tarkibiga mis qattiq kavsharlash qotishmalariga latun kiradi.

Kavsharlar – metal yoki qotishmalarni kavsharlashda birlashtiruvchi sifatida ishlatiladi ularning erish temperaturasi kavsharlanuvchinikiga nisbatan pastroq bo'ladi. Kavsharlovchining erish temperaturasi past bo'lishining avzalligi - kavsharlanuvchi metall yoki qotishmaning tuzilishi o'zgarmaydi. Gaz yoki elektr yordamida payvandlaganda asosiy metalda yoki qotishmada o'zgarish ro'y beradi.

Kavsharlar eruvchanligiga qarab uch guruhga bo'linadilar : a - yengil eruvchan, 145°C - 480°C haroratda, b - o'rta eruvchan, 480 - 1100°C haroratda, v – yuqori temperaturada eruvchan, 1100 - 1850°C haroratda.

Engil eruvchan kavsharlovchilarga qalay-qo'rg'oshin-POS (pripoy olovyanoy-svinsovoy) yoki qalay qo'rg'oshin va kam surmali (POSSu) kiradilar. Mis bilan rux (latunlar) qotishmasi hosil qilingan o'rtacha kavsharlovchi bo'ladi.

Ko'p komponentli temir asosidagi yuqori erish (1190°S - 1480°C) temperaturaga ega kavsharlovchilar keskichlar tayyorlashda ishlatiladi.

Qalay-qo'rg'oshinli kavsharlovchilar sanoat korxonalarida keng ishlatiladi, past temperaturada qalayning mo'rtligini kamaytirish uchun unga surma qo'shiladi. Qalay-qo'rg'oshinli kavsharlovchilar nam havoda korroziyaga qarshiligi past bo'lganligi uchun ularni lak va bo'yoq bilan ximoya qilish lozim.

Qalayli kavsharlovchilar yuqori mustahkamlikka, plastik va korroziyaga-bardoshlikka ega, ular radiotexnika va elektron qurilmalarda kavsharlash uchun ishlatiladi.

Mis-ruxli kavsharlovchilar (latunlar) ko'p metallarni kovsharlashda ishlatiladi, ularni mustahkamligini oshirish uchun qalay, nikel va marganets qo'shiladi.

Murakkab shakldagi metallarni vertikal xolida kavsharlash uchun xamirsimon yoki kukunli kavsharlovchi ishlatiladi.

Yengil eruvchi xamirsimon kavsharlovchilar odatda uch qismga bo'linadi; kukunsimon kavsharlovchi, flyus va quyiltiruvchi aralashmalar. Xamirsimon kavsharlovchi pastasini tayyorlash uchun POSSu-30-2 - 70%, vazelin – 20%, benzon kislotasi - 1,2%, ammoniy xlor tuzi - 1,2% va emulgatorni - OP-7 - 0,6% ulushlarda ishlatiladi, ular po'lat, mis va nikeldan tayyorlangan detallarni kavsharlashda ishlatiladi. Yuqori temperaturali kukunli kavsharlovchilar qattiq qotishmalardan tayyorlangan plastinalarni keskichga yopishtirishda foydalaniladi.

Kovsharlarning tarkibi: ferromarganets – 40%, ferrosilitsiy – 10% , cho'yan kukuni – 20%, mis kukuni – 5%, maydalangan shisha – 15% erish temperaturasi 1190°S - 1300°C , ularning turlarini va ishlatilishini 6.9-jadvalda keltirilgan.

Markasi	Asosiy komponentlar, %, qolgani qo'rg'oshin				Ishlatilishi
	Qalay	Boshqa elementlar	Solidus	Likvidus	
POS-90	90	-	183	220	Oziq-ovqat idishlarini sirlashda va tibbiyot asboblari, apparatlarini kovsharlashda
ROS-61	60	-	183	190	Kovsharlash va sirlash elektro radio apparatura
POS-40	40	-	183	238	Oq tunukadan tayyorlangan detallarni kovsharlash
POS-61M	60	Mis2	183	192	Ingichka mis simni va zar qog'ozni kovsharlashda
POSU-50-0,5	50	Surma 0,5 gacha	183	216	Radiatorlarni kovsharlash
POSU-30-0,5	30	Surma 0,5 gacha	183	255	Oq tunuka va radiatorlar kovsharlash
POSU-40-2	30	Surma 1,5- 2,0	185	229	Muzlatgichning detallarini kovsharlash
POSU-18-2	18	Surma 1,5- 2,0	186	270	Avtomobil sanoatida kovsharlashda
YUSU-4-6	4	Surma 5-6	244	270	Avtomobil sanoatida sirlash va kovsharlashda
P250A	80	Pyx 20	200	280	Alyuminiydan tayyorlangan detallarni kovsharlashda

Ruxni ishlatilishi. Rux atmosferada suvga yaxshi bardosh beradi, shuning uchun rux bilan tunuka qoplanadi (oq tunuka).

Toza rux (markasi SVO,SV1) bosmaxonada va avtomobil sanoatida, SVOO markali rux elektrotexnikada, doyimiy tok manbaida ishlatiladi.

Murakkab shakldagi quyilmalarni olish uchun SAM qotishma ishlatiladi, bunda 4% - alyuminiy, 0,5-3,5% - mis, 0,1% - magniy bo'ladi.

SAM qotishma engil eruvchan va suyuq oquvchan bo'lib, yuzasiga ishlov berilmaydigan detallarni bosim bilan quyib olinadi.

Deformatsiyalanadigan SAM9-1,5 ruxli qotishmalar tarkibida alyuminiy - 9-11%, mis – 1-2%, magniy – 0,05% bo'ladi, bimetall qotishmasi antifrikatsion lentasini olishda ishlatiladi, mis-ruxli komponentlar tog'risidagi ma'lumotlar 6.10-jadvalda keltirilgan.

Mis - ruxli komponentlar.

6.10-jadval.

Markasi	Asosiy komponentlar, % (qolgani rux)				Ishlatilishi
	Mis	Boshqa elementlar	Solidus	Likvidus	
PMs-3b	36	-	800	829	Tarkibida 68 % dan ortiq mis bo'lmagan latun va bronzadan tayyorlangan
PMs-48	48	-	850	865	Tarkibida 68 % dan ortiq mis bo'lmagan latun va bronzadan tayyorlangan
PMs-54	54	876	880	-	Mis, tunuka va po'latdan tayyorlangan detallarni kovsharlashda
6	63	-	905		
6	68	-	938		
LJMs-7,5-1,5-	57	Marganets temir 1 %	865	873	Asboblarni kovsharlashda

NMMs- 50-2,5	50	Nikel marganets 2 %	849	872	-
MsN- 48-20	48	nikel 10	-	985	CHo'yanni kovsharlashda

6.5. Antifriksion qotishmalar.

Antifriksion qotishmaga qo'yiladigan asosiy talab, - ishqalanuvchan detallarning xizmatini uzaytirishdir. Ma'lumki, podshipniklar sirpanuvchan va shariklikka bo'linadilar va podshipnikda ishqalanish ro'y beradi.

Sirpanuvchan podshipnikda val antifriksion qotishmalardan tayyorlanadigan, uyachada turadi, shuning uchun vkladishlar shunday metallardan tayyorlanadiki, ular valni edirilishdan saqlaydi, chunki yog'lovchi moyni tutib turadigan hususiyatga ega, ishqalanish koeffitsienti kam bo'ladi. Talablarga javob beradigan qotishmalarga babbittlar, bronza, latun, cho'yan va metalokeramika kiradi, bu qotishmalar yengil eruvchan, korroziyaga va katta bosimga bardoshligi yuqori.

Qotishmalarning asosiy tuzilishi qalay birikmalardan iborat bo'lib, yumshoq bo'lgani uchun ediriladi, mis bilan surma birikmasi qattiq bo'lgani uchun unda val turadi. Hosil bo'lgan mikro chuqurchalarda moy joylashadi va val bilan podshipnik orasida yog' plyonkasi hosil bo'ladi, u valni yedirilishdan saqlaydi (6.10-jadval).

Babbitt qotishmalari antifrikatsion material-qalay yoki qo'rg'oshin asosida bo'ladi, ulardan sirpanuvchan, og'ir sharoitda, katta tezlik va o'zgaruvchan kuchlanishda ishlaydigan podshipniklarning uyachalari tayyorlanadi. Babbittlar kimyoviy tarkibiga qarab uchga bo'linadi: qalayli (B83, B88), qalay-qo'rg'oshinli (BS6 B 16) va qo'rg'oshinli (BK-2, BKA), oxirgi ikki markaning tarkibida qalay mutlaqo bo'lmaydi.

Yumshoq asos qalayning qattiq qotishmasi bo'lib, kubik shakldagi qalay surma va mayda ignasimon misning qalay bilan birikmasidir

Qo'rg'oshin asosidagi babbittlar qalaynikiga nisbatan biroz kam antifrikatsion xossaga ega bo'ladi, lekin bu qotishma arzonroq bo'lgani uchun

nomuhim erlarda ishlatiladi. Babbitting markasidagi raqamlar uning tarkibidagi qalay miqdorini ko'rsatadi, BS6 tarkibida 6 % qalay va surma, qolgani esa qo'rg'oshindan iborat bo'ladi.

Antifriksion qotishmalar

6.11-jadval.

Material nomi	Markasi	Ishlash sharoiti		Ishlatilishi
		Bosim, MPa	Aylanish tezligi m/s	
Babbitt	B 83	20	50	Tez yuruvchi dizellar podshpni, avtotraktorlar dvigatellarning podshipniklari.
Bronza	BrOTSS5 -5-5	8 L	3	Nasoslar dvigatellarining podshipniklari.
Latun	LMsJ 52-4-1	4	2	Konveyrlarning rolgangi, reduktorlarning podshipnigi.
CHo'yan	ACHV-1	20	1,0	podshipnik sifatida toblangan vallarda
	ACHS-1	25	5	
	ATS-5	20	1,2	
	ACHK-1	20	2,0	
Metallo- keramika	Bronza	12-18	0,1	Qishloq xo'jalik mashinalari va moylanadigan podshipniklar. Moylash qiyin bo'lgan joyda
	grafit	0,8-1,20	40	
	temir	15	0,1	
	Grafit	0,6-1,0	4,0	

Qalay va qalay-fosforli bronzalar.

Qalay va qalay-fosforli bronzalar yuqori antifrikatsion, kam edirishga va ishqalanish koeffitsientiga, yuqori issiqlik o'tkazuvchanlik xossalriga ega, bu xossalar ularni yuqori aylanma xarakatga va katta kuchlanishga ega bo'lgan mashinalarda ishlatishga imkon beradi.

Alyuminiyli bronzalar - podshipnikda ishlatiladigan qotishma bo'lib, kam ediriladi, lekin valni edirilishga imkon bermaydi, bu qotishmalar qalayli va qo'rg'oshinli bronzalar o'rnida ishlatiladi.

Qo'rg'oshinli bronzalar podshipnikda ishlatiladigan qotishma bo'lib, zarbiy kuchlanishda yaxshi ko'rsatgichga ega.

Latunlar antifrikatsion xossasi bo'yicha bronzalardan past turadi, ularni sekin aylanuvchan va kam kuch ta'sir etuvchi erlarda podshipnik xolida ishlatiladi.

Qalay va qo'rg'oshinning kamligi va qimmatligi uchun uning o'rniga alyuminiy qotishmalari ishlatiladi. Alyuminiy qotishmalari yaxshi antifrikatsion xossalari bilan birga issiqlik o'tkazuvchanlik, korroziya bardoshlik, yaxshi mexanik, texnologik xossalariga ega, bu qotishmalar bilan yupqa holda po'lat detallarning yuzasi qoplanadi.

Kimyoviy tarkibiga qarab alyuminli qotishmalar ikkiga bo'linadi:

1. Alyuminiy, surma, mis va boshqa elementlar qotishmasi. Ko'proq tarkibida surma - 6,5 % gacha va magniy - 0,3-0,7 % gacha bo'lgan ACM markali qotishma ishlatiladi, bu qotishmalar yuqori temperaturada, bosim va suyuq ishqalanishda qo'llaniladi. ASM qotishmasi avtomobil va traktorlarning tirsakli valning podshipnigida uyacha sifatida ishlatiladi.

2. Alyuminiyning qalay bilan qotishmasi AO20 - 1 da 20% - qalay va 1,2% gacha - mis. A09 - 2% dan 9% gacha - qalay va 2% gacha mis bo'ladi, bu antifrikatsion qotishmalar quruq va yarim quruq ishqalanishga qarshi ishlaydi, o'zining antifrikatsion xossasi bilan babbittga yaqin turadi. Alyuminiy va qalayli antifrikatsion qotishmalar avtomobil, transportda va umumiy mashinasozlikda ishlatiladi.

Podshipnikda ishqalanishga qarshi ishlaydigan cho'yan ham bo'ladi, bularga yuqoridagi jadvalda ko'rsatilgan ACHS-1 ACHS-5 ACHK-2 va boshqalar misol bo'ladi.

Antifrikatsion cho'yanlar sifatida kulrang, yuqori mustahkamli va bog'lanuvchi sharsimon grafitlilar ishlatiladi:.

Antifrikatsion cho'yandan ko'proq chervyak, tishli g'ildirak va polzunni yo'naltiruvchisi kabi ishqalanishda ishlaydigan detallar tayyorlanadi.

Metall okeramik qotishmalar bronza, temir, grafit kukunlarni yuqori temperaturada bosim bilan presslash natijasida olinadi.

Qotishma 15-30% gacha g'ovakdan iborat bo'lgani uchun yog' yoki yog' bilan grafit aralashmasi unga singadi, natijada ishqalanishga qarshi yaxshi ishlaydi, podshipnik va val kam ediriladi.

Nazorat savollari:

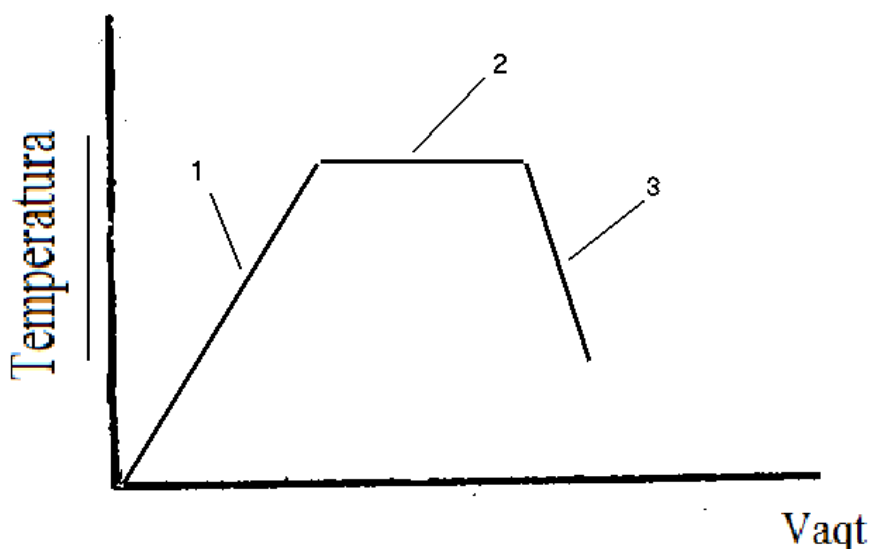
1. Legirlovchi elementlar va ularni po'lat xususiyatiga ta'sirini aytib bering.
2. Legirlangan po'latlar markalanishi va ishlatilishi
3. Maxsus xossali po'latlar
4. Yaxshilanadigan legirlangan po'latlar markalari va ishlatilishi.
5. Yuqori legerlangan asbobsozlik po'latlar
6. Podshipnik tayyorlashda qanday po'latlar ishlatiladi?
7. Yeyilishga chidamligini oshirish uchun nima qilinadi?
8. Alyuminiyning fizik kimyoviy xususiyati va uning ishlatilishi.
9. Alyuminiyning asosiy qotishmalari.
10. Quymakorlikda ishlatiladigan alyuminiy qotishmalari.
11. YUqori mustahkam alyuminiy qotishmasi markasi va ishlatilishi.
12. Toza mis qayerda ishlatiladi?
13. Latunni bronzadan farqi, uni markalari va ishlatilishi.
14. Bronzalar quymakorlikda ishlatiladigan va antifriksiondan farqi va ishlatilishi.
15. Titan qotishmasi va ishlatilishi.
16. Qalayli kovsharlarni turi.
17. Babbit qotishmasi ishlatilishi.
18. Magniy va uni qotishmalarini ishlatilishi.
19. Qo'g'oshin va rux qotishmalari, ularni ishlatilishi.
20. Antifriksion qotishmalar.

7-bob. METALLARGA TERMIK VA KIMYOVIY- TERMIK ISHLOV BERISH

Metallarga termik ishlov berish, kimyoviy-termik ishlov berish bo'limlari materialshunoslikni eng asosiy qisimlaridan biri hisoblanadi. O'quvchi bu o'nalishda yetarlicha bilimga ega bo'lishi maqsadida po'latlarga termik ishlov berish usullari va jarayonlari, qizdirilgan po'latdagi o'zgarishlar, kimyoviy termik ishlov berish usullari to'g'risidagi materiallar keltirilgan.

7.1. Po'latlarga termik ishlov berish. Termik ishlov berish usullari va jarayonlari

Metall va qotishmalarga termik ishlov deb texnologik jarayonida metall avval ma'lum temperaturagacha qizdirib, so'ngra sovitish natijasida namunaning tuzilishi va xosasi o'zgartiriladi. Qotishma va metallarni termik ishlovining grafik ko'rinishi 7.1-rasmda ko'rsatilgan.



7.1-rasm Metall va qotishmalarga termik ishlov berish

1-qizdirish, 2 - ushlab turish, 3 - sovitish vaqtlari.

Termik ishlovda po'latlarni austenit donachasini tuzilishi xosil bo'lguncha qizdiriladi. Austenitning xosil bo'lishi diffuzion jarayonga qarab, asosiy kristallanish qonuniga bo'ysunadi. Asosiy termik operatsiyalarga: yumshatish,

toblash, bo'shatish va qaritishlar kiradi va ularning xar biri bir necha turga bo'linadilar.

Yumshatish (otjig) - termik ishlov natijasida metallar va qotishmalar deyarli muvozanat xolatida bo'ladi, uning natijasida mustaxkamlik kamayadi, plastikligi oshadi.

Yumshatish temperaturasi qotishmaning tarkibiga bog'liq, sovish tezligi esa yumshatishda asta sekin soatiga $20-200^{\circ}\text{C}$ temperatura o'zgarishi tezligiga ega bo'ladi.

Toblash – termik ishlovning natijasida qotishmalarda nomuvozanat tuzilish xosil bo'ladi, bunday tuzilishni olishda qattiq xoldagi o'zgarish ro'y beradi va o'zgaruvchan erituvchanlikni xosil qiladi. Unga yarimmorf o'zgarishdagi qattiq eritma deb ataladi, bu qattiq eritma yuqori temperaturada evtektoid reaksiyasi bo'yicha parchalanadi.

Nomuvozanat tuzilish olish uchun qotishmani qattiq xolda faza o'zgarish temperaturasidan yuqorida qizdirish lozim, so'ngra tezda sovitiladi, natijada o'ta to'yingan qattiq nomuvozanat xoldagi eritma olinadi.

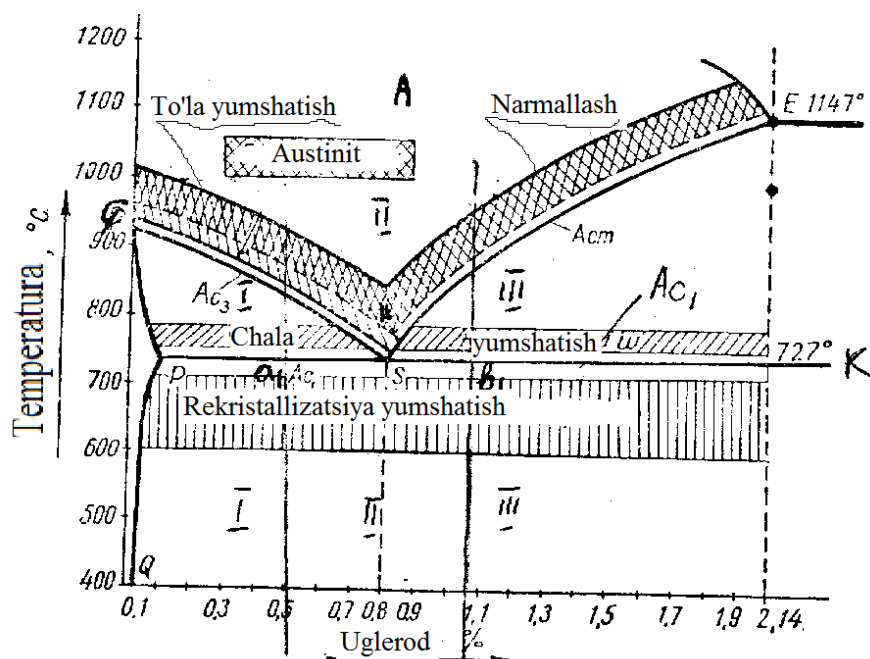
Konstruksion va asbobsozlik po'latlarni toblashdan maqsad - qattiqlikni oshirish.

Bo'shatish va qaritishlar – termik ishlov natijasida toblangan qotishmalarda faza o'zgarishlar ro'y beradi va u qotishma tuzilishini muvozanat xoliga yaqinlashtiradi.

Toblangan qotishmalarni bo'shatish yoki qaritish bilan kerakli xususiyatni olish mumkin.

Termik ishlovning asosi-qizdirish va sovitishda fazaning o'zgarishidir, bu o'zgarishlar ma'lum kritik nuqtalar bilan tasniflanadi. Sekin isitilganda o'z temperaturasidan to 727°C temperaturagacha qotishmada xech qanday fazaviy o'zgarish ro'y bermaydi, temperatura 727°C dan oshsa perlit austenitga aylanadi (a nuqta). A nuqta diagrammada pastki kritik nuqta va As_1 (sovishda esa Ar_1). S va r Harflar sovish yoki qizishda po'latda faza o'zgarishi ro'y berganligini ko'rsatadi. As_1 – esa PSK evtektoid (7.2-rasm) chizig'i bo'lib, qizdirish davom

etsa, qotishma 1 da ferrit austenitda eriydi va a_1 nuqtada, GS chizig'ida tugaydi. Uni qizdirilganda As_3 va sovitishda Ar_3 bilan ifodalaymiz.



7.2-rasm. Temir sementit diagramasining po'lat qismi:

I – evtektoidgacha, II - evtektoid va III - evtektoiddan keyingi po'latlar.

Agarda evtektoid po'latini (7.2-rasm) qizdirsak C nuqtada (PSK chizig'ida) 727°C haroratda perlit austenitga o'tadi, bu xolda kritik nuqtalar As_1 va As_3 bir temperaturaga to'g'ri keladi.

Qotishmadagi perlit III davrda austenitga (v nuqtada) o'tadi va yana qizdirilganda qotishmada ikkilamchi sementit austenitda eriy boshlaydi, v nuqtada SE chizig'ida o'zgarish tugaydi, bu nuqtani As bilan ifodalaymiz. Kritik nuqtalarni bilish termik ishlovni osonlashtiradi.

7.2 Qizdirilganda po'latdagi o'zgarishlar

Termik ishlovda po'latni qizdirishdan maqsad - austenit donachalarini olish.

Evtektoidgacha bo'lgan po'latni As_1 temperaturadan to As_3 nuqttagacha qizdirilganda austenitda ortiqcha ikkilamchi sementit eriy boshlaydi.

Po'lat Asm nuqtasidan (SE chizig'idan) yuqorida faqat austenit donachasidan tuzilgan bo'ladi. Yangi xosil bo'lgan austenit xatto bir donachada ham bir xil emas. Sementit bo'lgan erlarida uglerod ko'proq va ferrit bo'lgan yerda kam bo'ladi, ularning kimyoviy tarkibini tekislash uchun tekis austenit donachasini

olish uchun evtektoidgacha bo'lgan po'latlarni kritik As_3 – nuqtadan biroz yuqorida qizdiriladi, unda diffuzion o'zgarishlar tugaydi.

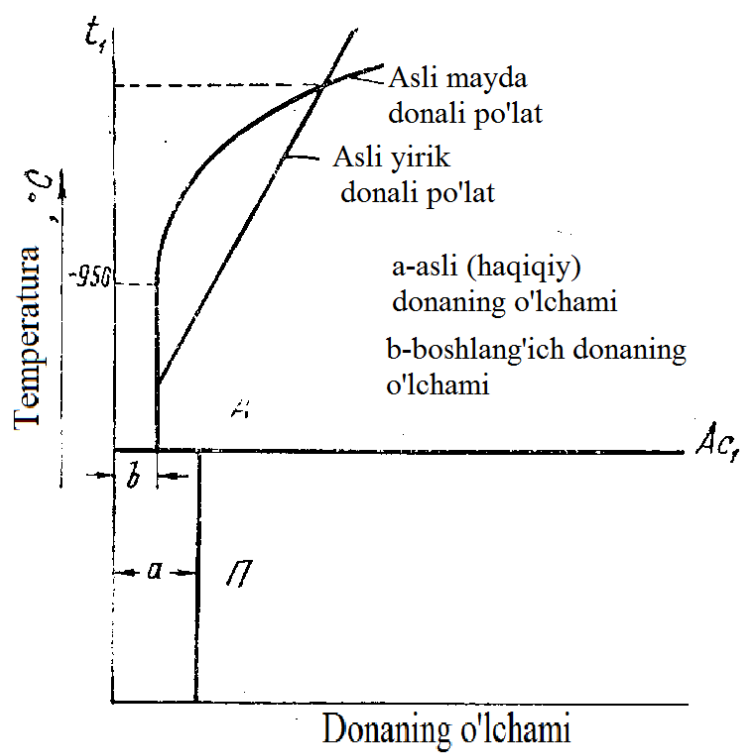
Perlitning austenitga o'tishi tugagach, ko'p, mayda austenit donachalari xosil bo'ladi, ular austenitning boshlang'ich donachalari deb nomlanadi.

Austenitni yana qizdirish uning donachalarini kattalashishiga olib keladi. Termik ishlovda olingan donachalar xaqiqiy donachalar bo'lib xisoblanadi, bu donachalarning katta va kichikligi faqat termik operatsiyaga bog'liq bo'lib qolmasdan, balki po'latni eritib olish usuliga xam bog'liqdir, biroq austenit donachalarning o'sishi temperaturani o'sishi bilan turli bo'ladi.

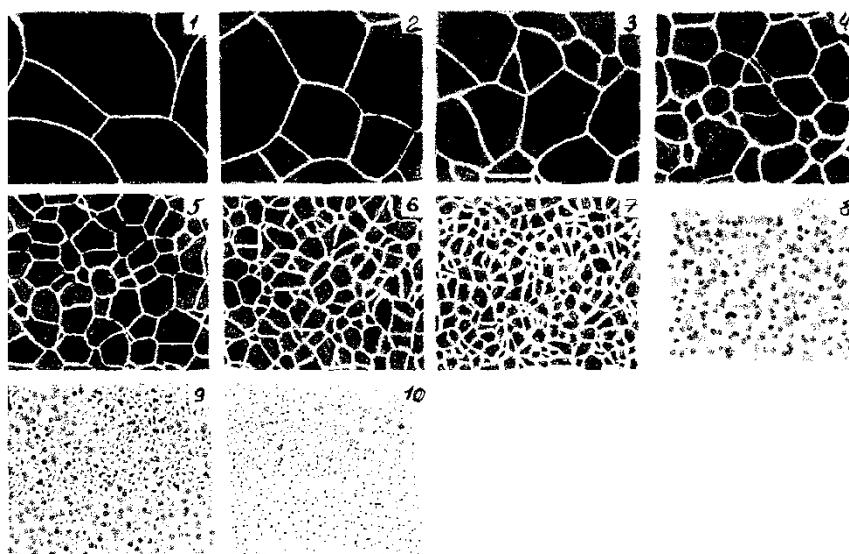
Kremniy va marganets po'latga qo'shilsa temperatura oshishi bilan donachalarni o'sishi tezlashadi, bu po'latlar aslida yirik donachali po'lat deb nomlanadi, bunday po'latlarga qaynovchi po'latlar kiradi va qo'yidagicha markalanadi: St3KP.

Alyumin, titan, vanadiy bilan legirlangan po'latlarda temperatura 950–1000°C gacha o'zgarishi bilan austenit donachalari o'zgaradi va po'latlarga mayda donachali qaynamaydigan po'latlar deb aytiladi. Boshlang'ich donachalarning katta - kichikligi po'lat xossasiga ta'sir etmaydi, haqiqiy donachaning o'lchami po'latning mexanik xossasiga, asosan zarbiy qovishqoqlikga bog'liq va yiriklashgan sari bu xossa pasayib boradi. Har vaqt austenit donachasi qancha yirik bo'lsa, xaqiqiy donacha shuncha kattalashadi, donachalarning katta-kichikligi uning texnologik xossasiga ta'sir etadi. Agarda po'latning donachalari mayda bo'lsa, u po'latni yuqori temperaturagacha qizdirib, bu temperaturada uzoq vaqt ushlab turish mumkin, boshlang'ich yirik donachaliga nisbatan donachalar tez o'sib ketmaydi, bu po'latlarni qizdirib prokatlash, shtamplash, bolg'alash mumkin, donachalar deyarli yiriklashmaydi.

Donachalarning temperaturada o'zgarishi bilan o'sishini 7.3-rasmda keltirilgan va 7.4-rasmda donachalarning katta kichikligi standartga binoan ko'rsatilgan, unda raqamlar bilan donalar o'lchami ifodalanadi.



7.3-rasm. Austenit donachasining o'sishi.



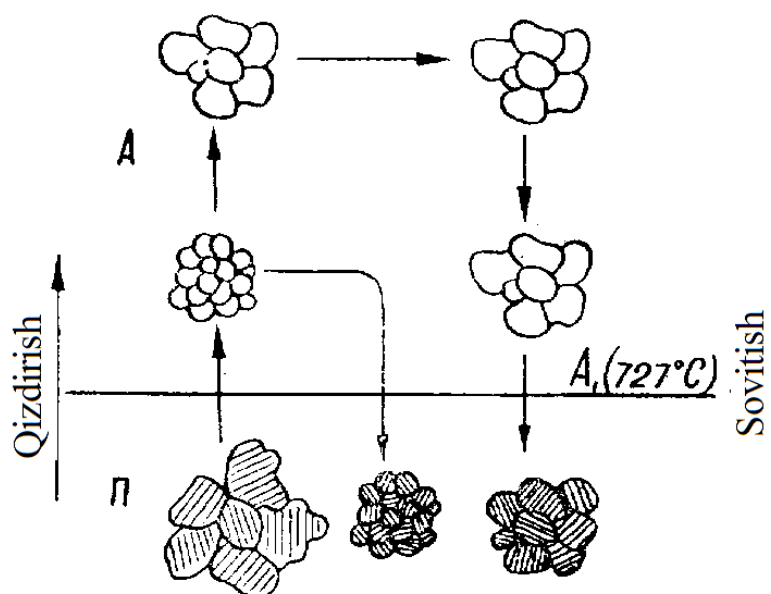
7.4-rasm. Po'lat donachalarining o'lchamini aniqlash uchun shkala.

Donachalarning haqiqiy o'lchamini (austenitning) aniqlash uchun turli usullardan, masalan, kam uglerodli po'latlar uchun sementatsiyalash usulidan foydalaniladi.

Kam uglerodli po'latni sementatsiyalashda 950°C haroratgacha qizdiriladi, yuza qatlami uglerodga to'yinadi va 8 soatda evtektoiddan keyingi po'latni xosil qiladi, unda uglerod miqdori 2-3 marta oshadi. Sovitilganda austenitdan ortiqcha sementit ajralib chiqadi va donachalar chegarasida to'rsimon bo'lib joylashadi,

to'la soviganda austenit donachasining yirik - maydaligini ko'rsatadi, bu usulda tayyorlangan namunani metallomikroskop yordamida ko'rish va standart shkala bilan solishtirish, shu bilan donachalarning yirik maydaligini aniqlash mumkin bo'ladi.

Donachalarning temperatura o'zgarishi bilan o'sish sxemasini 7.5-rasmda keltirilgan undan ko'riladiki, austenit 727°C temperaturadan yuqorida nuqta (A_1) bo'lganda turg'un – ya'ni o'zgarmas bo'ladi.

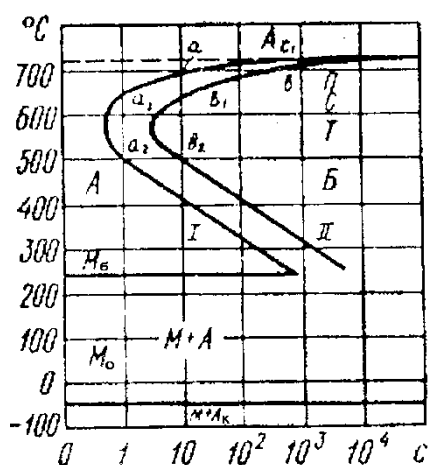


7.5-rasm. Austenitni qizdirishda donachalarning o'zgarishi.

Po'latni sovitilgandagi o'zgarishi. Austenitgacha qizdirilgan po'latni sovitilsa, A_1 nuqtadan pastda u turg'unligini yo'iotadi va o'zgara boshlaydi, bunday o'zgarish austenitni sovib ketishi natijasida boshlanadi. Evtektoidli uglerodli po'latlarda austenit perlitga o'tadi, ferritssementit bilan, mexanik aralashma xosil qiladi, bunda qancha o'zgarish temperaturasi past bo'lsa, o'ta sovitilsa, austenit shuncha tez perlitga o'tadi. Bu o'zgarish diffuzion o'zgarish bo'lib, uglerod qayta taqsimlanadi, qancha sovib ketish darajasi tez bo'lsa, shuncha diffuziya jarayoni sekinlashadi, u esa austenitni o'zgarishini, ya'ni perlitga o'tishini sekinlashtiradi. Bunday o'zgarish qarama-qarshi bo'lib, boshida sovib ketish darajasi oshsa, o'zgarish ma'lum darajagacha oshadi va so'ngra kamayib boradi.

Austenitni perlitga o'tish jarayoni tajribaviy doimiy temperaturada, ya'ni izotermik sharoitda bajariladi, buning uchun po'lat namuna to tekis austenit donachasini olguncha qizdiriladi, so'ngra ma'lum temperaturali termostatga solib sovutiladi.

Austenitning doimiy temperaturadagi izotermik o'zgarishi 7.6-rasmda ko'rsatilgan. Bu diagramma doimiy temperaturada tekshirish o'tkazib tuzilgan: 700°C , 650°C , 550°C va hokazo.



7.6-rasm. Evtektoid po'latning izotermik o'zgarishi:

A – austenit, P – perlit, S – sorbit, T – troostit, B – beynit, M – martensit.

Gorizontal chiziq bo'ylab vaqtni logarifmik shaklda qarayamiz: 1, 10, 100, 1000, 10000, 100000 sek., bu esa sekund va sutka oralig'idagi o'zgarishlarni kuzatib borishga imkon beradi. Vertikal o'q bo'yicha temperatura, so'ngra tajriba yo'li bilan olingan nuqtalar qo'yiladi va qalin chiziq bilan tutashtiriladi, bu po'latda austenitning parchalanishi As_1 dan Mn gacha, (martensitga) o'tishning boshlanishiga to'g'ri keladi: chap egri chiziq I o'zgarishning boshlanishini va II egri chiziq austenitning parchalanishining oxirini ko'rsatadi.

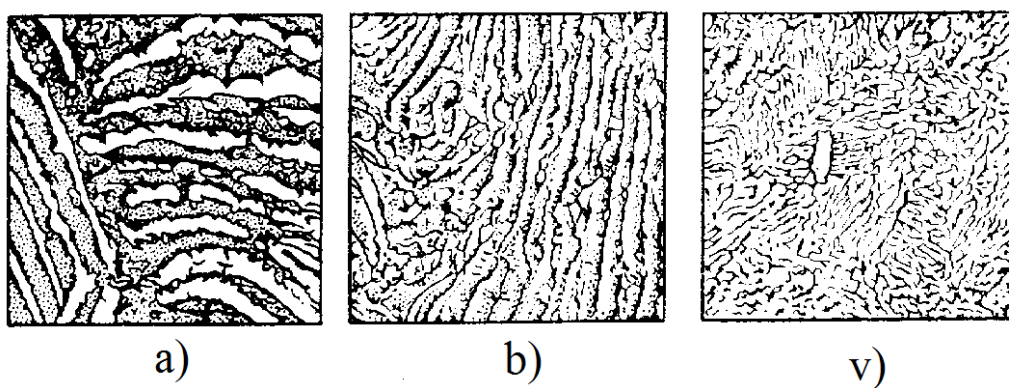
Po'lat namunani 700°C gacha sovitib, shu temperaturada vaqt oralig'ida egri chiziqni gorizontal bo'ylab kesib o'tguncha ushlab turiladi, bu oralig'iga inkubatsion davr deb aytiladi.

Sovish darajasiga qarab izotermik o'zgarish diagrammasi uch temperatura oralig'iga bo'linadi: perlitlga, beynitlga va martensitlga. a nuqtasida perlitni

o'zgarishi ro'y beradi. Diffuzion austenitning parchalanishi to v nuqttagacha davom etadi. Perlit As_1 727 dan to $650^{\circ}C$ temperatura oralig'ida sekin sovish natijasida xosil bo'ladi, perlitning qattiqligi $HB\ 160$.

Agarda namunani sovitishni boshi a_1 va oxiri v_1 bo'lsa, unda austenitning parchalanish davri kamayadi va inkubatsion davr qisqaradi, natijada sorbit tuzilmasi xosil bo'ladi.

Perlit deb ferritning sementit bilan mexanik aralashmasiga aytiladi (77a-rasm), sorbitda esa bu aralashma perlitnikiga qaraganda maydaroq bo'ladi. Sorbitli po'latlar yuqori mustahkamlik va plastiklikka ega bo'ladi (77b-rasm).

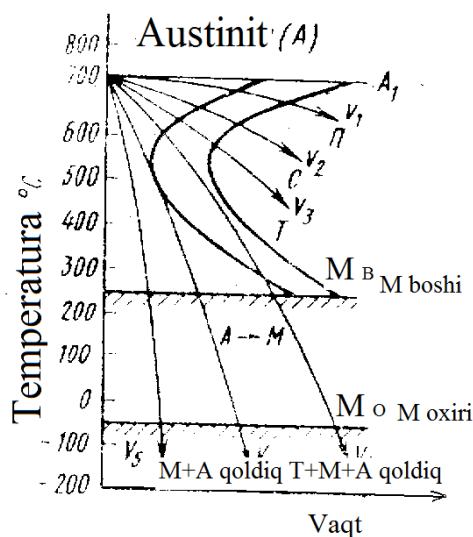


7.7-rasm. Po'latning tuzilishi: a – Perlit, b – soorbit , v – troostit

Namunani $500^{\circ}C$ temperaturagacha sovitilganda a_2 va v_2 nuqtalarida austenit troostitga o'tadi (77v-rasm), u juda xam mayda ferritni semenit bilan aralashmasidir. Troostitli po'latlar yaxshi qovushqoqlik bilan birga yuqori qattiqlikka ega ($HB\ 330\div 400$).

Shunday qilib, tuzilishni aniqlovchi omil bo'lib austenitning temperatura ta'sirida o'zgarishi xisoblanadi.

Agarda c simon egri chiziqqa nurlarni qo'ysak, sovishdagi tuzilishlarning izotermik o'zgarishini ko'rish mumkin (7.8-rasm). Sekin sovitilganda V_1 nur I va II egri chiziqni a_1 va v_1 nuqtalarida kesib o'tadi va shu temperaturada austenit perlitga o'tishi ro'y beradi.



7.8-rasm. Evtektoid po'latining izotermik o'zgarishi:

a – austenit, p – perlit, s – sorbit, t – troostit, m – martensit.

Agarda sovish tezligi V_2 nurda bo'lsa, u xolda a_2 va v_2 nuqtalarda austenit to'la sorbitga o'tadi. Sovish tezligi yana ham oshsa, a_3 va v_3 nuqtalarda yangi tuzilish, ya'ni troostit xosil bo'ladi.

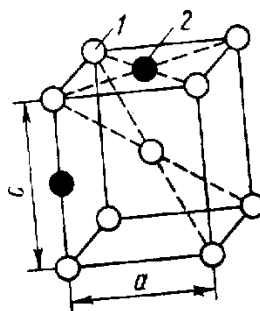
Qancha sovish tezligi V_4 va V_5 oshib borsa austenit troostitga to'la o'ta olmaydi va u troostit va martensitdan xosil bo'lgan tuzilishga o'tadi.

Nihoyat, katta V_{kr} tezlikda soviganda diagrammaning egri I chizig'iga urinma bo'lib, gorizontali qismini M_n kesib o'tganda, faqat martensit xosil bo'ladi. Ma'lum sovish tezligida austenitdan faqat martensit xosil bo'lsa, unga toblashning kritik tezligi deb aytiladi.

