

MASHINASOZLIK MATERIALLARI

12-Mavzu: Nanotexnologiya. Nanomateriallar va nanokompozitlar.
Yumshatish, normalash, toblash va bo'shatishlarning texnologik jarayonlari

Maruzachi: Jamshidbek Khasanov

Nano o'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, ximiyaviy 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. Ximiyaviy usullar ximiyaviy reaksiyalarga asoslangan: elektroliz, qaytarilish, termik parchalanish. Biologik usul oqsil tanachalarida o'tadigan biologik jarayonlarga asoslangan.

Nano o'lchamli paroshoklarni yig'ish usullari. Nanomateriallar olish usullarini ko'pchiligini natijaviy maxsuloti bu- **paroshok.** Ba'zi materiallarni nanostukturalarini katta hajmda yaratish qiyin, ba'zan esa mumkin emas.

Nanoparoshoklardan xajmiy materiallar olish uchun, birinchi navbatda, xar-xil presslash jarayoni variantlari qo'llaniladi.

Jipslashgan buyum olish uchun, presslashni, pishirishni ("spekaniye"), prokatlashni xar-xil texnologik jarayonlarini qo'llaniladi.

Amaliyot ko'rsatadiki, materialni dispersligi ortishi bilan jipslashishligi kamayadi.

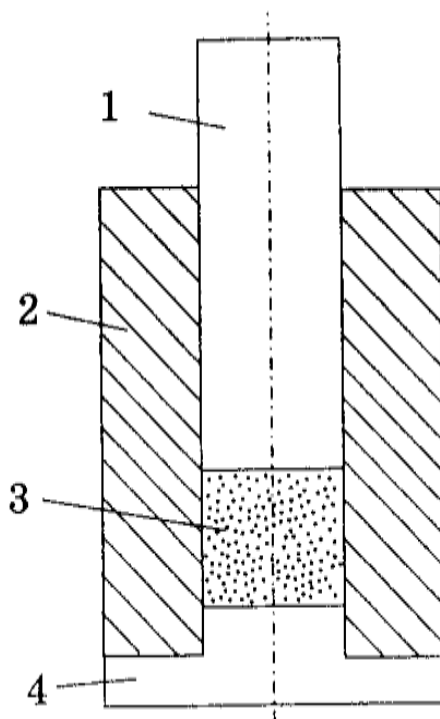
Presslash-bu kukunga bosim ta'sirida forma berish-formalash. Natijada talab qilingan forma, o'lcham va zichlik olinadi.

Presslash statik va dinamik gruppalariga bo'linadi. Bularning xar biri yana guruxlarga bo'linadi:

1.Presslash xaroratiga qarab: soviq va issiq presslash.

2.Qo'yilgan kuch xarakteriga qarab: bir o'qli, ikki o'qli, xartomonlama.

Bir o‘qli presslash sxemasi rasmda berilgan.



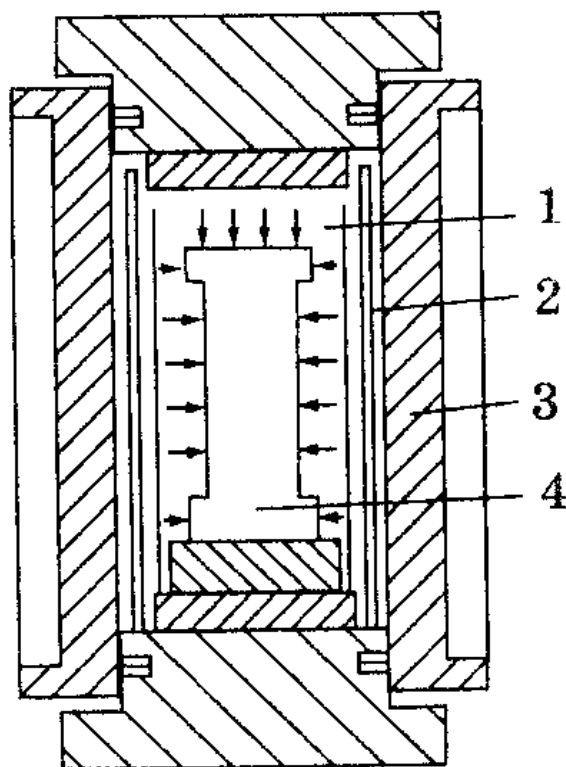
12.1-rasm. Press-forma sxemasi: 1-ustki puanson, 2-matritsa, 3- presslanuvchi kukun, 4-ostki puanson

Kukun pressformaga joylashtiriladi. Nanomateriallar presslanganda jarayon vaakum kamerasida olib boriladi.

Bu usul bilan quyidagi nanokukunlar $Dy_2O_3+TiO_2$ aralashmasi kompaktlashtirilgan-presslangan.

Agar buyum balandligini ko‘ndalang kesim o‘lchamiga nisbati birdan katta bo‘lsa, ikki o‘qli presslanadi, kamroq kuch sarflanadi.

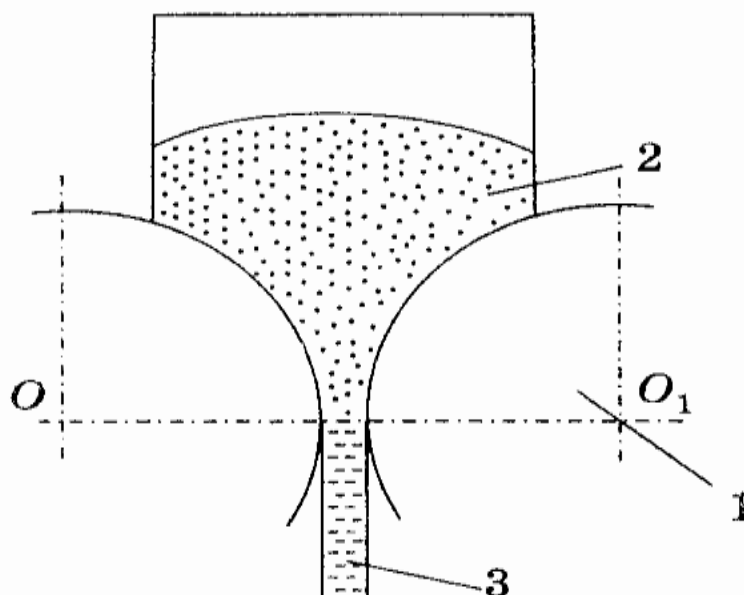
Xar tomonlama qisib presslanganda kuch kam sarflanib, sifati yuqori bo‘ladi. Bunga misol gidrostatik (12.2- rasm).



12.2-rasm **Parashokni gidrostatik presslash qurilmasi sxemasi:**

1-qizdirgich, 2-issiq izolyatsiyali qatlam, 3-ish kamerasi, 4-qobiq po‘stloq kukun bilan yoki zagatovka.

