

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

**QO‘QON DAVLAT PEDAGOGIKA INSTITUTI
MAGISTRATURA BO‘LIMI FIZIKA VA ASTRANOMIYA Yo‘NALISHI**

ILMIY DESERTATSIYA MAVZUSI

**Mavzu: Kompozit materiallarning tashqi muhit ta’sirida mexanik
xossalarning o‘zgarishini o‘rganish.**

**Bajardi: “Fizika va astronomiya” yo‘nalishi 2-
kurs**

Talabasi: Umurqulov Qayumjon.

Ilmiy rahbar: f.-m.f.n katta o‘qituvchi. Bozorov. N.

Qo‘qon - 2019.

MUNDARIJA

Kirish.....	3
I-bob. Kompozit materiallarning tuzilishi va strukturasi.....	9
1.1. Kompozit materiallar tuzilishi.....	9
1.2. Kompozit materiallar turlari.....	15
1.3. Kompozit materiallar uchun to'ldiruvchilar.....	33
II – bob. Eksperiment o'tkazishning bazi bir metodik masalalari.....	40
2.1 Kristallarning buzilish mexanizmi haqida bazi bir malumotlar.....	40
2.2 Nuqsonlarning adezion kontaktga ta'siri.....	53
III-bob. Eksperiment natijalari.....	60
Xulosa.....	62
Foydalanilgan adabiyotlar.....	63
Ilovalar.....	65

Kirish.

Mamlakatimizda o'sib kelayotgan yosh avlod ta'lim tarbiyasiga yetuk ixtisoslik va kasb-xunar egalashlari "Kadrlar tayyorlash milliy dasturi va "Ta'lim to'g'risida" gi qonun ijrosi doirasida ta'lim tizimi tubdan islox qilinib, yangicha yashash, yangicha fikirlash yo'lida samarali yutuqlarga erishilmoqda .

Qattiq jismlar xalq xo'jaligida , qurilishda keng qo'llaniladi. Chunki har qanday qurilishning asosini qattiq jismlar va buyumlari tashkil qiladi. Binolar va qurilmalarning iqtisodiy jihatdan afzalligi faqatgina Qurilish materiallarining sifatiga bog'liq bo'lib qolmay, ularni to'g'ri tanlab olish, to'g'ri ishlatilishiga ham bog'liq. Qattiq jismlarning issiqlik ta'sirida fizik xossalarini o'zgarishini o'rganish bu sohada asosiy masalalardan hisoblanadi. Har qanday qurilishni to'g'ri loyihalash, qurish va to'g'ri ishlatish uchun qattiq jismlarning fizik xossalarini bilish kerak. Bunday bilimlar asosida qurilishda ishlatiladigan ashyolar va buyumlarning asosiy xossalarini, ularning ishlab chiqarish usullarini iqtisodiy jihatdan afzalliklarini o'rganish dolzarb masaladir. Qattiq jismlar va undam yasaladigan buyumlarga sarf bo'ladigan xarajatlar qurilish-montaj ishlarining umumiy qiymatining yarmidan ko'prog'ini tashkil qiladi. Shuning uchun, qurilish materiallari va buyumlarini to'g'ri va ratsional ishlatish xalq xo'jaligida asosiy iqtisodiy zahiralardan biri hisoblanadi. Qattiq jismlar ishlab-chiqarish sanoati yirik tarmoqlardan biri bo'lib, o'z navbatida bir necha tarmoqlardan iborat. Ular bir-biridan xossalari, ishlab chiqarish usullari va uskunalari bilan farq qiladi. Misol uchun: sement ishlab chiqarish sanoati, metall ishlab chiqarish sanoati, yog'ochni qayta ishlash sanoati va h.k. Qattiq jismlar juda qadim vaqtlardan ma'lum bo'lib, o'ziga xos tarixga ega.