Po'latni toblashda sovish tezligi kritik tezlikdan ko'p bo'lishi lozim. Misol bo'lib, V_5 – ko'rish mumkin (7.8-rasm).

Martensitga o'tish, perlitga nisbatan farqlanadi, unda diffuziyasiz o'zgarish ro'y beradi, martensit toblangan po'latning asosiy tuzilishi bo'lib xisoblanadi, u yuqori darajali qattqlikka ega bo'lib, bevosita uglerod miqdoriga bog'liq.

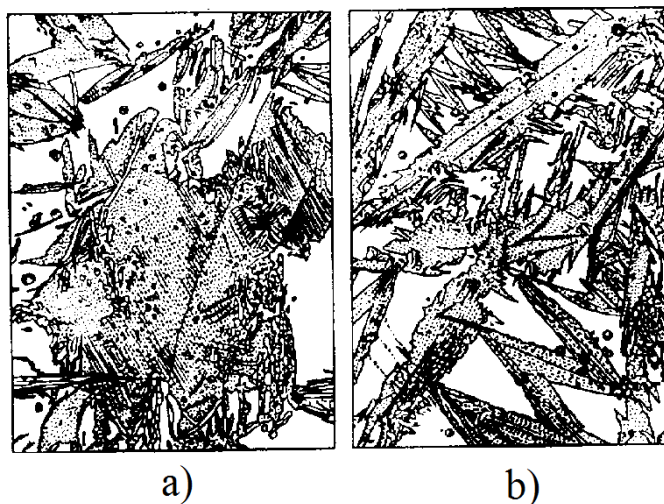
Masalan, 0,4% uglerod bo'lsa, martensitni qattqligi *HRC* 52-54 va 1,0% uglerod bo'lganda, martensitni qattqligi *HRC* 62-64 bo'ladi. Martensit qolgan tuzilishlarga qaraganda boshqacha bo'ladi (7.9-rasm).



7.9-rasm. Martensitni kristall panjarasi: 1 – temir atomi; 2 – uglerod atomi.

Tez sovutilganda uglerod austenitdan sementit donachasi bo'lib ajralib chiqqan olmaydi, kristall panjara o'zgaradi, ya'ni γ -temir, α - temirli panjaraga o'tadi. Uglerod atomlari α - temirda saqlanib qoladi, martensitni xosil qiladi, lekin α - temir uglerodni kam erita olgani uchun oshiqcha kristall uglerod panjarani o'zgartiradi va u kubdan tetragonal holga o'tadi. Qancha uglerod miqdori austenitda ko'p bo'lsa, shuncha tetragonallik ortadi, shu bilan birgalikda qattiqligi xam ortadi.

Kristall panjaraning o'lchami (s/a nisbati) birdan oshgan sari tetragonallik ko'payadi va qattqlik ko'tariladi. Martensit uglerodning α - temirdagi qattiq eritmasi, u esa o'zida 0,02 % gacha uglerodni eritadi. Austenitni tarkibidagi uglerod ko'p bo'lgani uchun uglerodga o'ta to'yingan qattiq eritmani xosil qiladi va unga martensit deb aytiladi. Martensit ignasimon tuzilishga ega (7.10-rasm).

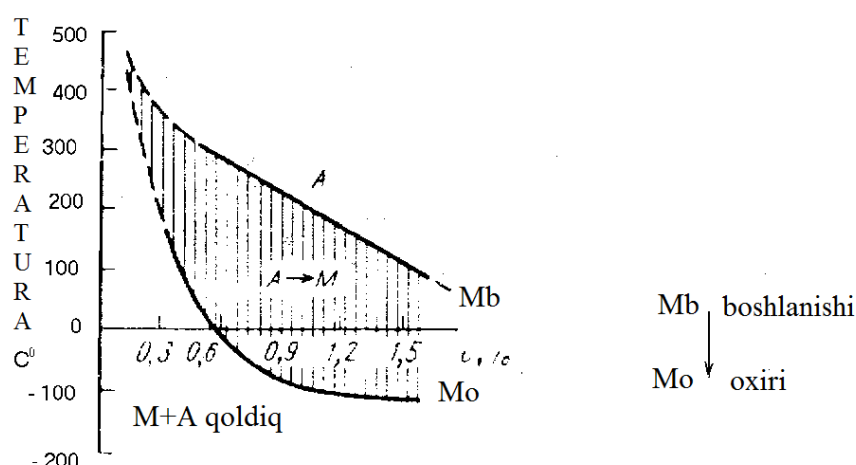


7.10-rasm. Martensitning tuzilishi.

Qancha austenit donachasi mayda bo'lsa, shuncha martensit ignalari xam mayda bo'ladi.

Austenit-martensit o'zgarishi ma'lum temperatura oralig'ida ro'y beradi. O'zgarishning boshlanishi – Mb va oxiri - Mo xarflar bilan ifodalanadi. Uglerod miqdori oshgan sari bu temperaturalar pasayib boradi, agarda uglerod miqdori 0,6% dan ohsa austenitni martensitga o'tish davri minus, ya'ni 0⁰ dan pastda tugaydi (7.11-rasm). Shuning uchun ko'p uglerodli po'latlarda austenitning xammasini martensitga o'tkazish uchun (Mo) temperatura qancha past bo'lsa, shuncha qoldiq austenit kamayadi.

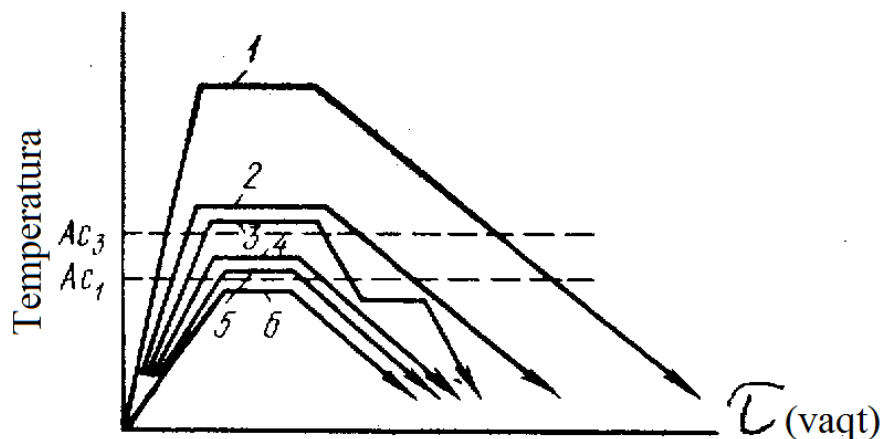
Austenitning xammasi martensitga o'tmasdan qisman qoladi, unga qoldiq austenit deb aytiladi. Konstruksion uglerodli po'latlarda qoldiq austenit 5% atrofida, ko'p uglerodli toblangan po'latlarda esa qoldiq austenit 12% gacha bo'ladi.



7.11-rasm. Uglerodning miqdorini austenitni martensitga o'tishiga ta'siri.

Chala yumshatish namunani evtektoiddan keyingi po'latlarni As₁ dan 30÷50⁰C temperaturadan yuqorida qizdirib, so'ngra asta-sekin sovitishga aytiladi(7.12-rasm).

Chala yumshatilganda ichki kuchlanish yo'qotiladi, qattqlik pasayib, plastiklik oshadi va kesib ishlash osonlashadi, shuningdek issiqlik kam sarflanadi, qizish vaqti kamayadi.

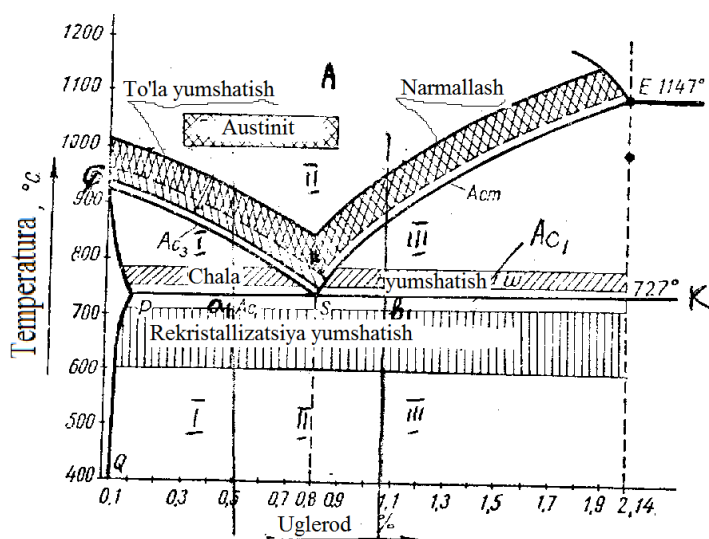


7.12-rasm. Har xil turdagi yumshatish egri chiziqlari.

1 – diffuzion yumshatish, 2 – to'la Yumshatish, 3 – izotermik yumshatish, 4 – chala Yumshatish, 5 – sferiodlanuvchi , 6 – rekristallanuvchi.

Ko'p uglerodli, asbobsozlik va sharikopodshipnikli po'latlarga chala yumshatish ishlovi beriladi.

Izotermik yumshatishning boshqa yumshatishlardan farqi shundaki, unda austenitning parchalanishi va ferrit-sementit aralashmasini xosil qilishi doimiy temperaturada ro'y beradi, boshqa yumshatishda esa austenitning parchalanishida temperatura doimo pasayib boradi. Austenitning parchalanganidan so'ng sovish tezligi ahamiyatga ega emas, shuning uchun izotermik yumshatgandan so'ng sovish davomini xavoda bajarish mumkin (7.13-rasm).



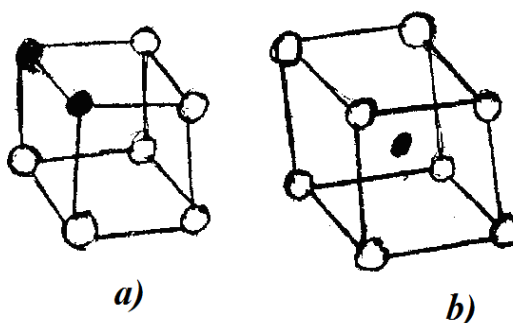
7.13-rasm. Uglerodli po'latlarni yumshatish, me'yorlashtirish, toblash va bo'shatish uchun xolat diagrammasi.

Izotermik yumshatishda konstruksion po'latlarni As_3 dan harorat $30\div 50^{\circ}C$ yuqorida va asbobsozlik po'latlarni A_1 dan harorat $50-100^{\circ}S$ yuqorida qizdiriladi. Ma'lum vaqt yuqori temperaturada erigan tuzda Ar_1 dan pastda (temperatura $680-700^{\circ}C$ da 7.13-rasm) ushlab turiladi, so'ng bu temperaturada po'latdagi austenit to'la parchalanib perlitga o'tadi va so'ngra havoda sovitish mumkin bo'ladi. Izotermik yumshatish termik ishlov davrini to'la yumshatish vaqtiga, ayniqsa legirlangan mayda detallarda nisbatan 2-3 marta qisqartiradi. Katta detallar uchun vaqt unchalik qisqarmaydi, chunki detalning xammasini tekis qizdirish uchun ko'p vaqt sarflanadi.

Izotermik Yumshatish qattqlikni pasaytirishda eng qulay usul, ko'proq murakkab legirlangan po'latlar, masalan: 18X2NVA markasi uchun ishlatiladi.

Sferiodlovchi yumshatish usulida plastinkasimon perlitni yumaloqlashtiriladi, u esa po'latni kesib ishlashni osonlashtiradi.

Mayda yumaloq semenit olishda, sferodli yumshatishda po'latni biroz As_1 dan yuqorida qizdirib, so'ngra sovutiladi, avval temperatura $700^{\circ}C$ gacha, so'ngra $550\div 600^{\circ}C$ gacha va undan so'ng xavoda sovutiladi, bunday yumshatish 0,65% dan ko'proq uglerodi bo'lgan masalan SHX15, markali po'latlar uchun ishlatiladi,



7.13a-rasm. Qattiq qotishmaning kristallik panjarasi:

a-o'rin almashgan; b-singdirilgan.

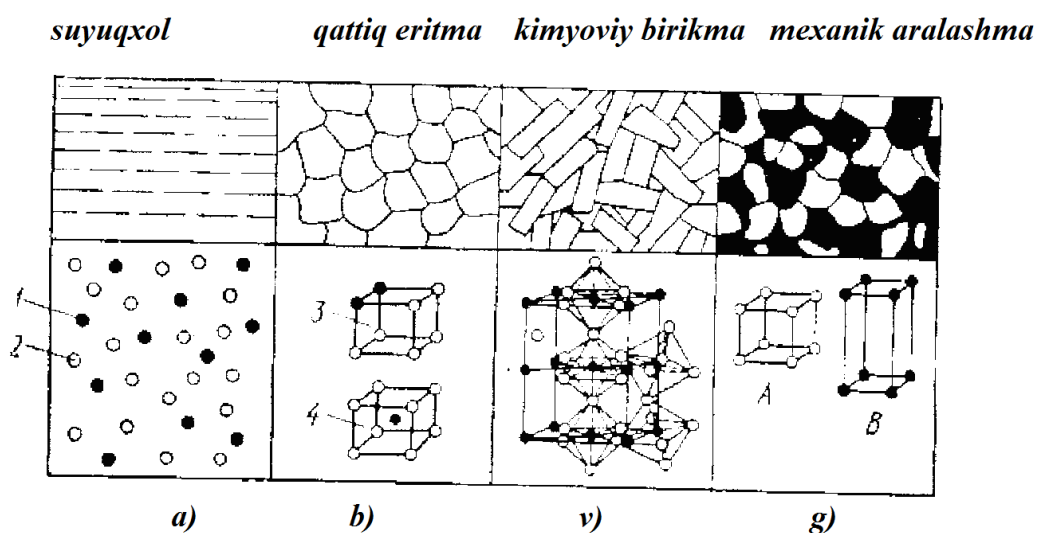
Hamma metallar qattiq holda ma'lum darajada bir-birida eriydi. Masalan, kristall panjarani o'zgartirmasdan alyuminiyda 5,5% Cu, misda 39% Zn /rux/ eriydi.

Qattiq qotishmalar o'rin almashuvchilarda chegarasiz erishi quyidagi shartlarga bo'ysungan holda hosil bo'lishi mumkin(7.13a-rasm):

1. Komponentlar bir-biriga o'xshash izamorf kristalli panjaraga ega bo'lishi;
2. Atomlar o'lchamida komponentlar farqi ko'p bo'lishi kerak emas, ya'ni $8 \div 15 \%$ dan oshmasligi lozim;
3. Komponentlar davriy tizimni bitta guruhidan yoki oraliq guruhdan bo'lib, valentligi va elektron qobig'lari atomda yaqin bo'lishi kerak.

Ag va *Ai* ($\Delta R=0,2$), *Ni* va *Ci* ($\Delta R=2,7$) *Hi* va *Rd* ($\Delta R=19,5$), markazlashgan kub, yuza markazlashgan kubikda *Mo* va *W* ($\Delta R=9,9$), *V* – *Ti* ($\Delta R=2$), *Na*, *Ca*, *R*, *Pv*, *Sr* katta atom diametriga ega va *Fe*, *Ci*, *Ni* larda erimaydi.

Singan qattiq erigan elementning atom diametri kichik bo'lishi kerak.



7.14-rasm. Metall a va v qotishmasining turli birikmalar xosil qilishi.

1 – a metallning atomlari; 2 – v metallning atomlari;

3 – qattiq eritma o'rin almashgan; 4 – singdirilgan qattiq eritma.

Kimyoviy birikma. Metallarning kimyoviy birikmalari juda ham ko'p bo'lib, ular valentlik qonuniga rioya qiladi, bunday kimyoviy birikma metallarda va metalloidlar orasida bo'lishi mumkin.

Metallarning bir biri bilan hosil qilgan birikmasi – intermetallar.

Kimyoviy birikma $AnBm$, unda *a* va *v* oddiy elementlar bo'lsa, *n*, *m* lar raqam. Hosil bo'lgan birikmalar o'z xossalari bilan hosil qiluvchi elementlardan

keskin farqlanadi. Kimyoviy birikma hosil bo'lishidagi reaksiya natijasida ichki energiya hisobiga temperatura oshadi.

Singish fazasini hosil qiluvchilarga *Fe, Mp, Sr, Mo* va boshqalar kiradi, ular uglerod, vodorod, azot, borlar bilan birikib karbid, nitrid, boridlar hosil qiladi, ya'ni ularning atom radiusi kichik bo'lib, ularga singdirilgan faza deb aytiladi va quyidagicha formulaga ega bo'ladi: $M_4 X (Fe_4N, Mp_4N)$ $M_2 X (W_2C, Mo_2C, Fe_2N)$; $MX (WC, VC, TiC, NbC, TiN, VN)$ va boshqalar.

Elektron birikmalar ko'pincha bir xil valentliklar orasida hosil bo'ladi. *Si, Aq, Ai, li, Na* metallar va oraliq guruhlarda *Fe, Mp, Co*. Oddiy metallar valentligi 2 dan 5 gacha bo'lganlari *Be, Mg, Zn, Cd, Al*. Ularda AV_2 zich joylashgan kristallik geksoqonal panjaraga ega $MgZn_2$, $MgNi_2$ yoki yoqlari markazlashgan kub bo'lib, $MgSi_2$ $AgBe_2$, $TiBe_2$ hosil qiladi.

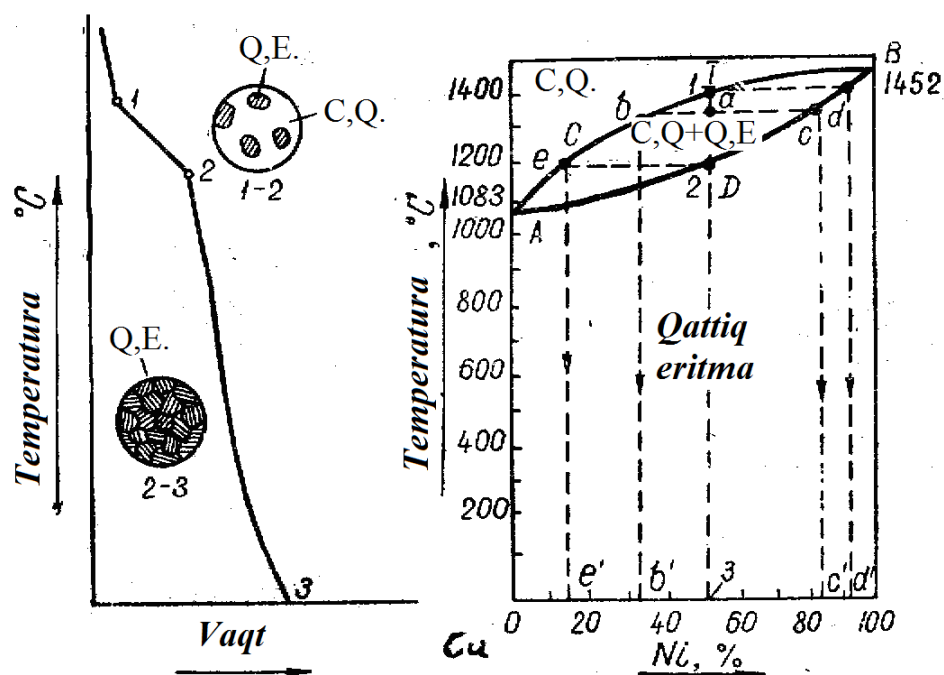
Qotishmalarni ikkilamchi kristallanishi

Qotishmalarda ham metallardek ikkilamchi kristallanish sodir bo'ladi, u donachalar orasida hosil bo'lgan yangi kristallanish markazi hisobiga sodir bo'ladi.

Holat diagrammasi faza o'zgarishining grafik ifodasidir, ya'ni temperatura va komponentlar konsentratsiyasi. Holat diagrammasini muvozanat holatidagiga aytiladi, u juda ham sekin sovitilganda sodir bo'ladi. Muvozanat holdagi qotishmalarning holat diagrammasi nazariy bo'lib, haqiqiysi odatda juda kam olinadi. Ko'p vaqt qotishmalar metaturg'un holda, ya'ni chegaralangan noturg'un bo'ladi.

Chegarasiz bir birida eriydigan qotishmalar holat diagrammasini ko'rish uchun mis va nikelni 7.15 rasm qotishmasini suyuq holdan qattiq holiga o'tishini kuzatiladi, bu komponentlar bir-birida istalgancha eriydi va o'zaro kimyoviy birikma hosil qilmaydi.

Tizimda suyuq qotishma va qattiq eritma bo'lsa, o'zgarmas temperaturada qotishma bir holatdan ikkinchi holatga, ya'ni suyuqdan kristallga o'tishida asta-sekin sovib boradi, gorizontaal chizig'i (evtektika) bo'lmaydi.



7.15- rasm.Mis-nikel holat diagrammasi

Diagrammadagi AVS chizig'i suyuq g'otishmaning sovitganda kristallana boshlaganini ko'rsatadi va bu chiziqda likvidus (likva-suyuq) isitilganda esa, shu chiziqdan yuqorida suyuq holga o'tadi. ADV chizig'i kristallanishning tugaganini ko'rsatadi va uni solidus-qattiq bilan ifodalanadi, 7.15-rasm chap tomonida 1 qotishmaning sovish egri chizig'i va kristallanish jarayonining tuzilishi ko'rsatilgan, bu egri chizig'da 1 nuqta kristallanishning boshlanishiga va 2 nuqta tugashiga to'g'ri keladi. Ikkita nuqta orasida qotishma ikki fazadan-suyuq va qattiqdan iborat bo'ladi. Solidus va likvidus orasidagi qotishmada fazalardagi komponentlar konsentratsiyasi va fazalar miqdori kesimlar qoidasi yordamida aniqlanadi. Diagrammaning mis va nikel qotishmalarni holat diagrammasida suyuq va qattiqdan iborat bo'ladi. Solidus va likvidus orasidagi qotishmada fazalardagi komponentlar konsentratsiyasi va fazalar miqdori kesimlar qoidasi yordamida aniqlanadi. Diagrammaning a nuqtasida mis va nikel qotishmalari holat diagrammasida suyuq va qattiq fazadan iborat bo'ladi. Suyuq fazaning tarkibi v nuqtaning konsentratsiyalar o'qiga tushirilgan proeksiyasi (v^1) dan, qattiq fazaning tarkibi esa S nuqtaning konsentratsiyalar tushirilgan proeksiyasi S^1 dan topiladi,

qattiq fazaning miqdori esa $\frac{ba}{bc}$ nisbatidan, suyuq fazaning miqdori esa $\frac{ac}{bc}$ nisbatidan aniqlanadi:

$$x = \frac{ba}{bc} \cdot Q \text{ va } \gamma = \frac{ac}{bc} \cdot Q$$

x – g'attiq fazaning miqdori;

γ - suyuq fazaning miqdori;

Q - hamma qotishmaning miqdori.

1 nuqtadan 2 nuqttagacha kristallanish jarayonida suyuqlanishi qiyin bo'lgan sharoitda kristall ajralib chiqa boshlaydi.

Kristallarning tarkibi solidus chizig'idagi d nuqtaning konsentratsiya o'qiga tushirilgan proeksiyasi d^I dan aniqlanadi.

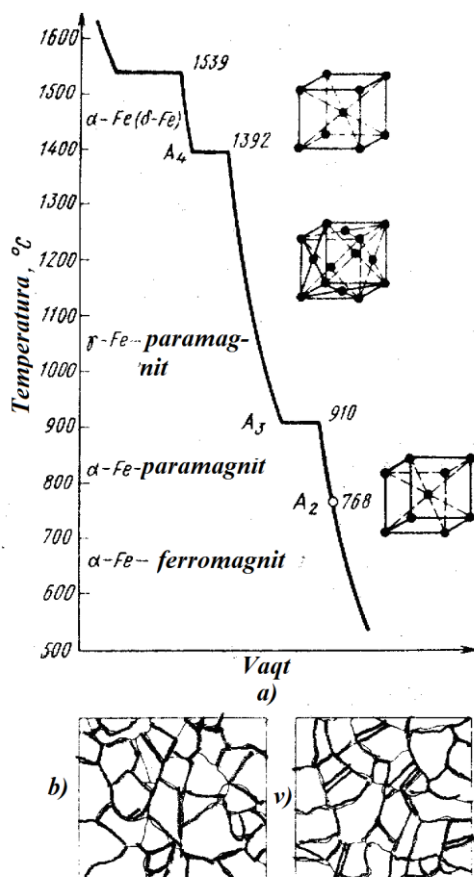
2 nuqtada birinchi qotishma kristallanadi. Suyuq fazaning tarkibi 1-e chizig'i bo'ylab, qattiq fazaning tarkibi esa $d-2$ chizig'i bo'ylab o'zgaradi, kristallanish jarayoni oxiriga etganda tarkibi birinchi suyuq g'otishma tarkibidek bo'ladi.

Kesimlar qoidasidan foydalanib, har xil temperaturadagi qattiq g'otishmalar fazalarini aniqlasak, qattiq g'otishmaning dastlabki kristallarida qiyin suyuqlanuvchan komponent (nikel) ko'proq ekanligini, temperatura pasayishi bilan esa suyuq eritma ham, qattiq eritma ham onson suyuqlanuvchan komponentga (misga) boyib borishini ko'rish mumkin.

Qattiq eritmalarga quyidagi qotishmalar kiradi: *Si-Ai*, *Ag-Ai*, *Ni-Ai*, *Fe-Cr*, *Fe-Va*, *Bi-Sv* va boshqalar, ularning kristallanishi yuqorida ko'rilgan diagrammadek bo'lib, suyuq va qattiq holda bir-birida chegarasiz eriydi va kimyoviy birikma hosil qilmaydi.

7.3. Fe-Fe₃C holat diagrammasi va unda hosil bo'lgan tuzilmalar.

Temir-uglerod uning xossalari va tuzilishi. Temir-metall, kulrangda, yumshoq, atom nomeri 26, massasi esa 55,85, t⁰ erish temperaturasi -1539⁰ S(7.16-rasm).



7.16-rasm. Toza temirning sovishi a) temirning /ferritning/ Fe, b) austenitning –mikrotuzilishi.

Temir qattiq holda ikkita modifikatsiyaga ega /tuzilish, o'zgarishi/ bo'lib, unga allotropik o'zgarish deb aytiladi, ya'ni αFe va γFe.

α - modifikatsiya 1392⁰C dan yuqorida va 910⁰ C dan pastda hosil bo'ladi ba'zi manbalarda 1392-1539⁰ C oralig'idagi tuzilishni α o'rniga δ harfi bilan ham ifodalanadi.

αFe – kristallik panjarasi yuza markazlashgan kubdan iborat bo'lib, 768⁰S gacha magnit xossasiga ega, unga Kyuri nuqtasi deyiladi, bu nuqtada ferromagnit va paramagnit o'zgarishi ro'y beradi, u A_r bilan ifodalanadi, zichligi γ –7,68 g/sm³.

temir $910-1392^{\circ}\text{C}$ da paramagnit xususiyatga ega bo'lib, kristalli panjarasi yuza markazlashgan kubdan iborat bo'ladi.

Kritik nuqtada 910°C $\alpha \leftrightarrow \gamma$, shu chiziq As_3 bilan ifodalanadi, qizdirilganda Ar_3 va kritik nuqta 1392°C $\gamma \leftrightarrow \alpha$ Ac_4 yoki Ar_4 bilan ifodalanadi.

Uglerod – nometall element bo'lib, solishtirma og'irligi $2,5 \text{ g/sm}^3$, erish temperaturasi 3500°C , u yarim morf bo'lib, oddiy sharoitda grafit holida bo'ladi va metaturg'un shaklida olmos hosil qiladi. Uglerod cho'yanning tarkibida erkin holda grafit shaklida uchraydi. Grafitning shakli cho'yan xususiyatiga ta'sir etadi.

Ferrit /F/ - uglerodning αFe dagi qattiq eritmasi, u ikkiga bo'linadi, ya'ni yuqori temperaturali δ - ferrit o'zida maksimal 0,1% uglerod eritadi va past temperaturalik α esa 0,02% uglerod eritadi. Ferrit yumshoq $\varphi=80\%$ va cho'ziluvchan: $\delta=50\%$.

Austenit – A - γFe uglerodni γFe dagi qattiq eritmasi. O'zida 2,14% gacha uglerodni 1147°C da eritadi va 0,8% uglerodni 727°C da eritadi va shu temperatura austenitning turg'unligini pastki chegarasi. Austenit-metaturg'un tuzilishda bo'lib, so'vish tezligiga qarab turli tuzilish hosil qiladi, qattiqligi $HB \ 160-200$, cho'ziluvchanligi $\delta=50-40\%$.

Sementit – Fe_3C /temir karbidi/ temirning uglerod bilan kimyoviy birikmasi, uning tarkibida 6,67% C bo'ladi. Sementit murakkab rombik kristall panjaraga ega juda ham qattiq - $HB=800 \text{ kg/mm}^2$, nisbiy cho'zilishi $\delta\%=0$. Metaturg'un tuzilish temperatura o'zgarishi bilan Fe_3C qizdirish natijasida parchalanadi: $3\text{Fe}+\text{C}$.

Sementit qizdirilganda cho'yanda ferrit + grafit xosil bo'ladi, po'latlarda esa ferrit bilan aralashma holda yoki donachalar chegarasida joylashadi.

Grafit-G erkin holdagi uglerod, yumshoq – $HB \ 3$, kam puxtalikka ega, elektr tokini o'tkazuvchan. Qotishmalarda $\text{Fe}-\text{C}$ ikki yuqori uglerodli fazani hosil qiladi, shuning uchun ikkita diagramma metaturg'un $\text{Fe}_3\text{C}+\text{Fe}$ va turg'un $\text{Fe}+\text{C}$ /grafit/ bo'ladi.

Perlit P mexanik aralashma /evtektoid/, ya'ni evtektikaga o'xshash /faqat qattiq fazadan hosil bo'ladi/, ferrit va sementitdan iborat bo'lib, tarkibida 0,8%

uglerod bo'ladi. Perlit yassi yoki yumaloq bo'lishi mumkin. Perlitning qattiqligi-
 $HB\ 160-200$, cho'ziluvchanligi $\delta=15\%$.

Ledeburit L mexanik aralashma /evtektika/ austenit va sementit birikmasi, unda 4,3% uglerod bo'ladi. Ledeburit suyuq qotishmaning kristallanishi $1147^{\circ}C$ temperaturada ro'y beradi. Qattiqligi $HB=600-700\text{ kg/mm}^2$, mo'rt. Ledeburit austenitni sementit bilan aralashmasi sovtilganda olinadi, austenit perlitga o'tadi va tuzilmasida 4,3% uglerod bo'lganda, $723^{\circ}C$ dan pastda bo'lsa perlit va sementitni hosil qiladi.

Yuqorida aytilganidek temir-uglerodli qotishmalarda boshqa kerakmas birikmalar, oksidlar, nitridlar, sulfidlar, fosfidlar, ya'ni kislorod, azot, oltingugurt, fosfor bilan birikmasi ham bo'ladi.

Bular asosida yangi tuzilishlar hosil bo'lishi mumkin, masalan; fosfid evtektikani ($Fe+Fe_3P+Fe_3C$) erish temperaturasi $950^{\circ}S$ u cho'yanlarda fosfor ko'paysa hosil bo'ladi, 0,5-0,7% fosfid estektikasini hosil qiladi.

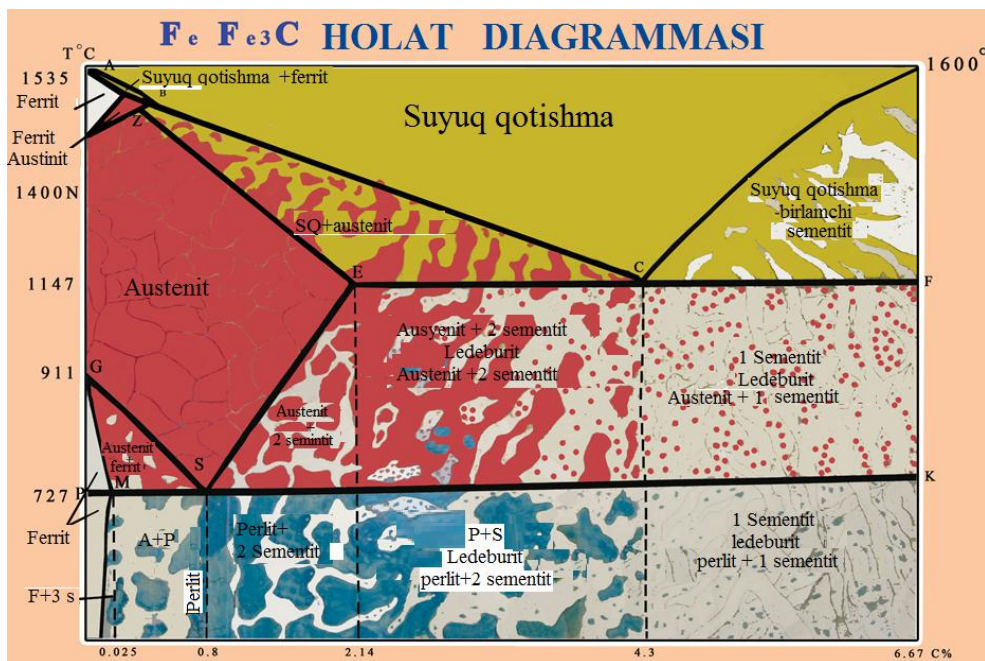
7.4 Temir va uning qotishmalari

$Fe-Fe_3C$ holat diagrammasi va unda hosil bo'lgan tuzilmalar. Temir-sementit holat diagrammasida ($Fe-Fe_3C$) temir-sementit uglerodli qotishmalarning kristallanishini ko'riladi, ularni uy temperaturasigacha sekin sovishi natijasida tuzilishini va suyuq holdan qattiq holga o'tishdagi o'zgarishlar ko'riladi. Bu diagrammada toza temirdan to sementitgacha Fe_3C - 6,67% S tuzilishni va aralashmaning o'zgarishini ko'riladi. Agar qotishmani tarkibida uglerod miqdori 2,14% gacha bo'lsa, po'latlar va 2,14% dan 6,67% gacha bo'lsa, cho'yanlar deb aytiladi. 7.17-rasmda diagramma oddiy holda ko'rsatilgan, u tahlil qilinganda quyidagining ko'rish mumkin: boshlang'ich kristallanish, ya'ni suyuq qotishmaning qattiq holga o'tishi, likvidus chizig'iga to'g'ri keladigan temperatura ASD . A nuqta diagrammada $1539^{\circ}C$ ga to'g'ri keladi va u toza temirning kritik nuqtasi, D nuqtada, taxminan $t=1600^{\circ}C$ da sementitning kritik nuqtasi xosil bo'ladi.

AS chizig'ida suyuq qotishmadan austenit kristallari ajralib chiqadi, SD da suyuq qotishmadan sementit ajralib chiqadi, uni birlamchi sementit deyiladi.

Solidus chizig'i $AESF$ kristallanishning oxirgi temperaturasiga to'g'ri keladi.

S nuqtasida 1147°C temperaturada uglerodning miqdori 4,3% bo'lganda, suyuq qotishmada bir vaqtda austenit va sementit birlamchi kristallanadi va evtektikani hosil qiladi, u ledeburit deyiladi. Solidus chizig'iga to'g'ri kelgan temperaturada AE qotishmaning tarkibida 2,14% C bo'lsa, to'liq qattiq holga o'tib austenitni hosil qiladi. Solidus chizig'ida ESF qotishma tarkibida uglerod miqdori 2,14% dan 6,67% oshganda evtektika chizig'ini hosil qiladi, 2,14-4,3% da austenit va 4,3-6,67% gacha sementit ajralib chiqadi.



7.17-rasm. Temir-grafit holati diagrammasi.

Temir-uglerod ikkilamchi kristallanishini qattiq holdagi o'zgarishga ikkilamchi deb aytiladi, bu hodisa GSK , PSK va GPQ chizig'iga to'g'ri keladigan temperaturada ro'y beradi. Qattiq holda o'zgarish temirning allotropik holati modifikatsiyasiga bog'liq: $\gamma \rightarrow \alpha$, unda uglerodning eruvchanligi austenitda va ferritda o'zgaradi. Temperatura pasaygan sari erishi kamayib boradi, oshiqcha uglerod sementit holida qattiq eritmadan ajralib chiqadi.

Diagrammaning $AGSE$ oralig'ida austenit bo'ladi. Sovish natijasida GS chizig'i bo'ylab ferrit va SE chizig'i bo'ylab ikkilamchi sementit ajralib chiqadi, u ikkilamchi, chunki qattiq eritmadan ajralib chiqadi, sementitning birlamchisi esa suyuq qotishmadan ajralib chiqadi. Diagrammaning GSP da ferrit va

parchalanuvchi austenit bo'ladi, *GP* chizig'idan pastda faqat ferrit hosil bo'ladi va yana *PQ* gacha sovitilsa ferritdan sementit ajralib chiqadi va u uchlamchi bo'ladi.

PQ chizig'i temperatura pasaygan sari uglerodning eruvchanligi ferritda kamayib boradi, uy temperaturasida 0,02%, 727°C da to 0,005% gacha bo'ladi.

S nuqtada uglerodni miqdori 0,8% bo'lsa, 727°C temperaturada austenitning hammasi parchalanib mexanik aralashma hosil qiladi, ferritning sementit ($Fe-Fe_3C$) bilan mexanik aralashma hosil qiladi va bunday aralashmaga perlit deb aytiladi.

Tarkibida 0,8%C bo'lgan po'latlarga evtektoid po'lati, 0,02 to 0,8% gacha C bo'lsa evtektoidgacha va 0,8–2,14% C bo'lsa, evtektoiddan keyingi po'lat deb nomlanadi (7.18-rasm).



a)

X – 500



b)

X - 1000



v)

X - 200

7.18-rasm. Po'latning mikrotuzilishi:

a) evtektoidgacha po'lat x500 – ferrit oq va perlit qora x500; b) evtektoid po'lat /x1000/ kattalashtirilgan perlit donachalaridan iborat; v) evtektoiddan keyingi po'lat, perlit va uning chegarasida oq to'rsimon sementitdan iborat.

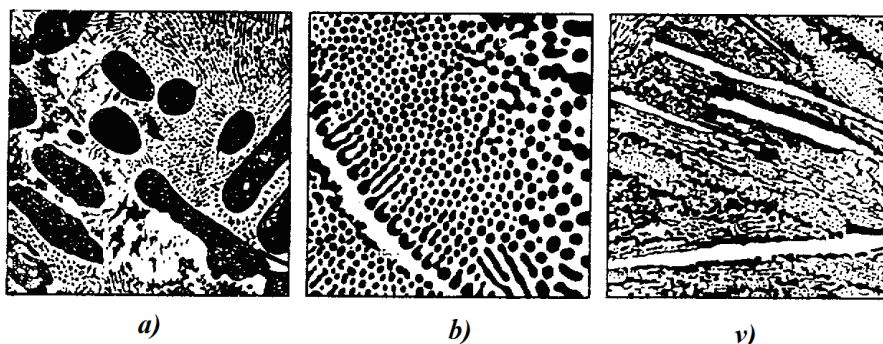
Temperatura *PSK* chizig'iga etganda qolgan austenit parchalanadi va perlit – ferrit, sementit bilan mexanik aralashmasini hosil qiladi, shuning uchun *PSK* chizig'ini perlit chizig'i deb aytiladi.

Evtektoiddan keyingi *SE* chizig'ida eritma uglerodga to'yingan, shuning uchun temperatura pasaygan sari oshiqcha uglerod ikkilamchi sementit holida ajralib chiqadi.

Vertikal chiziq *DFKL* sementitning o'zgarmas kimyoviy tarkibga egaligini ko'rsatadi, faqat uning shakli va katta kichikligi sovush natijasida o'zgaradi.

Katta sementit donachalari birlamchi sementit ajralganda hosil bo'ladi.

Oq cho'yan tarkibida 4,3% C bo'lsa, evtektika cho'yani, 2,14–4,3% gacha bo'lsa evtektikagacha bo'lgan va 4,3–6,67% gacha bo'lsa evtektikadan keyingi cho'yan deb nomlanadi (7.19-rasm).



7.19-rasm. Oq cho'yaning x500 katta qilib ko'rgandagi mikro tuzilishi:

- a) evtetikagacha bo'lgan cho'yan- perlit va ledeburit /ikkilamchi sementit ko'rinmaydi;/ b) evtetik cho'yan ledeburit /perlitni sementit bilan aralashmasi;/ v) evtetikadan keyingi cho'yan sementit /oq plastinkalar/ va ledeburit.

Temperatura 727°S /PSK – chizig'i/ da austenit tarkibida uglerod miqdori kamaygani uchun (0,8% gacha), u perlitga o'tadi. Evtektikagacha bo'lgan cho'yanlar sovigandan so'ng tuzilishi perlit- ledeburitdan iborat bo'ladi.