Kukunlarni prokatlash usuli xam bor (12.3-rasm)



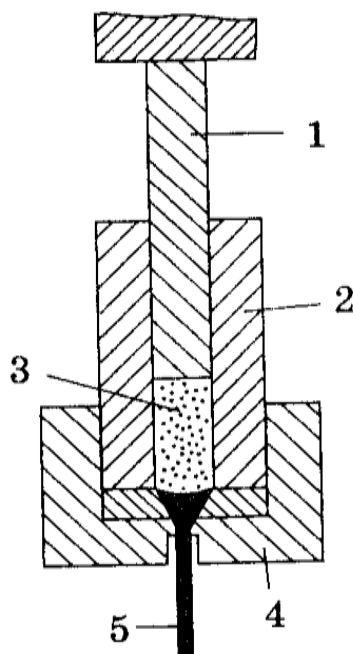
12.3-rasm. **Nanokukunlarni prokatlash sxemasi:**

1-va l, 2-yuklovchi qurilmadagi kukun, 3-olinadigan zagatovka

Dastlabki material yuklovchi moslamadan bir-biriga qarshi aylanayotgan jo'valar orasiga yo'naltiriladi. **Ishqalanish kuchlari** bilan kukun ergashtirilib polosagalentaga zichlanadi.

Bu usul bilan xar-xil qatlamlar olinadi va diffuzion payvandlanadi.

Mundshtukli forma berish qiyin presslanadigan materiallar(qiyin eriydigan materiallar va qotishmalar, qattiq qotishmalar) ga qo'llaniladi. Kukun ma'lum forma va o'lchamdagi teshikdan qisib chiqariladi (12.4-rasm).



12.4-rasm. Nanokukunlarni mundshtukli presslash sxemasi: 1- puanson, 2- po'lat stakan, 3-paroshok, 4-matritsa, 5-olinayotgan zagatovka.

Kukun elastik (masalan rezinali) qobiqqa (xaltachaga) to'kiladi. Qobiq ish kamerasida. Qurilma germetik yopiladi. Suyuqlik (yog', suv, glitsirin) bosim ostida beriladi va paroshokni elastik xalta bilan xar tomonlama, bir tekis presslaydi.

Nanomateriallar haqida umumiy tushunchalar. "Nanotexnologiya" termini birinchi marta yapon olimi N. Tanituchi tomonidan 1974 yilda ishlatilgan. "Nano" so'zi milliarddan bir qism, milliardni bir qismi degani va $(HM)=10^{-9}$ m. degani.

Eslatamiz, angstrom= 10^{-8} sm (**1millimetr**= 10^{-3} m, **1mikrometr**= 10^{-6} m). Demak, nano bu uzunlik birligi. Buni "sezib" taqqoslash uchun, shuni aytish kerakki inson sochining qalindligi-diametri taxminan 50000 nanometrغا teng.

Nanotexnologiya asosida konstruksion materiallarga miyaga (xayolga) kelgan xossalarni berish mumkin. Xozirda nanotexnologiyaga yiliga 9-10 milliard dollar sarf qilinyapti: AQSH da 4-5 milliard, Yaponiyada 2-3 milliard boshqa rivojlangan davlatlarda 2 milliard. Lekin nanotexnologiyadan keladigan foydani 2020-25yillar davomida bir necha trillion dollar kutilyapti.

Nanotexnologiya sanoatda 1994 yildan boshlab qo'llanila boshlagan.

Nanomateriallar - bular moddalar va moddalar kompozitsiyasidir, qaysilarki, suniy yoki tabiiy tartibga solingan yoki solinmagan nanometrik xarakteristikali o'lchamli bazoviy elementlar tizimi - sistemasidir. Bularda nanometrik o'lchamli elementlarni kooperatsiya qilganda (birlashtirganda- yiqqanda) ularni o'zaro fizikaviy va ximiyaviy ta'siri aloxida (maxsus) namoyon bo'ladi. Bularning xammasi materiallar va sistemalarda ilgari ma'lum bo'lmagan xossalarni paydo bo'lishini ta'minlaydi: mexanik, ximik, elektrofizik, optik, teplofizik va x.k.



12.5-rasm. Nanomateriallarga misol

Xozirgi paytda nanomateriallarni (molekulyar o'lchamli yoki unga yaqin darajada strukturalashtirilgan) xar-xil perspektiv-istiqbol usullaridan foydalaniladi. Usullarni nanoob'ekt yuzaga kelish prinsipiga qarab asosan ikki gruppaga bo'linadi. 1) **Materiallar yuzalarida nanostruktura xosil qilish**: neytron atomlar, ionlar elektronlar tutamlari bilan ishlash plazma bilan xurushlash ("travleniye") va boshqa usullar bilan ishlash. 2) **Nanoob'ektni-nanomaterialni atomma-atom yoki molekulama-molekula yig'ish**. Nanoob'ektlarni ikki usulda olinadi.



12.6-rasm. **Led lampochkalar**

Xayotimizni yorituvchi nanomateriallardan tayyorlangan lampochkalar

1.Sun'iy usullar: olinayotgan nanoobjekt xarakteriga qarab xar xil usullar qo'llaniladi; fizikaviy, ximiyaviy, biologik va boshqalar. Ba'zi xollarda birnechtasi birgalikda. Nanoobjektlarni o'ta vaakum sharoitida, suyuq muxitda yoki gaz atmosferasida olish mumkin.

2.O'z – o'zidan yig'ilish: Bunga nanotexnologiyada katta e'tibor beriladi. O'z-o'zidan yig'ilish molekullarni xamma vaqt energiyasi kam satxga o'tishga intilish prinsipiga asoslangan.

O'z - o'zidan yig'ilishda nanokonstruktor yuzaga yoki oldindan yig'ilgan nanokonstrukturaga ma'lum atomlar yoki molekullar kiritiladi. So'ngra molekullar o'zlarini ma'lum xolatda tekislaydilar-to'g'rilaydilar, ba'zan kuchsiz bog'lanish xosil qilib, ba'zan kuchli kovalent bog'lanish qilib.

O'z - o'zidan yig'ishning yana bir turi - bu **kristallarni o'stirishdir**. Kristallarni eritmadan o'stirish mumkin, dastlabki (murtak, xomila) kristalldan foydalanib. Bunda katta emas kristall tarkibida o'zi materiali ko'p bo'lgan muxitga (ko'proq eritmaga) joylashtiriladi. So'ngra bu komponentlarga kichkina kristall yoki murtakka-xomilaga taqlid ("imitatsiya"-o'xshash) qilishga ruxsat qilinadi. Mikrochiplarni yaratishda ishlatiladigan kremniyli bloklar shu tarzda o'stiriladi.

Nanostrukturalarni tabiiy xosil bo'lishi. Bu xodisa ko'proq rudalarni xosil bo'lishiga tegishli. An'anaviy yondoshish bo'yicha kristallanish quyidagi yo'llar bilan amalga oshadi.

- moddalarni kondensatsiyasidagi (energiya yig'ishdagi) xosil bo'lgan partikullardan.
- eritmalardan, ularni sovib-qotishidan.
- eritmalardan, erigan moddani cho'kishi natijasida.
- qattiq xolatdagi diffuzion o'zgarishlaridan.

Bular tog' jinslarini barchasiga, shu bilan birga oltinga xam tegishli.

Nanomateriallarni qo'llanilishi. Xozirda nanomateriallar juda ko'p soxalarda qo'llaniladi; sanoatda, nanoelektronikada, nanooptikada, nanobiologiyada, nanospektroskopiyada, nanomeditsinada, nanoelimentlarda va x.k.

Nanomateriallarni sanoatda qo'llanilishi aloxida ahamiyatga ega. Bu materiallarning xossalari prinsipial farq qilgani uchun sanoatni ko'p soxalarida ishlatiladi.

Albatta birinchi navbatda nanomateriallarni qo'llash yuqori **mexanik xossali** yangi konstruksion materiallarni yaratishga imkon beradi. Nanostrukturali moddadan yasalgan rezbali maxsulot (detal) yuqori mustaxkam bo'ladi. Masalan avia va avtomobilsozlikda ishlatiladigan titandan yasalgan maxsulot nanostrukturali qilib olinsa, uning chidamliligi uzoq umr ko'rishi (dolgovechnost) 1,5 marta oshadi, rezbani yasash mexnat sig'imi kamayadi.

Nanostrukturali alyuminiy qotishmalaridan murakkab formadagi yengil maxsulotlarni yuqori tezlikda o'ta plastik deformatsiyalab (bosim bilan ishlab) detallar yasash mumkin. Bu sharoitda shtampli barcha teshik, burchak va x.k. lari to'liq to'ladi, deformatsiya kuchi pasayadi, forma xosil qilish xarorati pasayadi (450°C dan 350°C gacha). Bu pulku! Xozirda bu usul bilan ichki yonar dvigateli porshenlari (murakkab formadagi) yasaladi.

Nitridli legirlangan keramik nanostrukturali moddalardan tuzilgan material olovbardosh bo'ladi va ulardan ichki yonar dvigatellar, gaz turbinalari, keskich plastinkalari yasaladi.

Metallurgiyada esa nanomaterialdan yasalgan o'tga bardosh material- keramika qo'llaniladi.

Xozirda mashinasozlikda nanoparoshoklar ko'p funksiyali qo'shicha 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 kraska 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 etadi, olovbardosh bo'ladi.

AQSHning Yelekiy universtiteti olimlariga meditsinada nanomateriallarni (texnologiyani) qo'llashni o'rganishga 6,5 mln. dollar xajmida pul ajratilgan. Olimlar insonlarning tirik to'qimalariga impluatatsiya qilinadigan biomimetik nano o'tkazgichni yaratyaptilar.

Bundan buyoq quyosh energiyasidan foydalanish energetika sohasidagi dolzarb masala bo'lib qolaveradi. Nanotexnologiya asosida yaratilgan mis-indiy-dieselenid-galliy (CIGS-plyonka) plyonkasini fotoelektrik effekti (samaradorligi) hozirgi zamon quyosh elementlarinikidan 20% ga ko'proq.

Nanokukunlar asosida olingan yangi konstruksion materiallar. Nano o'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, ximiyaviy 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. Ximiyaviy usullar ximiyaviy reaksiyalarga asoslangan: elektroliz, qaytarilish, termik parchalanish. Biologik usul oqsil tanachalarida o'tadigan biologik jarayonlarga asoslangan.

1.Mayda zarrachalarga bo'lishni (disperslashni)mexanik usullari. O'z navbatida bu nanomateriallarni olish usullari quyidagi guruxlarga bo'linadi: mexanikaviy aydalash, shiddat jadal bilan deformatsiyalash, xar xil muxitlarni mexanikaviy ta'sirida.



12.7-rasm. Zarrachalardan detal olish texnologiyasi

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 va lokal bo'lganidan kichkina vaqtda nisbatan katta kuch ta'sir qiladi.

Mexanikaviy maydalash xar-xil qurilma va moslamalarda olib boriladi: sharoviy, planetar, vibratsiyali, girdob, giroskopik, oqimli tegirmonlarda bajariladi., attritorlarli qurilmalarida bajariladi. Tegirmonlarni ichida eng soddasi va keng tarqalgani bu sharli tegirmonlardir.

Tegirmon silindr bo'lib, ichida maydalovchi jism bo'ladi: ko'pincha po'lat yoki qattiq qotishmali sharlar. Silindr aylanganda bu sharlar aylanish bo'yicha baraban bo'ylab ko'tarilib, eng tepasiga chiqqanda o'z og'irligi bilan pastga otilib tushib, maydalanuvchi materialni urib, maydalab deformatsiyalaydi. Maydalanish tezligi barabanning aylanish tezligiga bog'liq. Maydalangan zarracha formasi, g'adirbudir bo'ladi.

Attritorli qurilmalar, sharoviy tegirmonlarning bir turidir



12.8-rasm. Tegirmon ko'rinishi

3. Nano o'lchamli paroshoklarni yig'ish usullari. Nanomateriallar olish usullarini ko'pchiligini natijaviy maxsuloti bu **paroshok**. Ba'zi materiallarni nanostukturalarini katta hajmda yaratish qiyin, ba'zan esa mumkin emas.

Nanoparoshoklardan hajmiy materiallar olish uchun, birinchi navbatda, xar-xil presslash jarayoni variantlari qo'llaniladi.

Jiplashgan buyum olish uchun, presslashni, pishirishni ("spekaniye"), prokatlashni xar-xil texnologik jarayonlarini qo'llaniladi. Amaliyot ko'rsatadiki, materialni dispersligi ortishi bilan jiplashishligi kamayadi.

Qattiq materiallarni olishda **magnit-impusli presslash** ishlatiladi. Impusli magnit maydonidan "provodnik" ni otilib chiqishiga asoslangan.

Diamagnit magnit maydonidan itarilib chiqqan kabi. Induktorni impusli magnit maydoni bilan konsentrator yuzasini o'zaro ta'siri natijasida mexanikaviy impus kuchi press-formada yig'iladi. Elektr zanjir ulanganda konsentrator magnit maydoni zonasidan itarib chiqariladi va kukun presslanadi. Impus bir necha mikrosekund davom etadi: bosim $R=1-2\text{GPa}$.

Mundshtukli forma berish qiyin presslanadigan materiallar(qiyin eriydigan materiallar va qotishmalar, qattiq qotishmalar) ga qo'llaniladi. Kukun ma'lum forma va o'lchamdagi teshikdan qisib chiqariladi.

Fulleren-oldindan ma'lum bo'lgan olmos va grafit singari uglerodnig bu shakli 1985-yilda astrofiziklar tomonidan yulduzlararo chang spektrini tushuntirish vaqtida aniqlangan.Uglerod atomi yuqori simmetrik C_{60} molekulasini hosil qilishi mumkin. Bunday molekula 60 uglerod atomlaridan tuzilgan bo'lib ular o'zaro 1 nm diametrga teng sharda joylashgan va futbol koptogiga o'xshaydi. **L. Eyler** teoremasiga ko'ra uglerod atomlari 12 ta to'g'ri beshburchak va 20 ta noto'g'ri oltiburchaklar paydo qiladi. Uglerod molekulasi olti va besh burchakli uy qurgan arxitektor R. Filler sharafiga qo'yilgan. Dastlab fulleren kam miqdorda, 1990 yildan esa katta masshtabda ishlab chiqarish texnologiyasi yaratildi.