Oq evtektika cho'yani 4,3% C, 727°C da soviganiidan so'ng faqat ledeburit donachasidan iborat bo'ladi. Oq evtektikadan keyingi cho'yanda C 4,3% dan ko'p bo'lsa, sovigandan so'ng birlamchi sementit va ledeburit donachasidan iborat bo'ladi.

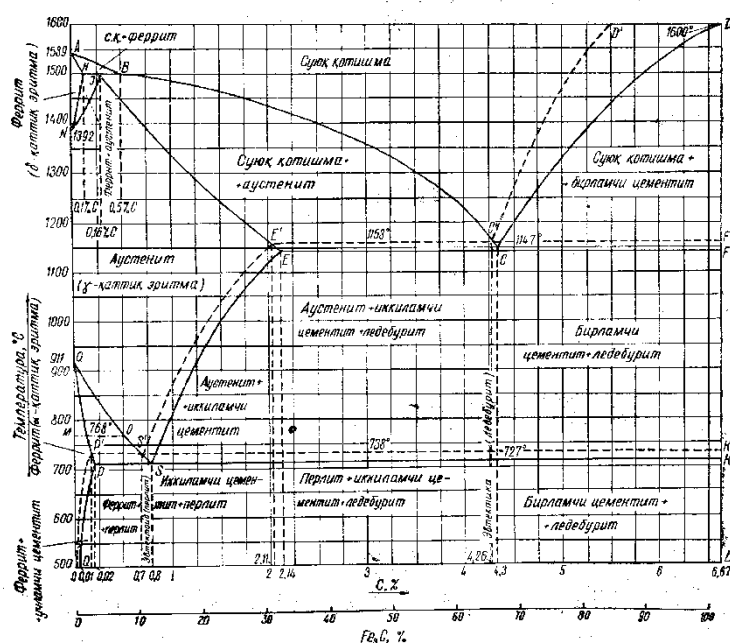
Shuni ta'kidlash kerakki, soviganda PSK chizig'idan pastda ledeburit tarkibidagi austenit perlitga o'tadi, bunda sementit to'ri orasida perlit joylashadi va qattiqligi *HB 600* bo'lib, mo'rtligi ko'tariladi.

Temir-sementit diagrammasi katta ahamiyatga ega, u po'latlarga issiqlik bilan bosim ostida termik ishlov berishda [shtamplashda, bolg'alash, cho'zish va

boshqalarda] keng qo'llaniladi, bundan tashqari quymakorlikda qotishmaning erish temperaturasi aniqlashda ham ishlatiladi.

Temir-grafit holat diagrammasidan ko'rinadiki, tez sovitilgan qotishmalarda /cho'yanda/ sementit hosil bo'ladi. Temir-sementit tizimini metaturg'n, ya'ni noturg'un deb ataladi. Ma'lum sharoitda sementit parchalanadi, austenit va erkin holdagi grafitni hosil qiladi, sekin sovitilganda eritmadan grafit kristallanish natijasida ajralib chiqadi. Temir-grafit holat diagrammasi turg'un bo'ladi. Eritmada grafitning ajralib kristallanishiga grafitlanish deyiladi.

Bu hodisa qotishmaning qattiq holida ham ro'y berishi mumkin, chunki sementit yuqori temperaturada noturg'un bo'ladi: 1-sementit parchalanib, atomlar austenitda eriydi; 2- grafitning kristallanish markazi austenitda hosil bo'ladi; 3- uglerodning atomi austenitda grafitlanish markazida diffuziyanishi ; 4-ajralgan grafitni o'sishi (7.20-rasm).



7.20-rasm. Ikkita diagramma qo'shilgan: chiziqlar metayurg'n holat temir-sementit va shtrixlik chiziq turg'un temir-grafit holat diagrammasi.

Shunday qilib, temir-sementit holat diagrammasida oq cho'yan va temir-grafitda kulrang cho'yan olinadi.

Temir-grafit diagrammasida gorizontall chiziqlar $E^1S^1O^1$ va $P^1S^1K^1$ egri chiziqlar S^1D^1 va E^1S^1 dan birqancha yuqori, shu chiziqlar temir-sementit chizig'idan chaproqda bo'ladi.

Temir-grafit holat diagrammasida AS^1D^1 likvidus chizig'I bo'ylab sovitilganda suyuq qotishmadan AS^1 austenit ajralib chiqadi va $S'D'$ – grafit /birlamchi/ E^1S^1o' da 1153^0C temperaturada evtektika hosil bo'ladi va grafit va austenitdan iborat bo'ladi, u grafit evtektikasi deb nomlanadi. S^1E^1 – sovish natijasida uglerodning austenitda erishini kamayib borishini ko'rsatadi. Temperatura yanada pasaysa temir-grafit holat diagrammasida austenitdan grafit ajralib chiqadi va u ikkilamchi grafit deb aytiladi.

$P^1S^1K^1$ chizig'ida, 738^0C temperaturada austenitda $0,7\% C$ bo'lib, nuqtada parchalanib ferrit va grafitni hosil qiladi, unga grafit evtektoidi deyiladi.

Mikroskop yordamida tuzilishini ko'rganda ko'pincha hosil bo'lgan grafitni ko'rib bo'lmaydi, chunki u ayrim hosil bo'lmasdan balki bir grafitning ustiga yopishadi va uni kattalashtiradi.

Rekristallizatsion yumshatish usulini qo'llashdan maqsad- po'latlarni sovuq xolda cho'zish, shtamplash, bolg'alashdagi, ya'ni plastik deformatsiya natijasida xosil bo'lgan naklyopni yo'iotish. Sovuq xolda deformatsiyalanganda metall yoki qotishmani donachalari maydalanadi, bu esa qattqlik darajasini keskin ko'taradi va unga naklyop deb aytiladi.

Rekristallizatsion yumshatishda po'latni temir-uglerod diagrammasi bo'yicha As_1 chizig'idan pastda bajariladi / $650-700^0C$ /, bu temperaturagacha qizdirilganda metalldagi atomlar qattiq xolda xarakatga kelib ikkilamchi qayta kristallanadi. Deformatsiyalangan donachalarning chegarasida yangi kristallanish markazi xosil bo'ladi, buning natijasida xar tarafga bir xil o'sgan donachalar paydo bo'lib, metall o'zini avvalgi xolatiga qaytadi, ya'ni yaxshi tuzilishidagi yumshoq xususiyatga ega bo'ladi (7.20-rasm).

Me'yorlashtirish termik operatsiya bo'lib, unda yuqoridagi kritik nuqtalar As_3 va As_m dan $30\div 50^0C$ yuqori temperaturada po'latni qizdirib, so'ngra sekin ochiq xavoda sovitiladi (7.20-rasm), natijada ichki kuchlanish kamayadi, qayta kristallanish ro'y beradi, donachalar maydalanadi. Bu usulda payvandlash choki, quymalarga, qizigan xolda bolg'alangan detallarga ishlov beriladi.

Meyorlashtirish yumshatishga nisbatan tez va oson bajariladi, shuning uchun kam legirlangan po'latlarda odatda yumshatishning o'rniga meyorlashtirish usuli qo'llaniladi.

Austenitni martensitga o'tishida xosil bo'lgan tuzilishlar xajmi o'zgaradi: hajmning eng ko'p o'zgarishi martensitda, undan kamroq troostitda, soorbitda, perlitda va kam xajm o'zgarishi austenitda ro'y beradi.

Oraliq tuzilishini izotermik toblashda o'zgarishi beynitni xosil qiladi, uglerodga boy bo'lgan erlarida ajralib chiqadi va austenitda uglerod miqdori kamayadi, shu erda martensitga o'tish boshlanadi, so'ngra sementit parchalanadi va natijada ferrit-sementit aralashmasi xosil bo'ladi.

Izotermik o'zgarish harorat 3500°C dan yuqori temperaturali beynitni qattiqligi $HB450$, plastinka tuzilishiga ega bo'lib, perlitga o'xshash bo'ladi va 3500°C dan pastda quyi beynitni xosil qiladi, uni qattiqligi $HB 550$ bo'lib, ignasimon tuzilishi martensitga o'xshash bo'ladi.

Yumshatish po'latni ma'lum temperaturagacha qizdirib, biroz ushlab turib, so'ngra asta sekin pech bilan birga sovitishga aytiladi, natijada muvozanat xoldagi tuzilishni olish mumkin bo'ladi. Sovish tezligi katta rol o'ynaydi, ya'ni qancha sekin sovitilsa, shuncha yaxshi yumshash xodisasi ro'y beradi.

Po'latni qanday xossa bilan olishga qarab yumshatish mumkin bo'ladi (7.20-rasm).

Diffuziyali Yumshatish - /gomogenlashtiruvchi/ uni kimyoviy notekislikni yo'qotishda murakkab shakldagi po'lat quymalarini, ayniqsa, legirlangan po'latlarda hosil bo'lgan notekis tuzilishlarni yo'qotish uchun bajariladi, bu kimyoviy notekisliklar karbid va dendrid likvatsiyasi natijasida xosil bo'ladi.

Legirlovchi elementlar ko'proq denridning o'rta qismida to'planadi. Kimyoviy notekislikni yo'qotish uchun yuqori temperaturagacha qizdiriladi, unda shu elementning atomlari xarakati tezlashadi va ko'p konsentratsiyali erdan kam konsentratsiyali erga ko'chadi, buning natijasida po'lat quymasida kimyoviy tarkib xajmi bo'ylab tekislanadi.

Po'lat quymalarida diffuziyani tezlatish uchun uni yuqori temperaturada /1100-1200⁰C/ qizdiriladi va shu xaroratda 10-20 soat davomida ushlab turiladi (7.21-rasm 1 egri chiziq).

To'la yumshatish evtektoidgacha bo'lgan issiq xolda bolg'alangan po'latlar, bosim bilan ishlangan detallarda ichki kuchlanishini yo'iotish va donachalarni maydalashda bajariladi, buning uchun po'latni yuqoridagi kritik nuqtadan /diagramma bo'yicha/ harorat $30 \div 50^0$ C dan yuqorida, ya'ni As_3 da qizdirib, so'ngra asta-sekin sovitiladi.(7.21-rasm).

Po'latni As_3 dan yuqorida qizdirilganda perlit austenitga o'tadi, unda oldin mayda austenit donachalari xosil bo'lib, temperatura oshgan sari kattalashib boradi. Temperatura $AS_3+(30 \div 50)^0$ C dan ko'p ko'tarilmasa xosil bo'lgan mayda austenit donachalari saqlanib qoladi, uni As_1 dan pastda sovitilsa donachalar maydaligi saqlanib qoladi va ferrit-perlitdan iborat bo'lgan tuzilishni xosil qiladi, bunda bitta austenit donachasi bir nechta perlit donachasini xosil qiladi va ular xosil bo'lgan austenit donachasiga nisbatan ancha mayda bo'ladi.

Uglerodli detallarning qizdirish temperaturasini xolat diagrammasidan aniqlanadi (7.21-rasm), legirlangan po'latlar uchun esa As_3 kritik nuqtani maxsus ma'lumotnomalardan aniqlanadi.

Yumshatilganda qizdirib, shu temperaturada ushlab turish vaqti detalning batamom /to'la/ qizib olishiga bog'liq.

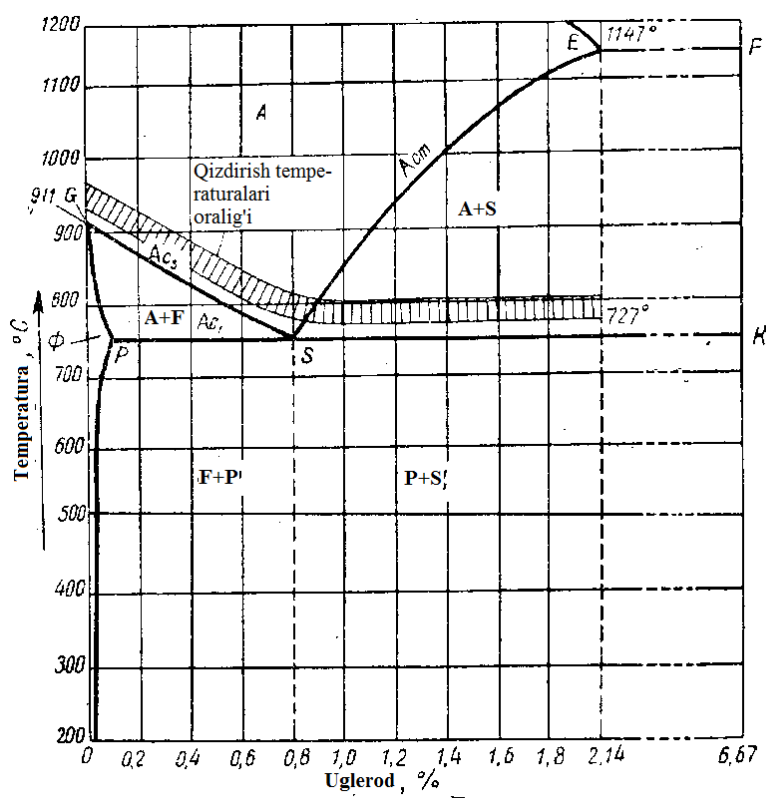
Uglerod miqdori 0,2% gacha bo'lsa meyorlashtirish yaxshi natija beradi, biroq uglerod miqdori $0,2 \div 0,3\%$ dan oshsa, yumshatishga nisbatan, qattqlik xam nisbatan oshib boradi, shuning uchun uni xisobda tutish kerak, bundan ko'rinadiki, yumshatish o'rniga xar vaqt meyorlashtirishni ishlatish mumkin emas.

Qotishmalar meyorlashtirilgandan so'ng mayda donachaga ega bo'ladi, qattqligi va mustaxkamligi Yumshatilganga nisbatan yuqori turadi. Meyorlashtirish yirik donachalarni yo'iotish, ya'ni donachalarni maydalash, kesib ishlashni osonlashtirish va toblash oldidan donachalarni yaxshilash uchun amalga oshiriladi.

Toblash termik ishlov bo'lib, unda po'latni ma'lum temperaturagacha qizdiriladi, shu xaroratda ushlab turib, so'ngra tezda birorta muxitda sovutiladi va bundan maqsad- nomuvozanat xoldagi tuzilishni olish. Natijada toblangan namunani qattiqlik darajasi, mustaxkamligi oshadi va shu bilan birga konstruksion va asbobsozlik po'latlarda plastikligi kamayadi. Toblash sifati qizish tezligiga, ushlab turish vaqtiga va sovish tezligiga bog'liq bo'ladi.

Qizish temperaturasi – toblash uchun kritik nuqta As_1 va As_3 da uglerod miqdori asosiy omil bo'lib xisoblanadi.

Evtektoidgacha bo'lgan uglerodli po'latlarni toblashda yuqorigi kritik nuqta As_3 dan harorat $30\div 50^{\circ}C$ yuqorida va evtektoiddan keyingi po'latlarni As_1 kritik nuqtadan harorat $30\div 50^{\circ}C$ yuqorida qizdirib, so'ngra tezda biror muxitda sovutiladi (7.21-rasm).



7.21-rasm. Toblashdagi po'latning qizdirish temperaturasi.

Qizdirish tezligi va ushlab turish vaqti asosan kimyoviy tarkibiga, toblanuvchi detalning katta-kichikligiga, shakli va xajmiga, isituvchi muxit, pechning tuzilishiga bog'liq bo'ladi. Qancha toblanuvchi detal katta va murakkab shaklli bo'lsa, shuncha sekin isitiladi. Yuqori legirlangan va ko'p uglerodli po'latlar

issiqlik o'tkazuvchanligi kam bo'lgani uchun sekin isitib, ko'p vaqt yuqori temperaturada ushlab turiladi, bunda detal qizdirilganda kam deformatsiyalanadi.

Isitish tezligi va temperaturada ushlab turish vaqti tajriba usul bilan aniqlanadi yoki texnologik karta yordamida xar bir detal uchun qizish tezligi va ushlab turish vaqti aniqlab beriladi.

Elektr pechlarda qizdirish vaqti 1 mm^2 ko'ndalang kesim uchun taxminan $1,5 \div 2$ minut.

Qizdiruvchi moslamalar sifatida elektr pech, pech-vanna, oddiy pechlar qo'llaniladi, ular elektr energiya yoki turli yoqilg'i yordamida ishlaydi.

Qizdirishdagi muxit gaz va xavo /yonish maxsuloti/, neytral gazlar; vannali pechlarda mineral yog'lar, erigan tuzlar va metallar bo'lishi mumkin.

Elektr pechlarda qizdirilganda atmosferadagi xavo va pechdagi gaz bilan qizdiriluvchi metall tutashib oksidlanadi, uning yuzida oksid qatlami hosil bo'ladi. Bundan tashqari yuza qavatida uglerod miqdori kamayadi, u esa po'lat xossasini o'zgartiradi, qisman mustaxkamlikni kamaytiradi.

Po'latni kerakli temperaturagacha qancha tez qizdirilsa, shuncha ko'p mustahkamligi saqlanib qoladi, biroq isitish vaqtida po'latni xamma erini tekis qizdirishi lozim, shunda xamma tuzilishi austenitga o'tadi. Shuning uchun po'lat detallarni vannali pechlarda erigan metall /qo'rg'oshin/ yoki erigan: NaOH , BaCl_2 tuzlarda yoki $50\% \text{KCl} + 50\% \text{NaCO}_3$ da bajariladi, bunday vannali pechlarda metallni qizishi gaz yordamida ishlaydigan pechlarga nisbatan 4-5 marta tezroq bo'ladi.

Toblovchi muhit sifatida tuzlarning suvdagi eritmasi -yog'lar, eritilgan tuzlar, xar xil sovitish xususiyatiga ega bo'lgan boshqalar ishlatiladi, agarda suvning sovitish xususiyatini 20°C deb olsak, yog'ning sovitish xususiyati 0,17-0,44, erigan qo'rg'oshin $/335^\circ\text{C}/$ da 0,05, xavoda esa 0,03.

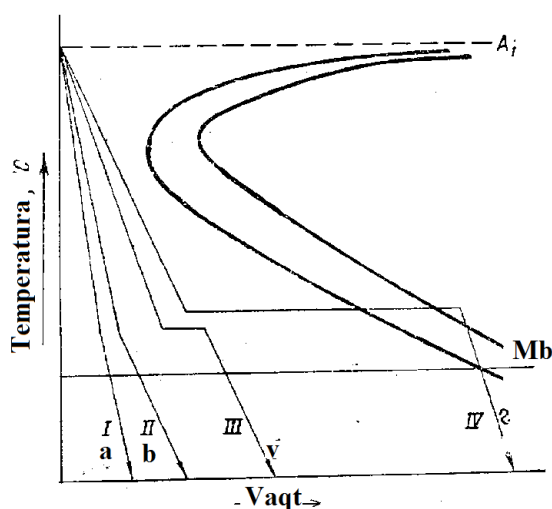
Suvni 20°C dan 99°C temperaturagacha qizdirilsa sovitish xususiyati 1 dan 0,07ga o'tadi. Perlitning xosil bo'ladigan doirasida $/650^\circ\text{C}/$, suv yog'ga nisbatan 5-6 marta tezroq sovitadi.

Yog'da ko'proq legirlangan po'latlar toblanadi.

Sovituvchi muxitlar /suv, yog'/ quyidagicha ta'sir etadi: birinchi davrda namunani sovituvchi muxitga botirganda detalning atrofida qizigan bug' qatlami hosil bo'ladi. Bug' qatlami hisobiga sovish nisbatan sekinlashadi, bu davr qatlam ichida qaynash deb aytiladi, so'ngra bug' qatlam yoriladi va sovituvchi muhit detalning yuzida qaynay boshlaydi, bu davrga pufakli qaynash davri deyiladi va unda namuna sovishi tezlashadi. Namunaning yuzasida temperatura sovituvchini qaynashidan past temperaturada bo'lsa, suyuqlik qaynamaydi va sovish tezlashadi, bu ikkinchi davri konvektiv issiqlik almashishi davri bo'ladi. Davr orasidagi oraliq, ya'ni pufakli qaynash qancha ko'p bo'lsa, shuncha tez sovitadi.

Bir sovituvchida toblash – oddiy usul bo'lib, eng ko'p tarqalgan (7.22-rasm, a egri chizig'i). Detal yoki asbob toblash temperaturasiga qizdirilgandan so'ng, to to'la soviguncha toblovchi suyuqlik - suv, yog', erigan tuzga botiriladi.

Bu usuldan qo'lda yoki mexanizatsiyalashtirilgan usulda toblashda foydalaniladi, unda detallar avtomatik xolda qizigandan so'ng toblovchi muxitga – suv yoki yog'ga tushadi. Toblashning kamchiligi-detal kesim bo'ylab tekis sovimaydi, natijada termik kuchlanish paydo bo'ladi.



7.22-rasm. Turli usulda toblash sxemasi: a – bitta sovitgichda toblash; b – ikkita sovitgichda toblash; v – bosqichli sovitish; g – izotermik toblash.

Ikki sovituvchida toblash boshqacha uzlukli toblash deyiladi. Detal kerakli temperaturagacha qizdirilgandan so'ng, avval sovituvchi suvga botiriladi va so'ngra sekin sovituvchi yog'ga solinadi. Bunday toblashni yuqori uglerodli

asboblari uchun qo'llaniladi, usulda detalning xar bir sovitgichda bo'ladigan vaqtini aniqlash qiyin (7.22,b-rasm)

Bosqichli toblash - bunda qizdirilgan detal martensitni boshlanish nuqtasidan (M_b) biroz yuqorida, qizdirilgan yog'da yoki eritilgan tuzda sovitiladi, shu temperaturada austenit martensitga o'tguncha biroz ushlab turiladi, detalni hamma yeri tekis bir xil tuzilishga ega bo'ladi (7.22,v-rasm).

Ma'lum temperaturada ushlab turish vaqti austenitning turg'unlik vaqtidan shu temperatura kam bo'lishi kerak. Ikkinchi toblash davrida po'lat toblanadi, bu usulda termik kuchlanish kamayadi, mayda darzlarni xosil bo'lishi yo'qotiladi.

Izotermik toblash usuli xam bosqichli toblashdek bo'ladi, farqi faqat shundaki, bu usulda detal toblovchi muxitda ko'proq vaqt ushlab turiladi, natijada austenit to'la parchalanadi va beynit xosil bo'ladi. Sovituvchi muxit sifatida suyultirilgan tuz (20% - NaOH va 80% - KOH), sovish tezligini oshirish uchun 5% suv xam qo'shish mumkin, bu usulda legirlangan 6XS, 9 XS, XVG markali po'latlarga ishlov beriladi (7.22,g-rasm).

Havoda biroz sovitib toblash usulida toblanuvchi metall va toblovchi muxit o'rtasidagi farq bir oz kamaytiriladi, ya'ni toblash temperaturasidan yuqorida qizdirib, so'ngra biroz ochiq xavoda sovitiladi, natijada ichki kuchlanish, ayniqsa sementatsiyalangan detallarda, yoqotiladi.

Toblash bilan bo'shatish /o'zini o'zi bo'shatish/ usulida toblanuvchi detalni sovituvchi muxitga tushirib to'la sovigunicha ushlab turilmaydi. Ichki qismi to'la sovimagani uchun undagi issiqlik $220-300^{\circ}\text{C}$ gacha bo'ladi va toblangan detal qisman yumshaydi, bunday usulda iskana, kerner, borodok va boshqa chilangarlik asboblari ishlov beriladi.

Toblash va sovuq bilan ishlov berish usulida toblangan detalni yana uy temperaturasidan past temperaturali muxitga solib sovitilishiga aytiladi, natijada M_b bilan M_o oralig'ida qoldiq austenit ham martensitga o'tadi va qattqlik darajasi yanada oshadi.

Ko'p uglerodli va legirlangan po'latlar toblangandan so'ng uy temperaturasida ushlab turilsa, unda 12% gacha, tez kesuvchi po'latlarda esa 35%

gacha qoldiq austenit bo'ladi. Toblangan detallar sovuq muxitga tushirilganda detalning o'lchamlari o'zgarmaydi va qoldiq austenit martensitga o'tadi, natijada qattqlik oshadi. Sovituvchi muxit turli bo'lishi mumkin, masalan quruq muz SO₂ qattiq xoldagisi bilan atseton aralashmasi - 78⁰C temperaturaga teng.

7.5. Po'latni toblanuvchanligi va toblanish chuqurligi

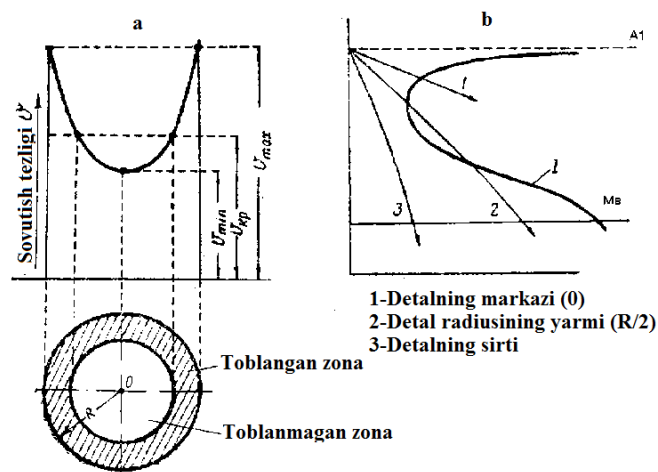
Po'latni toblanuvchanligi deb toblash natijasida po'latning o'z qattqligini oshira olish xususiyatiga aytiladi. Toblanuvchanlik xususiyati asosan uglerodga bog'liq bo'ladi, qancha uglerod miqdori oshiq bo'lsa, shuncha qattqlik darajasi yuqori bo'ladi, ya'ni uglerod oshgan sari, uglerod atomlari soni xam ko'payadi va temirning kristalli panjarasida saqlanib qoladi, toblanganda α Fe uglerodga o'ta to'yingan eritmasini xosil qiladi.

Uglerodli po'latlar tarkibida 0,3% dan kam uglerod bo'lsa (po'lat St2, St3) toblash yaxshi bo'lmaydi, chunki martensit xosil bo'lmaydi. Martensitning xosil bo'lishi yoqlari va yuzasi markazlashgan kubga o'tishi bilan bog'liq, bu o'zgarish temperatura va uglerod miqdoriga bog'liq: qancha uglerod miqdori ko'p bo'lsa, shuncha martensit xosil bo'lish temperaturasi past bo'ladi. Sovituvchi muxit tanlashda po'latni toblanish va toblash chuqurligi inobatga olinishi lozim.

Toblanish chuqurligi , ya'ni po'latni toblanishda ma'lum chuqurlikda tuzilishini o'zgarishi – martensit va troostit xosil qilishi tushuniladi, biroq sovish tezligi ichki qavatida, yuzasiga nisbatan sekin bo'ladi. Toblanish chuqurligi metallarning kimyoviy tarkibiga, detalning katta-kichikligiga va sovish sharoitiga bog'liq bo'ladi. Uglerodning miqdorini 0,8% gacha ko'payshida qizish chuqurligi oshib boradi va uglerod miqdori undan oshsa toblanish chuqurligi kamayadi.

Hamma legirlovchi elementlar (kobaltdan tashqari) qizish chuqurligini oshiradi.

Toblashda sovish tezligi detalning ko'ndalang kesimi bo'ylab bir xil bo'lmaydi- yuzasida qattqlik maksimal bo'lib, o'zagiga yaqinlashgan sari kamayib boradi (7.23-rasm).

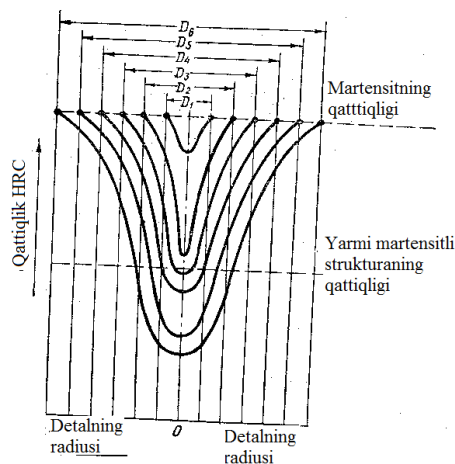


7.23-rasm. Sovish tezligi detal kesimining radiusi bo'ylab qanday o'zgarishni ko'rsatuvchi sxemalar.

Po'lat sirtida 50% martensit va 50% troositni tuzilishni xosil qiladi, bu yerdagi oraliqqa toblash chuqurligi deyiladi.

Toblashda sovish tezligi ko'ndalang kesim bo'yicha notekis xolda bo'ladi, shuning uchun yuzida maksimal va o'zagida minimal qattqlikka ega bo'ladi.

Namunaning markazigacha toblanadigan eng katta diametri toblash chuqurligining kritik diametri deb aytiladi va har xil diametrli silindrik detalning qattqligini ko'rsatuvchi egri chiziqlar 7.24-rasmda keltirilgan.

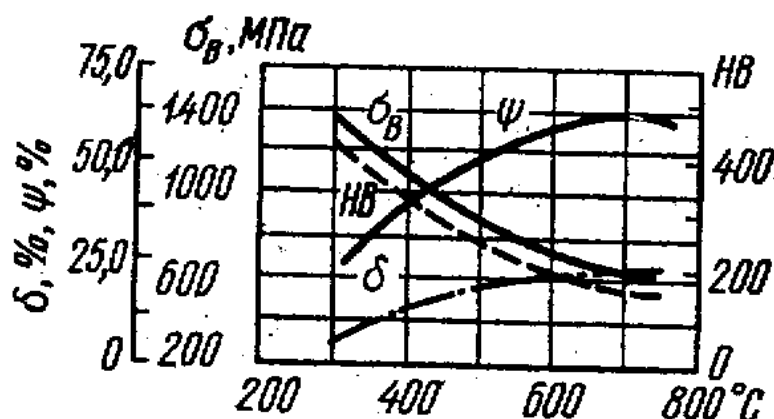


7.24-rasm. Xar xil diametrli ssilindrik detalning qattqligini ko'rsatuvchi egri chiziqlar sxemasi.

Bo'shatishda toblangan po'latga termik ishlov beriladi, ya'ni uni qizdirib kritik As_1 nuqtada pastgi temperaturada biroz ushlab turiladi va so'ngra sovtiladi. Bo'shatishdan maqsad-turg'un tuzilma olish, ichki kuchlanishni kamaytirish,

qovushqoqlikni, plastiklikni oshirish, qattqlik va mo'rtlikni pasaytirishdan iborat bo'ladi.

Bo'shatish to'g'ri bajarilsa, toblash sifati yaxshi bo'ladi (7.25-rasm). Bo'shatish temperaturasi 150°C dan 700°C oraliqda: past, o'rta va yuqori temperaturali bo'shatishlarga bo'linadi.



7.25-rasm. Bo'shatish temperaturasi toblangan po'lat St 40 ning mexanik xossasiga ta'siri.

a) Past temperaturada bo'shatishda toblangan po'lat 150°C - 250°C temperaturagacha qizdirilib, so'ngra ma'lum tezlikda sovtiladi, natijada martensit kristall panjarasidagi ichki kuchlanish qisman kamayadi, ammo shu bilan birga, qattqligi ham pasayadi.

Past temperaturali bo'shatish ko'proq asbobsozlik, po'latlar uchun sementatsiyadan so'ng amalga oshiriladi.

b) O'rta temperaturada bo'shatishda po'latni 300°C - 500°C temperatura oralig'ida qizdirib, so'ngra biror muhitda tezda sovtiladi va troosit tuzilishi olinadi, natijada ichki kuchlanish va qattqlik kamayadi, bu usuldagi ishlov prujina, resorlar va asboblari uchun qo'llanilishi uchun po'latlarni qovushqoqlik va mustahkamligini oshiradi.

v) Yuqori temperaturada bo'shatish – po'lat 500°C - 650°C temperaturalar oralig'ida qizdirilib, so'ngra tezda sovtiladi. Yuqori temperaturada martensit parchalanadi va yuqori dispersiyali mexanik aralashmani, ya'ni soorbitni ferrit-sementit bilan mexanik aralashmasini hosil qiladi.

Bo'shatish natijasida yumaloq soorbit hosil bo'ladi, me'yorlashtirilganda esa plastinkasimon soorbit olinadi.

Yuqori temperaturada bo'shatishga yaxshilash deb aytiladi va dinamik kuch ta'sirida ishlaydigan detallar uchun bajariladi hamda ularning materiali - 35, 45, 40X kabi po'latlar yuqori mexanik xossasiga ega bo'ladi. Bo'shatishni toblashdan so'ng bajarish lozim, aks holda ichki kuchlanish natijasida mayda darzlar paydo bo'lishi mumkin.

Chala qizdirish, yetarli vaqt qizigan holda ushlab turmaslik bo'shatishni to'la bo'lmasligiga sababchi bo'ladi, u holda po'latni qayta qizdirib, boshqatdan bo'shatish lozim.

Po'latni sun'iy va tabiiy usulda bo'shatishga qaritish deb aytiladi, uning natijasida toblangan asboblarning o'lchamlari turg'un holga keladi.

Sun'iy usulda qizdirilgan po'latni 120°C - 150°C haroratda 18-35 soat ichida mineral yog'larda ushlab turiladi. Tabiiy usulda qaritishda uy temperaturasida uch oy va undan ortiq vaqt ushlab turiladi, chunki detalning o'lchami juda sekin o'zgaradi.

Toblashda hosil bo'ladigan nuqsonlar. Yumshatish va me'yorlashtirishda quyidagi nuqsonlar paydo bo'lishi mumkin: oksidlanish, uglerodsizlanish va qizish temperaturasi kerakli darajadan yuqori bo'lsa, donachalar yiriklashishi va mo'rtligini oshishi.

Alangali pechlarda qizdirilganda po'lat detallarning yuzasi yonish maxsuloti – gazlar bilan tutashishi natijasida oksidlanib, temir oksidini xosil qiladi.

Oksidlanish natijasida metall isrof bo'lishdan tashqari oksidni osti notekis bo'ladi va keskich bilan ishlashni qiyinlashtiradi. Oksidlarni detal yuzidan olish uchun uni kislota yordamida tozalash tavsiya qilinadi.

Sirtqi qavatning uglerodsizlanishi, ya'ni uglerodni detalning yuzida kamayishi – oksidlanish bilan bog'liq. Uglerodsizlanish konstruksion po'latning mustaxkamligini keskin kamaytiradi, bundan tashqari toblash darzlari va toblash tashlashi ro'y beradi.

Detalni oksidlashdan, uglerodsizlanishdan saqlash uchun yumshatishda me'yorlashtirishda va toblashda ishni muxitiga neytral gaz kiritiladi.

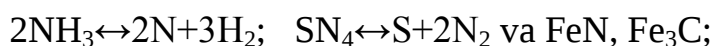
7.6. Kimyoviy- termik ishlov berish usullari

Kimyoviy - termik ishlovda kimyoviy usul va termik ta'sir etish natijasida po'latning yuza qavati tarkibini, tuzilishini va xossasini o'zgartiriladi, natijada yuza qavatning qattiqligi, yedirilishga va korroziya bardoshligi oshadi. Kimyoviy-termik ishlov mashinasozlikda keng tarqalgan, chunki u mashinalarning ish muddatini keskin oshiradi, bu usulda turli shakldagi va har xil o'lchamdagi detallarga ishlov berish mumkin.

Kimyoviy-termik ishlov yordamida yuza qavatning kimyoviy tarkibi o'zgaradi va uning ichki qavati o'z xossalarini saqlab qoladi. Po'lat va qotishmalar yuza qavati kimyoviy faol holda bo'lgan uglerod, azot, kremniy, xrom, bor va boshqa elementlar bilan to'yintiriladi.

Kimyoviy-termik ishlov uch asosiy turga bo'linadi:

- disotsiatsiyada to'yinuvchi elementni faol-atomlar holida olinishi natijasida temirning yuziga azot va uglerod singib birikma hosil qiladi.



- absorbsiya jarayoni metall sirti erkin atomlarni yutishdan iborat bo'ladi.

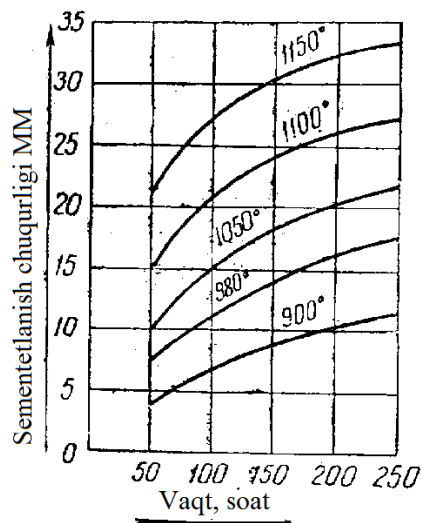
- diffuziyada - atomlarni metall sirtidan ichkarisiga kiritiladi.

Temperatura va metallning to'yintiruvchi elementi o'zaro ta'sirda bo'lishi lozim. Diffuziyada to'yintiruvchi element asosiy metall bilan birikib kimyoviy birikma yoki qattiq eritma hosil qiladi.

Kimyoviy-termik ishlovda to'yintiruvchi element mexanik aralashma hosil qilishi mumkin emas. To'yintiruvchi elementning yuza qavatiga singishi po'latning, legirlovchi elementlarning tarkibi va miqdori, shu temperaturada to'yinish davriga bog'liq bo'ladi.

Sementsiyalash - kimyoviy-termik ishlov bo'lib, unda po'latning yuza qavati diffuzion usulda yuqori temperaturada uglerodga to'yintiriladi. Sementatsiyada yuza qavatining qattiqligi oshadi, yediriluvchanligi kamayadi. Ishqalanishda ishlaydigan detallar ko'proq sementatsiyalanadi - tishli g'ildiraklar, porshenning

barmoqlari, taqsimlovchi o'qlar va boshqalar. Asosan sementatsiyalashda kam uglerodli (0,1-0,3% S) po'latlar quyidagi markalari 10, 15, A12, A20, St3, 15X, 25GM va boshqalar ishlatiladi. Sementatsiyalanganda po'latda uglerodning miqdori 0,2-0,3% dan 1-1,2% gacha oshadi va sementatsiyalash chuqurligi 0,5-2,5 mm gacha bo'ladi (7.26-rasm).



7.26-rasm. Sementatsiyalash chuqurligining temperatura xamda vaqtga qarab o'zgarishini ko'rsatuvchi egri chiziq.

Detal xrom, nikel, molibdenli po'latdan yasalgan, karbyurizator esa 65% - pista ko'mir, 23%- koks, 12% - bariy karbonatidan iborat bo'ladi.

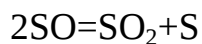
Sementatsiyalanganda detalni xavosiz uglerodlovchi qattiq, suyuq yoki gaz holidagi muhitda 930°C-950°C haroratda qizdiriladi va shu temperaturada bir necha soat davomida ushlab turiladi, so'ngra sekin sovitish va me'yorlashtirilgandan keyin toblab, bo'shatildi.

Uglerodga to'yintiruvchi muhit bo'lib karbyurizatorlardan qattig'i (pista ko'mir, karbonatlar), ishlatiladi suyuq'i esa mayda detallarni sementatsiyalashda ishlatiladi. Jarayon natriy karbonat (Na_2CO_3) 75-85%, 10-15% natriy xlorid (NaCl), kremniy karbidini suyuqlantirilganidan iborat tuzli vannada bajariladi.



Bu reaksiyada ajralib chiqqan faol uglerod po'lat detalning ustki qatlamiga singadi.

Gaz yordamida sementatsiyalanganda germetik yopilgan pechning ichiga sementatsiyalanuvchi detalni qo'yib, unga uglerodli gazni berib qizdiriladi.



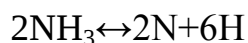
Bunday reaksiyani olish uchun metan SN_4 , etan C_2H_6 , propan S_3N_8 , butan S_4N_{10} lardan foydalaniladi.

Azotlash - bu usulda ishlab berishda detallarning yuza qavatining qattqlik darajasi, yedirilishga bardoshlilik keskin oshadi.

Azotlangan yuzaning qattqlik darajasi sementatsiyalanganga nisbatan yuqori bo'ladi, 400°C - 600°C temperaturada ham o'z qattqligini saqlab qoladi, sementatsiyalangan detallar esa martensit tuzilishni 200 - 250°C gacha saqlaydi xolos.

Azotlanuvchi detallar ko'proq legirlanadigan po'latdan tayyorlanadi, tarkibida alyumin, xrom, titan bo'lgan 40X, 18XGT, 40XNMA kabi markalari ishlatiladi. Azotlashdan oldin po'lat detalning mexanik xossasi yaxshilanadi, ya'ni toblanib yuqori temperaturada bo'shatiladi. Azotlangan yuza chuqurligi $0,2$ - $0,6$ mm gacha bo'ladi, yaxshi jilvirlanadi va jilolanadi. Asosan tishli g'ildiraklar, tirsakli o'qlar, shtamplar va hakoza azotlanadi.

Azotlash natijasida detallarning o'lchamlari biroz oshadi, shuning uchun qayta-qayta jilvirlaniladi va yuzadan $0,02$ - $0,03$ mm qatlam olinadi. Azotlash odatda ammiak muxitida bajariladi, u 500°C - 600°C haroratda parchalanib, temir bilan birikib nitritni hosil qiladi (FeN).