Fulleretlar. C_{60} molekulari o'z navbatida yoqlari markazlashgan kub panjaraga ega va yetarlicha kuchsiz molekulalararo bog'lanishga ega fullerit kristallarini hosil qilishi mumkin. Bu kristallda **oktaedrik** va **tetroedrik** bo'shliqlar mavjud va ularda boshqa atomlar bo'lishi mumkin. Agar oktaedrik bo'shliq ishqoriy metallar (($\blacklozenge = K$ (**kaliy**), Rb (**rubidiy**), Cs (**seziy**)) bilan to'ldirilsa xona haroratidan past haroratda bu moddalar strukturasi o'zgartiradi va yangi polimer material f_1C_{60} paydo bo'ladi. Agar tetroedrik bo'shliq ham to'ldirilsa kritik 20-40 K haroratga ega yuqori o'tkazuvchan \blacklozenge_3C_{60} material paydo bo'ladi. Yuqori o'tkazuvchan fulleritlarni joylashgan Maks Plank nomidagi institutda o'rganiladi. Materiallarga noyob xossalari beradigan boshqa qo'shimchali fulleritlar ham mavjud. Misol uchun \blacklozenge_1C_{60} -**etilen** ferromagnit xossaga ega. Kimyo sohasida olib borilgan tinimsiz mexnat, 1997 yilga kelib 9000 ga yaqin **fulleren** birikmalarning aniqlanishiga olib keldi.

Uglerodli nanotrubka. Ugleroddan juda ko'p atomi bo'lgan molekula olish mumkin. Uzunligi bir necha o'n mikron, diametri 1 nm bir qatlamli trubkada $S \approx 1000$ 000 atom bo'lishi mumkin. Trubka yuzasidagi to'g'ri oltiburchakning uchlarida uglerod atomlari joylashgan. Trubka oxiri 6 ta to'g'ri beshburchak bilan yopilgan.

Uch o'lchamli fazoda to'g'ri beshburchak, oltiburchak va yettiburchaklarni kombinasiyalash orqali turli shakldagi uglerod sirtlarini olish mumkin. Bu nanoqurilmalar geometriyasi, ularning ajoyib fizikaviy hamda kimyoviy xossalari belgilaydi. Natijada yangi material va ularni ishlab chiqarish texnologiyalari bo'lishi imkonini beradi.

Molekulyar dinamika hisoblari va kvant modellari yordamida uglerod materiallari fizikaviy hamda kimyoviy xossalarini oldindan aytish mumkin.

Bir qatlamli trubkalar yaratish bilan bir qatorda ko‘p qatlamli trubkalar yaratish imkoni mavjud. **Nanotrubkalarni** ishlab chiqarishda maxsus katalizatorlardan foydalaniladi.

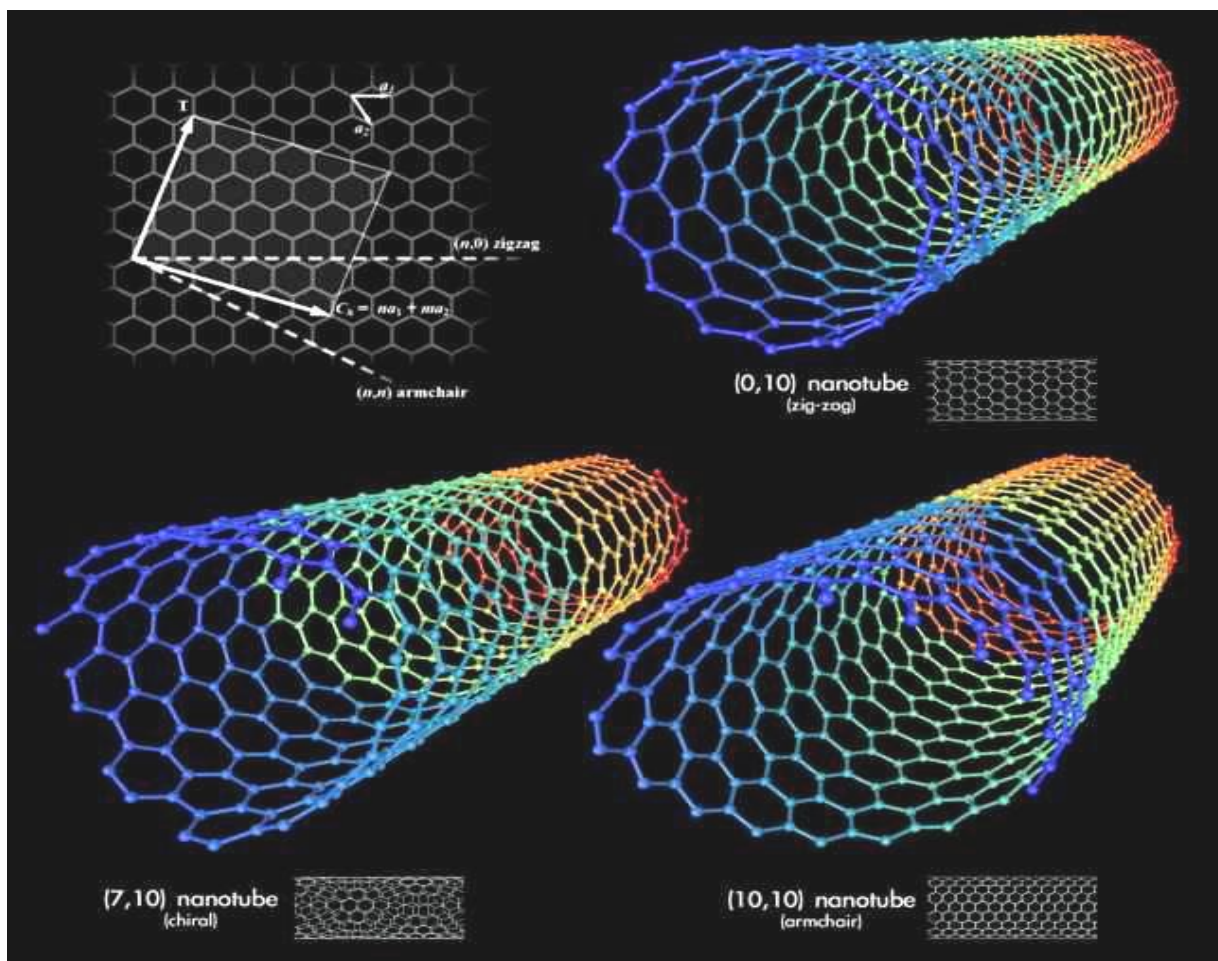
Yangi materiallarni avfzalligi nimada? Uchta xossaga to‘xtalamiz.