Yopiq idishda azot yuqori temperaturada po'lat detalning yuziga singadi va temir bilan birikib, temir nitridni hosil qiladi. Legirlangan po'latlarda, xrom, molibden, nikel, volframlar bilan birikib, ular ham nitridni hosil qiladi. Qattqlik darajasi keskin HRC 70 gacha ko'tariladi.

Ko'p uglerodli konstruksion po'latlarda azotlash korroziyabardoshlilikini oshirishga xizmat qiladi. Azotlash 500 - 520°C temperaturada 24 - 60 soatgacha cho'ziladi.

Toza temir yoki kam uglerodli po'latlarda azotlangan yuza qattqlik darajasi yuqori bo'lmaydi (HB 300-350), shuning uchun, o'rta uglerodli va legirlangan (Cr, Mo, Al bilan) po'latlar yuqori qattqlikka va edirilishga bardosh beradi va yaxshi azotlanadi, chunki yuqorida aytilgandek, legirlangan po'latlar yuqori temperaturada yaxshi nitridlar aralashmasini hosil qiladi, u esa dislokatsiyalarning harakatiga to'sqinlik qiladi va qattqlik darajasini oshiradi.

Legirlovchi Al mo'rtlikni keskin oshirib yuboradi, shuning uchun ko'proq Mo-0,2-0,4%, Sg-1-3%, V-1-1,2% bo'lgan po'latlar yaxshi azotlanadi.

Korroziya bardoshlikni oshirish uchun uglerodli po'latlar azotlansa yaxshi natija beradi va bu jarayon 10-15 minutdan 3-6 soatgacha davom etadi.

Azotlash davrini 2-3 marta qisqartirish uchun ionli azotlashdan foydalaniladi. Bu jarayon suyultirilgan azotli muhitda bajariladi (NH_3 yoki N_2), ishlov berilayotgan detalni nisbiy elektrod-katodga biriktiriladi, anod bo'lib idish xizmat qiladi. Erish va detal orasida elektr so'nuvchi zaryad hosil bo'lib, gazning ionlari katodni bombardimon qiladi va detal azotga to'yinadi.

Suyuq muxitda azotlash tenifer jarayoni deb aytiladi, bu usul 570°C temperaturada va 0,5-3,0 soat oralig'ida suyuq sianli tuzlar muhitida bajariladi, tuz tarkibida 40% KCNO va 60% NaCN, 45% Na_2CO_3 yoki 55% karbamid $(\text{NN}_2)_2\text{SO}$ va 45% Na_2CO_3 bo'ladi. Ular orasidan quruq xavo o'tkaziladi. Tuzlar titandan tayyorlangan maxsus idishlarda eritiladi. Temperatura past bo'lgani uchun sianli tuzlarni parchalanishi natijasida hosil bo'lgan azot po'latning yuzasiga singadi.

Po'lat yuzasida yupqa (7-15mkm) karbonitdirli $(\text{FeM})_{2-3}$ (N,S), birikma hosil bo'ladi, umumiy qalinligi $0,15 \div 0,5$ mm teng va u edirilishiga va chidamlilikka bardosh beradi. Bu yuzani ostida azotning α -temirdagi qattiq eritmasi va oshiqcha austenit γ -faza bo'ladi. Detailning o'lchamlari deyarli o'zgarmaydi, shu usulda tirsakli val, tishli g'ildirak, shtamplar kabilar tayyorlanadi.

Sianlash yoki nitrotsementatsiyalash kimyoviy-termik ishlov bo'lib, po'lat detailning sirtqi qatlamini bir vaqtda uglerod va azotga to'yintirishga aytiladi, natijada po'lat detailning yuzasini qattqligi oshiriladi va edirilishi kamaytiriladi.

Bu operatsiya erigan sianli tuzlar muxitda 820°C - 860°C haroratda bajariladi, sianlash chuqurligi esa 0,3mm bo'lib, jarayon 0,5-1,5 soat davom etadi, so'ngra vannadan chiqqan detal past (180° - 200°C) temperaturada toblanadi. Termik ishlovdan so'ng sementatsiyalangan detal qatig'ligi HRC 58-62 ga teng bo'ladi. Past temperaturali sianlash-o'rtacha uglerodli va tezkesar po'latdan tayyorlangan asboblarda uchun bajariladi.

Sianlangan yuza sementatsiyalangan nisbatan yedirilishga ko'proq bardosh beradi.

Yuqori 930°C - 960°C temperaturada sianlash 1,5-6 soatgacha davom etadi, 0,5-2 mm diffuzion chuqurlikka ega bo'ladi, sovitilgandan so'ng toblanadi, natijada donachalar maydalanadi va past temperaturada bo'shatiladi.

Sianlash jarayoni sementatsiyaga nisbatan osonroq va detalning shakli kam o'zgaradi, yedirilishga, korroziyaga bardoshlilik keskin oshadi. Kamchiligi-qimmat va zaxarli tuzlar bilan ishlash kerakligi.

Borlash kimyoviy-termik ishlov bo'lib, yuza qavatini borgan to'yintirishga aytiladi. Buning uchun detal bura, uch xlorli bor, borli muhitda 850°C - 950°C haroratda 2-6 soat qizdiriladi. Borlashda kam va o'rtacha uglerodli 20,40, 40X; ZOXGS va boshqa po'latlar ishlatiladi. Borlanuvchi yuza qalinligi 0,1-0,2 mm bo'lib, yuqori qattiqlikka ega, ayniqsa qumlik muxitga yedirilmaydi, korroziyabardoshligi yuqori, bu usulda neft nasoslarga, shtamplar, presformalar kabi muhim detallarga ishlov beriladi. Borlangan detallarni turg'unligi 2-10 martagacha oshadi.

Diffuzion metallizatsiyalash kimyoviy-termik jarayon bo'lib, unda po'latning yuza qavatini turli metallarga (alyumin, xrom, rux va boshqalar) to'yintiriladi. Yuza qavatni diffuziya yordamida boshqa metallar bilan to'yintirilganda ularning qattiq eritmasi hosil bo'ladi, shuning uchun u uglerod va azotga nisbatan qiyinroq diffuziyalanadi.

Po'latning yuza qavatini diffuzion metallizatsiyalash 700 - 1400°C temperaturada quyidagicha bajariladi:

1. Qattiq diffuzion metallizatsiyalashda metalizator bo'lib, ferroqotishmalar ferroxrom, ferrosilsiy, ferroalyuminiy va boshqalar ishlatiladi, unga ammoniy xlor (NH_4Cl) qo'shiladi. Metallizator HCl yoki Si_2 bilan birikib, xlarning uchinchi metall bilan birikmasini xosil qiladi, erkin atom metall yuzasiga singadi (masalan AlSi_2 , CrCl_2).

2. Suyuq, diffuzion metallizatsiyada detalni engil erituvchan, metallni erigan xoldagisiga rux yoki alyuminga botiriladi.

3. Gaz yordamida diffuzion metallizatsiyada turli metallarning xloridli birikmalari muxitda bajariladi.

Alishtirishlar usulida miqdori 0,1-0,2%C li po'latning yuza qavatini alyuminga to'yintiriladi. Alitirish temperaturasi 700°C - 1100°C bo'lib, uning qalinligi 0,2-1mm bo'ladi, buning natijasida cho'yan va po'lat detalning yuza qavatining olovbardoshligi oshadi, ya'ni yuqori temperaturada xam oksidlanmaydi. Detalning sirtqi qatlami qattiq, suyuq va gaz muxitda diffuzion alyuminlanishi mumkin va detalning sirtida alyuminning konsentratsiyasi 30% gacha bo'ladi.

Diffuzion alyuminiylanadigan detallar jumlasiga, klapanlar, termopara kopchig'i, pech armaturasi, forsunkalar kiradi.

Gaz muhitda diffuzion alishtirishda detallar maxsus rotortada ferroalyumin qipig'i aralashmasida bo'lib, uning orasidan xlor yoki vodorod o'tkaziladi. 2 soat davomida 980°C haroratda detalning yuza qavati Fe_2Al_5 dan iborat bo'lib qoladi va uning qalinligi 0,45 mm teng bo'ladi.

Suyuq muxitda diffuzion alyuminlashda. Detal suyultirilgan alyuminli vannada 750°C - 800°C haroratda 1 soat ushlab turiladi, bunda detalning 0,3 mm qalinligidagi sirtqi qatlami alyuminga to'yinadi, suyultirilgan alyuminli vannaga 6-8% temir qirindisi xam qo'shiladi.

5. Diffuzion xromlash jarayonida detalning yuza qavati xromga to'yintiriladi, natijada po'lat va cho'yan detallarning korroziyaga, olovga, eyilishga chidamligi oshadi. Detaillar uch xil muxitda - qattiq, suyuq va gaz muhitda diffuzion xromlanishi mumkin. Xromlangan detallarga bug' turbinalari va agressiv muxitda ishlovchi nasoslar kabilar kiradi.

Diffuzion kremniylanish -/silash/, usulida xam cho'yan va po'lat detallarning olov, korroziyabardoshligini oshiriladi. Qattiq va gaz muxitda kremniylanish mumkin.

Gaz xolidagi germetik berkitilgan retortaga ferrosilisiy yoki korborund /SiS/ kukuni solinib, 950°C - 1000°C haroratgacha qizdiriladi. Qattiq muxitda esa diffuzion kremniylashda 75% - ferrosilisiy va 25% - shamotdan iborat aralashma ishlatiladi.

Detallar maxsus qutiga joylashtirib, uzoq vaqt 1100°C - 1200°C haroratda qizdiriladi, agarda 4 soat saqlansa 0,1mm qalinlikdagi yuza qavati kremniylashadi.

Gaz muxitda diffuzion kremniylash usulida detalni germetik yopiladigan retortalarga solib ma'xsus pechlarda 1100°C - 1200°C haroratda qizdiriladi.

Retortaga detal bilan solingan ferrosilisiy yoki korborundga SiS kukuni orasidan xlor o'tkaziladi va u reaksiyaga kirib kremniy SiCl_4 xloridni xosil qiladi. SiCl_4 detal yuzasi bilan tutashishida kremniy ajralib chiqib detal yuziga singadi.

Nazorat savollari.

1. Qattiq eritma nima?
2. Metallar bir-birida chegarasiz erishi uchun qanday shartlar bo'lishi lozim?
3. Faza va komponent nima?
4. Mexanik aralashma nima?
5. Likvidus va solidus chiziqlari nima?
6. Kritik temperaturasini izohlang?
7. Qattiq qotishmalarni chegarasiz erish shartlari?
8. Kimyoviy birikmalarini izohlang?
9. Qotishmalarni ikkilamchi kristallanishini izohlang?
10. Sikl fazasini hosil qiluvchilarni keltiring?
11. Po'latning tarkibida 0,3% va 0,9% uglerod bo'lganda toblash temperaturasini aniqlang va asoslang?
12. Bo'shatishdan maqsad?
13. Martensit tuzilishini olish uchun nima qilish lozim?
14. Perlit, soorbit va troostit tuzilishilari nima bilan farqlanadi?
15. Toblashda qoldiq austenitni qanday yo'qotish mumkin?

16. Toblashdagi nuqsonlar va ularni yo'qotish.
17. Nima uchun mustahkamlik chegarasi bo'shatishdan so'ng o'zgaradi?
18. Kimyoviy-termik ishlov termik ishlovdan nima bilan farqlanadi?
19. Nima uchun po'latlar sementatsiyalanadi, azotlanadi?
20. Sementatsiyalash temperaturasi nechaga teng bo'ladi?
21. Nitrotsemetatsiya qanday bajariladi va undan maqsad?
22. Sementatsiyalanishdan so'ng nima uchun termoishlov beriladi?
23. Nima uchun alitirlash ishlov beriladi va undan maqsad.
24. Yumshatish jarayonini izohlang?
25. Quritishdan maqsad?
26. Qizdirilgan po'latdagi o'zgarishlar?
27. Po'latni sovitilganligini uzgarishing?
28. Chala yumshatishni izohlang?
29. Sferiodli yumshatishni izohlang?
30. Reklistallizatsion yumshatishni izohlang?
31. Meyorlashtirish jarayonini izohlang?
32. Diffuziyali yumshatishni izohlang?
33. To'la yumshatishni izohlang?
34. Toblovchi muhitni izohlang?
35. Toblash turlarini izohlang?
36. Toblanish chuqurligini izohlang?
37. Temir va uni qotishmalarini izohlang?
38. Bosqinchli toblashni izohlang?
39. Po'latni toblanuvchanligini izohlang?
40. Diffuziyali metallizasiya?

8-bob. NOMETALL, KOMPOZISION VA KUKUNLI MATERIALLAR

Zamonaviy materialshunoslikni nometallar, kompozitson va kukunli materiallar, ayniqsa nanomateriallarsiz tasavvur qilib bo'lmaydi va ular hozirgi mashinasozlik rivojlanishini asosiy yo'nalishlarini belgilab bermoqda. Shuning uchun ushbu bobda o'quvchida zamonaviy materialshunoslik yutuqlari to'g'risida yetarlicha ma'lumotlar yetkazish maqsadidagi materiallar keltirilgan, ayniqsa nanomateriallarini fundamental asoslarini o'rganishga alohida e'tibor qaratilgan.

8.1. Zamonaviy nometall materiallar

Mashinasozlik sanoatida nometall materiallar metall va uning qotishmalari o'rniga ishlatiladi.

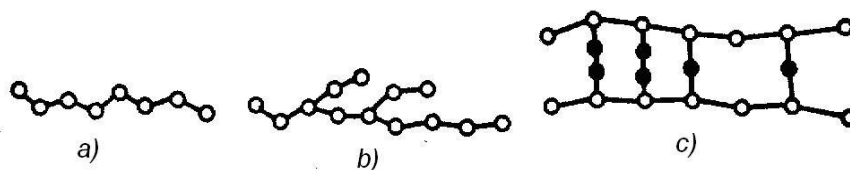
Sanoatda ishlatiladigan nometalllarga plastmassalar, yog'och kley, loklar, bo'yoqdor, rezinalar, zichlashtiruvchi va izolyasion materillar va boshqalar kiradi. Bu materiallar kerakli mexanik- texnologik xossaga ega bo'lib, yuqori ko'rsatkichlarga – bug', gaz, yog', suv o'tkazmaslik va boshqa bir qancha ijobiy ko'rsatkichlarga ega.

Polimerlar xossalari, ishlatilishi to'g'risida umumiy tushunchalar. Plastmassalarning tuzilishi. Plastmassalar nometall kompozision material - polimerlar (smola) asosida bo'lib, issiqlik ta'sirida va bosim ostida birorta detal hosil qilib, sovish natijasida o'z shaklini o'zgartirmasdan qattiq holda bo'ladi.

Plastmassaning tasnifli tarafi shundaki, u kam zichligi, korroziyaga yuqori bardoshligi va ko'pincha past ishqalanish koeffisientiga, yuqori elektr o'tkazmaslik (dielektrik) va boshqa ko'p ijobiy xossalarga ega bo'ladi, ularning kamchiligi- issiqlikdan yumshashi, issiqlik o'tkazmasligi, nogigroskopligi, tez eskirishi va issiqlikdan o'z xossalarini yo'qotishidir.

Plastmassalar asosida polimerlar bo'lib, ularning turi va miqdoridan fizik- texnologik xossalari o'zgaradi.

Polimerlar- bu yuqori molekulyar birikma, 8.1-rasmda ko'rsatilganidek, chiziqli, shoxsimon va fazoviy tuzilishga ega.

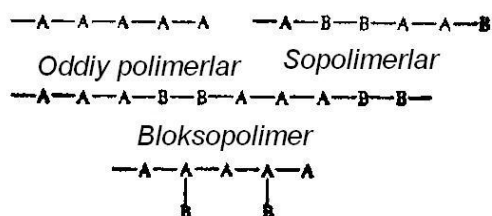


8.1-rasm. Polimerlarning tuzilishi: a) chiziqli, b) Shoxsimon v) fazoviy.

Polimerlarning molekulasi (uzun zanjir) ayrim bo'laklarga bo'linadi, kimyoviy tarkibiga va tuzilishga qarab gomopolimer yoki har xil tuzilishga sopolimerlarga bo'linadi (8.2 - rasm).

Polimerlarda makromolekulalar har xil yirik bo'g'inlardan iborat bo'lsa, ular blok sopolimerlar deb aytiladi, agarda makromolekularga yana makromolekular boshqa jismning yoniga yopishsa payvandlanadigan sopolimerlar deb ataladi.

Payvandlangan sopolimerlar hosil qilib mo'ljallangan xossaga ega bo'lgan material olish mumkin.



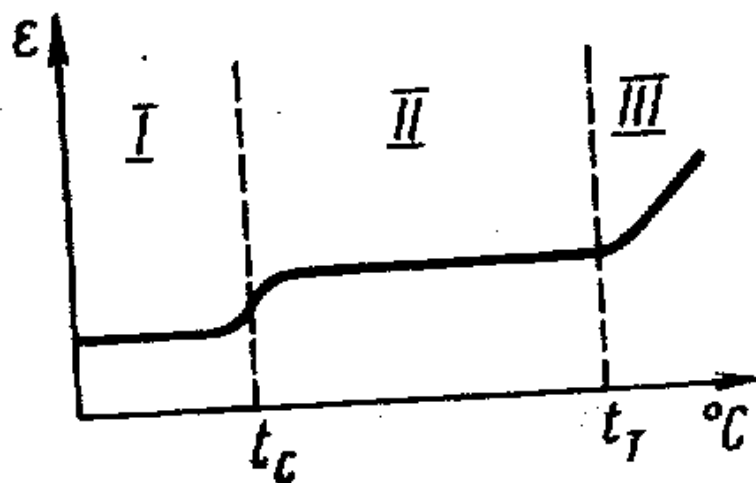
8.2-rasm.

Polimerlarning tuzilish sxemasi, A va V turli makromolekulalar.

Polimerlar kristalli va amorf holda bo'lishi mumkin. Polimerlar amorf holdan kristalli holga o'tganda ularning fizikafiy va kimyoviy xossalari, ya'ni mustahkamligi va issiqlikbardoshligi oshadi. Issiqlik ta'siri ostida amorf polimerlar qattiq (Shisha simon) holdan cho'ziluvchan elastik holga o'tadi.

Termomexanik egri chizig'i (8.3-rasm) amorf polimerini ko'rsatadi I bo'g'inda, shisha simon holda cho'zilish ϵ deyarli yo'q, II bo'g'inda shishasimon

holatdan t_c dan yuqori polimer cho'ziluvchan xossaga ega bo'ladi va undan yuqorida oqish temperaturasi (t_t) t_{ok} oquvchanlik, yumshoq cho'ziluvchanlik xossaga ega bo'ladi.



8.3-rasm. Amorf polimerning erimomexnik egri chizig'i.

Polimer materiallarning issiqliqbardoshligi t_c bilan ifodalanadi, ikki temperaturani - t_c va t_t ni bilgan holda polimerini qoliplash temperaturasi aniqlash mumkin bo'ladi.

Ba'zi polimerlar temperatura oshgan sari cho'ziluvchan holga o'tmasdan parchalanadi.

Chiziqli va shoxsimon polimerlar termoplastik plastmassalarga asos bo'ladi. Chiziqli polimerlarning mikromolekulasi tutash zanjir hosil qiladi, ko'ndalangiga nisbatan bir necha yuz va ming marta uzunroq bo'ladi. Shoxsimon tuzilishda polimerning makromolekulasi yon tarafga o'sish soni har xil bo'lishi mumkin.

Polimerlarni fazoviy tuzilish hosil qila oladiganlari termoreaktiv plastmassalarga asos bo'lishi mumkin. Fazoviy tuzilishlar ayrim chiziqli polimerlarni zanjirlardan ko'ndalang bog'liqlar natijasida olinadi, buning natijasida polimer erimaydigan bo'ladi.

Polimerlar vaqt ichida o'z xossalarini qisman o'zgartiradilar, qariydilar, oqibatda mexanik xossalari o'zgaradi, elastikligi pasayadi, mo'rtligi oshadi. Polimerlarning qarishi fizik-kimyoviy jarayonlari buzilishi, asosan destruksiya, ya'ni zanjirning makromolekulalari kimyoviy tuzilishi o'zgarishiga olib keladi. Polimerda

destruksiyaning hosil bo'lishiga qizish, oksidlovchi reagentlar ta'siri, nur va boshqalar sababchi bo'ladi.

Mexanik destruksiya ishqalanish va materiallarni uzilishi natijasida ro'y beradi. Termik destruksiya polimerning tuzilishiga bog'liq bo'ladi va uning parchalanishiga olib keladi, ya'ni boshlang'ich monomerini hosil qiladi. Kimiyoviy destruksiya esa, havoning kislorodi va nur ta'sirida tezlanishi mumkin.

Plastmassslarning qarishini sekinlatish uchun turli turg'unlovchilar qo'shiladi, ular har xil bo'lishi mumkin, masalan, aminlar polimerlarni oksidlashdan, qora kuya, (saja) nurturg`uni bo'lib xizmat qiladi.

Plastmassalarning turlari. Polimerlar molekulari oralaridagi birlikni turi va ularning temperatura oshishi bilan o'zgarishiga qarab termoplastik (termoplastlar) va termoreaktiv (reaktoplastlar)larga bo'linadi, buni quyidagi 8.1 jadvaldan ko'rishi mumkin.

8.1-jadval.

Plastmassalrning umumiy tasniflari

Materiallar	Zichligi, G/cm^3	Mustaxkamlik chegarasi, σ_v, MPa	Nisbiy cho`zilishh, $\delta \%$	Qattiqligi, HB	Zarbiy qovushqoqlig i, MDJ/m^2
Polietilenlarr VD... ND... Ftoroplast-4 Polivinilxlorid Poliamidlar Organik Shisha	Termoplastlar				
	Termoplastlar				
	0,93	8-14	100-300	1,4-2,5	2,0-16,0
	0,95	22-32	400-700	4,5-5,8	20,0
	2,3	16-31	250-450	3-4	10,0
	1,5	50-70	25-400	-	10,0
Fenolformoledegid Epoksid Yepoksidliklar Poliefirliklar Getinaks Tekstolit	1,1-1,4	50-100	100-300	10-15	10.0-17,0
	1,2-1,8	4	4	17	2,0
	Reaptoplastlar				
	1,2-1,5	15-35	1-5	25-30	0,1
	1,2-1,7	28-70	3-6	-	0,1
	1,3-1,4	42-70	2	15-20	0,1
Getinaks Tekstolit	1,3-1,4	80-100	-	25-30	1,3-1,5
	1,4	65-100	1-3	20-35	2,5-3.0

Termoplastlar polimerlar asosida olinadi, ularning molekulalari molekula oraliq kuch bilan bo'sh bog'langandir, bunday molekulalar borligi polimerlarni ko'p marotaba isitilganday ushlashlari, sovutilganda qattiq holga o'z xossasini yo'qotmasdan o'tishini ta'minlaydi. Termoplastlarga polietilen, kapron, polimerlar, polixlorvinil, vinilplastlar, ftoroplastlar va organik shishalar kiradi.

Reaktoplastlar polimerlar asosida olinadi va molekulalar oraliq'i kuchidan tashqari yana kimyoviy bog'liqlik bo'ladi.

Mustahkam kimyoviy bog'liq polimerlarda qizdirish natijasida yoki unga qotiruvchi qo'shimcha hisobiga bo'ladi. Qotiruvchi sifatida bir necha foiz reaktoplastlar kiritiladi, ular polimerlar molekulalarini kimyoviy birlashtiradi.

Qotiruvchi kiritish natijasida fazoviy molekulyar to'r hosil qilib, qotiruvchini molekulasi shu to'rning bir qismi bo'lib qoladi. Kimyoviy birikma hosil bo'lishi bilan polimer qattiq erimas moddaga aylanadi. Reaktoplast polimer bo'lib, epoksid va poliefir smolalari xizmat qiladi.

Plastmassalar plastik va elastiklarga bo'linadi. Plastiklari qattiq bo'lib, nisbiy cho'zilishi juda kam bo'lad, elastiklari esa yumshoq va katta nisbiy cho'zilish foiziga ega bo'ladi.

Tarkibiga qarab plastmassalar ikkiga bo'linadi: to'latilmagan va to'latilganga (kompozisionli).

To'latilmagan plastmassalar polimerlarning toza holdagisi bo'lib, ular polietilen, poliamid va organik shishalardir.

To'latilgan plastmassalar murakkab kompozisiya bo'lib, polimerdan tashqari tarkibida turli aralashmalar bo'ladi. Aralashmalar polimerning o'zgartirishga, issiqlik bardoshlik, sovishda o'lchamning kam o'zgarishi va boshqalar kabi kerakli xossa olishga yordam beradi.

Polimerga qo'shiladigan elementlarga plastifikatorlar, turg'unlovchi, katalizatorlar, rang o'zgartiruvchilar, qotiruvchilar va turli maxsus moddalar, masalan, sellyuloza, paxta momig'i, mato, qog'oz va boshqa organik elementar kiradi, noorganiklaridan esa grafit, talk, asbest, kvars, slyuda, shisha tolasi va

shisha matosi kabilar misol bo'lishi Plastmassalarning tarkibida 70% to'latgich bo'lishi mumkin.

Plastifikatorlar plastmassalarga ishlov berishni osonlashtiradi, ularni elastikligini oshiradi, undan tashqari egiluvchanligi oshadi, mo'rtligi pasayadi va yaxshi qoliplanuvchi xossaga ega bo'ladi. Plastifikatorlar sifatida efirlar, dibutioftalat, kastor yog'i va boshqalar ishlatiladi va 10-20% miqdorida qo'shiladi, ular polimer bilan yaxshi aralashib, molekulyar munosabatni kamaytiradi.

Turg'unlovchi turli organik moddalar bo'lib, plastmassalarni qarishdan va ularni foydali xususiyatlarini saqlashga hizmat qiladi.

Qotiruvchilar smolalarni tez qotishiga va plastmassa qilishga yordam beradi.

Katalizatorlar – ohak, magneziya plastmassaning qotishiga yordam beradi. Buyovchi sifatida surik, nigrozin va boshqalar ishlatiladi va plastmassaga kerakli rang beradi. Maxsus qo'shimchalar turli xossalarni o'zgartirish uchun qo'shiladi, steorin, olein kislotalari plastmassalarning qolipga yopishish xususiyatini kamaytiradi va ishqalanishda sirpanuvchanligini oshiradi.

Termoplastik polimerlar va plastmassalar. Ulardan polietilen qator muhim xossaga ega, masalan, nam va gaz o'tkazmaydi, suvda bo'kmaydi, katta temperatura oralig'ida elastik, kislotaga bardosh va yaxshi dielektrikdir.

Polietilen tayyorlanishiga qarab yuqori bosimli (VD) va past bosimli (ND) polietilenlarga bo'linadi. VD polietilenning erish temperaturasi **115°C**, ND niki **esa, 120°C-135°C** ga teng bo'ladi. Past bosimli polietilen yuqori bosimligiga nisbatan yuqori mexanik mustaxkamlikka ega. Ulardan trubalar, shlanglar, varaqa, radioappaturalarning moslamalari, quyma usulda ventil, jo'mrak, zolotniklar, kam kuchlanishda ishlovchi tishli g'ildiraklar va turli idishlar tayyorlanadi. Yuqori bosimdagi polietilenlardan kimyoviy sinmaydigan idishlar tayyorlanadi va xalq xo'jaligida turli maxsulotlarni o'rashda ishlatiladi.

Polietilenning asosiy kamchiligi - issiqlikbardoshligi pastligi va undan tayyorlangan maxsulotni 80°C dan yuqori temperaturada ishlatish tavsiya

etilmaydi. Polietilen bosim ostida, ekstruziyada va mexanik usulda yaxshi payvandlanadi.

Polivinilxlorid. Plastifikasiyalangan polivinilxlorid elastik va plastifisirlangani qattiq varaqali material - viniplast deb aytiladi. Polivinilxlorid asosidagi plastmassalar yaxshi dielektrik va mexanik xossaga, biroq past issiqlik bardoshlikka (60°C) ega bo'ladilar.

Polivinilxlorid xlorlangan uglevodorodlarga va konsentratsiyalangan azot kislotasiga noturg'un.

Viniplastning ishchi temperaturasi kuchlanishda ishlaydigan detallar uchun 0 dan $+40^{\circ}\text{C}$ gacha, temperatura pasaygan sari mo'rtligi oshib boradi. Xarorat keskin o'zgarishi natijasida bukilishi boshlanadi, 40°C - 60°C temperaturagacha isishi natijasida mustahkamligi yo'qoladi, u sinmaydi, lekin 120°C - 140°C temperaturada yumshaydi va ayrim varaqalarni birlashtirishda, payvandlashda foydalaniladi, havo ta'sirida qariydi va o'z xossalarini pasaytiradi.

Vinilplast asosan varaqa, tuba, o'zak, burchakcha holida chiqariladi. Vinilplast detallar Shtamplab, egib, payvandlab va kleylab tayyorlanadi va perxlorvinil kley yordamida bajariladi. Shtamplash va egish 130°C temperaturada bajariladi.

Vinilplastdan kimyoviy mashinasozlikda akkumulyatorlar bankasi, separatori, klapanlar, elektroliz vannalarning legirlash, nasoslarning detallari, ventilyatorlarning parragi tayyorlanadi. Polivinilxlorid asosidagi hamma kompozitsiyalarga nur va issiqlikdan saqlash uchun turg'unlantiruvchi moddalar qo'shiladi.

Plastikatlarda sim va kabellarni yuza qatlamini qoplashda, tibbiyotda va qurilishda keng ishlatiladi. Polivinilxloridning plastifikator bilan pastasi metallarning korroziyadan saqlashda ishlatiladi.

Poliamidlar kam ishqalanish koeffisientiga ega bo'lishi bilan birga nisbatan yuqori mustahkamlikka ega bo'ladi. Poliamiddan ko'proq tarqalganlariga kapron kiradi, u arzon bo'lib, edirilishga bardoshligi po'lat, cho'yan va rangli metallar qotishmalari qatoridan o'rin oladi, ayniqsa, uning antifriksionlik xossasi,

3-5% grafit qo'shilganda, yuqori bo'ladi. Kapronning issiqlik o'tkazuvchanligi metallnikiga nisbatan 250-300 marta kam bo'ladi. Podshipniklarni konstruksiyalashda undan issiqlikni olishni inobatda tutish lozim.

Kapron kimyoviy turg'un bo'lib benzin, spirt va boshqalarga bardosh beradi.

Kapron dan detal tayyorlashda bosim ostida quymakorlik keng qo'llaniladi. Kapron keskichlar bilan yaxshi kesib ishlanadi, kleylanadi va payvandlanadi, undan antifraksion xususiyatga ega bo'lgan tishli g'ildirak kronshteynlar, qopqoq, shayba, qistirma kabi detallar tayyorlanadi.

Polistirol rangsiz material bo'lib, suvga turg'unbardosh, yuqori elektroizolyatsion xossaga ega, u achchiq va hidli muhitda mog'orlamaydi, xlorlangan uglevodorodlarda esa eriydi, dielektrik xususiyati $80^{\circ}\text{C}+100^{\circ}\text{C}$ temperaturada o'zgarmaydi. Kamchiligi- issiqlikka noturg'unligi, mo'rtligi, qarishi va mayda darzlarni paydo bo'lishi. Mayda darzlarni oldini olish uchun polistrolga plastifikator yoki mineral to'ldiruvchilar qo'shiladi. Polistiroldan panellar, galtak, laboratoriya idishlari, trubkalar, o'zaklar, turli qalinlikdagi iplar olish mumkin, undan tayyorlangan quvurchalardan yuqori chastotali toklar uchun izolyatorli qoplama qilinadi.

Ftoroplast - bu polimerlar ko'proq uglerod va ftordan tashkil topadi. Sanoat korxonalarida asosan nur o'tkazmaydigan ftoroplast-4 va ftoroplast-3 ishlatiladi. Ftoroplast-4 kimyoviy turg'un, unga faqat ishqoriy metallar tuzining eritmalari ta'sir etadi. Ftoroplastning ishqalanish koeffitsienti jilolash qilingan po'latga nisbatan 4 marta kam, shuning uchun ishqalanuvchi detallarda moysiz yaxshi ishlaydi. Ftoroplast-4 dan detal, uni kukuni $350^{\circ}\text{C}-370^{\circ}\text{C}$ temperaturada qolipga presslash usulida, olinadi.

Ftoroplast-3 esa 210°C temperaturada qizdirilganda yumshaydi va yaxshi qoliplanadi.

Ftoroplastdan zichlatuvchi, qistirma, membrana kabi detallar tayyorlanadi, o'zi yog'lanuvchi agressiv muhitda ishlovchi podShipnikda va tibbiyotda keng

ishlatiladi. Metallarni korroziyadan saqlash uchun ftoroplast metall yuzasiga qoplanadi.

Polimetilmetakrilat. Bu termoplastik material (organik shisha) qattiq, atmosfera, suv, ta'siriga, mineral, organik erituvchilarga turg'un bo'lishi bilan elektroizolyasiyaon va antikorrozion xossaga ega, u varaqa yoki blok Shaklida tayyorlanadi.

Organik shisha mineralga nisbatan kam zichlikka ega, mo'rt emas, (50°C - 60°C) temperaturada murakkab shaklli qolipda xam yaxshi qoliplanadi, shtamplanadi. Organik shisha dixloretanda yaxshi eriydi, payvandlanadi va shuning uchun halq xo'jaligida keng ishlatiladi.

Organik shisha mineralga nisbatan yumshoq bo'lgani uchun, yuzasi shikastlanishi mumkin, natijada uning optik xossasi pasayadi.

Organik shishaning dixloretandagi eritmasi kley bo'lib xizmat qiladi.

Polikarbonatlar termoplastik materiallar bo'lib, yuza qatlami qattiq zarbiy qovushqoq va issiqbardosh kabi yaxshi xossalarga ega, nurni juda yaxshi o'tkazgani uchun organik shisha o'rniga ishlatilishi mumkin. Polikarbonatlardan tishli g'ildiraklar, vtulka, klapanlar tayyorlanadi, bunda detal tayyorlash usuli termobloklarnikidek bo'ladi.

Penoplast kimyoviy turg'un polimer bo'lib, ftoroplast, polietilen, polistiroldan turli detallar: podShipnik separatorining chambaragi, klapanlar, ventillar va boshqalar tayyorlanadi.

Poliamidlar termoplastik plastmassa bo'lib, yuqori xaroratga (220°C - 250°C)bardosh beradi va -155°C temperaturada ham ishlashi mumkin.

Poliamidlar kimyoviy turg'un, ko'p kimyoviy organik erituvchilarda ham erimaydi, mineral yog' va suvga bardoshlik xossasiga ega. Konsentrasiyalangan kislota va o'ta isitilgan bug'ga turg'un. Poliamid plenkasidan elektroizolyatorlar olinadi va ularni qalinligi 5-100 m/km bo'ladi. Izolyatorlar tayyorlashda toza poliamid bilan shisha tolasi aralashmalari ham ishlatiladi. Poliamiddan presslab detal olishda u 350°C - 400°C temperaturagacha qizdiriladi va presslanadi.

8.2 Kukunli materiallar

Metallning kukunlaridan tayyorlanadigan qotishmalarini kukunli qotishmalari deb ataladi. Metallurgiyaning bunday qotishmalar ishlab chiqaruvchi sohasiga kukun metallurgiyasi deb aytiladi. Metallarning kukunlari bilan metalloidning (nometallning) kukunidan ham qotishmalar tayyorlash mumkin, bu qotishmalarga metallokeramik qotishmalar degan nom berilgan, ushbu usulda olingan qotishmada komponentlar suyuq holda ham bir-birida erimaydi.

Kukun metallurgiyasi yordamida yarim tayyor mahsulot yoki tayyor detallar olinadi, bu usulda olingan detallarni qo'shimcha ishlotsiz tayyor mahsulot holida ishlatilishi mumkin. Kukun metallurgiyasi yordamida g'ovakli material yoki detal olish mumkin, shu bilan birga bimetall, yani qatlam-qatlam har xil metall va no metall material yoki tayyor detal olishi mumkin.

Kukun metallurgiyasi yordamida o'tga chidamli, ishqalanishga bardoshli, yuqori qattiq, ma'lum magnit xossaga ega, maxsus fizik-kimyoviy xossali, quyimakorlikda bosim bilan ishlab olib bo'lmaydigan detallar olish mumkin bo'ladi.

Kukunli materiallardan detal va mahsulot olish metall kukunini olish, xom ashyo tayyorlash, presslash va pishirishga bog'liq bo'ladi.

Mexanik usulda kukun olishda qattiq holdagi mahsulotni maydalab yoki suyuq holda purkab, uning kimyoviy tarkibini o'zgartirmasdan olinadi. Qattiq materialni maydalash uchun mahsus tegirmon yordamida yoki havo bosimida moddani bir-biri bilan ishqalanishi natijasida olinadi. Suyuq materialdan kukun olishda purkab sovitish lozim.

Sharikli tegirmon po'lat barabandan iborat bo'lib, uning ichiga maydalovchi shariklar bilan maydalanuvchi material solinadi va aylantirish natijasida material maydalanadi, olingan mayda ko'p qirrali kukun 100-1000 mkm o'lchamga ega bo'ladi.

Mahsus ikki parrakli tegirmonda esa, mayda 50-200 mkm o'lchamli kukun olish mumkin. Parraklarning qarama-qarshi tarafga aylanishi natijasida kameraga

solingan mayda sim, qirindi bir- biri bilan urilishi natijasida mayda kukun hosil bo'ladi.

Juda ham mayda kukun olish uchun tebranuvchi tegirmon ishlatiladi. Yuqori chastotali tebranuvchisharikli tegirmonda yaxshi mayda kukun olish mumkin bo'ladi. Qalay, qo'rg'oshin, alyuminiy, mis, temir va po'latlardan kukun olish uchun suyuq holdagi metall purkalanadi, shu muhitga sovuq havo, yoki inert gazlar berib sovitiladi, natijada, mayda (50-350 mkm), dumaloq shakldagi kukun olinadi.

Kimyoviy usulda oksidlarni tiklashda gaz yoki qattiq tiklovchidan foydalaniladi. Gaz holdagi tiklovchi sifatida tabiiy gaz, vodorod keng ishlatiladi. Kimyoviy usulda olingan g'ovaksimon metall maydalanadi, bu usullar ichida arzon va oson bo'lib hisoblanadi. Nodir metallar - tantal, sirkoniy kukuni elektroliz usulda iflos xom ashyodan shoxsimon dendrit holida olinadi, o'lchami 1-1000mkm, bu usulda olingan mahsulot 200°C - 300°C temperaturada metall kukuni va uglerod oksidiga parchalanadi.

Usul asosida gidrogenizatsiya amalga oshadi, ya'ni xrom tiklanadi. Kalsiy gidrati yordamida kerakmas modda suv bilan yuviladi va natijada shoxsimon holdagidendrit metall kukuni qoladi.

Fizik-kimyoviy usulda yuqori maydalikdagi (dispresli) kukun olinadi. Kukunlar o'lchamlariga qarab quyidagilarga bo'linadi: o'ta mayda (ultra 0,5 mkm), juda maydasi (10-40mkm), o'rta maydaligi (40-150mkm) va yirik (180-500 mkm).

Kukunlarning asosiy texnologik xossasiga presslanuvchanligi, qovushqoqligi va oksidlanuvchanligi kiradi. 1m^3 solingan kukun doyimiy o'zgarmas xajmda bo'lsa yaxshi bo'ladi. Kukunning qattiqligi, oquvchanligi, uning qolipini yaxshi tutuvchanligi shu xossani tashkil qiladi va kukunning ma'lum diametrdagi teshikdan o'tishiga va presslashdagi zichligiga bog'liq bo'ladi.

Yuzasi faol moddalarning kukuniga qo'shish bilan uning presslanish xossasi yaxshilanadi.

Xom ashyoni tayyorlash.Ma'lum miqdorda va kimyoviy tarkibdagi kukunni maxsus barabanga solib aralashtiriladi. Yaxshi, tekis aralashishi uchun simob, benzin, glitsirin va distillangan suv solinadi.

Ba'zida aralashtirish vaqtida turli xossaga ega parafin, stearin, glitsirin, ya'ni engil eruvchan va uchuvchan moddalar qo'shimcha solinadi, undan maqsad-olinadigan mahsulotda kerakli g'ovaklar hosil qilishdir. Kukunli kompozitsion materiallardan tayyorlamani shakllantirish shibbalash, izostatik shakllantirish, prokatlash yoki chiqarish usullarida amalga oshiriladi.

Detall yoki namunani qoliplashda pressshaklining matritsasiga metall kukuni sovuq yoki issiq holda solib presslanadi yoki prokatlanadi va kerakli shakldagi detal olish mumkin bo'ladi.