Mustahkamligi yuqori materiallar. Grafit listda uglerod atomlarining o‘zaro bog‘lanishi, ma’lumlariga nisbatan eng yuqori. Nuqsonsiz uglerodli trubkalar po‘latdan ikki barobar mustahkam va to‘rt marta yengil. Texnologiya oldida turgan vazifalar biri cheksiz uzunlikga ega bo‘lgan uglerod nanotrubkalarini yaratishdir. Bunday trubkalardan yangi asr texnikasi uchun yuqori mustahkam va yengil kompozitlar tayyorlash mumkin. Ulardan qurilish va ko‘priklar kuchlanish ta’siridagi elementlari, uchish qurilmalari tutib turuvchi konstruksiyalari, turbina elementlari, kam yoqilg‘i sarflaydigan dvigatellar kuchli bloklari va boshqalar ishlab chiqariladi.

Hozirgi kunda diametri 10 nonometr bo‘lgan 10 mikron uzunlikdagi nanotrubka yaratilgan (12.9-rasm).

Yuqori elektr toki o‘tkazuvchi materiallar. Ma’lumki kristall grafitda bo‘ylamasiga boshqa materiallarga nisbatan elektr o‘tkazuvchanligi, aksincha yonlamasiga kichik. Shu sababli nanotrubkalardan yasalgan kabellar, xona haroratida tok o‘tkazuvchanligi mis kabellarga nisbatan 2 marta yuqori bo‘lishi kutilyapti. Zarur miqdorda va uzunlikda trubkalar ishlab chiqarish imkoniyatini beruvchi texnologiyani yaratish zarur.

Nanoklasterlar. Ko‘plab nanaob’ektlar o‘nlab, yuzlab, minglab atomlardan tashkil topgan juda kichik zarralarga kiradi. Klaster xossalari o‘sha turdagi makroskopik hajmdagi material xossalaridan tubdan farq qiladi. Nanoklasterlardan katta qurilish bloklari kabi aniq maqsadga yo‘naltirilgan va oldindan xossalari boshqariladigan yangi turdagi materiallar yaratish mumkin. Misol sifatida gaz aralashmalarin ajratish va saqlashda **katalitik reaksiyalardan** foydalanamiz: $Zn_4O(BDC)_3(DMF)_8(C_6H_5Cl)$.



12.9–rasm. Uglerod nanotrubbkasi

O‘tuvchi metallar **lantanoid** va **aktionoid** atomlaridan tashkil topgan magnit klasterlari katta qiziqish uyg‘otadi. Bu klasterlar o‘z magnit momentiga ega, bu esa tashqi magnit maydoni yordamida xossalarini boshqarish imkoniyatini beradi. Bunga yuqori yelkali metallografik molekula misol bo‘ladi: $Mn_{12}O_{12}(CH_3COO)_{16}(H_2O)_4$. Kvant kompyuterlari prosessorlarini loyihalashda nanomagnitlar katta ahamiyat kasb etadi.

Bundan tashqari kvant tizimi tadqiqoti bistabillik va gisteresis hodisasi aniqlandi. Agar molekulalar orasidagi masofa 10 nanometr ekanligini hisobga olsak, bu tizimda xotira zichlikni har kvadrat santimetrga 10 gegabaytni tashkil etadi.

Yumshatish, normalash, toblash va bo‘shatishlarning texnologik jarayonlari

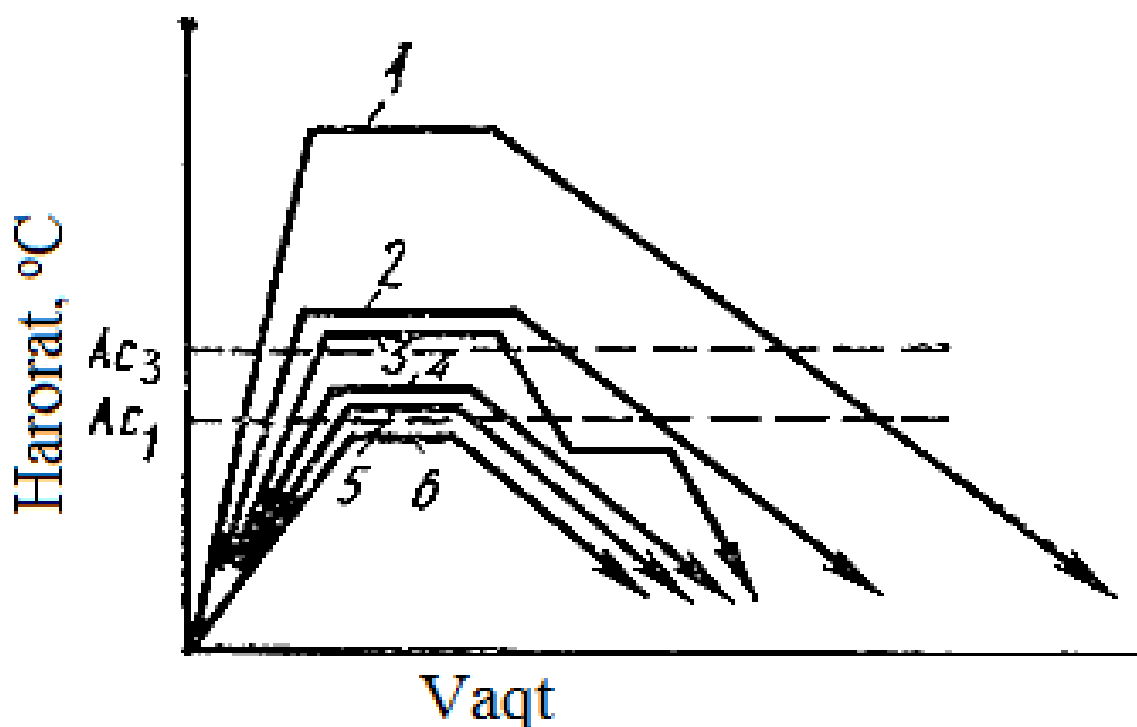
Yumshatish. Yarim tayyor mahsulotlar olish jarayonlari: quyish, prokatlash, bolg‘alash, mexanik ishlov, bosim bilan ishlash va boshka ishlov berish jarayonlarida keyin ular bir tekis strukturaga ega bo‘lmaydi. yarim tayyor mahsulotlarda bir tekis struktura hosil bo‘lmasligi sababli ularning turli qismlarida

xossalarning turlicha bo'lishi va ichki kuchlanishlarni paydo bo'lishiga olib keladi. Bundan tashqari likvatsiya tufayli quymaning kimyoviy tarkibi ham bir xil bo'lmaydi. Bu nuqsonlarni yo'qotish uchun yarim tayyor mahsulotlar termik ishlanadi. Bunday termik ishlov turlariga **yumshatish** va **normallashtirish** kiradi.

Yumshatish buyumni kerakli haroratgacha qizdirish, shu haroratda faza o'zgarishlari to'liq sodir bo'lgunga qadar ushlab turish, so'ngra asta-sekin sovitishdan iborat: uglerodli podatlarda soatiga 200°C , legirlangan po'latlar esa soatiga $30-100^{\circ}\text{C}$ tezlik bilan sovitiladi. Bunda qoldiq kuchlanishlarsiz barqaror struktura olinadi.