Sovuq holda presslashda pressshaklga aralashma solinib, ishchi puanson bilan presslanadi, bosim olingandan so'ng itaruvchi puanson yordamida mahsulot matritsadan chiqarib, yulinadi. Presslash natijasida kukun donachalari plastik va elastik deformatsiyalanadi, bir-biri bilan zichligi, mustahkamligi oshadi va kerakli shakldagi detalni olish mumkin bo'ladi.

Olinadigan briket mustahkamligi qo'yilgan bosimga bog'liq bo'ladi, u uni balandligi bo'yicha pressshakl devorlari va kukun orasida xosil bo'ladigan ishqalanish kuchlari sababli notekis taqsimlanadi. Bir tomonlama sovuq shibbalashdan so'ng briket balandligi bo'yicha mustahkamlik va g'ovaklik farqlanadi, shuning uchun bir tomonlamali sovuq shibblash balandligini diametriga nisbati birdan kam bo'lgan oddiy shakldagi tayyorlamalar uchun qo'llaniladi, murakkab shakldagi tayyorlamalar olish uchun esa ikki tomonlamali shibbalash qo'llaniladi.

Issiq shibbalashda (0,6...0,8T qizdirishgacha) bir vaqtda tayyorlamalarni shakli xosil qilinishi va pishirish jarayonlari sodir bo'ladi. Qizdirish zichlashish jarayonini jadallashishiga olib keladi, bu esa shibbalash bosimini kamaytirish imkonini beradi va yuqori mexanik xossalarga xamda bir xil tuzilmaga ega ixcham tayyorlamalar olish imkonini beradi. Issiq shibblashning kamchiligi – press-

shakllarni kam turg'unligi, ular bor-yo'g'i 10-12 ta shibbalshga chidaydilar xamda jarayonni past unumdorligi.

Izostatik (xar tomonlamali) shibblashda tashqi ishqalanishga yo'qotishlar bo'lmaydi, xar tomonlamali bosimni bir tekisligi esa, yopiq pressshakllarda shibbalashga qaraganda, kichik bosimlarda tayyorlamani kerakli zichligini olish imkonini beradi.

Sanoatda izostatik shakllantirishni uchta asosiy turi o'zlashtirilgan: gidrostatik, elastik qobiq yordamida shakllantirish va issiq shakllantirish.

Gidrostatik shakllantirishda elastik qobiqqa solingan kukunga bosim idishda yuqori bosimda bo'lgan suyuqlik (suv, moy, glitsirin) yordamida uzatiladi.

Briketlarni po'latli pressshaklga o'rnatilgan elastik qobiqlar yordamida shakllantirishda bosim bir vaqtda kukunni pressshakl devorlaridan izolyasiya qiluvchi qobiq orqali uzatiladi, bu usul asosan trubalar ko'rinishdagi yirik gabaritli tayyorlamalar olishda qo'llaniladi. Issiq shakllantirishda kukun qizdiriladigan va bosimga duchor qilinadigan elastik metalli qobiqqa joylashtiriladi, bunda Shakllantirish va pishitish jarayonlari qo'shiladi.

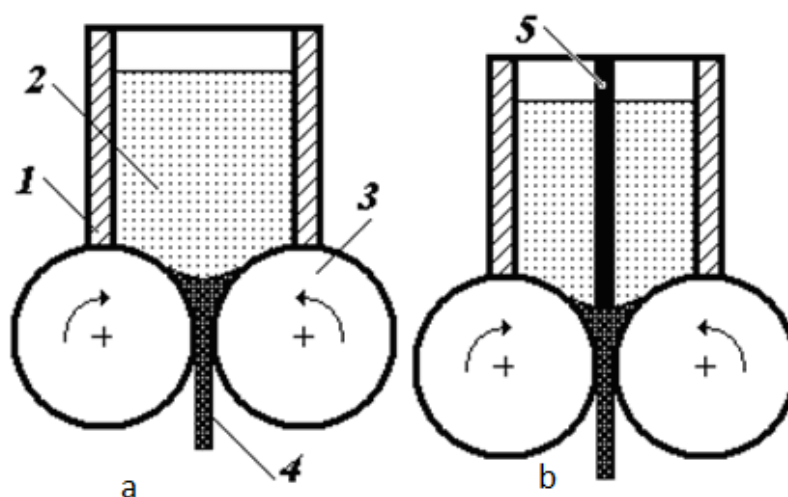
Presslashgidravlik, mexanik va ekssentrikli presslarda bajariladi. Aralashma tarkibi va olinadigan detalning bajaradigan vazifasiga qarab presslash bosimi 200-1000MPagacha bo'ladi. Ko'proq avtomat presslar ishlatiladi, ular yuqori unumli bo'lib, soatiga bir necha ming mahsulot berishi mumkin. Issiq holda presslashni vakuumda yoki inert gazlar muhitida (temperatura 1200°C - 1800°C) bajariladi va bosim kuchi sovuq holda presslanganga nisbatan past bo'ladi, bu usul qiyin deformatsiyalanadigan metallar (borid, karbid va x.k.) uchun qo'llaniladi.

Metallar kukunini prokatlash usuli uzluksiz bo'lib, tayorlanadigan maxsulot- lenta, sim, va boshqalar sovuq va issiq holda olinadi. Prokatlash vertikal va gorizontal holda bajarilishi mumkin, ko'proq ishlatiladigani va qulayrog'i vertikal usuldir.

Avvalo kukun bunkerdan ikkita aylanuvchan g'o'lalar orasiga tushadi. G'o'lalar siqib aylanishi natijasida olingan mahsulot pechgga o'tadi va issiq

muhitda kovshartiriladi. Kukuning hajmini siqib prokatlash natijasida bir necha marta kamayadi. Prokatlab bir qatlamli yoki ko'p qatlamli mahsulot olish mumkin. Presslangan tayyorlamalarni mustaxkamligini oshirish uchun kompozitsiyani asosiy kukunini erish temperaturasidan quyiroq temperaturalarda pishtish amalga oshiriladi. Pishitishda kukun alohida zarrachalari orasida, yuzali oksidlarni tiklanishi, diffiziya va rekristalizatsiya xisobiga, kontaktlari kuchayadi. Pishtish jarayonida cho'kish xosil bo'ladi va qator xollarda minimal g'ovakli va yuqori fizik-mexanik xossalarga ega tayyorlamalar olish mumkin. Odatda pishirishni qarshilik elektropechlarida yoki induksion pechlarda tiklanuvchi atmosfera yoki vakuumda amalga oshiriladi.

Pishitish operatsiyasi kukun qizdirish va uni pechda ushlab turishga bog'liq bo'ladi(8.5-rasm). Pechning temperaturasi mahsulotning erish temperaturasiga nisbatan $0,6-0,8$ ni tashkil qiladi. Prokatlash –kukunlardan mahsulot olishda yuqori avtomatizatsiya darajasi va jarayonni uzluksizligini ta'minlovchi eng unumdor usuldir. U bir qatlamli (8.5a-rasm) va ko'p qatlamli (8.5b-rasm) piltalar, turli xil profildagi chiviqlar va simlar olish imkonini beradi.



8.5.-rasm. Kukunalarni prokatlash sxemasi: a- bir qatlamli yarimxomashyolarni tayyorlash uchun; b- ikki qatlamli yarimxomashyolarni tayyorlash uchun; 1-bunker, 2-kukun, 3-g'o'lachalar, 4-pilta, 5-to'siqcha.

Bunker 1 ga tinimsiz kukun 2 kelib tushadi, u aylanuvchan g'o'lachalar 3 orasidagi tirqishga tushib qolib, pilta 4 ga ma'lum qalinlikda cho'ziladi. Shakllantirish jarayoni piltani pech orqali o'tishida va keyinchalik kerakli o'lchamlar olinguncha siqishda pishitish bilan qo'shish bilan olib borishi mumkin.

Mahsulotni oksidlanishdan saqlash uchun inert gaziargon, geliy muhitida yoki vakuumda qizdirilishi lozim. Tayyor mahsulotni, kukun qovushtirilgandan so'ng, o'lchamlar turli bo'lgani uchun kalibrlash, kesib ishlash kabi ishlov berish, kimyoviy-termik va elektrofizik usullar bajariladi.

Kalibrlashda mahsulot pressshaklda bosim bilan maxsus ko'ndalang kesimli teshik orasidan siqib chiqariladi, natijada o'lchamlari o'z holiga keladi, yuzasi pardozlanadi va qisman g'ovakligi kamayadi.

Kesib ishlashda olingan mahsulotga tashqi va ichki rezba ochiladi, mayda chuqur teshiklar parmalanadi va murakkab shakldagi detallarga- matritsa, Shtamplarga ishlov beriladi.

Kimyoviy-termik ishlovga mahsulotni azotlash, sianlash kiradi, bu opersiyalar oddiy metallarga ishlov bergandek bajariladi.

Elektrofizik usulda mahsulotga elektrouchqunli va elektroimpulsli ishlov beriladi, bu usul murakkab shakldagi detallar uchun ishlov berishda qo'llaniladi.

Elektrouchqunli usulda elektrodning ikki elektrod orasidagi elektr impulsidan foydalaniladi, bu usulda bittasi detal bo'ladi, ya'ni anod, asbob esa katod.

Elktroimpuls usulida elektrodlar teskari ulanadi, bu esa elektrouchqunli usulga nisbatan asboblarni kam yedirilishiga imkon beradi va ish unumdorligini oshiradi, usul tok o'tkazuvchan elektrodning errozion emirilishga asoslangan.

Impuls qisqa vaqt ichida mahsulot va elektrod orasida 10000^0 - 12000^0 C temepatura hosil qilishi natijasida metall bir zumda eriydi va parchalanadi. Emirilgan metall dielektrikli suyuqlikda soviydi va yumaloq granula bo'lib idish tubiga cho'kadi.

Qayta presslashda esa material yana ham zichlantiriladi va kerakli o'lchamga keltiriladi.

8.3.Qattiq qotishmalar va mineralokeramik qattiq qotishmalar

Qattiq qotishmalar qiyin eruvchan karbidlar asosida tayyorlanadi, ular yuqori qattiqlikka, mustaxkamlikka, ishqalanishda edirilmaslikka va o'tga chidamli xossalarga ega bo'ladi, bu xossalar yuqori temperaturada (800°C - 1000°C) ham saqlanib qoladi. Qattiq qotishmalar olinishiga qarab quyma va metallokeramikaliq bo'linadi. Kukunning qovushtirishda volfram va titan karbidlari, tantalning kobalt bilan birikamasini hosil qilinadi, oxirgisini kiritishdan maqsad- qotishmaning qovushqoqlik xossasini oshirishdir.

Quyma qattiq qotishmalar mahsus elektrod holida tayyorlanadi (GOST 10051-75) va yuzaga qoplash uchun xizmat qiladi. V2K, VZK qotishmalar, stellitlar, sormayt quyma qotishmalarga kiradi.

Stellitlar kobalt, volfram va xrom qotishmasi bo'lib, bu qotishmalarni edirilgan asboblarda, shtamplar va shuningdek, yangi detallar yuziga ham qoplash mumkin. Yuza qatlamga qo'shimcha qattiq qotishmani purkab qoplashni kislorod-atsetilen yordamida bajarish mumkin. Yuzaga qoplangan stellit evtektika tuzulishiga ega bo'ladi va xrom karbidini qattiq eritmasini hosil qiladi.

Qoplangan qatlamning mexanik xossasi uning sovish tezligiga bog'liq bo'ladi, qancha tez sovisa mexanik xossasi shuncha yuqori, chunki donachalar mayda bo'ladi va bu yuzalarga termik ishlov berilmaydi. Odatda asbob va detallar uglerodli po'latdan tayyorlanadi, natijada detal yoki asbob arzon bo'lishi bilan bir qatorda turg'un bo'lib, qimmatbaho legirlangan po'latlarni tejaydi, bu usulda cho'yan va po'lat detallarga ishlov berish mumkin bo'ladi.

Quyma qattiq qotishmalarga sormaytlar – ko'p uglerodli xromli qotishmalar kiradi, ular evtektikadan keyingi yuqori xromli cho'yan bo'lib, tuzilishi birlamchi karbid va evtektikada (sormayt № 1) yoki evtektikagacha bo'lgan xromli oq cho'yan tuzilishi perlit va karbid evtetikasi (sormayt № 2) hosil qiladi.

Sormaytlarni diametri 5-7 mm bo'lgan sim holida olinib, cho'yan va po'lat detal asboblarni yuzasiga qoplanadi, ular me'yorli va yuqori temperaturada sirpanib ishqalanuvchi erlarda ishlatiladi.

Sormayt1 purkab qoplangan yuzaning qattiqligi HRC48-50 va ularga termik ishlov berilmaydi. Sormaytga ishlov berib, so'ngra yog'da toblanadi va 850-900°C da yuqori temperaturali bo'shatish (otpusk) qilinadi. Bu usulda detalning yuzasiga sormayt qoplanganda turg'unligi 10-12 marta oshadi. Donali yoki kukunli qattiq qotishmalar donachalarning o'lchami 1-3 mm holida tayyorlanadi. Donachali qotishmalarga stanlet, stellitlar ham ishlatilishi mumkin, ular detalni edirilishini keskin kamaytiradi, shuning uchun uni qishloq xo'jaligi mashinalarida, dolotlar (geologik parma) tayyorlashda ishlatiladi. Stalinit tarkibida 8 % - C, 13 % - Mn, 3 % - Si va boshqalar bo'ladi.

Qotishmalar quvurchasimon elektrodلarning ichini to'latadi yoki qo'shimcha bo'lib, detal yuzasiga purkashda ishlatiladi. Purkash har xil usulda, ko'proq elektr yoyida bajariladi.

Metalokeramik qattiq qotishmalar volfram (WC), titan (TiS), tantal (TaS) karbidلarning metalli kobaltdagi qattiq eritmasi. Metallokeramik qotishmalardan tayyorlangan plastinka metall kesuvchi asboblarni ishchi qismi bo'lib xizmat qiladi (keskichlar, parma, frezalar va boshqalar).

Metallokeramik qattiq qotishma (GOST 3882-74) uchta guruhga bo'linadi: volframli, titan volframli, titan-tantal volframliga. Volframli qattiq qotishma (misol uchun, VK3, VK3M, VK6, VK8, VK8V)lar cho'yan, bronza kabi qattiq mo'rt metallarga ishlov berishda ishlatiladi. VK6M bilan jixozlangan keskich bilan oq cho'yan, o'tga chidamli po'latlar va plastmassaga ishlov berish mumkin bo'ladi.

VK8V qotishma o'tga chidamli po'latلarni kesib ishlashda qo'llaniladi. Markaning oxiridagi "V" - harfi Shu qotishmaning yirik donachali, "M" harfi esa mayda donachaligini bildiradi. Volframli va yuqori kobaltli qattiq qotishmalar VK20, VK23, VK30 va yangi qattiq qotishma VK15V, VK20V va VK25V yuqori mustahkamlik va zarbiy qovushqoqlikga ega bo'ladi va ulardan yuqori zarb bilan ishlaydigan Shtamplar tayyorlashda foydalaniladi.

Qattiq qotishmalardan tayyorlangan shtamplarning ish xizmati oddiy po'latlarga qaraganda 30-50 marta ortiq bo'ladi.

Titan volframli qattiq qotishmalar- T15K10, T15K6, T30K4 va boshqa markali qattiq qotishmalar yumshoq, qovushqoq materiallarga, masalan po'lat, latunlarga ishlov berishda qo'llaniladi. T5K10 markali qattiq qotishma issiq holda bolg'alangandan, shtamplangandan so'ng tayyorlamani randalash yoki kesishda ishlatiladi.

Titanotantal volframli qattiq qotishmalar- TT7K12 va TT10K8V kabi markalari issiq holda bog'langan po'latlar yuzidan qirindi olishda xizmat qiladi, bu qotishmalar yuqori zarbiy qovushqoqlikka, kam ediriluvchanlik va yuqori mustahkamlikka ega ($\sigma_v=1150$ Mpa) bo'lishi bilan volframli va titanovolframli qotishmalarga nisbatan yuqori turadi.

Volframli qattiq qotishmalar masalan, VK8 tarkibida 92% volfram karbidi va 8% kobalt bo'ladi. T30K4 tarkibida 30% titan karbidi, 4% kobalt va qolgani 66% volfram karbidi bo'ladi. TT7K12 markasida tantal bilan titan karbidi jami 7% bo'lib, kobalt 12%, qolgan 81% volfram karbidi bo'ladi, boshqa qotishmalar ham Shu tarzda ifodalanadi.

Plastifikatlangan qattiq qotishma murakkab shakldagi asboblarda zenker, parma, razvertka, frezalap tayyoplashda ishlatiladi va mayda, plastinka yopishtirib bo'lmaydigan asboblarda tayyorlanadi.

Plastifikatlangan qattiq qotishma presslangan qattiq qotishma kukuni 400°C temperaturada qaynab turgan parafinga botirilish orqali olinadi va sovigandan so'ng u bilan birikma hosil qiladi. Plastifikatsiyalangan va bosim bilan turli shakldagi (fileralar) teshikdan o'tkazib tayyorlangan asbob maxsus pechlarda 1300°C temperaturada qizidiriladi, natijada donachalar birlashadi.

Plastifikatsiyalangan qotishma pechdan chiqarilgandan so'ng ishlov berish lozim va ular keskich sifatida ishlatiladi.

Mineralokeramika sintetik material bo'lib, uning asosida alyuminiy oksidi Al_2O_3 bo'ladi. Hozirgi vaqtda keng ishlatiladigan mineralkeramikani M-332 mikrolit markasi bo'lib, qattiqligi HRA 91-93 ga teng, issiqlik va edirilishga

bardoshlikda qattiq qotishmalardan ustun turadi. Mikrolitning kamchiligi-uning yuqori qattiqligi va mo'rtligidir. Mikrolit plastinasi bilan jihozlangan asboblarda ish davrida temperatura 1200°C ga ko'tarilsa ham o'z ish xossasini yo'qotmaydilar, shuning uchun zarbiy kuch ta'sir etmaydigan erda ishlatish mumkin. Mikrolit bilan cho'yan, po'lat, rangli metallar va ularning qotishmalariga va shuningdek, moddalarga yuqori tezlikda ishlov berish mumkin.

Mikrolitning tayyorlash texnologiyasi quyidagilardan iborat bo'ladi: kukun tayyorlab qoliplangandan so'ng presslanib, yuqori temperaturada (1750-1900°C) yaxshi jipslanadi. Olingan plastinkalar asbobga kovsharlash yoki mexanik usulda o'rnatiladi. Kovsharlash uchun plastinkalarni kovsharlanuvchi yuzasini metallizatsiya qilish lozim, natijada u kesuvchi asbob yuzasiga yaxshi yopishadi.

Mineralokeramikaga volfram, molubden, bor, titan, nikel qo'shib xossasi yaxshilanadi. Qiyin ishlov beriladigan qattiq metall yoki qotishmalarga mineralokeramika plastinkasidan tayyorlangan keskichlarda ishlov berish mumkin bo'ladi.

G'ovakli va ixcham mineralokeramika. Fovakli metallokeramikaga hajmining 15-50 % g'ovak bo'lgan metallokeramika kiradi va bu guruhga antifriktsion filterlar va terlovchi materiallar kiradi. Antifrikatsion materiallarning tarkibida grafit va boshqa komponentlar bo'ladi, ular yog'lovchi vazifasini bajaradi.

Fovaklar yog'larga to'lib yaxshi yog'lovchi xususiyatga ega bo'ladi va bronza, grafit, temir, grafit metallokeramik mahsulotlar, sirpauvchi podshipniklarda ishlatiladi. Bronza grafit mikrotuzilishiga qarab misning qalay bilan qattiq eritmasini donachalarni hosil qiladi, yog' bilan to'lgan bo'shliqni va grafitni erkin holdagisini ko'rish mumkin bo'ladi. Temir grafitda esa tuzilishi ferrit, perlit va sementitdan iborat bo'ladi, bunday materiallar avtomobil, dastgohsozlik, aviatsiyada keng ishlatiladi.

Filterlar temir, bronza, nikel va korroziyabardosh po'latlar kukunidan tayyorlanadi, ularni g'ovakligi 40-50% dan kam bo'lishi kerak emas. Filterlar

avtomobil, traktorlarning dvigatelida yoqilg'i, havo va turli suyuqliklarni tozalovchi sifatida xizmat qiladi.

Metallokeramik materiallarni "Terlovchi" deb aytishga sabab, g'ovaklar orasidan bug'latib sovitishi uchun ularni terlatuvchi deb aytishadi, ular korroziyaga bardoshli bo'lib, po'latlardan, nikel va volframdan tayyorlanadi.

Friksionli metallokeramik materiallar temir misning murakkab kimyoviy kompozitsion aralashmasi bo'lib hisoblanadi. Friksion materiallarni tarkibiga kirgan komponentlar yog'lovchi bo'lib, edirilishdan saqlaydi, unga qo'rg'oshin, kvars, qum, turli sulfidlar, oksidlar va qiyin eriydigan materiallar kiradi.

Magnitli metallokeramik materiallarni kukun metallurgiyasi yordamida olinadi, ular magnit jihatidan yumshoq (ferritlar), magnit jihatidan qattiq (doyimiy magnitlar) va magnit dielektriklardir.

Ferritlar sovuq va issiq holda, ya'ni toza temir kukunini, qotishmalari va oksidlar asosidagi kukunidan iborat bo'ladi. Ferritlar oksidlovchi muxitda hosil qilinadi.

Doimiy magnitlar murakkab metallokeramik qotishma bo'lib, temir asosida nikel, alyuminiy, mis, kobalt bilan legirlanadi. Presslab hosil qilingan magnitlarni qo'shimcha termik ishlash, toblash va bo'shatish lozim. Metallokeramik doymiy magnitlar mustahkamligi quyimada olinishga nisbatan 3-6 marta oshiq bo'ladi.

Magnitodielektriklar kompozitlar bilan izolyasion dielektrik materiallardan tashkil topadi. Qo'shimcha bo'lib fenol smolalar, polixlorvinil, silikat va kauchuk xizmat qiladi, izolyasion komponentlar magnitodielektrikni 5-15% ini tashkil qiladi.

Elektrokontaktli metallokeramik materiallar qiyin eruvchan (W, Mo, Co, Ni) metallarni mis, kumush aralashmasidan tashkil topadi. Engil eruvchan materiallar to'latuvchi bo'lib xizmat qiladi va materialga yuqori elektr o'tkazuvchanlik xossasini beradi.

Metallokeramik kontaktlar magnitli yurgazuvchilarda, issiqlik relesida, tokni o'zgarturuvchilarda keng ishlatiladi.

8.4. Rezina to'g'risida ma'lumot

Rezina— bu sintetik va tabiiy kauchukning vulkanizasiya natijasidaolingan maxsuloti. Vulkanizasiyalashtiruvchi moddalar bilan vulkanlashtirish natijasida kauchuk kimyoviy ichki o'zgarishlar hosil qilishi natijasida rezinaolinadi.

Rezina yuqori elastik va undan tayyorlangan detallar ham yuqori elastiklik xossasiga ega bo'ladi. Elastiklik xossasiga ega bo'lishi bilan birga uzulishga, yedirilishga yuqori qarshilik ko'rsatadi, suv, gaz o'tkazmasligi yuqori va yuqori dielektrikdir. Rezinaning elastiklik xossasi cho'zilishda, yedirilishda, silkinishda hosil bo'lgan kuchni pasaytirishda qo'llaniladi.

Rezina - komponentlardan iborat, uning xossasi shu komponentlar miqdori va soniga qarab turlicha bo'ladi. Rezinani hosil qiluvchi aralashmalarga kauchuk, vulkanizasiyalovchi modda, vulkanizasiyani tezlashtiruvchi, to'latuvchi, qaritmaydigan, yumshatuvchi va bo'yovchilar kiradi.

Sun'iy va tabiiy kauchukni plastikligini va puxtaligini oshirish uchun sovuq yoki issiq holda vulkanizasiyalanadi. Vulkanizasiyalovchi sifatida kauchukning tarkibiga 2-3% oltingugurt kiritiladi. Vulkanizasiyalash uzoq vaqt cho'zilgani uchun unga 0,5-1,5% magniy oksidi, sink oksidi va boshqalar tezlashtiruvchi sifatida qo'shiladi. Tezlashtiruvchini faollashtirish uchun belila va magnezit qo'shiladi.

Fizik-mexanik xossasni oshirish uchun kompozitsiyaning tarkibiga to'latuvchi kiritiladi. To'latuvchilar kukunsimon va matoliga bo'linadi. Kukunsimonga qorakuya, kaolin, marganes, mel, bor, talk va boshqalar, matoli to'latuvchilarga kort kiradi.

Kauchukning oksidlanishi natijasida rezina qariydi, o'zining elastikligini yo'qotadi, mo'rtlashadi, ya'ni fizik-mexanik xossasi avvalgi holiga qaytmaydi, shuning uchun rezinali aralashmaga qarishni kamaytiradigan vazelin, vosk, parafin kabi boshqaaralashmalar qo'shiladi.

Rezinaning yumshoqligini oshirish uchun unga yumshatuvchi stearin va parafin, qarag'ayning smolasi qo'shiladi. Buyovchi sifatida oxora, ultramarin va boshqa bo'yoqlarni 10% gacha qo'shiladi.

Rezina tayyorlashda avval, to'latkichi vulkanizasiyalovchi aralashma bilan, xom rezinaolinadi, rezina 145°C - 150°C temperaturada vulkanizasiyalashtiriladi.

Vulkanizasiyani issiq holda maxsus qozonlarda suv bug'i muhitida biroz bosim ostida issiq suv yoki havoda tayyorlanadi. Agarda rezina metall qolipda qoliplansa, u qizdirilgan bo'lishi lozim. Vulkanizasiya natijasida kauchuk vulkanizasiyalovchilar bilan reaksiyaga kirib, rezinani hosil qiladi.

Kauchuk va qo'shimchalarning turi, ya'ni kislota, yog', issiqlikka chidamli va boshqa miqdoriga qarab turli xossasga ega bo'lgan rezinaolinadi. U qoniqarli mexanik xossasga, sovuqqa bardosh va chegaralangan issiqlikka chidamli bo'ladi, bu rezina ko'p buyumlar tayyorlashda, ayniqsa avtomobil sanoatida shina va boshqa detallarni tayerlashda ishlatiladi.

Neyritli rezina – yuqori mustahkamlik, issiq bardoshlikka (110 - 120°C) ega, yog'da, benzinda bo'kmaydi, havoda va kimyoviy muhitga turg'un. Ular yog', benzin, issiqlikka bardoshli detallar, maxsus kiyim, transport lentalarini, elektrokabelning qoplamasini tayyorlashda ishlatiladi, bundan tashqari kley va charmni o'rniga ishlatiladigan materiallar va maxsus gazga qarshi shlemlar tayyorlanadi.

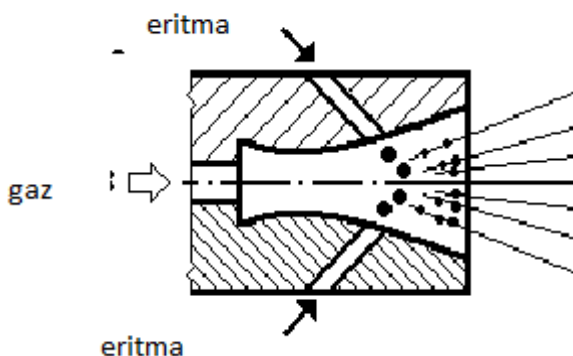
Polisulfitli rezinalar kam mustahkamlikka ega, sovuqqa, issiqqa, benzin va yog'ga, turli gazga bardosh beradi, shuning uchun undan shlang, truba, benzonasos qistirmasi va boshqalar tayyorlanadi.

Izoprenlik rezina cho'zilishda yuqori mustahkamlikka ega, kam ediriladi, sovuqqa, benzin, yog'ga bardosh, undan lenta, salnik, manjet, qistirma, shina, elektr uskunalari tayyorlanadi vaxalq xo'jaligida keng ishlatiladi.

Agarda rezinaning tarkibida 25% dan ortiq oltingugurt bo'lsa, u vulkanizasiyadan so'ng qattiq bo'ladi va qattiq rezina-ebonit deb ataladi. Ebonit kimyoviy turg'un, unga ishlov berish oson, kimyoviy mashinasozlikda ishlatiladi.

Purkash bilan maydalash mohiyati eritma oqimini yuqori energoto'yintirilgan gaz bilan maydalashdan iboratdir (8.4-rasm) . Eritma xossalari va kukun sifatiga bog'liq xolda xavo, azot, argon, geliy bilan sepish

qo'llaniladi. Kukun zarrachalari o'lchamlari 1-0,01 mm., zarrachalar Shakli – sferik yoki tomchisimon.



8.4-rasm. Sepish uchun forsunka sxemasi.

Kimyoviy-metallurgiyaviy usulda birlamchi materialni kimyoviy tarkibi yoki agregatli xolati o'zgaradi. Kimyoviy-metallurgiyaviy usuliga okislanishni tiklash, elektrolizlar kiradilar. Korbanilli birikmalarni termik dissotsiatsiyasi umumiy ko'rinishda tiklash reaksiyasini quydagicha yozish mumkin: $MeA + X \rightarrow Me + A + Q$, bu erda Me-metall; A-nometall tashkil etuvchi (kislород, xlor, ftor, tuzli qoldiq); X-tiklovchi; Q- reaksiyani issiqlik samarasi .

Tiklovchi sifatida tanlangan temperaturada metallga qaraganda nometall tashkil etuvchiga kimyoviy yaqinroq bo'lgan modda bo'lishi mumkin. Tiklovchi sifatida vodorod, uglerod okisi, ammiyak, tabiiy gaz, koks va boshqalar ishlatiladi.

Shakllantirish maqsadi – kukundan tayyorlangan tayyorlamalarga, maxsulotni keyinchalik tayyorlanishida kerak bo'ladigan, shakllar, o'lchamlar, zichlik va mexanik mustaxkamlik berishdir. Shakllantirish o'z ichiga kuydirish, klassifikatsiya aralashmalarini tayyorlash, dozalash va bevosita Shakllantirishni oladi. Kuydirish qoldiq oksidlarni tiklash va naklepni echish xisobiga kukunni plastikligi va Shibbalanishini oshirish uchun zarurdir. Qizdirish ximoya (inertli, tiklanuvchi) atmosferada yoki $0,4...0,6 T_{erish}$ temperaturasida vakuumda amalga oshiriladi.

Klassifikatsiya – o'lchamlar bo'yicha ajratish o'lcha yoki xavoli separatsiya usullarida 50mkm gacha bo'lgan yirik kukunlar uchun elaklarida nisbatan mayda kukunlar uchun amalga oshiriladi. Aralashtirishdan oldin metalli

kukunlarga turli xil mo'ljallanishdagi texnologik qo'shimchalar: plastifikatorlar (parafin, stearin va boshqalar) , ular shibbalash jarayonini osonlashtiradi; pishirish jarayonini yaxshilovchi engil eruvchan metallar; kerakli g'ovakli detallarni olish uchun uchib ketadigan moddalar kiritiladi. Tayyorlangan kukunlar turli xil qurilmalarda (sharli tegirmonlar, aylanuvchan barabanlar va boshqalar) aralashtiriladi va so'ng ular shakllantiriladi. Sovuq holda shibbalashda kukun press shaklga solinadi va puanson bilan shibbalanadi, bosim ta'siri ostida kukunni zichlashishi va alohida zarrachalarni deformatsiyalanishi sodir bo'ladi.

Pishitilgan tayyorlamalarni fizik-mexanik xossalarni oshirish uchun qaytadan Shibbalash va pishtish, moylovchi materiallar bilan to'yintirish (antifriksion detallar uchun), kuydirish, toblash xamda kimyoviy termik ishlov berish qo'llaniladi.

8.5. Kompozitsion materiallarga umumiy ma'lumotlar

Hozirda kompozitsion materiallar zamonaviy texnologik mashinalar va jihozlar ishlab chiqarishda muhim o'rin egallamoqdalar, ular shu vaqtgacha ishlatib kelinayotgan turli konstruksion materiallarga (po'lat, cho'yan, rangli metallar va hakazolar) qaraganda o'ziga xos xossalarga egalar. Kompozitsion materiallar ikki va undan ortiq tashkil etuvchilar-komponentlardan iborat murakkab tuzilishdagi material bo'lib, har xil usullar bilan bog'langan va o'ziga xos xossalari bor.

Kompozitsion materiallar an'anaviy konstruksion materiallarga nisbatan alohida xossalarga ega, bu ijobiy xossali materiallarni va konstruksiyalarni yaratishga olib keldi.

Birinchi kompozitsion material frantsuz bog'boni J.Mone 1867 yilda patentlagan (hovli gul tuvaklari sim va sementdan yasalgan).

Samolyot konstruksiyasida oynoplastik ("stekloplastik") poliefir materiali oyna tolasi bilan sinchlangan ("armirovan") kompozitsion material 1942 yilda qo'llanilgan.

Kompozitsion materiallar mashinasozlik apparati konstruksiyalariga qo'yilgan quyidagi talablarga javob beradi:

- yengil bo'lishligi;
- maksimal mustahkamlik va bikrlilik;
- ishlash davrida maksimal ishlash resursi.

Shuning uchun kompozitsion materiallar samolyotsozlikda ko'p qo'llanilgan.

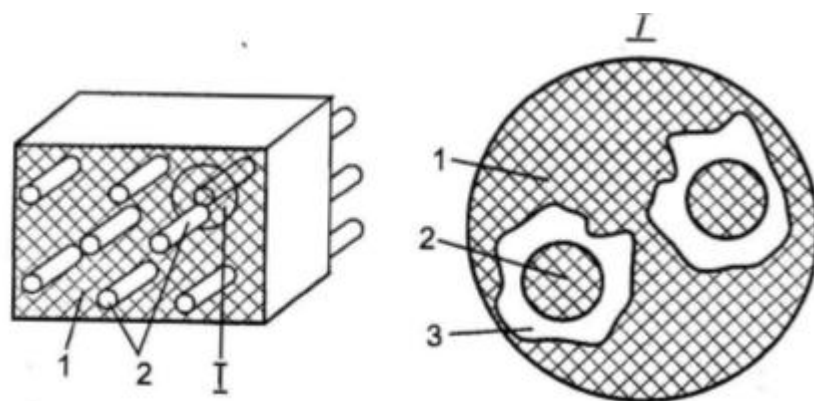
Hozirgi zamon transport samolyotlari konstruksiyalarining 15-20%; harbiy samolyotlarning 25-30%; harbiy vertolyotlarning 45-55%; strategik raketalarining 75-80% kompozitsion materiallardan yasalgan va bu bilan juda katta og'irlik iqtisod qilingan.

Kompozitsion materiallarga quyidagi xossalar yig'indisi xos:

- a) Komponentlarning tarkibi, shakli va taqsimlanishi oldindan aniqlangan;
- b) Ikki va undan ortiq kimyoviy har xil materiallardan tarkib topgan va birbirlaridan ajralib turadilar;
- v) Kompozitsion materialning xossalari har bir tashkil etuvchining xossalari bilan aniqlanadi;
- g) Kompozitsion materialning xossalari, tashkil etuvchilarning xossalaridan farq qiladi;
- d) Kompozitsion material makromasshtab miqyosida birtanli, mikromasshtabda birtanli emas;
- e) Kompozitsion material tabiyatda uchramaydi va inson kashfiyotidir.

Geometrik ko'rsatkichlariga qarab tashkil etuvchilar har xil bo'ladi. Butun hajm bo'yicha uzluksiz-to'xtovsiz tarqalgan hamda kompozitsion materialning bir butunligini ta'minlovchi komponent -matritsa deyiladi (8.6-rasm). Uzlukli, bo'lak-bo'lakli materiallar sinchlovchi yoki puxtalovchi modda tashkil etuvchilar ya'ni armatura deb ataladi.

Matritsa bilan qo'shimchalar orasida maxsus yupqa qatlam bo'lib, u ajralish yuzasini belgilaydi.



8.6-rasm Kompozitsion materiallarning tuzilishi

- 1- matritsa (bog'lovchi material); 2- armatura (mustahkamlovchi) element;
3- ajralish yuzasi.

Kompozitsion materiallarni sinflarga ajratishda matritsa yoki armatura va qo'shimchalarning turiga, mikrotuzilish xossalari va materialni olish usullariga asoslangan.

Matritsa materiali sifatida metall va uning qotishmalari; organik va noorganik polimerlar; keramika, uglerod va boshqa materiallar ishlatiladi. Matritsa materiali xossalari kompozitsion materialni olish texnologik jarayonini ifodalaydi, uning zichligini, mustahkamligini, ishlash haroratini, toliqishiga qarshiligini, tashqi agressiv muhitga qarshiligini ifodalaydi.

Sinchlovchi yoki puxtalovchilar matritsa bo'ylab bir tekisda joylashadi, bular yuqori puxtalikka, qattqlikka, elastiklik moduliga ega vabu ko'rsatkichlar matritsa ko'rsatkichlarinikidan ancha yuqori.

To'ldirgichlar puxtalikni oshirib qolmay, kompozitsion materialning boshqa xossalariga ham ijobiy ta'sir qiladi.

To'ldirgichlarning geometriyasiga, ularni matritsada joylashishiga qarab kompozitsion materiallar quyidagicha klassifikatsiya qilinadi.

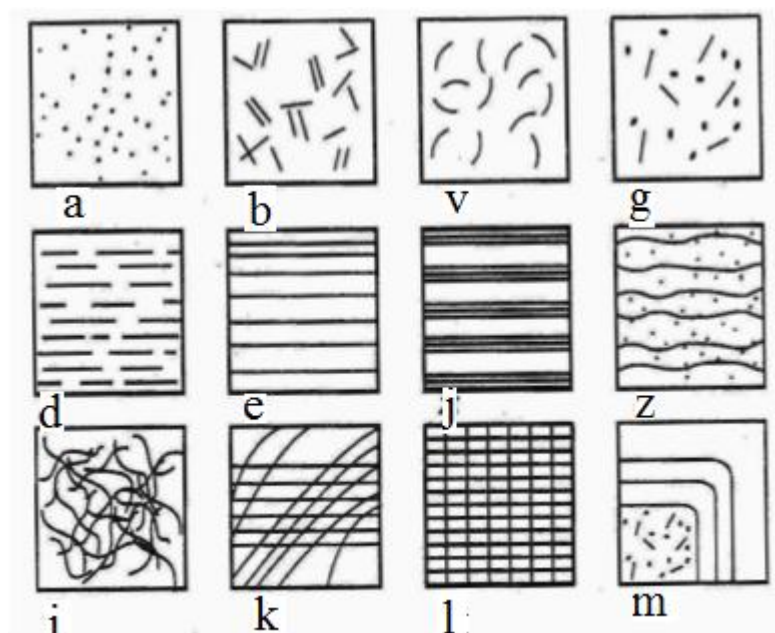
a) To'ldirgichlarning geometriyasiga qarab;

1. Nol o'lchamli to'ldirgichli, bularning o'lchamlari uch tomonlama o'lchashda bir xil o'lcham ko'rsatkichiga ega;
2. Bir o'lchamli to'ldirgichli, o'lchamlardan birining o'lchamlari qolgan ikkitasinikidan juda katta;

3. Ikki o'lchamli, ikki o'lchami qolgan bittasidan juda katta.

b) To'ldirgichlarning joylashishiga qarab kompozitsion materiallar uch guruhga bo'linadi:

1. To'ldirgichlarni bir o'qda-chiziqli joylashishi bilan to'ldirgichlar tola, ip, shaklidagi kristallar shaklida bo'lib, matritsada bir- biriga parallel bo'ladi;
2. Ikki o'qli-yuzali, bularda sinchlovli to'ldirgichlar tola shaklida, intevid kristallarning matolari shaklida, matritsada folga formasida parallel tekisliklarda bo'ladi;
3. Uch o'qli-hajmiy, bunda sinchlovchi to'ldirgich hajm bo'yicha joylashgan, afzal yo'nalishi yo'q.



8.7-rasm. Kompozitsion materiallarni makrotuzilishi bo'yicha farqlanish sxemasi.

To'ldiruvchi va armaturaning tartibsiz (a, b, v, g va i), bir o'q yo'nalishida (d, e, j va z), murakkab (k, l va m.) joylashuvi.

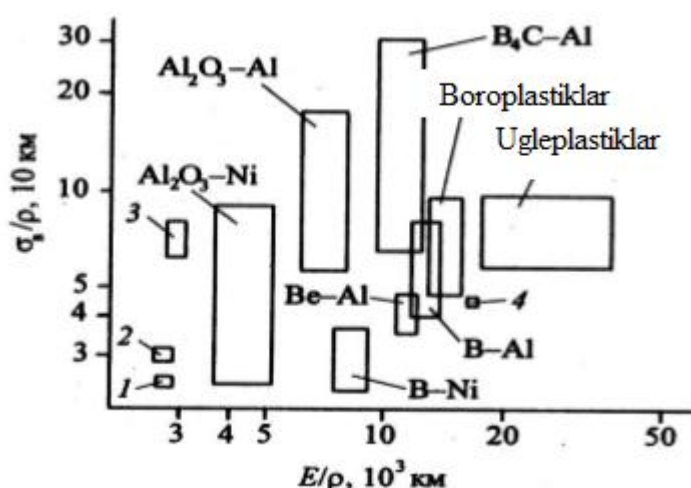
Bunda: a - kukun; b- kalta tolalar; v - payraxalar; g- kukun bilan kalta tolalar aralashmasi; d- kalta tolalar; e- va i- uzun tolalar; j-to'qima va yupqa materiallar chiqindisi, z- to'qima va kukun aralashmasi.

Komponentlarning tabiatiga qarab kompozitsion materiallar quyidagi to'rt guruhga bo'linadi:

1. Tarkibida metall yoki metall qotishmasi bor;

2. Tarkibida oksidlar, karbidlar, nitridlarning noorganik birlashmalari bor;
3. Tarkibida nometall elementli, uglerodli, borli va h.k. komponent bor;
4. Komponentlari organik moddalar birlashmasidan (epoksidli, poliefirli, fenolli va h.k. smolalar) tashkil topgan.

Kompozitsion materiallar hozirgi zamon konstruksion materiallarga nisbatan ancha yuqori nisbiy bikrlikka (E/r) va nisbiy puxtalikka (σ_v/p) ega (8.8-rasm).



8.8-rasm. Nisbiy puxtalik va nisbiy egiluvchanlik moduli: 1 – alyuminiy uchun; 2-po’lat va titan; 3 – oyna plastik; 4 – berilliy va boshqa materiallar uchun

Kompozitsion materialning elastiklik modulini xohlagan tomonga, o’sha tomonga sinchlovchi qo’yib ko’tarish mumkin.

Kompozitsion materiallarning puxtaligi ham yuqori. Oddiy qotishmalarda darz ketish va uning o’sishi ishlash vaqtida tez ketadi. Kompozitsion materialda darz ketish matritsadan boshlanadi, uo’sa olmaydi, chunki yo’lda puxtalovchi to’ldirgichga borib taqaladi.

Nol-o’lchamli to’ldirgichli kompozitsion materiallarmatritsa asosan metaldan va qotishmadan iborat. Metall asosidagi kompozitsiyalar dispers zarrachalar bilan bir tekis puxtalanadi. Dispers zarrachalar: a) Mikroskopik ($d=0,01-0,1$ mkm); b) Mayda ($d=1-50$ mkm) bo’ladi, xossalari izotrop bo’ladi.

Dispers zarrachalar bilan sinchlangan kompozitsiyalar ko’pincha kukun metallurgiyasi usulida olinadi. Asosiy bosqichlari:

1. Matritsa metali va puxtalovchini kukunlarini aralashmasini olish (maxsus usullar bilan kukunlar olinadi, so'ngra maxsus mashinalarda aralashtiriladi).
2. Po'lat matritsalarida kukunni presslash va ixcham tayyorlamaga aylantirish.

So'ngra uni termik ishlash – ("spekonie") presslash, deformatsiyalash davrida mahsulot muqobil, turg'un dislokatsion tuzulmaga ega bo'ladi.

Kompozitsion materiallarda hamma kuchni matritsa o'ziga oladi, dispers zarrachalar esa plastik deformatsiyani rivojlanishiga to'sqinlik qiladi hamda yakka holdagi dislokatsiyalarning harakatiga, ham dislokatsiya hosillari harakatiga to'sqinlik-qarshilik qiladilar. Samarali puxtalanish puxtalovchi modda miqdori 5-10% tashkil etganda sodir bo'ladi.

Kompozitsiyaning puxtalik darajasiga puxtalovchi dispers zarrachalarning hajmiy birligi, uning disperslik darajasi va zarrachalar orasidagi masofa ta'sir qiladi, zarrachalar orasidagi masofa kichiklashishi bilan qarshilik ortadi

$$\sigma = Gb / l;$$

bu Orovan formulasi, bu yerda:

G- matritsa material siljish ("sdvig") moduli;

b-atomlar orasidagi masofa;

l-puxtalovchi zarrachalari orasidagi masofa.

Sinchlovchi to'ldiruvchilar sifatida ko'pincha qiyin eriydigan oksidlar, nitridlar, boridlar, karbidlarning dispers zarrachalari (Al_2O_3 ; ThO_2 ; HfO_2 ; BN; SiC; WC; TiC) xizmat qiladi, bu qiyin eriydigan birikmalar yuqori elastiklik moduliga ega, zichligi past, matritsa materialiga nisbatan inert. masalan, ThO_2 ; Al_2O_3 larning elastik moduli $380,5 \cdot 10^3$ va $146,12 \cdot 10^3$ Mpa ga teng, zichligi 1,0 va $3,97 \text{ g/sm}^3$.

Alyumin matritsali kompozitsion materiallar (nol-o'lchamli) mashinasozlikda, alyuminiy asosidagi Al_2O_3 bilan puxtalangan kompozitsion materiallar o'rin olgan, ular kukun metallurgiyasi usulida alyuminiy kukunini presslab, termik ishlab olinadi (SAP). Kukun zarrachasi o'ziga ("tangacha") shaklida bo'lib, qalinligi 1 mkm. Zarrachalar yuzasidagi oksid plenka qalinligi $t=0,01-0,1$ mkm. SAP-pishirilgan alyumin kukuni ("spechyonnaya

alyuminevaya pudra”), tarkibi: Al_2O_3 6-22%; va alyumin, ikkalasi ham kukun holatda. SAS – bu pishirilgan alyumin qotishmasi (“spechyonnyy alyuminevay splav”). SAP ga Fe, Ni, Cr, Mn, Cu, lar qo’shiladi, ya`ni legirlanadi.

SAP ning 200C dagi mexanik xossalari.

Marka	Al_2O_3 , % hajmi	σ_v , MPa	$\sigma_{0,2}$ MPa	δ_1 , %	E, MPa
SAP-1	6-8	300	200	7-9	67
SAP-2	9-12	320	230	4	71
SAP-3	13-17	400	340	3	76
D20		420	300	11	69

Duralyumin-Al-Cu-Mg tizimidagi Al qotishmasi D20 ning xossalari toblash (535 +-5)S va 1800S da 124 soat ichida eskirishdan so’ng, bu sharoitda D20 ning mexanik xossalari, muqobillashadi (SAP dan yuqori).

SAP ning ilg’orligi-yaxshi tomonlari 3000S dan yuqorida bilinadi, namoyon bo’ladi, bu haroratda alyuminiy qotishmalari o’z puxtaliklarini yo’qotadi. Dispersli-mustahkamlangan qotishma o’z xossalarini 0,8-T erish haroratigacha ushlab tura oladi, chunki puxtalangan zarrachalarning termodinamik turg’unligi katta. Kislorod alyuminiyda erimaydi. Al_2O_3 ning zarrachalari o’zaro ta’sir qila olmaydilar, chunki oradagi alyuminiy matritsa bunga yo’l qo’ymaydi. 5000C° da deformatsiyalanadigan qotishma D19 va D20 larning mustahkamligi $\sigma_v=15$ MPa ni tashkil qiladi. SA-1 niki $\sigma_v=80$ Mpa; SAP-2 niki $\sigma_v=90$ Mpa; SAP-3 niki $\sigma_v=120$ Mpa.

SAP larning fizik xossalari (elektr o’tkazish, issiqlik o’tkazish, termik kengayish koefitsienti) Al_2O_3 ning miqdoriga bog’liq. Al_2O_3 ortishi bilan fizik xossalari pasayadi, lekin, SAP-3 ning elektr va issiqlik o’tkazishi D19 va D20 larnikidan yuqori.

SAP qotishmalari issiq holda qoniqarli deformatsiyalanadi. SAP-1 sovuq holda ham deformatsiyalanadi, SAP oson qir qiladi, argon yoy va kontakt usullarida qoniqarli payvandlanadi.

SAP lardan yarimxomashyo chiqariladi: varaqlar, profillar, quvurlar, folga va boashqalar. SAP dan yasalgan detallar $300..5000C^0$ da bemalol ishlaydi: kompressor, trubina, ventilyator belchalari, porshen shtoklari. Issiq va kuch ostida ishlaydigan detallar usti SAP varaqlari bilan qoplanadi.

Nikel matritsali kompozitsion materiallar (nol-o'lchamli)puxtalovchi komponentlari zaharli toriy dioksidi (ThO_2) yoki gafniy dioksidi (HfO_2) zarrachalaridir,bu materiallar VDU1 va VDU-2 deb belgilanadi. VDU-3 qotishmasida matritsa vazifasini nikel-xromli qattiq eritma (20%-xrom) bajaradi. Puxtalovchi zarracha-gafniy dioksidi.

Gafniy va toriy oksidlari qisishda yuqori mikroqattiqlikni va puxtalikni ko'rsatadilar, matritsa esa maksimum turg'un. Toriy va gafniy oksidlarini hajmi 2-3%.

HfO_2 oksidining mexanik xossalari yuqoridagi ThO_2 nikidan kam farq qiladi.Issiqqa bardoshligi oksid zarrachalarning soniga, o'lchamlariga, matritsa dipolarining o'lchamlariga, shakliga va qurilishiga bog'liq. Matritsaning elementlari bosim ostida va termik ishlash davrida hosil bo'ladi.

VDU-1, VDU-2, VDU-3 larning issiqbardoshligi oddiy haroratda nikel asosidagi issiqbardosh po'latlarnikidan past,lekin, harorat ko'tarilishi bilan VDUning issiqbardoshligi (shu haroratdagi mustahkamligi) shu harorat uchun nikel asosidagi issiqbardosh po'latlarning mustahkamligidan katta bo'adi.

VDU-1, VDU-2 plastik, shuning uchun har xil harakatda turli usullar bilan deformatsiyalanadi: bolg'alash, shtamplash, cho'ktirish, botirish. Bir biri bilan yuqori haroratli kavsharlash vositasida birlashtiriladi,diffuzion payvandlash ham qo'llash mumkin.

VDU-2, VDU-3 quvur, chiviq, varaq, sim, folga sifatida chiqariladi,bular asosan aviatsiya dvigatellaridagidelkalar, alanga turg'uni, yo'nish kamerasi uchun ishlatiladi.

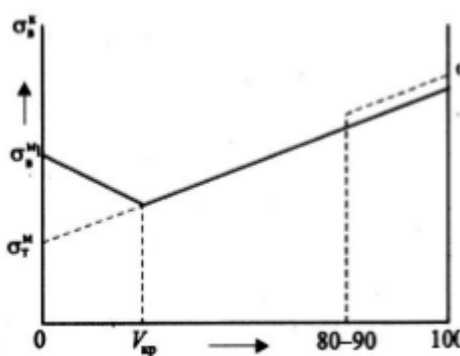
Bir-o'lchamli to'ldirgichli kompozitsion materiallarda puxtalovchi komponent sifatida bir o'lchamli elementlar ipsimon kristall tola (sim) shaklida ishlatiladi. Tolalar va boshqa sinchlovchi elementlar matritsa vositasida bir bo'lak

qilib maxkamlanadi. Matritsa tolalarni buzilishdan-zarb yeyishdan, uzilishdan saqlaydi. Matritsa kuchlanishni tolaga uzatadi, agar bitta tola uzilsa, kuchni qayta taqsimlaydi, bu yerda asosiy shart tolalar matritsa bo'ylab bir tekisda bo'lingan bo'lishi lozim.

Kompozitsion xossalarga sinchlovchi tolalarning puxtaligi, matritsaning bikrligi, matritsa bilan tola orasidagi bog'liqlik, mustahkamligi ta'sir qiladi.

Tolalar bilan puxtalash matritsaga joylashgan tolalarning elastik moduli (E_t) matritsa materialining elastik modulidan (E_m) dan katta bo'lishi kerak: $E_t > E_m$, bu kompozitsiyaning mexanik xossalarining yuqori bo'lishining asosiy va zaruriy sharti.

Kompozitsion materiallar nazariyasi shuni taqozo qiladiki, tolalar butun matritsa bo'yicha bir tekisda joylashgan bo'lishi kerak va matritsa-tola chegarasida hech qanday sirpanish bo'lishi mumkin emas, shunda kuch matritsa va tolalar orasida bir xil bo'linadi. Kompozitsiya, matritsa va tola deformatsiyalari teng bo'ladi: $\xi_k = \xi_m = \xi_t$, bu holda kompozitsiya puxtaligi $\sigma_v.kom$ tolalarning hajmiga qarab o'zgaradi (8.9-rasm).



8.9-rasm Tolali material mustahkamligining to'ldirgich miqdoriga qarab o'zgarishi

Alohida, tolalarning hajmi $\vartheta_{tola} < \vartheta_{kr}$ bo'lganda, kuchni tolalar qabul qilib uziladi va kuchni faqat matritsa qabul qiladi. Hajm ϑ_{kr} dan oshgach ($\vartheta_{tola} > \vartheta_{kr}$), kuchni tola oladi va uning puxtaligi kompozitsiya puxtaligini aniqlaydi.

Kompozitsiya puxtaligi matritsa va tola puxtaliklarining yig'indisiga teng

$$\sigma_{v.kom.} = \sigma_{v.tola} \cdot \vartheta_{tola} + \sigma_{v.matr} (1 - \vartheta_{tola})$$

Shu kabi elastik moduli ham aniqlanadi.

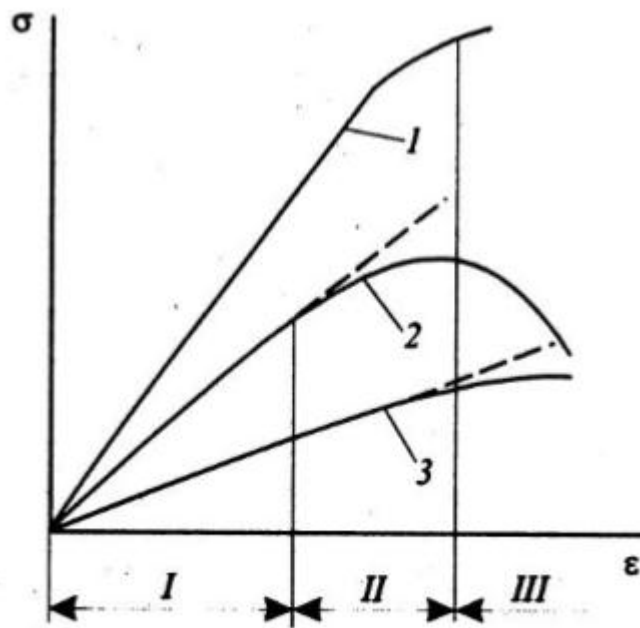
$$E_{kom} = E_{tola} \vartheta_{tola} + E_{mat}(1 - \vartheta_{tola}).$$

Kompozitsiyaning puxtaligi $\vartheta_{tola} = 0,8-0,9$ gacha bo'lguncha oshadi. Bundan so'ng matritsa materialini tola bilan to'ldirish qiyin. Matritsa bilan tola bog'lanishi pasayib, ular bir biriga nisbatan sirpanishi mumkin.

Puxtalovchi tolalarning matritsadaki kritik hajmi, quyidagicha aniqlanadi:

$$\vartheta_{kr} = (\sigma_{v,mat} - \sigma_{t,mat}) / (\sigma_{v,tola} - \sigma_{t,mat})$$

Kompozitsion materiallarning tola yo'nalishi bo'yicha berilgan kuch ta'siri ostida deformatsiyasi uch bosqichda o'tadi (8.10-rasm).



8.10-rasm. Cho'zish diagrammasi.

1 – tola; 2 – matritsa; 3 – bir tomonga yo'nalgan tolali kompozitlar uchun

Birinchi (I) bosqichda elastik deformatsiya bo'ladi, bu tolagacha ham, matritsaga ham tegishli.

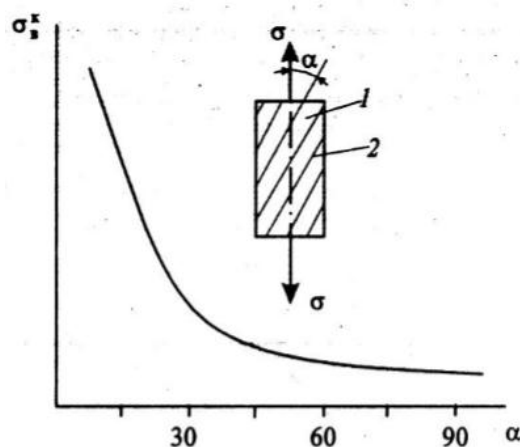
Ikkinchi (II) bosqichda matritsa elastik-plastik holatga o'tadi, tolalar esa elastik deformatsiyalanadi, bu holda elastik moduli:

$$E_{kom} = E_{tola} \vartheta_{tola} + (d\sigma_{mat} / d\varepsilon_{mat}) \vartheta_{mat}.$$

bu yerda: $d\sigma_{mat} / d\varepsilon_{mat}$, matritsaning deformatsion puxtalanishi.

Uchinchi (III) bosqichda kompozitsiya puxtaligi keskin pasayadi, chunki mo'rt tolalar uziladi va matritsa buziladi.

Tolali kompozitlar anizotrop material hisoblanadi mexanik xossalari tolalarning kuch yo'nalishiga qarab joylashishiga bog'liq (8.11-rasm).



8.11-rasm. Bir tomonga yo'nalgan tolali kompozit mustahkamligining tola yo'nalish burchagiga qarab o'zgarishi.

1-matritsa; 2- tola

Bu kamchilikni yo'qotish uchun tola materialini to'g'ri tanlash va hajmiy sinch tolalarini, detallarini shunday tanlash kerakki, kuch tola bo'yicha ta'sir qilsin.

8.6.Sinchlovchi materiallar va ularning xossalari

Kompozitsion materiallarni puxtalash uchun yuqori puxtalikdagi:

a) po'lat simlar; volframdan, molibdendan olingan simlar, ularning qotishmalaridan olingan simlar va h.k.;

b) bor, uglerod, oyna-shisha; alyuminiy nitridi va kremniy nitridi, oksidi monokristali tolalaridan foydalaniladi.

Simlar - eng arzon hammabop sinchlovchi material, po'latdan va berilliydan olingan detallar uchun ishlatiladi. Volfram va molibdendan yasalgan simlar o'rta va yuqori haroratda ishlatiladi.

Hozirgi vaqtda puxtalash uchun austenit, austenit-martensit, martensit sinfidagi po'latdan olingan tola-simlar ishlatilmoqda.

Austenit sinfidagi (X18N9, X18N10T) po'latlarni 92% ga qisib, kiryalab sim olinadi, bunda puxtalik birdaniga ortib, plastiklik keskin pasayadi. Turg'un emas austenitning matrensitga aylanishini tezlashtirish uchun tayyorlama sovuq (minus) haroratgacha sovitiladi, bunga sovuqlayin ishlash deyiladi.

Martensit tuzilmali simning puxtaligi austenit tuzilmalidan 40-50% yuqori.

Martensit sinfdagi po'latlar 30X13, N17N2, 13X14N3FA dan, ularni 950-1000C⁰ da toblab (suvda yoki yogda), bo'shatib yuqori puxtalikdagi simlar olinadi. Masalan, 30X13 dan olingan simning puxtaligi 2000 Mpa ga yetadi.

Austenit va martensit sinfidagi po'latlardan yasalgan sim 380-4000C⁰ da puxtaligini yo'qotmaydi.

Austenit-martenit sinfidagi 20X15N5AM3 po'lat puxtaligini 480-500C⁰ da ham ushlab turadi. Sovuq holda kiryalash (80%) bilan uning puxtaligini sezilarli oshirish mumkin (3200 Mpagacha).

Puxtalanish simning diametriga bog'liq: diametr kichiklashishi bilan puxtalanish ortadi.

Volfram va molibdendan olingan simlar. Volfram va molibdendan hamda ularning qotishmalaridan olingan simlar, asosan kukun metallurgiyasi usulida olinadi, oxirida kiryalanadi. Volfram simlarini olishda qo'shimcha sifatida ThO₂; SiO₂; La₂O₃ oksidlar ishlatiladi, bu volfram simini mustahkamligini yetarli darajada ushlab turadi.

Oldin diametri 2,75 mm bo'lgan zuvalalar olinadi: po'lat shaklida, bosim P=4-6 ts/sm² da, gidroresslarda, 3000C⁰ haroratda termik ishlab –pishiriladi, 1000C⁰ da boshlanib, asta pasaytirib, oxirgi davrda 400-600C⁰ ga tushiriladi. kiryalanadi bir necha bor yumshatiladi: birinchisi 800C⁰ da, qolganlari 600-750C⁰ da. Yumshatish bilan birga kiryalanadi: diametri d=0,3; 0,12; 0,05 mm li kiryalalar (“filera”) bilan.

Diametri 0,5 mm bo'lgan volfram simlarining xossalari

Sim markasi	Harorat, °S	Puxtalik, MPa	Uzoq muddatli puxtalik, 100 soat. MPa	Oquvchi aniqlik chegarasi, 6*10 ⁻⁵
VA	900	1320	630	760
W ₊	1000	1130	480	630
Qo'shimcha- “prisadka”	1100	-	350	470

SiO ₂ va Al	1220	740	330	380
VT-15	900	-	-	-
W ₊	1000	1200	660	830
2% ThO ₂	1100	1090	440	600
	1200	850	410	520
BP-20	900	2670	1170	1950
W ₊	1000	2140	1060	1300
20% Re	1100	1990	420	690
	1200	1390	240	350

VR-20 ning puxtaligi, uzoq muddali puxtaligi 1100C⁰ gacha ancha yuqori. VT-15 esa 1200C⁰ da ham uzoq muddatli puxtaligini saqlagan.

Molibden, volfram, tantaldan yasalgan simlar o'z mustahkamliklarini 1200-1500C⁰ da saqlab turadilar. Molibdenli simlar ham shu yo'sinda olinadi. Molibden volframga nisbatan ancha plastik, volframga nisbatan (100-200C⁰) past haroratda ishlanadi. Molibden qo'shimchasiz sovuq holda ham deformatsiyalanadi va 0,3 dan 0,02 mm gacha diametrli sim olinadi.

Umuman, volframli va molibdenli simlarni issiqbardosh kompozitsion materiallarni sinchlash uchun ishlatish maqsadga muvofiq.

Berilliyli simlar. Berilliyning zichligi kam: $\gamma=1850 \text{ kg/m}^3$; katta mustahkamlikka va Yung elastik moduliga ega, bular berilliyning nisbiy tasniflari.

Berilliy simi 400-480C⁰ da kiryalanadi, bu haroratda berilliy plastikligi juda yuqori bo'ladi va kam uglerodli po'lat plastikligiga yaqin keladi. Berilliy metall qobig'i ichida masalan, nikel qobig'ida kiryalanadi, kiryalab bo'lgandan so'ng, qobiq eritib olib tashlanadi va sim yuzasi elektro-kimyoviy sayqallanadi. Metall qobiq sifatida matritsa materiali ham ishlatiladi, bu holda elektro-kimyoviy eritish va sayqallash operatsiyalari bo'lmaydi.

Diametri 1,8 mm bo'lgan berilliy simi $\sigma_v=1129 \text{ Mpa}$, $E=320 \cdot 10^3 \text{ MPa}$ ga ega. Qattiq deformatsiyalangan berilliy tolasi yuqori rekristallanish harorati 700C⁰ga. Kamchiligi: past plastikligi ($\delta=1-2\%$) va zaharliligi. Berilliy simi

ko'pincha matritsasi alyuminiy, magniy yoki titandan bo'lgan kompozitlarni puxtalash uchun ishlatiladi.

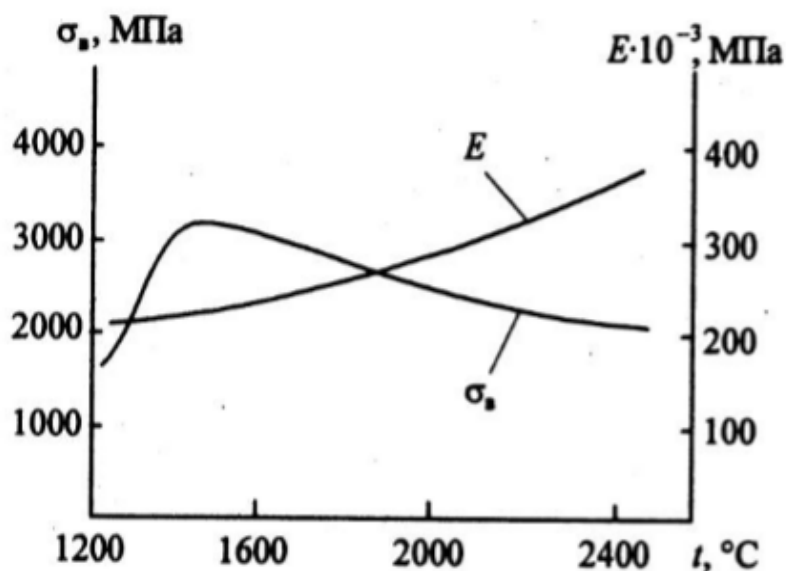
Uglerodli tolalar. Bular poliakrilnitrilli gidrotsellyulozali toladan yoki neftli smola asosidagi olingan tolalardan olingan. Uglerodli tolalarni olish texnologiyasi organik dastlabki tolalarni issiq ta'sirida parchalanishiga asoslangan. Qizdirish boshqariladigan atmosferada olib boriladi.

Uglerodli tolalarni ishlab chiqarish quyidagi operatsiyalardan iborat:

1. Oksidlash;
2. Karbonizatsiyalash;
3. Grafitlash.

Tolalar $200-300^{\circ}\text{C}$ da olinadi. Karbonizatsiya 900°C dan yuqorida vodorod muhitida o'tadi, unga o'tga turg'unlik xossasi beriladi va 250°C dan yuqorida uglerod tolasi hosil bo'ladi.

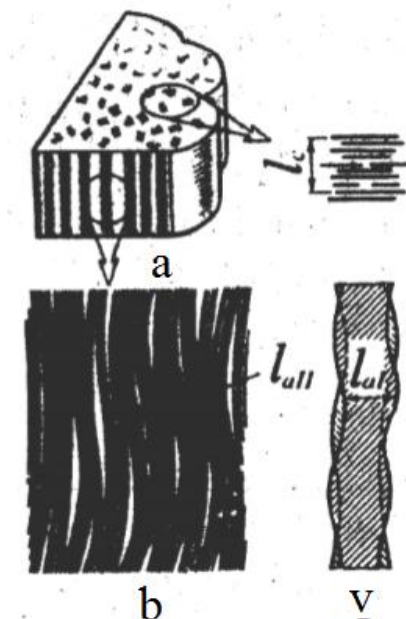
Ishlash vakuumda yoki inert gaz (azot, argon, geliy) muhitida olib boriladi. Uglerod tolasi xossalriga yakunlovchi harorat katta ta'sir qiladi. Grafitlash haroratini o'zgartirib, tola xossalarini boshqarish mumkin (8.12-rasm).



8.12-rasm. Uglerodli tolalar xossalriga grafitizatsiya qilish haroratini ta'siri

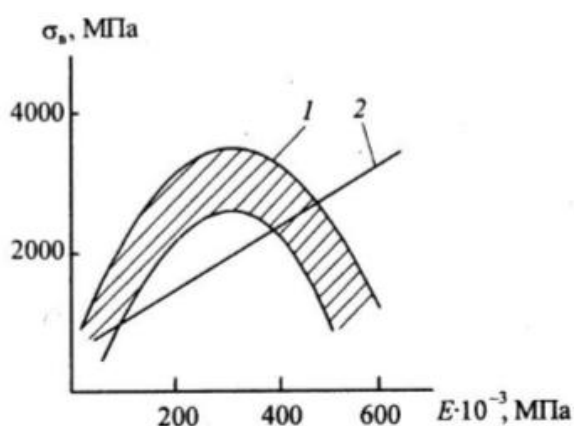
Uglerodli tolalar tuzulmasi lentasimon kondensirlangan uglerod qatlamlari tizimidan iborat. Bu **geksogonal tuzilmali**, nomi mikrofibrillalar. Bir xil

yunaltirilgan mikrofibrillar guruhi **fibrillalarni** tashkil qiladi. Bunda mikrofibrillar bir-birlaridan tor tirqishlar bilan ajralib turadi.



8.13-rasm. Uglerodli tolalar qurilishini sxemasi: a – umumiy koʻrinish; b – fibrillarning uzunasiga kesimi; v – mikrofibrillani koʻndalang kesimi; l_a va l_c – mikrofibrillani koʻndalang oʻlchamlari

Fibrillalarning oʻzaro joylanishi, ularni xolati darajasi dastlabki xomashyoga bogʻliq: tolaning choʻzilish darajasiga, makromolekula tarkibiga, tola olish texnologiyasiga, shuning uchun har xil dastlabki materiallardan olingan tolalarning puxtalik va bikirlik xossalari bir-biriga nisbati har xil, puxtalik xossalari ham har xil.



8.14-rasm. Poliakrilnitrildan (1) va viskozadan (2) olingan uglerodli tolalarning vaqtincha qarshiligi va egiluvchanlik moduli orasidagi bogʻliqlik.

Uglerodli tolalar puxtaligiga nuqsonlar g'ovaklik, darz ketish sezilarli ta'sir qiladi: Mexanik xossalarga qarab ulardagi tolalar 2 xil bo'ladi(8.14-rasm):

1. Yuqori puxtalikdagi tola: $\sigma_v=2500-3200$ MPa, $E=(180-220)10^3$ Mpa.

2. Yuqori modulli tola: $\sigma_v=1400-2200$ Mpa, $E=(350-550)10^3$ Mpa.

Korxonalar uglerodli tolalarni buralgan yoki buralmagan arqon formasida chiqaradi. Arqondagi tolalar soni: 1000-160 000 tola diametri $d=7$ mkm.

Kamchiliklari: 1. Havoda oksidlanishiga moyilligi;

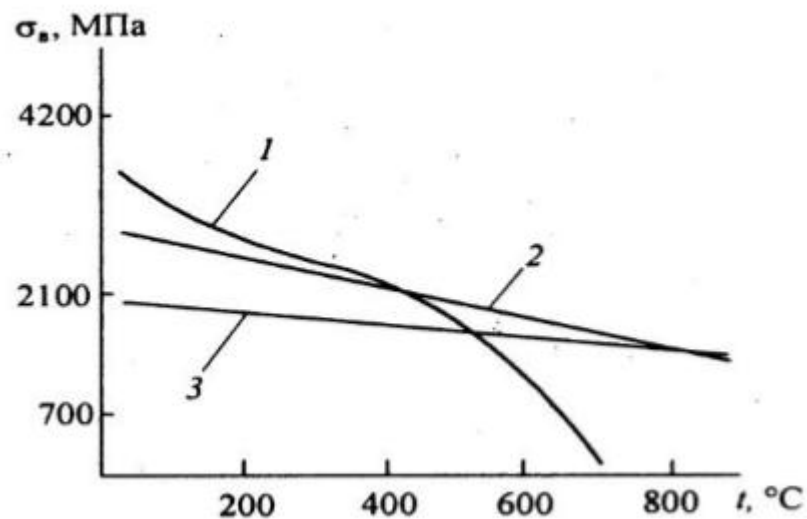
2. Metall-matritsa bilan kimyoviy faolligi;

3. Polimer-matritsa bilan adgeziya pastligi.

Yuqoridagi ikki kamchilikni yo'qotish uchun tolaga metall va keramika qoplama beriladi.

Bor tolasi. Diametri $d=12$ mkm bo'lgan, tozalangan va dastlab $1100-1200^0S$ gacha qizdirilgan volfram simiga gaz fazodan ($Bcl_2 + H_2$) bor o'tirishi bilan bor tolasi olinadi, natijada diametri 15-17 mkm volfram boridi(WB; W_2B_5 ; WB_4) hosil bo'ladi: buni atrofida polikristallik bor joylashadi. Hosil bo'lgan tola diametri hammasi bo'lib 70-200 mkm bo'ladi. O'rta o'zagi puxtaligi umumiy tola puxtaligidan past bo'ladi. O'rta qisilgan, atrofi cho'zilgan bo'ladi-bu kuchlanishga va darz ketishga olib keladi.

Bor tolalari o'ziga hos xossalarga ega: kam zichlik ($\gamma=2600$ kg/m³), yetarli darajadagi yuqori mustahkamlik ($\sigma_v=3500$ MPa), Yung moduli 420 MPa da va erish harorati 230^0C . Bor tolasi havoda 400^0S da tez oksidlanadi, 500^0S dan yuqorida matritsa-alyuminiy bilan reaksiyaga kirishadi, buni yo'qotish va issiqbardoshligini oshirish uchun tola yuzasi kremniy karbidi bilan 3-5 mkm qalindligida qoplanadi. Buni nomi-borsiq. Yuqori haroratda borsiqning puxtaligi bor tolasinikidan yuqori(8.15-rasm).



8.15-rasm. Tolalar mustahkamligining haroratga qarab o'zgarishi:

1 – tola bordan yasalgan; 2 – borsiqdan yasalgan; 3 – kremniy karbididan yasalgan.

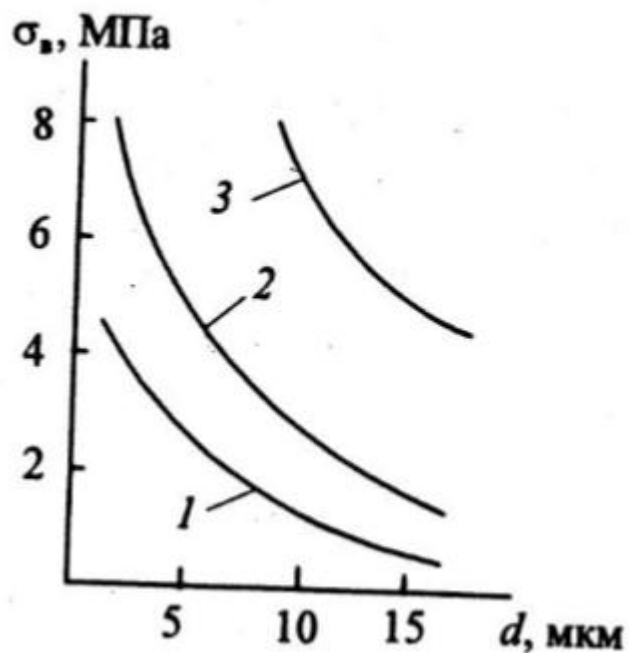
Korxonalarda monotola shaklida g'altaklarda chiqariladi. Bor tolalari polimer va alyuminiy asosli matritsali kompozitlar ishlab chiqishda qo'llaniladi.

Kremniy karbidi tolalarini olish texnologiyasi bor tolalari olish texnologiyasidan farqi yo'q.

Asos uglerod bo'lgan (o'rtasi) kremniy karbid tolalari arzon, lekin yuza nuqsonlariga ta'sirchan, puxtaligi kamroq.

Metall matritsali yuqori haroratda ishlaydigan kompozitlarni sinchlashda qo'llaniladi.

Shisha tolalar. 1200-1400⁰S da eritilgan shisha diametri 0,8-3 mm bo'lgan fileradan o'tkaziladi va tezda bir necha mikrometrgacha cho'ziladi. Diametri 3-100 mkm bo'lgan tola uzunligi 20 km gacha barabanga o'raladi. Tolaning ko'ndalang kesim yuzasi kvadrat, to'g'ri to'rtburchak, dumoloq, uchburchak va oltiburchak shaklda bo'ladi, bu zich joylashishni va yuqori puxtalikni ta'minlaydi. Shisha tolasining asosi-bu kremniy dioksididir (SiO₂). Shisha hosil qiluvchi tabiatiga qarab silikatli (SiO₂), alyumosilikatli (Al₂O₃-SiO₂), alyumoborsilikatli (Al₂O₃-B₂O₃- SiO₂) bo'ladi. Yuqori puxtalikdagi S-shisha tarkibi: 65% - SiO₂ ; 25% - Al₂O₃; 10% - MgO uy haroratida 4,5*10³ MPa mustahkamlikka ega. Egiluvchanligi 87*10³ Pa. Shisha tolalarining diametri ortishi bilan uning puxtaligi kamayadi(8.16-rasm).

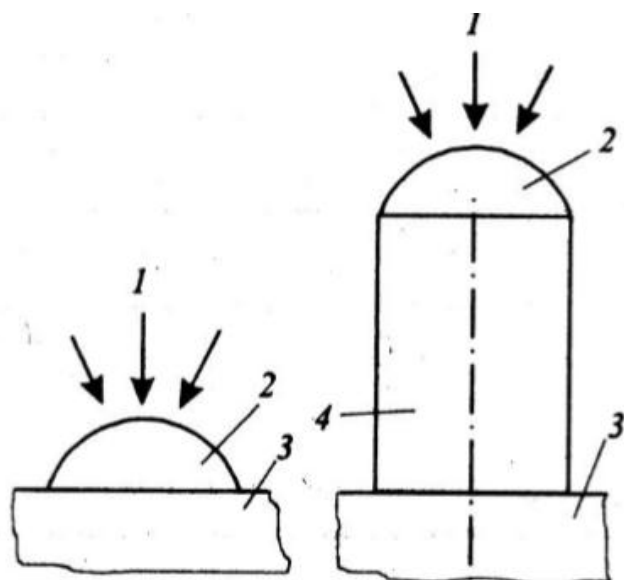


8.16-rasm. Ishqorli (1), ishqorsiz (2) alyumoborosilikatli (3) oynalar mustahkamligini uning diametrigiga bog'liqli

Ingichka tolada mikrodarzarlar va govaklar kam bo'ladi, lekin, juda ingichkalari ishlash va ishlatishda tezroq uziladi, shuning uchun diametri o'rtacha 5-15 mkm olinadi.

Shisha tolalari arqon, ip, lenta, to'qima, matolar ko'rinishida kompozitlarni sinchlash uchun ishlatiladi.

Ipsimon kristallar (mo'ylovlar). Karbidlar va kremniy nitridlari alyuminiy oksidi va nitridlari hamda boshqa qiyin eriydigan birikmalarning ipsimon kristallari gaz fazasidan transport reaksiyasi, piroliz reaksiyasi bilan chuktirib olinadi.

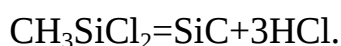
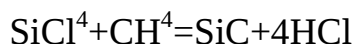


8.17-rasm. Bug` – suyuqlik – kristall mexanizmi bo'yicha kremniy kristallarini o'sish sxemasi:

1 – bug`; 2 – Au-Si eritmasini tomchisi; 3 – kremniyli yostiqcha; 4 – kremniy kristalli

Tizim: par-suyuqlik-qattiq faza.

Kremniy karbidi ipsimon kristallari o'sishi xlorisilan va uglevodorodlar hisobiga bo'ladi:



Suyuq faza sifatida uchlik faza: temir-uglerod-kremniy qo'llaniladi. Yostiqcha sifatida-grafit jarayon 1250-13500S da o'tadi(8.17-rasm).

Kremniy kristalligi diametri mikronning ulushidan bir necha 10 mikrongacha bo'ladi,uzunligi 60-80 mkm.

Mo'ylovlar ipsimon kristallarning tuzilmali mukammallashgan va puxtalik xossalari nazariy xossalarga yaqin.

Grafit mo'ylovlari nisbiy puxtalik va bikirlik bo'yicha yuqori ko'rsatkichga ega,lekin yuqori haroratda metall matritsada turg'un emas.

Al_2O_3 ; SiS mo'ylovlari va qiyin eriydigan birikmalar mo'ylovlari metall matritsali kompozitlar uchun eng yaxshi puxtalovchi hisoblanadi.

Metall asosidagi tolalar bilan sinchlangan kompozitsion materiallarni olish.

Har xil matritsa materiallari va turli tolalar bilan sinchlangan kompozitlarni olish usulini tanlash quyidagi omillarga bog'liq:

1. Matritsa va puxtalovchilarning dastlabki materiallari o'lchamlari, profili va tabiati;
2. Matritsa-puxtalovchi chegarasida mustahkam bog'lanish hosil qilish imkoniyati;
3. Tolalarni matritsada bir tekisda taqsimlanishini olish;
4. Kompozitsion materialni olish va undan detal yasash jarayonlarini bir vaqt ichida olib borish;
5. Jarayonni iqtisodiy tejamkorligi.

Kompozitsion materiallarni olish usullari tolalarni eritma bilan to'yintirish sharoitlariga qarab bo'linadi:

1. Me'yyorli bosimda;
2. Vakuum sharoitida;
3. Bosim ostida;
4. Vakuumda to'yintirish va bosim ostida quyish elementlari birgalikda.

Kompozitsion materiallarning xossalari shunday detallarda, agarda tolalar uzluksiz joylashgan bo'lsa to'la namoyon bo'ladi. Shuningdek kompozitsion materialni olish va detalni yasash bir jarayonda olib borilsa, juda maqsadga muvofiq bo'ladi.

Alyuminiy matritsali kompozitsion materiallar kompozitsion materiallarni matritsasi sifatida texnikaviy alyuminiy va uning qotishmalari ishlatiladi: Am_{ts} , Am_g , AD1, D16, SAP va boshqalar. Sinchlovchi material sifatida yuqori puxtalikdagi po'lat (08X18N9T; 1X15N4AM3; EP322 va x.k) simlari, berilliy simlari, bor, kremniy karbidi, uglerod tolalari ishlatiladi.