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

Kerakli xossalarga ega po'lat olinishiga qarab, turli hil yumshatish usullari qo'llaniladi (12.10-rasm): **1-diffuzion yumshatish; 2-toda yumshatish; 3-izotermik yumshatish; 4-chala yumshatish; 5-sferoidlovchi yumshatish; 6-rekristallazitsion yumshatish.**



12.10–rasm. Turli xil yumshatish tartiblari

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

legirlangan po'latdan olingan quymalar bir xil tuzilishga ega bo'lmaydi. Tuzilishining bir xil bo'lmasligiga **karbid** va **dendritli likvatsiyalar** tufayli bo'ladi. Bunga sabab karbidlar hosil bo'ladigan joylarda yoki dendritlarning o'rta qismida legirlovchi elementlar to'planadi. Quymalarning kimyoviy tarkibini bir xillashirish uchun, ular yuqori temperaturagacha qizdiriladi, bunda elementlar atomlarining xarakati juda tezlashadi. Natijada atomlar kimyoviy elementlar ko'p to'plangan joylardan kamroq joylarga suriladi. Bunday diffuziya tufayli quymaning hajmi buyicha kimyoviy tarkibi tekislanadi.

Po'lat 1000-1100°C haroratgacha qizdiriladi, shu haroratda 10-20 soat mobaynida tutib turiladi, sungra 600-650°C gacha sekin sovitiladi (12.10-rasm, 1- egri chiziq). Diffuzion yumshatishda po'lat donachalari o'sadi, bu nuqson mayda donacha hosil bo'lguncha qayta yumshatish (to'la yumshatish) bilan yo'qotiladi. Po'lat yuqori mexanik xossalarga ega bo'ladi.

To'la yumshatishda 12.10-rasm, 2-egri chiziq) donalarni maydalashtirish va ichki kuchlanishlarini yo'qotish maqsadida evtektoidgacha bo'lgan po'latlar, asosan pokovka va quymalarga issiqlayin bosim ostida ishlov berilgandan keyin qo'llaniladi. Bunga po'latni **yuqori kritik nuqta** Ac_3 dan 30-50°C yuqori haroratda qizdirib, sekin sovitish bilan erishiladi. To'la yumshatishda po'latning qattiqligi va mustaxkamligi kamayadi, strukturasi bir muncha yaxshilanadi va plastinkasimon perlit hosil bo'ladi.

Po'lat Ac_3 haroratdan yuqori haroratda qizdirilganda perlit austenitga aylanadi. Bu jarayon quyidagicha ruy beradi: dastlab strukturada austenitning mayda kristallari paydo bo'ladi, ular esa harorat ko'tarilishi bilan o'sadi. Harorat Ac_3 dan (30-50°C ga) ko'tarilganda austenitning hosil bo'lgan kristallari mayda bo'ladi. Keyinchalik Ac_1 dan past haroratgacha sovitilganda ferrit-perlit turdagi bir jinsli mayda zarrali struktura hosil bo'ladi. Bunda bitta austenit donasi (zarrasi) chegarasida bir necha perlit zarralari hosil bo'ladi. Ular o'zlari hosil bo'lgan austenit zarralaridan ancha mayda bo'ladi.

Chala yumshatishda po'lat SK chizig'idan 30-40°C ga yuqoriroq haroratgacha, taxminan 750-760°C gacha qizdiriladi. Asbobsozlik uglerodli po'latlar uchun yumshatish birdan-bir termik ishlov berish usuli hisoblanadi. Bunda donador (zarrali) perlit hosil bo'ladi, natijada po'latning qayta ishlanuvchanligi yaxshilanadi va ichki kuchlanishlar miqdori kamayadi.

Evtektoid va evtektoiddan keyingi po'latlar strukturasi donador perlit olish uchun yumshatiladi. Buning uchun po'lat buyum ma'lum haroratgacha qizdirilib, shu haroratda 3-5 soat tutib turilgach, pech bilan birgalikda sovitiladi.

Izotermik yumshatish (12.10-rasmda, 3-egri chiziq) da austenit ferrit- tsementitli aralashmaga o'zgaras haroratda parchalanadi. Bu bilan u boshqa yumshatish turlaridan farq kiladi. yumshatishning boshqa turlarida bunday parchalanish harorat uzluksiz pasayishi sharoitida sodir bo'ladi. Austenit parchalanib bo'lgach, sovlsh tezligining ahamiyati deyarli qolmaydi, shuning uchun izotermik tutib turishdan keyin sovitish havoda o'tkaziladi. Izotermik yumshatishda konstruksion po'latlar Ac_1 nuqtadan 50-100°C yuqori haroratgacha qizdiriladi.

Izotermik yumshatishda po'lat qizdirish haroratsi tutib turilgach, suyultirilgan tarzda asta-sekin Ac_1 nuqtadan pastroq haroratgacha (680-700°C) sovitiladi. Bu haroratda austenit perlitga to'la aylangunga qadar izotermik ushlab turiladi, so'ngra havoda sovitiladi. O'lchamlari uncha katta bo'lmagan legirlangan po'latdan yasalgan buyumlar izotermik yumshatilganda termik ishlov berish muddati to'la yumshatishga ketadigan vaqtga nisbatan qaraganda 2-3 martaga kamayadi. Yirik o'lchamli buyumlarni izotermik yumshatish orqali, vaqtdan yutishning iloji yo'q, chunki buyum hajmi bo'yicha haroratni tekislash uchun ko'p vaqt kerak bo'ladi. Izotermik yumshatish murakkab legirlangan po'latlarning, masalan, **18X2HRBA** po'lat qattiqligini kamaytirish va kesib ishlov berilishini yaxshilash uchun qo'llaniladi.