Po'lat simlar bilan sinchlangan kompozitsion material prokatlanadi, prokatkalashtartibi harorat, deformatsiya yo'nalishi va darajasi bilan aniqlanadi. Prokatlash harorati po'latning puxtaligini yo'qotish harorati bilan aniqlanadi, masalan, 08X18N9T va 12X18N10T po'latlari uchun prokatlash

harorati $380-400^{\circ}\text{C}$, (bu po'latlarning puxtaligini yo'qotish harorati= 400°C). 15X15N4AM3 va EP322 po'latlari uchun prokatlash harorati $420-450^{\circ}\text{C}$ (puxtalikni yo'qotish $t^{\circ}=450^{\circ}\text{C}$).

Deformatsiya yo'nalishi prokatlashda sinchlar yo'nalishiga, prokatlash davrida tolalar uzilib ketmasligi uchun qiyaroq qilib olinadi.

Korxonalarda kompozit KAS-1 ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgan, bunda puxtalovchi-sinch 1X15N4AM3 po'latidan yasalgan sim (diametri $d=0,15\text{ mm}$). matritsa AV yoki SAP-1.

Po'lat sim bilan sinchlangan alyuminiy matritsali kompozitlarning mexanika xossalari. Sinchlash natijasida kompozitsiyaning puxtaligi 10-12 marta oshadi: to'ldirgich-simining hajmi 25% ni tashkil qiladi, agar sinchlar hajmi 40%ga yetkazilsa, $\sigma_v=1700\text{ Mpa}$ ga teng bo'ladi.

Po'lat sim bilan sinchlangan (25-40%) alyuminiy matritsali kompozitning mexanika xossalari titan qotishmalari xossalariga tenglashadi, bu kompozitni sovuqlayin deformatsiyalash, toblash va eskirtirish orqali, uni mexanik xossalarini yanada oshirish mumkin (agar alyuminiy termik ishlanadigan bo'lsa).

Yuqori haroratda ishlaydigan detallar uchun matritsa sifatida SAP ni olish maqsadga muvofiq.

SAP-1 ni po'lat sim(X19N9) bilan (15%) sinchlanishi, uni puxtaligini 250°S da 2,3 marta, 350°S da 3,9 marta; 500°S da 5,6 marta oshiradi.

Alyuminiy-bor tolasi tizimidagi kompozitlar yanada puxta va bikr, $400-500^{\circ}\text{S}$ da ham bimalol ishlayveradi, chunki, bor harorat ta'sirida puxtaligini kamaytirmaydi.

Alyuminiy bor (Al-B) tizimida kompozitlarga misol: VKA-1. Bor miqdorining ortishi bilan kompozitsiyaning puxtaligi va bikrligi ortadi, VKA-1 da 50% bor mavjud. Agar alyuminiy borsiq tolalari bilan sinchlansa, kompozitsiya puxtaligi 500°S da 600 MPa ni tashkil etadi. Agar borsiq hajmi 65% bo'lganda, puxtalik 1600 Mpa ga yetadi va uzoq vaqt (1000 soat) $300-500^{\circ}\text{C}$ da xam saqlanib turadi.

Alyuminiy matritsa uglerod tolasi bilan puxtalangan kompozit nisbatan arzon, lekin mexanik xossalari pastroq, agar titan bilan sinchlangan, kompozitning egiluvchanlik moduli va ishlash harorati ko'tariladi.

Nikel matritsali kompozitsion materiallar. Ishlash vaqtini va haroratini ko'tarish maqsadida ko'proq issiqbardosh nikel qotishmalari $1100-1200^{\circ}\text{C}$ da sinchlanadi. Puxtalovchilar: Al_2O_3 ning ipsimon kristallari (mo'ylovlari), qiyin eriydigan metall va ularning volfram va molibden asosidagi qotishmalari simlari; uglerod va kremniy karbidi tolalari. Nikel va nixrom Al_2O_3 iplari bilan kukun metallurgiyasi usulida sinchlanadi, bunday kompozit tasnifi: 9% Al_2O_3 bo'lsa, $\sigma_v=1800-2100$ MPa, nisbiy puxtalik 22-25 km.

Issiqbardosh nikel qotishmalarini volfram bilan sinchlangan kompozitlari ko'proq tarqalgan, prokatlash, portlatib payvandlash kabi plastik deformatsiya usuli bilan olinadi.

Vakuumba issiq holda presslanadi: bir qavat issiqqa chidamli nikelxromovolframli qotishma XN60V, bir qavat Vt15 dan sim ($d=0,15-0,18$ mm). Shu tarzda qavatma-qavat presslanaveradi, bu kompozit $1100-1200^{\circ}\text{S}$ da ishlaydi. Bunday kompozitlarning vakili VKN-1. Matritsa: quyma issiqqa bardosh qotishma JS6K, sinchlovchi: volfram simi VA, $d=0,5$ mm.

8.7. Nanotexnologiyalarni fundamental asoslari

“Nano” nima degani? “Nano” (grekcha “nano”- mitti) nimanidir milyarddan bir yoki 10^{-9} qismini anglatadi, masalan $1\text{Hm}=10^{-9}$ m

Oxirgi yillarda submikron, nano va klasterli materiallarni, elektronika, kataliz, axborotni magnitli saqlash va boshqa ko'plab texnologik sohalarda amaliy qo'llash imkoniyatidan kelib chiqqan holda o'rganish jadal rivojlana boshladi.

Submikron va nanokristall materiallar hamda keramik materiallar hozirgi vaqtda konstruksiya elementlari sifatida va zamonaviy mikroelektron qurilmalarda, aviakosmik texnikada, qayta ishlash sanoatining yedirilishga chidamli qattiq qoplamalari sifatida foydalanilmoqda. Bu sohalardagi talabni qondirish uchun tuzilish elementlari o'lchamlarini submikron yoki nanoo'lcham masshtabgacha kichraytirish kerak. Bunda tuzilish elementlari o'lchamlari nanoo'lcham

oraliqqacha kamayadi, materialning yangi fizik-mexanik xossalari esa massiv holdagidan farqli tomonini ko'rsatadi. Bunday nanoo'lcham tuzilish (nanotuzilish) nanotexnologiya yo'nalishiga ta'aluqlidir. Ushbu ilmiy-texnikaviy yo'nalishning kerakli tashkil etuvchisi nanotuzilishli materiallarni (bundankeyin nanomateriallar so'zi ishlatiladi) ishlab chiqish hamda o'rganish va bu olingan materiallarni har xil sharoitlarda tekshirish hisoblanadi. Materiallarni o'lcham shkalasida «donacha» o'lchamlari $\sim 0,3$ dan $0,04$ mkm gacha bo'lganlari submikrokristallarga ta'alluqli hisoblanadi, bundan kichik tuzilish o'lchamidagi materiallar nanomateriallarga ta'alluqlidir.

Nanomateriallar (nanokristall, nanokompozit, nanofazali va h.k.) deganda tuzilish elementlari («donacha», kristallcha, tola, qatlam, g'ovak) texnologik chegarasi, hech bo'lmaganda, bir yo'nalishda 100 nm dan ($1\text{nm}=10^{-9}\text{ m}$) oshmaydigan materiallarni tushinish kerak.

Mashhur olim, Nobel mukofoti sovrindori J.I. Alferov ta'kidlashicha, “Qandaydir moddani hajmini bir, ikki yoki uch koordinata bo'yicha nanometr masshtabidagi o'lchamlarigacha kamaytirilsa yangi sifat paydo bo'ladi yoki bu sifat bunday ob'ektlarni kompozitsiyasidan paydo bo'lsa, u holda bu tuzilishlarni nanomateriallarga qaratish, ularni olish texnologiyalari va ular bilan ishlashni-nanotexnologiyalarga kiritish lozim”

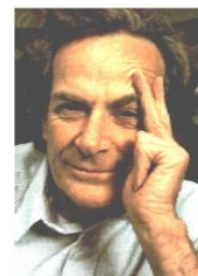


Nanotexnologiyalar odatda $1-100\text{ nm}$ masshtabda bir yoki undan ortiq o'lchovlarda jarayonlarni bilish va boshqarish, bunda o'lcham samarasini (hodisasini) harakatga keltirish yangi qo'llanishlar imkoniyatini yaratadi yanada mukammal materiallar, asboblarni, tizimlar yaratish uchun erkin atomlar yoki molekulalar hamda bu atom va molekulalardan iborat moddalarni hajmiy xossalari bilan farq qiluvchi, obektlar va materiallar nanometrik masshtabda qo'llash imkoniyatini yaratadi.

Nanotexnologiyalarni rivojlanishini ramziy xronologiyasini quydagicha keltirish mumkin:

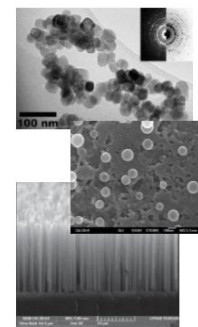
-Qadimda oltin nanozarrachalari bilan shishaga rubin rangi berilgan;

-“There’s Plenty of Room at the Bottom” nomli ishida P.Feynman 1959 yil nanotexnologiyalar va molekulalar mashinalar g’oyasini ilgari surdi;



-1974 yil materiallar yaratish jarayoni uchun nanotexnologiyalar atamasini taklif etildi;

-1981 yil G.Binnig va G.Rorer nanotuzilmalarni kuzatish uchun skaner qiluvchi tunnelli mikroskop kashf etdilar;



-1990-yillarda Kvantli nuqtalar, fullerenlar, uglerodli nanonaychalar, atomlar bilan manipulyatsiya qilish o’rganildi, maishiy nanomahsulot paydo bo’ldi;

-2000-yillarda grafen va uni xossalari tadqiq etildi.

Nanotexnologiyalar davri 1960-yil boshlaridan boshlandi. 1959 yil Fizika bo’yicha Nobel mukofoti sovrindori Richard Feynman “Quyida juda ko’p joy bor” nomli ishini e’lon qildi. R. Feynman materiallar va qurilmalarni atomli va molekulyarli darajada tayyorlash fantastic istiqbollarga egaligini ko’rsatdi. Bubashoratlar nanotexnologiyalar davrini boshlab berdi.



Qattiq jisimlarni ko’plab xossalari (erish temperaturasi, ekektro’tkazuvchanlik, shaffoflik nohiyalari, magnetizm va boshqalar) kristall o’lchamlarini 10-20 nm va undan kam o’lchamlargacha kamaytirishda o’lchamlarga bog’liqligi boshlanadi. Shunday qilib, yangi materiallarni faqat kimyoviy tarkib komponentlarini o’zgartirish orqali emas, balki ularni tashkil etuvchi zarrachalari o’lchamlari va shaklini sozlash natijasida olish imkoni yaratiladi. Nanokristallar va nanotuzilmalar moddalarxossalari nanoo’lchamli holatda o’zgartirishga misol bo’ladi.

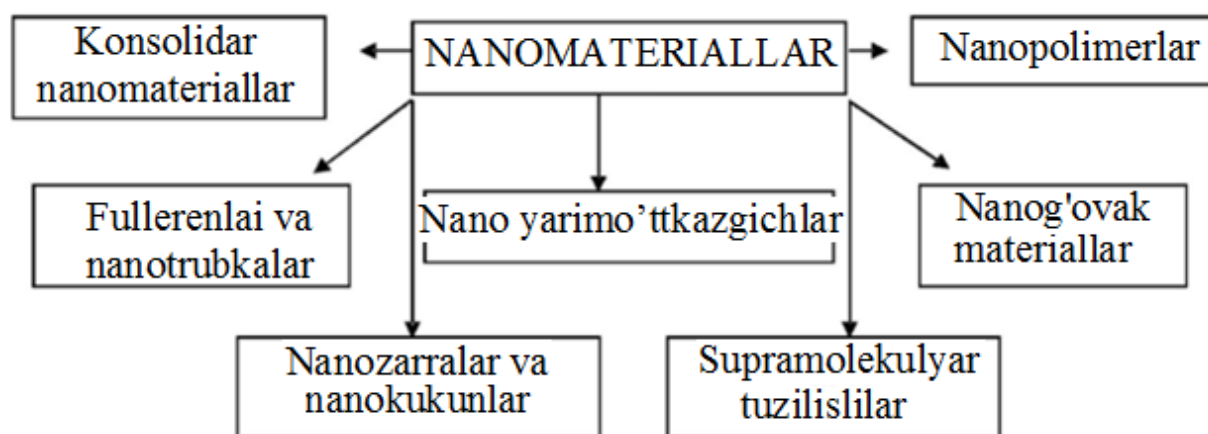
Nanotexnologiyalar bo’yicha amaliy ishlar 20-asr 80-yillari boshidan boshlandi.

Nanotexnologiya (nanotechnology) atamasini birinchi bo'lib, nanometrik masshtabda materiallar xossalarini boshqarish jarayonini belgilash uchun 1974-yil Tokio universiteti professori Nario Taniguchi taklif etgan.

O'lchamlari 3-40 nm bo'lgan ko'p sondagi tuzilish elementlari nanokristallarga xosdir. Nanokristall materiallar turli xil shakllarga va o'ziga xos kimyoviy, fizik va mexanik xossalarga ega. Nanotuzilish tizimlaridagi yangi sifat va xossalarning mavjudligi moddaning alohida kondensirlangan holati borligidan dalolat beradi. Bugungi kunda har xil metallar va qotishmalardan nanotuzilishli materiallarni olish maxsus ishlab chiqilgan texnologik usullar yordamida amalga oshiriladi.

Oxirgi yillarda nanotuzilishli materiallar fizikasi va texnologiyasi sohasida ma'lum yutuqlarga erishildi. Xususan, nanotuzilishli materiallarni tadqiqotning kerakli bosqichi, nanotuzilish tizimlarni olishda fazalararo chegarada kechuvchi jarayonlarni tizimli o'rganishdan iboratdir. Bu esa, nanotuzilishli materiallarni shakllantirishdagi istiqbolli usullarni samarali texnologik ko'rsatkichlarini hisob-kitob qilishga imkon beradi.

Agar nanomateriallar to'g'risida gapirsak, ularni bir qancha asosiy turlarga ajratish mumkin:



Nanomateriallarning asosiy turlari

Konsolidar materiallar — kompaktlar, metallar qoplamalari va pardalari, qotishma va birikmalar, jadal plastik deformatsiya, amorf holatning boshqariladigan kristallanishi va har xil qoplama va pardalar yotqizish usullarida qo'llaniladi.

Nanoyarim o'tkazgichlar, nanopolimerlar va nanobiomateriallar izolyatsiyalangan yoki qisman aralashgan (konsolidar) holatda bo'lishi mumkin.

Fullerenlar va nanonaychalar fullerenlar deb ataluvchi uglerodning yangi allotropik shakli — S₆₀ va S₇₀ kashf qilingandan (N.Kroto, R.Kerlu, R.Smolli, 1985) boshlab o'rganish obyektiqa aylandi. Bundan ham diqqat bilan uglerod bug'langandagi elektr yoyidagi uglerodning yangi shakli nanonaycha topilgandan keyin (S.Ishima, 1991) o'rganila boshlandi.

8.8.Nanomateriallar to'g'risida umumiy ma'lumotlar

Xozirda nanomateriallar juda ko'p soxalarda qo'llaniladi: sanoatda, nanoelektronikada, nanooptikada, nanobiologiyada, nanospektroskopiyada, nanomeditsinada, nanoelementlarda va x.k.

Nanomateriallarni sanoatda qo'llanilishi aloxida ahamiyatga ega, bu materiallarning xossalari tamoyilli farq qilgani uchun sanoatni ko'p soxalarida ishlatiladi.

Albatta birinchi navbatda nanomateriallarni qo'llash yuqori mexanik xossali yangi konstruksion materiallarni yaratishga imkon beradi. Nanotuzilmali moddadan yasalgan rezbali maxsulot yuqori mustaxkam bo'ladi. Masalan, avia va avtomobilsozlikda ishlatiladigan titandan yasalgan maxsulot nanotuzilmali qilib olinsa, uning chidamliligi, uzoq ishlash muddati 1,5marta oshadi, rezbani yasashdagi mexnat sig'imi kamayadi.

Nanotuzilmali alyuminiy qotishmalaridan murakkab shakldagi engil maxsulotlarni yuqori tezlikda o'ta plastik deformatsiyalab (bosim bilan ishlab) detallar yasash mumkin. Bu Sharoitda Shtampli barcha teshik, burchak va xakozolari to'liq to'ladi, deformatsiya kuchi pasayadi, shakl xosil qilish harorati pasayadi (450°Cdan350°Cgacha). Xozirda bu usul bilan ichki yonar dvigateli porShenlari (murakkab shakldagi) yasaladi.

Nitridli legirlangan keramik nanotuzilmali moddalardan tuzilgan material olovbardosh bo'ladi va ulardan ichki yonar dvigatellar, gaz turbinalari, keskich plastinkalari yasaladi.

Metallurgiyada esa nanomaterialdan yasalgan olov bardosh material-keramika qo'llaniladi.

Xozirda nanokukunlar ko'p funksiyali qo'shimcha sifatida juda keng qo'llaniladi: motor, transmissiya va industrial yog'larga, plastik moylarga, bosim ostida ishlaydigan jarayonlarda ishlatiladigan texnologik moylarga, metallarni qirqishdagi moylovchi-sovituvchi suyuqliklarga, sayqallashdagi pasta va suspenziyalarga qo'shiladi.

Tarkibida plastmassa va polimerlar bo'lgan kompozitsion materiallarga metallarning nanokukunlarini qo'shish ancha istiqbolli yo'nalishdir, bu yo'l bilan plastik magnit, elektr o'tkazadigan rezina, tok o'tkazadigan bo'yoq va kley va x.k. xossalari kompozitsion materiallar olish mumkin. Metallarni nanokukunlari qo'shib yonmaydigan polimerlar olinadi.

Umuman, nanomaterialli qoplamalar bir tekisda, bir xil qalinlikda, bir xil zichlikda, olovbardosh bo'ladi.

Nanoo'lchamli materiallarni olish usullari.

Nanomateriallarni olish usullariga bo'lish negizida nanomaterialni sintez bo'lish jarayoni yotadi. Shu nuqtai nazardan olish usullari quyidagi turlarga bo'linadi: mexanikaviy, fizikaviy, kimyoviy va biologik.

Mexanikaviy usul materiallarga katta deformatsiyalovchi kuch ta'siriga asoslangan: bosim, egish, vibratsiya, ishqalash, kavitatsion jarayonlar va x.k. Fizikaviy usullar asosida fizikaviy o'zgarishlar yotadi: bug'lanish, kondensatsiya, toblash, termotsikllash va boshqalar. Kimyoviy usullar elektroliz, qaytarilish, termik parchalanish kimyoviy reaksiyalarga asoslangan. Biologik usul oqsil tanachalarida o'tadigan biologik jarayonlarga asoslangan.

O'z navbatida bu nanomateriallarni olish usullari quyidagi guruxlarga bo'linadi: mexanikaviy maydalash, xar xil muxitlarni mexanikaviy ta'sirida jadal deformatsiyalash.

Nanozarralar va nanonaychalar hal xil tarkibdagi o'lchamlari umumiy holda nanotexnologik chegaradan oshmaydigan kvazinanolo'lchamli tuzilishlardan tashkil topgan. Farq shundaki, nanozarralar izolyatsiyalangan holatda bo'la olsalar,

nanokukunlar — albatta, umumiy bo'ladi. Nanog'ovak materiallarda g'ovaklar o'lchamlari odatda 100 nm dan kam bo'ladi.

Supramolekulyar tuzilishlar — bu, molekulalar va ular ansambllari orasida hosil bo'luvchi (kuchsiz Van-der-vaals, vodorod va boshqa xil bog'lanishli) nonoalent sintez deb ataluvchi jarayon natijasida olinadigan nanotuzilishdir.

Nanomateriallar — bu bitta «universal» material bo'lmasdan, balki har xil amaliy qiziq xossalarni o'zida birlashtiruvchi turli hil materiallarning keng sinfidir. Nanomateriallar bu juda kichik, ammo unga «nano» — zarralar deb qarash fikri noto'g'ri hisoblanadi.

Aslida, ko'pchilik nanomateriallar, sirt yoki hajmda nanotuzilish shaklini olgan murakkab mikroob'yektlardan tashkil topgan bo'ladi. Bundaynanomateriallarni moddaning alohida holati deb qarasa ham bo'ladi, chunki nanoo'lchamli tuzilish elementlaridan tashkil topgan materiallarning xossalari hajmiy moddalar xossalariga o'xshamaydi.

Demak, nanomateriallar, inson faoliyatida foydalaniladigan boshqa moddalarga qaraganda, ularning bir qancha asosiy ijobiy qirralari raqobatbardoshligi bilan tasniflanadi.

Birinchidan, hamma nanomateriallar qurollanmagan ko'z bilan ko'rish mumkin bo'lmagan juda kichik zarralardan tashkil topgan. Bu — bir birlik yuzada katta funksiyali nanoqurilmani joylashtirish mumkin bo'lgan, aytaylik, nanoelektronikadir yoki juda zich, 1 kvadrat santimetr 10 terrabaytgacha bo'lgan axbarotni yozish uchun hayotiy zarur bo'lgan super miniatyurlashtirilgan yacheykadir.

Ikkinchidan, nanomateriallar o'zlari joylashgan muhit bilan o'zaro ta'sirlashuvchi katta sirt yuzasiga ega. Misol uchun, katalik aktiv moddalar, o'nlab, minglab va hatto millionlab marotaba kimyoviy yoki biokimyoviy reaksiyalarni tezlashtirib beradi.

Suvni vodorod energetikasi uchun titan dioksid nanozarralari yordamida vodorod va kislorodga parchalanishi ma'lum. Nanofiltrlar bakteriyalarni tutib qoladi yoki yot kiritmalar va toksinlarni yutib qoladi.

Uchinchidan, nanomateriallar o'zining fizik-mexanik xossalari bo'yicha shunisi bilan o'ziga xoski, bunday moddalar alohida «nanoo'lcham» holatida bo'ladilar. Bunday samaralar ma'lum kritik o'lchamga yetgandan keyin, ya'ni kvant-mexanik samaralar hal qiluvchi rolda bo'lgan paytdan boshlanadi. Bu xossa yarim o'tkazgich materiallarni ideal energiya tejankor lazerlar va yorug'lik nurlantiruvchi elementlarga aylantiradi. Individual nanonaychalar esa, solishtirma massasasi po'latdan bir necha marta kichik bo'lishiga qaramay, a'lo po'latdan o'nlab marta katta qattqlikka ega. Bu hamma belgilarni shu bilan tushintirish mumkinki, hattoki, bir gramm nanomaterial bir tonna oddiy moddani ishlab chiqarishdan samaraliroq bo'lishi mumkin.

Nanotexnologiya — bu juda murakkab, professional kimyogarlar, fiziklar, materialshunoslar, matematiklar, tibbiyot xodimlari, hisoblash texnikasi va h.k. sohasidagi mutaxassislarni birday g'ayrat bilan birlashtiruvchi predmetlararo sohadir. Nanomateriallar sohasida hayratlanarli darajada chuqur fundamental bilim asoslari va insoniyat bilimlaridan amaliy foydalanish tomonlari bir-biri bilan chambarchas uyg'unlashib ketadi.

Nanomateriallarni mexanikaviy maydalash bilan olish.

Bu usul maydalanayotgan qattiq materiallarga katta urilish kuchi va katta ishqalanish ta'siriga asoslangan bunda mexanik ta'sir impulsli bo'lishi kerak. Mexanik ta'sir zarrachaning ma'lum bir joyiga-nuqtasiga ta'sir qiladi. Kuch impulsli mahalliy bo'lganidan kichkina vaqtda nisbatan katta kuch ta'sir qiladi.

Mexanikaviy maydalash xar-xil qurilma va moslamalarda olib boriladi: sharli, planetar, vibratsiyali, quyumli, girokopik, oqimli tegirmonlarda bajariladi, attritorlarli qurilmalarida bajariladi. Tegirmonlarni ichida eng soddasi va keng tarqalgani bu sharli tegirmonidir.

Tegirmon silindr bo'lib, ichida ko'pincha po'lat yoki qattiq qotishmali sharlar bo'ladi silindr aylanganda bu sharlar ko'rinishidagi maydalovchi jism bo'ladi, aylanish bo'yicha baraban bo'ylab ko'tarilib, eng yuqorisiga chiqqanda o'z og'irligi bilan pastga otilib tushib, maydalanuvchi materialni urib, maydalab

deformatsiyalaydi. Maydalanish tezligi barabanning aylanish tezligiga bog'liq. Maydalangan zarracha shakli-siniq g'adir-budur.

Attritorli qurilmalar sharli tegirmonlarning bir turidir.

Nanoo'lchamli kukunlarni yig'ish usullari.

Nanomateriallar olish usullarini ko'pchiligini natijaviy maxsuloti bu- kukun. Ba'zi materiallarni nanotuzilmalarini katta xajmda yaratish qiyin, ba'zan esa mumkin emas.

Nanokukunlardan xajmiy materiallar olish uchun birinchi navbatda xar-xil presslash jarayoni variantlari qo'llaniladi.

Jipslashgan buyum olish uchun presslashni, pishirishni, prokatlashni xar-xil texnologik jarayonlari qo'llaniladi.

Amaliyot ko'rsatadiki, materialni dispersligi ortishi bilan jipslashishligi kamayadi.

Presslash-bu kukunga bosim ta'sirida shakl berish-shakllash. Natijada talab qilingan shakl, o'lcham va zichlik olinadi.

Presslash statik va dinamik guruhlariga bo'linadi, bularning xar biri yana ko'ndalang guruxlarga bo'linadi:

1. Presslash xaroratiga qarab: soviq va issiq presslash.
2. Qo'yilgan kuch tasnifiga qarab: bir o'qli, ikki o'qli, har tomonlama.

Kukun press-shaklga joylashtiriladi. Nanomateriallar presslanganda jarayon vaakum kamerasida olib boriladi bu usul bilan quyidagi $Dy_2O_3 + TiO_2$ nanokukunlar aralashmasi kompaktlashtirilgan-presslangan.

Agar buyum balandligini ko'ndalang kesim o'lchamiga nisbati birdan katta bo'lsa, ikki o'qli presslanadi, kamroq kuch sarflanadi.

Har tomonlama qisib presslanganda kuch kam sarflanib, sifati yuqori bo'ladi, bunga misol gidrostatik presslash.

Qattiq materiallarni olishda magnit-impulsli presslash ishlatiladi. Usul impulsli magnit maydonidan diamagnit magnit maydonidan itarilib chiqqan kabi "provodnik" ni otilib chiqishiga asoslangan.

Induktorni impulsli magnit maydoni bilan konsentrator yuzasini o'zaro ta'siri natijasida mexanikaviy impuls kuchi pressshaklda yig'iladi. Elektr zanjir ulanganda konsentrator magnit maydoni zonasidan itarib chiqariladi va kukun presslanadi. Impuls bir necha mikrosekund davom etadi: bosim $P=1-2\text{GPa}$.

Dastlabki material yuklovchi moslamadan bir-biriga qarshi aylanayotgan juvalar orasiga yo'naltiriladi. Ishqalanish kuchlari bilan kukun ergashtirilib lentaga zichlanadi, bu usul bilan xar-xil qatlamlar olinadi va diffuzion payvandlanadi.

Mundshtukli shakl berish qiyin presslanadigan materiallar (qiyin eriydigan materiallar va qotishmalar, qattiq qotishmalar) ga qo'llaniladi. Kukun ma'lum shakl va o'lchamdagi teshikdan qisib chiqariladi.

Nanoo'lchamli tuzilmalar to'g'risida umumiy ma'lumot. O'zining o'lcham masshtabida nanozarralar kvant va klassik holatlar chegarasida turadi va bu metaturg'un ularga o'ziga xos fizik-kimyoviy va mexanik xossalarni o'zida aks ettirishga imkon yaratadi. Nanomateriallarning bunday xossalari quyidagilarni kiritish mumkin:

- sirtga yaqin yoki chegaraviy donchalar atomlari, hajmdagi ularning taqsimotiga nisbatan katta miqdorda bo'lishi;

- sirtida joylashgan atomlarning sirt rel'yefida kichik koordinatsiya soniga ega bo'lishi va boshqalar;

- nanokristallchalarni tasviriy, chiziqli, sirt cho'zilish kuchlari ta'sirida nuqsonlardan tozalanishi va boshqalar. Bunda sirt ko'pchilik nuqsonlarni bu joyga oqib kelishi uchun amaldagi cheksiz sig'imga ega bo'lgan joy hisobdanadi va shuning uchun kristallcha hajmidan «haydalgan» nuqsonlar oqimi sirt tomonga yo'nalgan bo'ladi;

- sochilish, rekombinatsiya va chegaradan qaytish kabi o'lchamli samaralar;

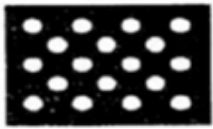
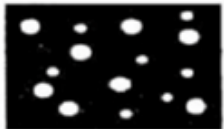
- nanozarraning tasnifli o'lchami, yangi faza tug'ilishi, dislokatsiya sirtmoqlari, domenlar va boshqa o'lchamlardan kichikligi;

- tizimningning ortiqcha erkin energiyasi kamayishi hisobiga o'z-o'zini tashkil qilishi va o'zini-o'zi sinergetik qurishning termodinamika nuqtai nazaridan maqbulligi;

- kvant qonunlari, xususan, kichik o'lchamli tizimlar (kvant nuqtalar, sim, halqa, qatlam)da paydo bo'lishi.

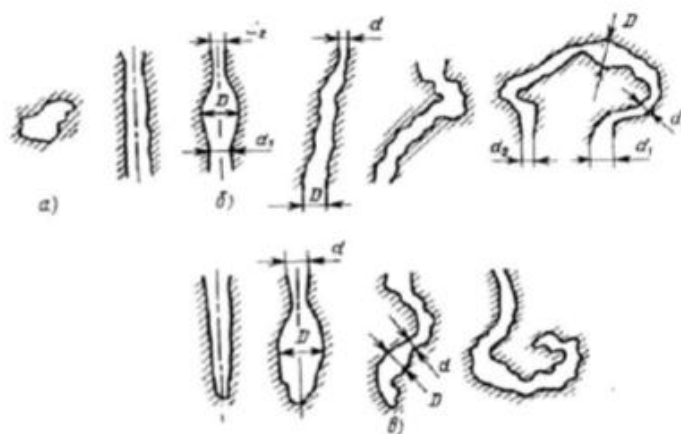
Butun nanomateriallar to'g'risida gapiradigan bo'lsak, ular tuzilishining o'ziga xosliklaridan yana bittasi, bu sirt bo'laklarini (donachalararo chegara va uchlama joylashuvlar — uchta doncha uchrashuv chiziqlari)ning ko'pligidir.

Nanog'ovak materiallar. Nanog'ovak materiallarni g'ovaklar ikkinchi faza rolini o'ynovchi, matritsada ixtiyoriy yoki qonuniy taqsimlangan nanokompozit materiallari deb qarasa ham bo'ladi (8.18-rasm), biroq bir necha sabablarining mavjudligi ularni alohida materiallar sinfiga ajratishga imkon beradi.

Nanog'ovak materiallar	Tartiblashgan	Notartiblashgan
Birlashmagan bo'shliqlar		
Birlashgan bo'shliqlar		

8.18-rasm. Nanog'ovak materiallarning asosiy turlari.

G'ovaklarning morfologik tasnifini. Bir jinsli bo'lmagan hajmiy g'ovaklar morfologiyasining o'ziga xos tuzilishi 8.19-rasmda keltirilgan.



8.19-rasm. Qattiq jismdagi g'ovak turlari:

a — ichki (yopiq); b — ochiq birlashmagan; c — ochiq boshi berk

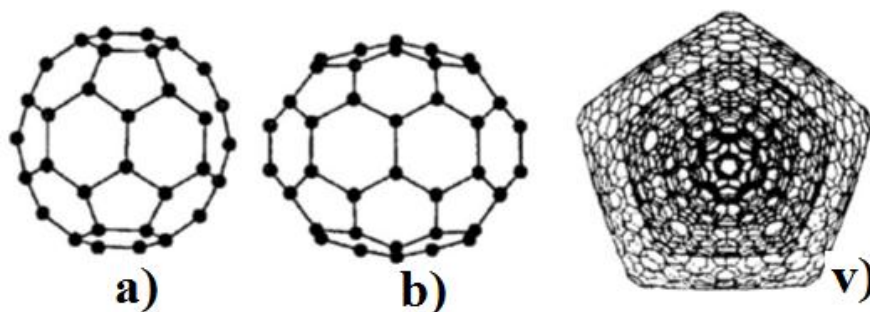
Nanog'ovak materiallarda ko'p sondagi kichik g'ovak yoki kanallarning bo'lishi, (ularning o'lchamlari 0,3...0,4 nm dan 1 mkmgacha) ularga qator alohida

fizik xossalarni beradi. Nanog'ovak materiallardan aralashma molekularni bir-biridan ajratishda va filtrlar sifatida foydalaniladi. Nanog'ovak materiallar ishlab chiqarishda asosiy material yoki texnologiyasi bo'yicha keramik, metalli, yarim o'tkazgichli, polimerli va biologik turlarga bo'linadi.

Kimyo, metallurgiya va biologiya sanoatida nanog'ovak materiallarning eng qiziq turi loyning alohida turidan olinadigan seolit—alyumosilikatlar hisoblanadi. Maxsus issiqlik ishlovi natijasida ularda o'lchamlari 0,1...10 nm atrofidagi ucho'lchamli ochiq kanalli g'ovaklar hosil qilinadi. G'ovakning o'lchami siklik tuzilishdagi atomlar soniga bog'liq bo'lganligi uchun, mebrana filtrlarida ma'lum molekulalarni yutish yoki aralashma molekulalarini navlarga ajratishda materialni oson «sozlash» mumkin bo'ladi.

Fullerenlar, fulleritlar, nanonaychalar. Uglerod yetarlicha tarqalgan elementdir. Qattiq holatda tabiatda grafit va olmos holida mavjud. 1985-yili Robert Kerl, Xarold Kroto, Richard Smolli, Xit va O.Brayendan iborat ilmiy guruh qattiq jismni lazer nurlanishi (ablyatsiya) ta'sirida olingan grafit bug'lari yordamida 60 va 70 uglerod atomlariga to'g'ri keladigan klasterlarning amplituda bo'yicha mas-spektrini o'rgandi.

Keyingi tekshirishlar shuni ko'rsatdiki, topilgan molekulalar ichida eng turg'uni katta juft sondagi, birinchi navbatda 60 va 70 atomdan iborat C60 i C70 moleklalari bo'lib chiqdi. C60 birlashmasi sferik shakldagi futbol to'piga o'xshash va C70 ning shakli esa 8.20-rasmdagiga yaqin bo'lib chiqdi.

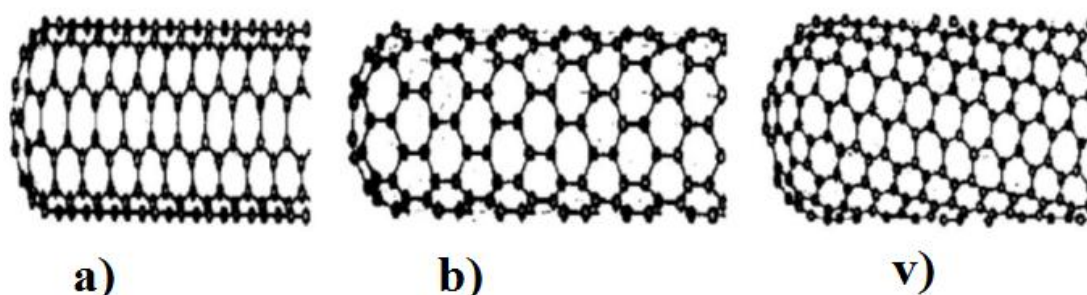


8.20-rasm. Fulleren molekulalar:

a — C60, b — C70, c — 100 uglerod atomidan ortiq fullerenni tasavvurdagi molekulasi

Uglerod atomlari sfera yuzasidagi beshburchaklar (pentagonlar) va oltiburchaklar (geksagonlar) uchlarida joylashadi, bu molekula 12 ta qora pentagon va 20 ta oq geksagonlardan tashkil topgan futbol to'pini eslatadi. C60 molekulasini kubpanjara hosil qilib kristallanadi. Uglerodning poliedr klasterlari fullerenlar deb nom oldi. Eng ko'p tarqalgan molekula C60 —bakminsterfulleren deyiladi va bunday nomlanish 1967-yili sochiluvchi pentagon va geksagonni eslatuvchi Monrealdagi AQSh paviloni gumbazining arxitektori Bakminster Fuller (Buckminster Fuller) familiyasi sharafiga qo'yildi. Shunday qilib, fulleren uglerodning to'rtinchi allotropiyasidir (birinchi uchasi olmos, grafit va karbin). Fulleren molekulasini organik molekula hisoblanadi, fullereni o'zi esa organik va noorganik materiyani birlashtiruvchi molekulyar kristall hisoblanadi. Fullerenlarning juda katta qattiqligi, ulardan o'ta qattiq materiallarni jamlash va qayta ishlash uchun fulleren mikro va nanoskunalarni, shu jumladan, olmoslarni ham ishlab chiqarish imkonini beradi. Misol uchun, S60 fulleren olmos va pardalarning qattiqligini tekshirish uchun atom-kuchli mikroskoplar zondlaridagi piramidalchalarida foydalaniladi. Fullerenlar va ular asosidagi birikmalar nanotuzilishlar hosil qilishida istiqbolli materiallar hisoblanadi. Keng tarqalgan material grafitdan olinadigan fullerenlar nima uchun shuncha uzoq vaqtdan beri kashf qilinmay keldi degan savol tug'iladi. Buning sababi ikkita: birinchidan, uglerod atomlarining kovalent bog'lanishi juda mustahkam: uni uzish uchun 40000°C dan yuqori harorat kerak; ikkinchidan, ularning borligini bilish uchun juda murakab qurilmalar — yuqori ajratish qobiliyatiga ega bo'lgan yorituvchi mikroskop kerak bo'ladi. Bugungi kunda yana shu narsa ma'lumki, nanozarralar eng qiziqarli shakllarga ega ekan. Bu uglerod birikmalarini katod o'tirmasida fullerenlarni — yangi grafit tuzilmalarning sintezi vaqtida 1991-yili yapon mikroskopchi olim S. Iijima kashf qildi. Eng qiziqarlisi, uglerod nanonaychalari (UNT) deb nom olgan diametri 1 nm dan bir necha nm gacha bo'lgan fullerensimon konstruksiyalar uzun tolalar hisoblanadi. UNT ning uzunligini diametriga nisbati ~ 1000 ga teng, shuning uchun ularning kvazi biro'lchamli tuzilish deb qarash mumkin. Nuqsonsiz UNT ni grafit qatlam bilan o'ralgan oltiburchak (geksagon)

burchaklarida joylashgan uglerod atomlaridan tashkil topgan silindr ko'rinishida tasavvur qilish mumkin. 8.21-rasmda keltirilgan UNTlarning shakllaridagi farqlar yaqqol ko'rinadi.

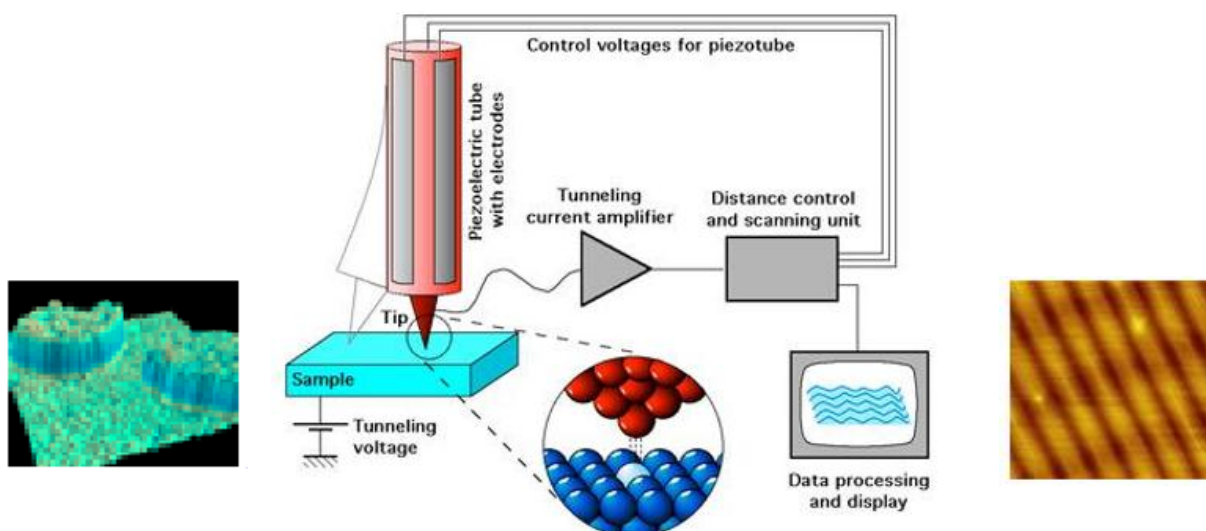


8.21-rasm. Uglerod naychalari: a — «kreslo» turi; b — «zigzag» turi; c - burama UNT.