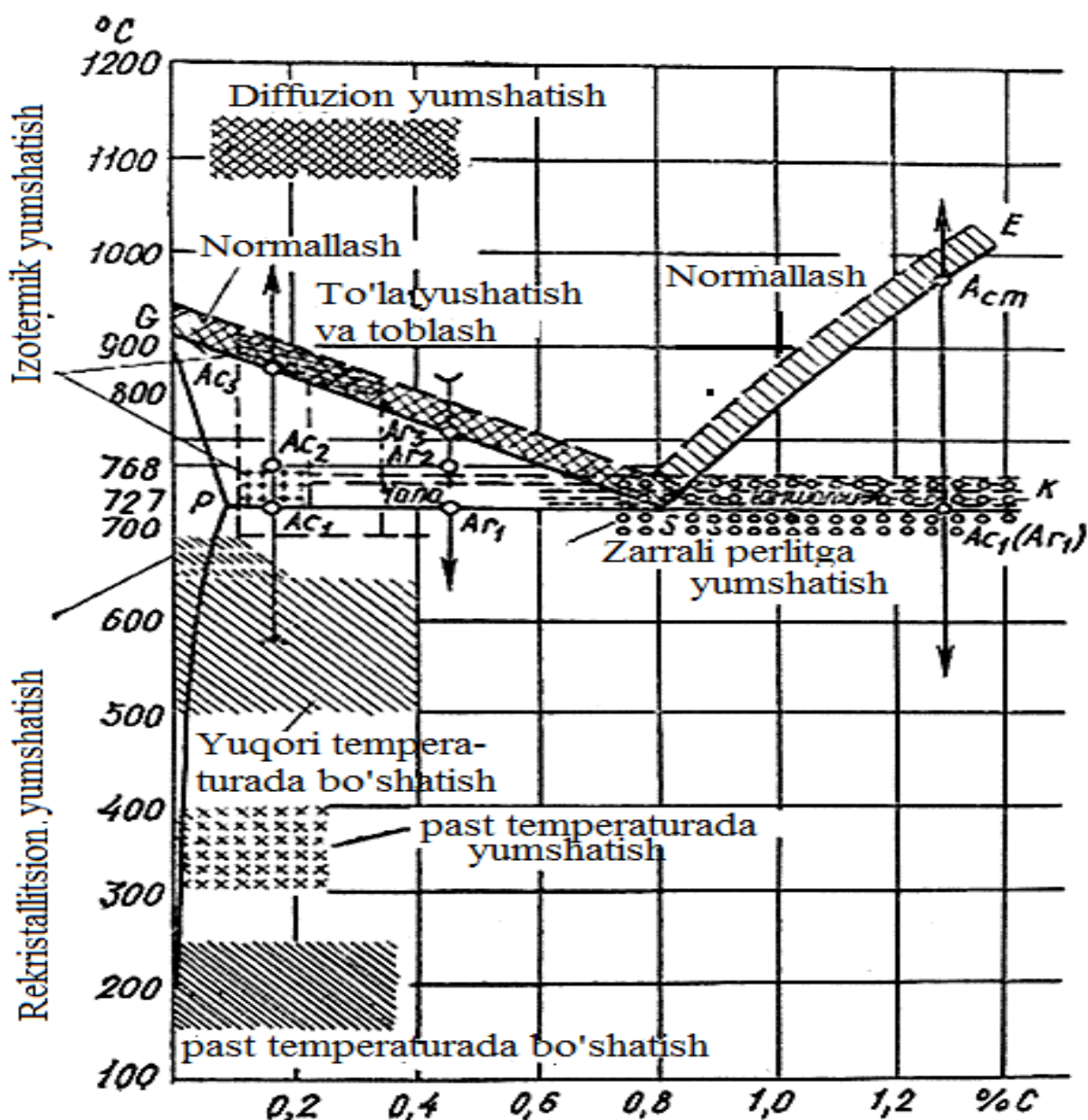
Steroidlovchi yumshatish (12.10-rasm, 5-egri chiziq) natijasida plastinkali perlit donador perlitga aylanadi. Natijada po'lat buyumning kesib ishlov berilishi yaxshilanadi. Donador perlit olish uchun yumshatish quyidagi tartibda bajariladi: po'lat buyum As_1 nuqtadan yuqori haroratga qizdiriladi, so'ngra 700°C gacha, keyin 550-600°C gacha va havoda sovitiladi. Sferoidlovchi yumshatish tarkibida 0,65% dan ko'proq uglerod bo'lgan IIIX15 markali sharik podshipnik po'latlaridan tayyorlangan buyumlarni yumshatishda ishlatiladi.

Rekristallizatsion yumshatish (12.10-rasm, 6-egri chiziq) sovuqlayin prokatlashda, cho'zishda yoki shtamplashda metallning plastik deformatsiyasi tufayli, paydo bo'ladigan qattiqlashishi (naklep) ni yo'qotish uchun qo'llaniladi. Metallning sovuqlayin plastik deformatsiyalash natijasida mustaxkamligining oshishi jarayoniga puxtalash deyiladi. Sovuqlayin metallni prokatlashda, shtamplashda, cho'zishda uning zarralari deformatsiyalanib, maydalanadi. Bu metallning qattiqligini oshiradi, uning plastikligini kamaytirib, mo'rt qilib qo'yadi. Puxtalanishning moxiyati ham shunda.

Rekristallizatsion yumshatishda po'lat Ac_1 nuqtadan past temperaturagacha (650-700°C) qizdiriladi, so'ngra asta-sekin sovitiladi. Metall 650-700°C gacha qizdirilganda (rekristallizatsion yumshatish) atomlarning diffuzion

qo'zg'aluvchanligini oshiradi va qattiq holatda ikkilamchi kristallizatsion jarayonlar (rekristallanish) sodir bo'ladi.

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



12.11- rasm. **Uglerodli po'latni yumshatish, normallash, toblash va bo'shatish uchun qizdirish temperaturalari ko'rsatilgan xolat diagrammasi**

Normallash. Po'latni Ac_3 va Ac_m kritik nuqtalardan 30-50°C haroratgacha ortiqroq qizdirib, ushbu haroratda ushlab turish, hamda havoda sovitishga **normallash** deyiladi. (12.11-rasm) Normallashda ichki kuchlanishlar kamayadi,

po'lat qayta kristallanadi, payvand choklar, quyma va pokovkalarning yirik zarrali strukturasi maydalashadi.

Po'latni normallashtirish yumshatishga qaraganda ancha qisqa termik ishlov berish jarayoni xisoblanadi, shuning uchun u unumdirdir. Shuning uchun uglerodli va kam legirlangan po'latlar ko'pincha yumshatilmay, normallashtiriladi.

Po'latdagi uglerod miqdori ortishi bilan yumshatilgan va normallashtirilgan po'latlar orasidagi farq ortadi. Tarkibida 0,2% gacha uglerod bo'lgan po'latlarni normallashtirish maqsadga muvofiqdir. Tarkibida 0,3-0,4% uglerod bo'lgan po'latlarni normallashtirishga qaraganda qattiqlik ortadi, buni e'tiborga olish zarur. Shuning uchun yumshatishni xar vaqt normallashtirish bilan almashtirib bo'lmaydi.

Toblash. Po'latning qattiqligi, mustahkamligi va elastikligini oshirish uchun termik ishlov turi **toblash** qo'llaniladi. Bu termik ishlov turida po'lat buyum faza o'zgarishlari ro'y beradigan haroratdan yuqori haroratga qizdiriladi va bu haroratda uning strukturasi faza o'zgarishlari to'la sodir bulgunga qadar tutib turiladi va so'ngra tez sovutiladi.

Austenit SE chizig'idan yuqori haroratlarda ustivordir (12.11-rasm). Tez sovutilganda **austenit** parchalanadi. Agar sekin sovutilganda (yumshatishda) perlit hosil bo'lsa, tez sovutilganda austenit mayda donli **ferrit-tsementit** aralashmasi ko'rinishidagi yangi struktura hosil bo'ladi. Sovitish tezligi qancha katta bo'lsa, donlar (zarralar) shuncha mayda bo'lib, uning strukturasi xossalari bo'yicha perlitdan keskin farq qiladi. Strukturaning hosil bo'lishi sovutilish tezligiga bog'liq. Nisbatan sekinroq, masalan havoda sovutilganda austenit sorbit deb ataladigan strukturaga aylanadi. Moyda sovutilganda troostit hosil bo'ladi. Sorbit 600 dan 500°C gacha bo'lgan harorat oralig'ida paydo bo'ladi. Undagi ferrit-tsementit plastinkalari perlit plastinkalaridan maydaroq. Troostit sovitish jarayonining yanada pastroq haroratlarida (500-200°C) hosil bo'ladi. **Troostitning** ferrit-tsementitli plastinkalari sorbitnikidan yanada maydaroq. Troostit sorbitdan qattiqroq. Masalan, qarbitning qattiqligi 250-300 HB bo'lsa, troostitning 350-450 HB ga teng. Ikkala struktura ham mexanik aralashmadan (ferrit bilan tsementit aralashmasi) iborat. Suvda sovutilganda (eng katta sovitish tezligida) uglerodli po'latda austenit 250-200°C haroratgacha saqlanadi, so'ngra birdaniga martensit deb ataladigan yangi strukturaga hosil bo'ladi. Lekin uglerod miqdori yuqori bo'lgan po'latlarda austenit to'la martensitga aylanmaydi. Po'lat buyumning strukturasi **qoldiq austenit** bo'ladi.

Bo'shatish. Bo'shatish termik ishlov berishning yakunlovchi bosqichi bo'lib, toblangan po'latni kritik nuqtadan (A_{s1}) past haroratgacha qizdirish, shu haroratda ushlab turish xamda sekin yoki tez sovitishdan iborat. Bo'shatishdan maqsad po'latdagi kuchlanishni kamaytirish yoki yuqotish, xamda qovushqoqligini oshirib, qattiqligini kamaytirishdan iborat. Bo'shatish uchun po'lat 150-600°C haroratgacha qizdiriladi. Qizdirish haroratiga ko'ra past, o'rtacha va yuqori haroratda bo'shatish turlari bo'ladi.

Past haroratda bo'shatishda toblangan po'lat 150-250°C gacha qizdiriladi. Ma'lum vaqt (1-3 soat) ushbu haroratda tutib turilganda, buyum bo'shatilgan martensit strukturasi oladi. Past haroratda bo'shatilganda toblashda yuzaga kelgan kuchlanishlar yo'qotiladi. Agar po'latda qoldiq austenit anchagina bo'lsa, past haroratda bo'shatilgandan so'ng, qattiqligi 2-3 birlikka ortishi mumkin. Past haroratda **bo'shatish asbobsozlik po'latlari**, yuza qismi toblangandan keyin qo'llaniladi.

Toblangan po'latni o'rtacha haroratda bo'shatish uchun 350-450°C haroratgacha qizdiriladi. Natijada troosit strukturasi hosil bo'ladi. Bunday bo'shatishdan so'ng, buyumlarning elastikligi yaxshi, qovushqoqligi yetarli darajada bo'lishi bilan birga qattiqligi (41-46 HRC) va mustahkamligi nisbatan katta bo'ladi. Shuning uchun prujina va resorlar o'rtacha haroratlarda bo'shatiladi.

Yuqori haroratda bo'shatishda toblangan buyumlar 450-650°C gacha qizdiriladi. Shunday kizdirilib, ma'lum vaqt tutib turilgach, sorbit strukturasi hosil bo'ladi. Normallashtan keyin olingan sorbitdan farqli ravishda yuqori haroratda bo'shatishdan so'ng tsementit donador strukturaga ega bo'ladi. Bu zarbiy qovushqoqlikni keskin oshiradi. Shuning uchun foydalanayotgan paytda zarbiy kuchlar tushadigan mashina detallari yuqori haroratlarda bo'shatiladi.

Po'lat buyum toblab, so'ngara yuqori haroratda bo'shatilsa bunday termik ishlov turi termik yaxshilash deb ataladi. **Bo'shatish** harorati qancha yuqori bo'lsa, buyumning zarbiy qovushqoqlik shuncha yuqori bo'ladi. Lekin ba'zi konstruksion po'latlarda zarbiy qovushqoqlikning kamayishi ham kuzatiladi. Bu kamchilik bo'shatish mo'rtligi deyiladi. Bu xodisa po'lat buyumlarni bo'shatishda sovitish tezligiga bog'liq bo'lib, martensitning sorbitda notekis aylanishi bilan tushuntiriladi.

Quyma bimetall kompozitsiyalarni termik ishlash. Metall va qotishmalardan yasalgan turli turdagi asboblarga termik ishlov berishda, ularni ma'lum haroratga qizdirib, metall asosda to'liq faza o'zgarishlari ro'y bergunga qadar shu haroratda tutib turib, sovutish tezligi turlicha bo'lgan muhitlarda (moy, suv, tuz, qum, havo

va b) sovutish orqali asbob struktura va xossalarini zarur tomonga o'zgartirish oqibatida ularni ishlash muddatlarini oshirishdan iborat. Buyumga ko'rsatilgan termik ta'sirlar natijasida olingan ijobiy samara issiqlik ta'siri to'xtatilgandan keyin ham saqlanib qolishi zarur. Ko'pchilik asbob (shtamp, matritsa, kesgich, filer, parma va b) larni tayyorlashda texnologik jarayon shunday quriladiki, asboblarning yuqori kuchlanish ta'sirida ishlaydigan ishchi qismlarida qoldiq ichki siquvchi kuchlanishlar miqdorini oshirish orqali, ularning yeyilishbardoshligi, mustahkamligi va boshqa xossalarini oshiriladi.

Quyma bimetall kompozitsiyalarni **termik ishlov** berish orqali, ularning ishlash muddatlarini oshirish qaratilgan ilmiy tadqiqot ishlari deyarli ko'p emas. Mavjud texnologik rejimlar ham asbobsozlik materiallariga beriladigan standart rejimlardan farq qilmaydi. Quyma bimetall kompozitsiyalarni termik ishlov berish rejimlarini ishlab chiqishda, ularni bir nechta turli materiallardan iborat ekanligiga e'tibor berilishi lozim. Buni hisobga olmaslik turli materiallardan tuzilgan kompozitsiyalarning potensial imkoniyatlarini ochishga hamda termik ishlov natijasida zarur samaraga erish mumkin emas..

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- 1. S.D. Nurmurodov, A.X. Rasulov, A.A. Allanazarov. Mashinasozlik materiallari. - Toshkent.: 2020**
- 2. Nurmurodov S.D., Rasulov A.X., Baxodirov Q.G‘. Materialshunoslik va konstruksion materiallar texnologiyasi. Darslik. - Toshkent, «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2015**
- 3. Nurmurodov S.D., Ziyamuxamedova U.A. Metallar texnologiyasi. Darslik-Toshkent, 2017**
- 4. Ziyamuxamedova U.A., Nurmurodov S.D., Rasulov A.X. Metallshunoslik. Darslik. - Toshkent, «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2018**
- 5. Norxudjaev F.R. Materialshunoslik. Darslik. - Toshkent.: Fan va texnologiyalar. 2014**