Bu shakllanishlar bir o'lchamli tuzilish modeli sifatida ilmiy nuqtai nazardan ham qiziqarlidir va oxirgi yillarda ularning fizik va kimyoviy xossalari tadqiq qilinmoqda

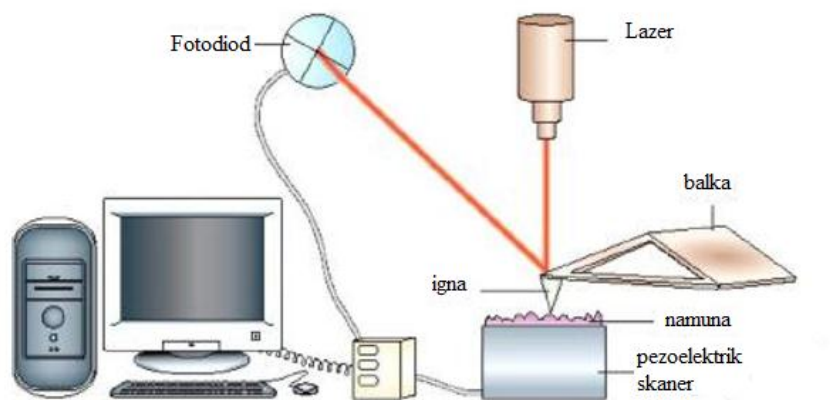
Nanoob'ektlarni kuzatish uchun skanerlovchi tunelli mikroskop Nobel mukofoti sovrindori G. Binnig va G. Rorer tomonidan IBM korporatsiyasini Syurixdagi (Shveytsariya) laboratoriyasida ishlab chiqilgan.

Skanerlovchi tunelli mikroskop (8.22-rasm) skanerli zondli mikroskop varianti bo'lib, yuqori fazoviy yechimga ega o'tkazuvchi yuzalar relefini o'lchashga mo'ljallangan.



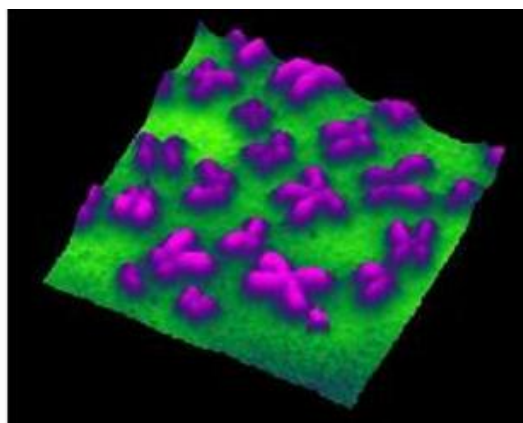
8.22-rasm. Skanerlovchi tunelli mikroskop

Atomli-kuchli mikroskopni (ACM) tuzilishi esa 8.23-rasmda keltirilgan



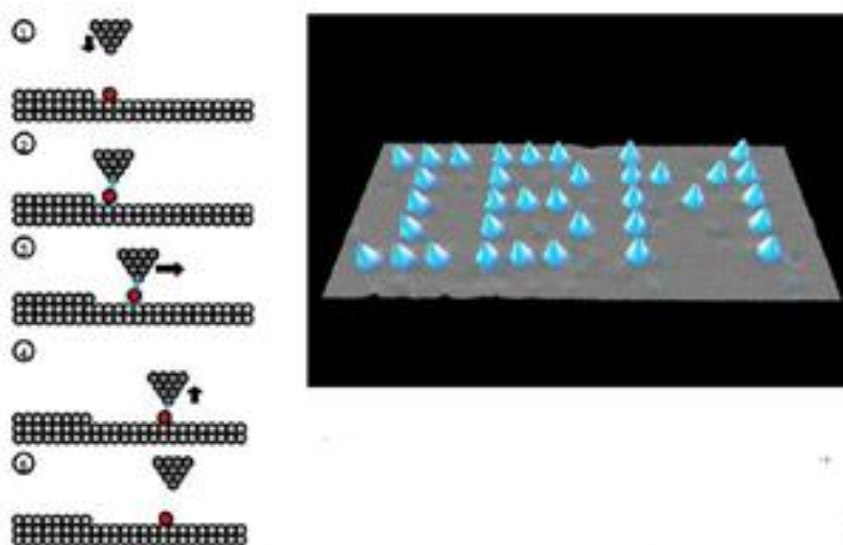
8.23-rasm ACMmikroskopi tuzilishi

ACMda xromosomani ko'rinishi esa 8.24-rasmda keltirilgan



8.24-rasm ACMda xromosomani ko'rinishi

Atomlar bilan manipulasiya qilish misoli (8.25-rasm)da keltirilgan



8.25-rasm

Ksenon atomlari nikelda IBM harflari shaklida juda qattiq material ignasi yordamida mahalliyashtirilgan.

Nanotexnologiyalarni ikki tamoillari mavjud:

-“quyidan-yuqoriga” turidagi nanotexnologiyalar:

-yuqoridan-quyiga” turidagi nanotexnologiyalar.

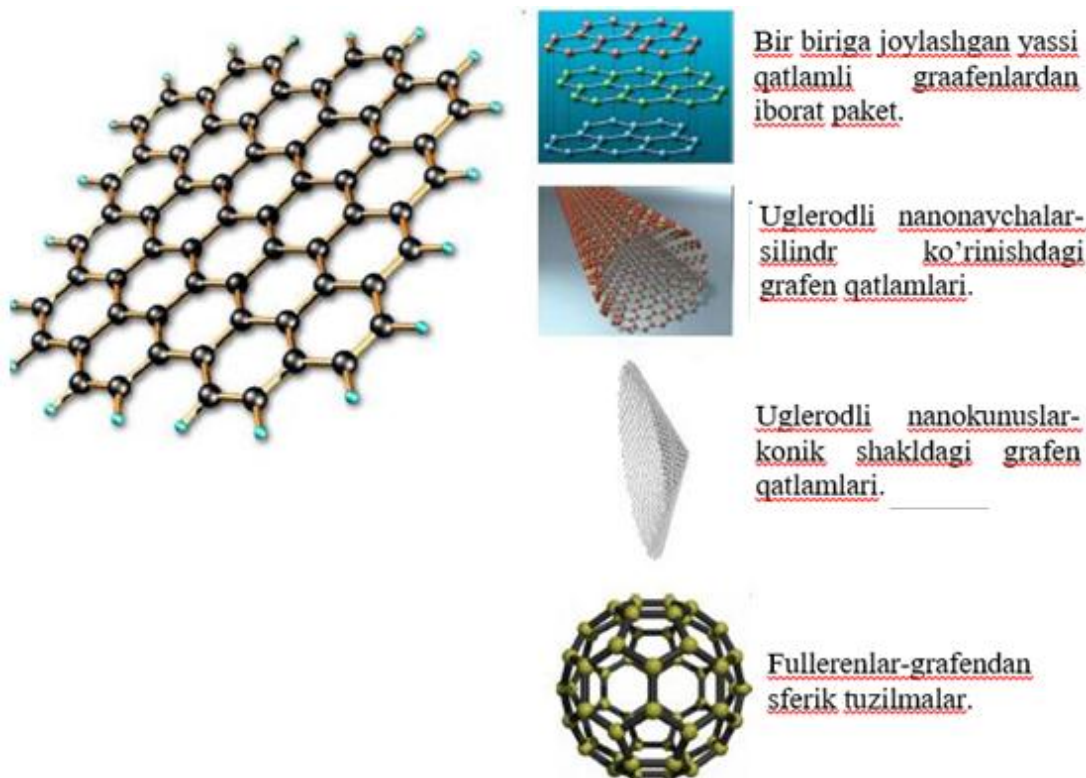
“Quyidan-yuqoriga” turidagi nanotexnologiyalarda atomlar va molekulalardan nanotuzilishli materiallar olinadi, ya’ni tuzilmani boshlang’ich elementlarini nanometrli o’lchamlarga ega zarrachalarga yiriklashtirishga erishiladi.

Bu turdagi texnologiyalarga, izolyatsiya qilingan nanozarrachalar, nanokukunlar va ixcham nanomateriallar olishda qo'llaniladigan quydagi usullar mavjud: bug' keyinchalik kondensatsiya qilinadigan gazofazani sintez; plazmokimyoviy sintez; kolloidli eritmaları yotqizish; termik ajratish; plyonka va qoplamalarni elektr yotqizish; detanatsiyon sintezi va bosqalar.

“Yuqoridan-quyiga” turidagi nanotexnologiya nanotuzilmaviy materiallar texnologiyasi bo’lib, unda zarrachalarni nanometrik o’lchamlariga nisbatan yirik zarrachalar, kukunlar yoki qattiq jismlarini maydalash orqali erishiladi.

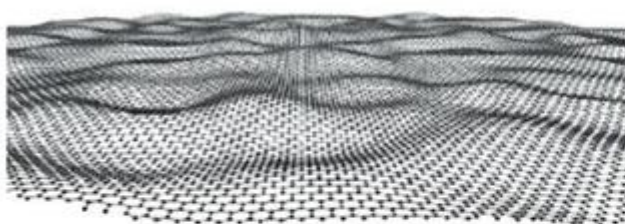
Bu turdagi texnologiyalarga, masalan, xajmiy tayyorlamalardan ixcham nanomateriallar olish usullari kiradi: amorfli materiallarni kristallash; jadal plastik deformatsiyalash; qattiq eritmaları va nostexiometrik birikmalarni tartiblash.

Uglerodli nanotexnologiyalar quydagi tuzilishga ega (8.26-rasm)



8.26-rasm Uglerodli nanotuzilmalar

Grafen o'ziga xos, boshqalarda uchramaydigan xossalarga ega.



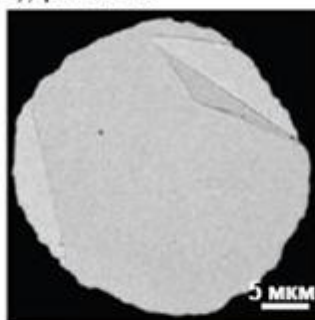
Nature, 2007, v. 446(1), p. 60.

Nano Lett., 2008, v. 8 (8), p. 2442.

Grafen monoatom qatlamini termadinamik turg'unligi yuzani issiqli fluktatsiya keltirib chiqargan gofrlash orqali ta'minlanadi

Yassi qatlam qalinligi=0.35nm

Gofrlangan qatlam qalinligi=1nm



$$\frac{\text{Qlinligi}}{\text{Uzunligi}} = \frac{0,35_{\text{nm}}}{35_{\text{MKM}}} = 10^{-5} = \frac{1_{\text{MM}}}{100_{\text{M}}}$$

Ko'ndalang o'lchamlarni qalinlikga nisbati $10^5 \dots 10^7$ bo'lganda, grafenni monoatom qatlami uni o'zini og'irligidan bir necha barobar kuch ta'siri buzilmasdan ko'taradi.

8.27-rasm.

Nanotexnologiya juda keng predmetlararo yo'nalish bo'lib, fizika, kimyo, materialshunoslik, biologiya, intellektual soha texnologiyasi, yuqori texnologiyali kompyuter texnikasi va h.k. soha mutaxassislarini birlashtiradi.

Nanotexnologiyalarda fulerenlarning o'zaro bog'liqligi nanomateriallar va nanotuzilmalarni yaratishda fizikaviy, kimyoviy va biologik bilimlar va usullarni keng ishlatilishi, hamda inson faoliyatini turli yo'nalishlarida, jumladan, texnika va tibbiyotda turli muommalarni yechishda nanotexnologiyalarni qo'llanilishi muhimligi bilan aniqlanadi.

Turli yo'nalishlardagi bilimlarni va rag'batlantirish jamg'armalari sinergizmga olib keladilar va yangi bilimlarni keltirib chiqaradilar, bu esa nanotexnologiyalarni jo'shqin rivojlanishiga sabab bo'lmoqda.

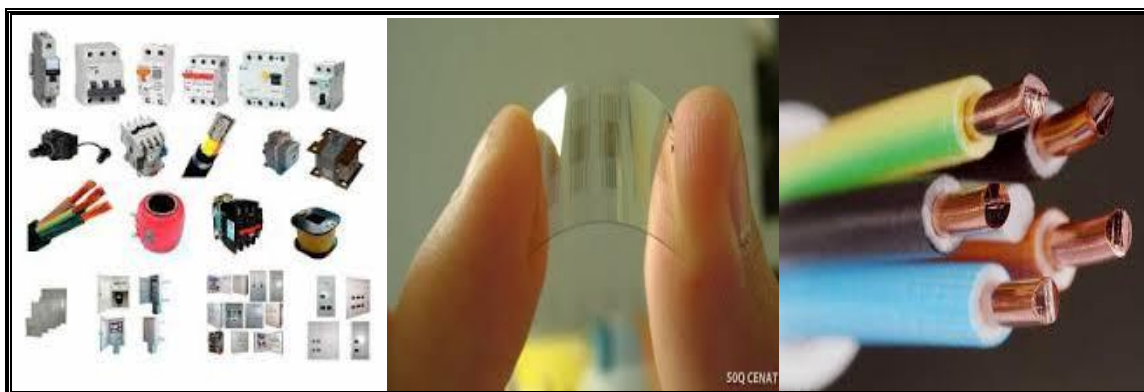
Nanotexnologiyalarni jo'shqin rivojlanishi yangi fan-nanotoksikologiyani keltirib chiqardi. Nanotoksikologiya nanomateriallarni zararliligini o'rganishdir.

Hatto inert birikmalardan eritilgan nanomateriallar, masalan oltin, nanometrik oraliqda yuqorifaol bo'lib qoladi.

Ba'zi nanozarrachalar birlamchi joylashuv joylaridan uzoqroq joylarga, masalan qon yoki miyyaga siljish qobiliyatini ko'rsatadilar, bu esa inson salomatligi uchun xavf solishi mumkin.

1990-yillar oxirlariga kelib nanotexnologiya mahsulotlari keng ishlab chiqarilmoqda. Kundalik hayotimizda nanotexnologiya mahsulotlariga quyidagilar misol bo'lishi mumkin: (8.28-rasm)





-Nanoabrazivga ega mashina moyi



-Titan dioksidi mirozarrachalariga ega krem



-Nanokumishli yopishg'ich

8.28-rasm. Nanotexnologiyali maishiy maxsulotlar.

Nanotexnologiyalarni tezkor sur'atlarda rivojlanishi nanoelektronikani ham yangi rivojlanish bosqichiga olib chiqadi. 20-asrni oxirgi uchdan biri va 21-asrni boshlari mikroelektronikani jamiyatga ta'sirini yanada oshib borishi bilan izohlashadi. Bu to'raligicha yarim o'tkazgichli mikroelektronikaga asoslangan texnika yo'nalishlari-hisoblash texnikasi, informatika, aloqa vositalarini misli ko'rilmadan yutuqlari bilan bog'liqdir.

Birinchi integral sxemalar paydo bo'lgan o'tgan asr 80-yillari boshidan beri tranzistorlar o'lchamlari 1mm. dan o'nlab nm. gacha kamayadi. Hozirda bitta kristallda 10^9 dan tranzistorlar joylashtirish imkonini beruvchi 90nm va 65 nm texnologiyalari o'zlashtirilgan, elementlar o'lchami 45nm bo'lgan qurilmalar ishlab chiqarish boshlandi. Ayrim elementlarni 32, hatto 22 nm gacha kamayishi kutilmoqda. Bu fundamental chegara bo'lib, uning ortidan nanofizika boshlanadi.

To'liq darajada kvantli samara paydo bo'lmoqda, elektron to'qimalarni kvantli-mexanik interferrksiyasi bilananiqlanmoqda.

Yakunda nanotexnologiyalar, nanomateriallarni jamiyatga bo'ladigan ta'sirini izohlash uchun mashhur olim Palf Merkl ni quydagi so'zlarini keltiramiz; "Nanotexnologiyalar materialni manipulyatsiya qilishida, xuddi kompyuterlar axborotni manipulotsiya qilgandek, revolyuatsiyani oshiradilar".

Materialshunoslikning ijtimoiy jixatlari

Mutaxassis xam mukammal maxsulot yaratishi zarur. Ammo ishlab chiqaruvchi kabi sotuvdagi maxsulotning narxi iste'molchini qoniqtirishi va bundan tashqari kompaniyaga foyda keltirishini avvaldan taxmin qila olish i lozim.

Bugungi kunda iqtisodchi faqatgina butunjaxon bozorlaridagi maxsulotning yakuniy narxi atamasi xaqida o'ylamasligi kerak. Ko'pgina davlatlarda maxsulotning kimyoviy tarkibiga tegishli (masalan, SO₂ ajralishi), maxsulotning yaroqlilik muddati tugaganidan keyingi qayta ishlovlarga bog'liq belgilangan cheklovlar mavjud. Ishlab chiqaruvchi kompaniyalar bu kabi ko'pgina omillarni xisobga olganliklariga ishonch xosil qilishlari lozim. Masalan, aloxida xolatlar mavjud bunda maxsulotdagi zaxarli moddalarni bartaraf etish davlat tomonidan tartibga solinadi, arzon texnologik jarayonni yuzaga keltiradi.

Quyida material tanlashda muxandislik amaliyotlariga ta'aluqli iqtisodiy fikrlar qisqacha ko'rib chiqiladi. Muxandislik iqtisodining aloxida bo'limlarini tushinish uchun talaba ushbu bo'lim so'ngida keltirilgan ilovaga murojat etishi mumkin.

Maxsulotning yakuniy baxosiga ta'sir etuvchi, muxandis tomonidan boshqariluvchi uchta omil mavjud: 1) Detall konstruksiyasi; 2) Uni tayyorlash uchun material tanlash; 3) Maxsulot ishlab chiqarish uchun texnologiya tanlash. Ushbu omillar bir biriga bog'liq: konstruksiya material tanlashga ta'sir etishi mumkin, qolgan ikkita omil xam (maxsulot konstruksiyasi va material) o'z o'rnida maxsulot ishlab chiqarish texnologiyasiga ta'sir etadi. Quyida ushbu uchta omilning iqtisodiy tashkil etuvchilari qisqacha ko'rib chiqiladi.

Maxsulot tuzilishi

Maxsulot narxining bir qismi uning tuzilishiga bog'liq. Bunda o'lcham, maxsulot qolipi va Shakli, maxsulot ishlatilish jarayonida uning xolatini aniqlash tushuniladi. Masalan, agar maxsulot mexanik kuch ta'sirida ishlasa maxsulotga ta'sir o'tkazuvchi kuchni aniqlash zarur. Maxsulotning chizmasini tayyorlash talab etiladi: buning uchun ko'pincha maxsus dasturlar bilan jixozlangan kompyuterlar ishlatiladi. Ko'pincha aloxida detallar ko'p sonli detallardan tashkil topgan murakkab qurilma yoki tizimning tashkil etuvchilari bo'lishi mumkin (masalan, televizor, avtomobil yoki DVD pleer). Shu sababli loyixalovchi xar bir detalning yagona sistemada izchil ishlashini xisobga olishi lozim.

Maxsulot tannarxi maxsulot tayyorlangunga qadar uning tuzilishidagi ustunligiga ko'ra narxlanadi. Shu sababli mos keluvchi material va konstruksiya maxsulotning yakuniy baxosiga ta'sir etadi.

Maxsulotni loyixalash bu – ko'p bosqichli jarayon, unda qarshi ko'rsatmalar qondiriladi va turli yechim qabul qilinadi. Muxandis muqobil tuzilishga ega maxsulot mavjud bo'lmasligi mumkinligini xam yaxshi tushinishi lozim.

Materiallar

Iqtisodiy muloxazalardan kelib chiqib biz qo'yilgan talabga javob beruvchi minimal tannarxga ega talab etilgan tarkibli material yoki materiallarni tanlashimiz lozim. Material guruxi tanlangandan so'ng berilgan maxsulotni tayyorlashda mavjud cheklovlar, berilgan tuzilish, turli nomzodlarni taqqoslashning nisbiy qiymati bilan asoslanishi lozim. Odatda material narxi og'irlik birligini xisoblash bilan aniqlanadi. Yagona maxsulot xajmi uning o'lchami va geometrik tuzilishiga ko'ra xisoblanadi, so'ng material zichligi ko'rsatkichlaridan foydalanib maxsulot xajmining og'irligi aniqlanadi. Shu bilan birga maxsulot qoliplashning texnologik jarayoni davomida tannarxni aniqlashdagi inobatga olinishi kerak bo'lgan, rad etib bo'lmas yo'qotishlar yuzaga kelishini xisobga olish lozim.

Yuqorida ko'rsatib o'tilganidek, maxsulot tayyorlash texnologiyasi tanlangan material yoki maxsulot tuzilishi orqali aniqlanadi. Texnologik

jarayonning butun davri odatda birlamchi va ikkilamchi operatsiyalardan tashkil topadi.

Birlamchi operatsiyalar to'ldirish, plastik deformatsiyalash, kukunni presslash, bosim ostida quyish)dan iborat, bunda xom ashyo yakuniy maxsulot Shakliga yaqin tayyorlama xoliga keltiriladi.

Ikkilamchi operatsiyalarda (bu termik ishlash, payvandlash, Shliflash, parmalash, bo'yash, bezatish bo'lishi mumkin) zagatovkaga yakuniy maxsulot Shakli beriladi. Sintez va qayta ishlash

Maxsulot ishlab chiqarish texnologiyasi

Jarayon qiymatini aniqlashning asosiy tashkil etuvchilari bo'lib sarmoya kiritish, uskuna tayyorlash, ish xaqqi to'lash, mashina vaqti narxi va chiqindi qiymati xisoblanadi. Albatta qiymatni tahlil qilishda texnologik jaranni unumdorligi asosiy o'rinni egallaydi. Agar aloxida detallarning qiymati boshlang'ich xolatda xisoblansa u xolda tizim yaratishda yig'ma operatsiyalar qiymatini xisobga olish lozim.

Va nixoyat umumiy qiymatga tayyor maxsulotni etkazib berish va qadoq nazorati xarajatlari kiradi. Maxsulotning yakuniy qiymatini aniqlashda Shuningdek maxsulot tuzilishiga to'g'ridan to'g'ri bog'liq bo'lmagan material yoki texnologiyani qoliplash kabi boshqa omillar xam belgilangan o'rinni egallaydi.

Materialshunoslikning ijtimoiy jixatlari, atrof muhit muxofazasi va iqtisodiy masalalar

Maxsulotning keyingi sintezi va qayta ishlash natijalaridan so'ng muxandislik materiallari deb ataluvchi material vujudga keladi, bularga metall qotishmalar, keramik kukunlar, Shisha, plastmassa, kompozitlar, yarimo'tkazgichlar va elastomerlar kiradi. Ushbu muxandislik materiallari qo'shimcha Shaklda qayta ishlanadi va iste'molchi uchun tayyor maxsulot, qurilma, asboblari tayyorlanadi, ular quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi, "maxsulot dizayni, ishlab chiqarish, o'rnatish". Iste'molchi ushbu maxsulotlarni sotib oladi va ular eskirib yaroqsiz xolga kelguncha undan foydalanadi, so'ng tashlab yuboradi. Bu vaqtda maxsulotning tarkibiy qismlari qayta ishlanishi yoki qayta (maxsulotning qayta ishlash davri yordamida) ishlanadi yoki chiqindi sifatida qayta foydalanishga tiklanadi, odatda ular yoqiladi yoki qattiq chiqindi Shaklida Shaxar chiqindixonalariga tashlanadi Shu sababli ular butun material davri davomida erga qaytadi.

Xisob kitoblarga ko'ra xar yili butun dunyo bo'ylab 15 milliard tonna xom ashyo olinadi: ularning ayrimlari qayta tiklanadi, ayrimlari esa yo'q. Vaqt o'tgani sari urning deyarli yopiq tizim ekanligi uning materiallari va resurslari cheklangani tobora aniq bo'lib bormoqda. Bundan tashqari jamiyatning etuklashishi va axoli sonining ortishi bilan mavjud resurslar kamayib bormoqda, Shu sababli mavjud material resurslaridan oqilona foydalanishga ko'proq e'tibor qaratish lozim.

Bundan tashqari xar bir bosqichda energiya uzatilishi kerak; Qo'shma shtatlarda aniqlanishicha sanoatning qayta ishlash soxalarida ishlatilayotgan energiyaning taxminan yarmi material tayyorlash va ishlab chiqarishga yo'naltiriladi, energiya manbaa xisoblanadi, ayrim bosqichlarda uning saqlanishi va ishlab chiqarishda foydali yo'naltirilishi, foydalanilishi va qayta ishlash uchun tiklanishi bo'yicha choralar ko'rilishi kerak.

Nixoyat barcha materiallar davriy bosqichlarining atrof muxit bilan o'zaro ta'siri bor. Atmosfera, suv, er xolati muxim darajada material davrini kesib o'tilishiga bog'liq. Ayrim ekologik va landshaft buzilishlari shubxasiz xom ashyo

qazib olish jarayoniga zarar etkazadi. Ifloslantiruvchi moddalar havo va suvga qayta ishlash va sintez jarayonida chiqariladi, bundan tashqari xar qanday kimyoviy zaxarli moddalar yo'q qilinishi yoki tashlab yuborilishi zarur. Yakuniy maxsulot qurilma yoki asbob o'z faoliyati davomida atrof muxitga minimal darajada ta'sir o'tkazishi kerak; Bundan tashqari o'z faoliyati so'ngida uning tarkibiy materiallari qayta ishlash uchun tiklanishi yoki ekologik zararning kam miqdorda yo'qotilishi (u organik parchalanuvchi bo'lishi) kerak.

Foydalanilgan maxsulotlardan chiqindi sifatida voz kechmasdan ularni qayta ishlash bir necha sabablarga ko'ra foydalidir. Birinchidan qayta ishlangan materiallardan foydalanish erdan xom ashyo olish zaruratini bartaraf etadi, binobarin tabiiy resurslarni tejash va qazib olish bilan bog'liq xar qanday ekologik oqibatlarini oldini oladi. Ikkinchidan ikiilamchi xom ashyoni qayta ishlash va tekshirish uchun talab etiladigan energiya sarfini tabiiy yo'ldagiga nisbatan kamaytiradi; masalan: ichimliklar uchun ishlatiladigan alyumin qadoqni qayta ishlashdan ko'ra, tabiiy alyuminiy rudasini aniqlash uchun taxminan 28 barobar ko'proq energiya talab etiladi. Nixoyat qayta ishlangan materiallarni tanlashning xech qanday zarurati yo'q.

Shunday qilib materiallar davri materiallar aro ta'sir, energiya va atrof muxit orasidagi bog'liqlikni qamrab olgan mavjud tizimdir. Bundan tashqari kelajak muxandislari dunyo bo'ylab atrof muxitga ekologik salbiy ta'sirni kamaytirish, er resurslaridan samarali foydalanish, turli bosqichlardagi o'zaro bog'liqlikni tushinishlari lozim. Ko'pgina davlatlarda ekologik muammolar davlat nazorat organlari tomonidan yaratilgan standartlar orqali xal etiladi. (masalan, elektron komponentlarda qo'rg'oshindan foydalanish asta sekin yakunlanmoqda). Bundan tashqari sanoat nuqtai nazaridan mavjud ekologik muammolarga samarali echim taklif etish muxandislarga yuklatilgan.

Ishlab chiqarish bilan bog'liq xar qanday ekologik muammoni bartaraf etish maxsulot narxiga ta'sir qiladi. Tarqalgan anglashilmovchilikka ko'ra ekologik soxta maxsulotga qaraganda ekologik toza maxsulot yoki jarayon o'z tabiatiga ko'ra bir muncha qimmat.

Nazoratsavollar:

1. Kukunmetallurgiyanimalardaniborat?
2. Metallarkukuniolishusuliniaytibbering.
3. QattiqqotShmalargaxosxossalarniaytibbering.
4. Metalokeramikadebnimagaaytiladi?
5. govaklimetalokeramikaqaerdaishlatiladi?
6. Nano ulchami nimaga teng.
7. Nanoulchamlimateriallarkandayolinadi?
8. Dispersli tizim nima?
9. Gel qanday tizim?
10. Zarrachalarni kvalifikatsiya qilish turlari?
11. Nometall materiallarning metallarga nisbatan yaxshi va yomon tomonlari.
12. Nometall materiallarning tutgan o'rnini ayniqsa kelajakda.
13. Kompozitsion material qanaqa material.
14. Polimer deb qanaqa materialga aytiladi.
15. Polimer molekulalarining qurilishining xususiyatlarini sanab chiqing.
16. Polimer makromolekula shaklsining polimer xossalariga ta'siri.
17. Polimerlarni klassifikatsiya qilish belgilari.
18. Polimerlarning xossalarini sanab chiking.
19. Polimerlarning termomechanik xossalari deb nimaga aytiladi?
20. Termoplastik va termoreaktiv polimerlarning bir-biridan asosiy farqi nimada?

Tayanch iboralar

Materialshunoslik, tuzilma, metall, cho'yan, po'lat, rangdor metall, nometall materiall, perlit, ferrit, ledeburit, uglerod, austenit, toblash, qattqlik, qovushqoqlik, mustahkamlik, metall markalari, konustroksion po'lat, legirlangan po'lat, bo'shatish, qattqlik, holat diagrammasi, erish temperaturasi, toblash, toblash temperaturasi, molemerlar, nonomateriallar, mo'rtlik kompazitseon materiallar, amorf moddalar, magniy, litiy, kalsiy, fizik-mexanik, kristal, amorf, panjara, atomlar, geksaganal, kristal tuzulma, dislakatsiya, kristallardagi anizotopiya, allotropiya, magnit, erish temperaturasi, kimyoviy xossa, toliqish, brinel, press, rokvell, mikroqattqlik, mustahkamlik, deformatsiya, texnologik xossalar, kritik nuqtalar, evtiktika, mexanik aralashma, uglerodli po'latlar, markalanish, kislarod, azot, vodarod, marka, quyma, grafid, xrom, nikel, marganets, molibden va volfrom, vanadiy va titan, sementatsiya, deformatsiya, mis, qalayli bronza.

ADABIYOTLAR

1. Mirziyoev SH.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. Toshkent, "O'zbekiston", 2017 yil, 488 bet.
2. 2017-2021 yillarda O'zbekiston Respublikasini rivojlantirishning beshta ustuvor yo'nalishi bo'yicha Harakatlar strategiyasi. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi PF-4947 sonli Farmoni
3. X.I. Jalilov «Metallarni kesish nazariyasi asoslari, metall kesuvchi stanoklar va asboblari». O'quv qo'llanma -T.: Talqin nashriyoti. 2006-176 bet.
4. Mikell P. Groover Fundamentals of modern manufacturing: materials, process and systems, 4 th ed. John Wiley & Sons, 2010-1028 b.
5. William D. Callister, Jr., David G. Rethwisch. Materials science and engineering /Wiley and Sons. UK, 2014. - 896 b.
6. Umarov E.O. Materialshunoslik. Darslik. -T.: "CHO'lpon". 2014.
7. Abdul-Razakov E. M. «Mashinasozlik materialshunosligi». O'quv qo'llanma.-T.: TTESI. 2003 -134 bet.

Internet saytlari

8. <http://www.ziynet.uz> -Ta'lim portali.
9. <http://titli.uz> – Toshkent to'qimachilik va yengil sanoati instituti sayti.
10. www.metalloobrobotka.ru.
11. www.metalloprokat.ru.
12. www.nanotexnologiya.ru.
13. www.kompozitsionnyematerialy.ru

MUNDARIJA

	KIRISH	4
1	1-BOB.MATERIALSHUNOSLIK BO'YICHA ASOSIY TUSHUNCHALAR	7
	1.1. Materialshunoslik bo'yicha asosiy tushunchalar	7
	1.2. Texnologik mashinalarda ishlatiladigan materiallar	9
2	2-bob. METALL VA QOTISHMALARNI TUZILISHI	21
	2.1. Kristall va amorf moddalar va ularni tuzilishi	21
	2.2. Atomlar tuzilmasi va ichki atom bog'lanishlar	22
	2.3. Atom kristall panjarasidagi nuqsonlar	30
	2.4 Kristallardagi anizotropiya.	31
	2.5. Metall va qotishmalarining tuzilishi.	34
	2.6. Metallar tuzilishini o'rganish usullari.	36
3	3- bob. METALL VA QOTISHMALARNING XOSSALARI.	38
	3.1. Metall va qotishmalarning fizik va kimyoviy xossalari.	38
	3.2. Metall va qotishmalarning mexanik xossalari.	40
	3.3. Metall va qotishmalarning texnologik xossalari.	54
4	4-bob. METALLARNI HOLAT DIAGRAMMASI VA UNDA XOSIL BO'LADIGAN TUZILMALAR.	56
	4.1.Metallarning kritik nuqtalari holat diagrammasida hosil bo'ladigan tuzilmalar, Vismut va kadmiy xolat diagrammasi.	56
	4.2. Komponentlarning qattiq holida chegaralangan erishining qotishmalar uchun diagrammasi	57
	4.3. Kimyoviy birikmalar hosil qiluvchi qotishmalar diagrammasi	59
	4.4. Qotishmalar to'g'risida umumiy ma'lumot.	60
5	5-bob. QORA METALLARNI MARKALARI VA ISHLATILISHI.	62
	5.1. Po'latlar markalari va ishlatilishi	62
	5.2. Cho'yanlarni markalari va ishlatilishi.	67

6	6-bob. LEGIRLANGAN VA MAXSUS XOSSALI PO'LATLAR. RANGLI METALLAR VA QOTISHMALAR.	75
	6.1. Legirlangan va maxsus xossali po'latlar xamda ularni ishlatilishi.	75
	6.2. Alyuminiy va uning qotishmalari.	83
	6.3. Mis va uning qotishmalari.	88
	6.4 Magniy qalay, qo'rg'oshin rux va ularning qotishmalari.	94
	6.5. Antifriksion qotishmalar.	99
7	7-bob. METALLARGA TERMIK VA KIMYOVIY- TERMIK ISHLOV BERISH.	103
	7.1. Po'latlarga termik ishlov berish. Termik ishlov berish usullari va jarayonlari.	103
	7.2 Qizdirilganda po'latdagi o'zgarishlar.	105
	7.3. Fe-Fe ₃ C holat diagrammasi va unda hosil bo'lgan tuzilmalar.	120
	7.4. Temir va uning qotishmalari.	122
	7.5. Po'latni toblanuvchanligi va toblanish chuqurligi.	134
	7.6. Kimyoviy- termik ishlov berish usullari.	138
	8-bob. NOMETALL, KOMPOZISION VA KUKUNLI MATERIALLR	146
8	8.1. Zamonaviy nometall materiallar.	146
	8.2 Kukunli materiallar	155
	8.3.Qattiq qotishmalar va mineralokeramik qattiq qotishmalar.	161
	8.4. Rezina to'g'risida ma'lumot.	166
	8.5. Kompozitsion materiallar to'g'risida umumiy ma'lumotlar	169
	8.6.Sinchlovchi materiallar va ularning xossalari	179
	8.7. Nanotexnologiyalarni fundamental asoslari	190
	8.8.Nanomateriallar to'g'risida umumiy ma'lumotlar	194
9	Tayanch iborlar	215
10	Adabiyotlar	216

Содержание

	Введение	4
1	ГЛАВА 1. Основные понятия материаловедения.	7
	1.1. Основные понятия материаловедения.	7
	1.2. Материалы, используемые в технологических машинах.	9
2	ГЛАВА 2. Структура металлов и сплавов.	21
	2.1. Кристаллическая структура металлов.	21
	2.2. Структура атомов и внутренние соединения атомов.	22
	2.3. Дефекты атомно-кристаллической решетки.	30
	2.4 Анизотропия в кристаллах.	31
	2.5. Структура металлов и сплавов.	34
	2.6. Методы изучения металлоконструкций.	36
3	ГЛАВА 3. СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ.	38
	3.1. Физико-химические свойства металлов и сплавов.	38
	3.2. Механические свойства металлов и сплавов.	40
	3.3. Технологические свойства металлов и сплавов.	54
4	ГЛАВА 4. ДИАГРАММА СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛОВ И ОБРАЗУЮЩИЕСЯ ФАЗЫ.	56
	4.1. Структуры сформированные на диаграмме состояний критическими точками металлов, диаграммах висмута и кадмия.	56
	4.2. Диаграмма ограниченный растворимости компонентов в твердом состоянии для сплавов.	57
	4.3. Диаграмма сплавов образующийся химическими соединениями	59
	4.4. Общая информация о сплавах.	60
5	ГЛАВА 5. МАРКИ И МЕТОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ.	62
	5.1. Марки стали и их использование.	62
	5.2. Марки чугуна и их использование.	67
6	ГЛАВА 6. ЛЕГИРОВАНИЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА СТАЛИ. ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЫ И ИХ СПЛАВЫ	75
	6.1. Легированные и специальные стали и их использование	75

	6.2. Цветные металлы и их сплавы.	83
	6.3. Мед и его сплавы	88
	6.4 Магний, цинк, свинец и их сплавы.	94
	6.5. Антифрикционные сплавы.	99
7	ГЛАВА 7. ТЕРМИЧЕСКАЯ И ХИМИКО-ТЕРМОСТОЙКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ.	103
	7.1. Термическая обработка стали. Методы и процессы термической обработки.	103
	7.2. Диаграмма состояния Fe-Fe ₃ C и образующиеся в ней структуры	105
	7.3. Железо и его сплавы.	120
	7.4. Закаливании стали.	122
	7.5. Методы химико-термической обработки.	134
8	ГЛАВА 8. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ, КОМПОЗИЦИОННЫЕ И ПОРШКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ.	146
	8.1. Современные неметаллические материалы.	146
	8.2 Порошковые материалы.	155
	8.3 Общая информация о композитных материалах.	161
	8.4. Общая информация о наноматериалах.	166
	8.5. Общие сведения о композиционных материалах.	169
	8.6. Армирующие материалы и их свойства.	179
	8.7. Фундаментальные основы нанотехнологий.	190
	8.8. Общие сведения о наноматериалах.	194
9	Ключевые слова	215
10	Литература	216

Content

	Introduction	4
1	CHAPTER 1. Basic concepts of materials science.	7
	1.1. Basic concepts of materials science.	7
	1.2. Materials used in process machines.	9
2	CHAPTER 2. The structure of metals and alloys.	21
	2.1. Crystal structure of metals.	21
	2.2. The structure of atoms and internal compounds of atoms.	22
	2.3. Defects of the atomic crystal lattice.	30
	2.4 Anisotropy in crystals.	31
	2.5. The structure of metals and alloys.	34
	2.6. Methods for studying metal structures.	36
3	CHAPTER 3. PROPERTIES OF METALS AND ALLOYS.	38
	3.1. Physical and chemical properties of metals and alloys.	38
	3.2. Mechanical properties of metals and alloys.	40
	3.3. Technological properties of metals and alloys.	54
4	CHAPTER 4. DIAGRAM OF THE STATE OF METALS AND FORMING PHASES.	56
	4.1. Structures formed on the state diagram of critical points of metals, bismuth and cadmium diagrams.	56
	4.2. Chart limited solubility of the components in the solid state for alloys.	57
	4.3 Alloy chart formed by chemical compounds	59
	4.4. General information about alloys.	60
5	CHAPTER 5. MARKS AND METHODS OF USE OF BLACK METALS.	62
	5.1. Steel grades and their use.	62
	5.2. CAST IRON BRANDS AND THEIR USE.	67
6	CHAPTER 6. ALLOCATION AND SPECIAL PROPERTIES OF STEEL. COLORED METALS AND THEIR ALLOYS	75
	6.1. Alloy and special steels and their use	75

	6.2. Non-ferrous metals and their alloys.	83
	6.3. Copper and its alloys	88
	6.4 Magny, zinc, swine, and their alloys.	94
	6.5. Anti-fusion alloys.	99
7	CHAPTER 7. THERMAL AND CHEMICAL-HEAT-RESISTANT TREATMENT OF METAL PRODUCTS.	103
	7.1. Heat treatment of steel. Methods and processes of heat treatment.	103
	7.2. The state diagram of Fe-Fe ₃ C and the structures formed in it	105
	7.3. Iron and its alloys.	120
	7.4. Hardening steel.	122
	7.5. Methods of chemical heat treatment.	134
8	CHAPTER 8. NONMETALLIC, COMPOSITIONAL AND PISTON MATERIALS.	146
	8.1. Modern non-metallic materials.	146
	8.2 Powder materials.	155
	8.3 General information about composite materials.	161
	8.4. General information about nanomaterials.	166
	8.5. General information about composite materials.	169
	8.6. Reinforcing materials and their properties.	179
	8.7. Fundamentals of nanotechnology.	190
	8.8. General information about nanomaterials.	194
9	Keywords	215
10	Literature	216