Masalan: qadim zamonlardan beri eng ko'p ishlatiladigan ashyolardan biri gil tuproq bo'lib xisoblanadi. Kishilar gil tuproqdan har-xil shaklli buyumlar tayorlab, ularning mustahkamligini oshirish uchun quritish va pishitish usullarini qo'llaganlar. Sopol ashyolar qadimdan ma'lum bo'lish bilan birga, chidamliligi bilan ham boshqa ashyolardan farq qiladi. Masalan, bundan bir necha ming yil

oldin sopol g'ishtdan qurilgan qadimgi me'morchilik yodgorliklari bizning davrimizgacha yetib kelgan.

Bog'lovchi materiallar (kompozit) ham bundan ming yillar avval ishlata boshlangan. O'rta Osiyoda ham qattiq jismlarga bo'lgan ehtiyoj katta bo'lib, bunga sabab qadim zamonlarda qurilgan ko'plab madrasalar, maschitlar, minoralar, qasrlar va boshqa xashamatli inshootlarning barpo etilishidir.

Misol tariqasida bu o'rinda Buxoro, Samarqand, Xiva shaharlaridagi butun jahonga mashhur tarixiy yodgorliklarni olish mumkin. Kurilish qorishmalari esa, asosan gips, ohak, ganch, gil ishlatilgan. XVIII-XIX asrlarda asosiy qurilish materiallardan biri yog'och hisoblanagan. U zilzilaga bardosh bera oladigan qurilmalar sifatida binolarning sinchlarida ishlatilgan. Yog'ochdan o'ymakorlik yo'li bilan naqsh solib tayyorlanagan eshiklar, ustunlar, bino peshtoqlari hozirgi zamon me'morchiligida ham ajoyib sharq me'morchiligi namunalarni namoyish qilib turadi. 1928-40 yillarga kelib qurulish materiallari ishlab chiqarish ancha rivojlangan edi. Bu davrlarda bog'lovchi ashyolar g'isht, shisha buyumlar, ruberoid, asbestosement va boshqa buyumlar ishlab chiqaradigan o'nlab yangi korxonalar qurildi. Keyingi yillirda qurulish materiallari sanoatining rivojlanishida juda katta sifat o'zgarishlari bo'ldi. Qurilish bazasi ilimiy asosda qayta qurollandi. Qurilish mexanizmlari yangi texnikaviy asosda rivojlanmoqda. Hozirgi zamonda qurulish materiallari va buyumlari ishlab chiqarishni rivojlantirishning biri – qurilishni qisqa muddatlarda olib borish imkoniyatini beradigan qurilmalarning sifatini oshiradigan va tan narxini kamaytiradigan effektiv ashyolar va buyumlar ishlab chiqarishni rivojlantirishdir.

Yurtimiz taraqqiyotining asosiy yo'nalishlarda tubdan yangi texnika, materiallar va ilg'or texnologik protsesslarni yaratish va ularni ishlab chiqarishga joriy qilish asosida fan-texnika taraqqiyotini yanada jadallashtirishni ta'minlash qayd etilgan. Belgilangan maqsadga mofiq metall mahsulotlarining sifatini va assortimentini yaxshilash, yangi konstruktsion materiallar, metall kukunlari asosida tayyorlanadigan qoplama va buyumlar ishlab chiqarishni ko'paytirish, talab etilgan xossalar kompleksiga ega bo'lgan yangi polimer va kompozitsion

materiallar ishlab chiqarishni rivojlantirish, kam chiqindi chiqadigan, chiqindi chiqmaydigan va kam operatsiyali texnologik protsesslarni keng qo'llash, metall va materiallarning xossalari keskin yaxshilashni taminlaydigan, ishlov berishning yuqori samarali usullaridan foydalanish hamda boshqa qator tadbirlarni amalga oshirish mumkin. Fan-texnika taraqqiyotini jadallashtirishning bu muhim yo'nalishlaridan ba'zilar ushbu ilmiy desertatsiya ishda o'z aksini topgan. Hozirgi zamon mashinasozligi mamlakatimizda ishlab chiqarilayotgan metallarning asosiy iste'molchisi hisoblanadi. Stanoksozlikda, avtomobil va aviatsiya sanoatida, elektronika va radiotexnikada metallardan juda ko'p mashina va pribor detallari tayyorlanadi. Texnikada ishlatiladigan metallar asosan ikki gruppaga – qora va rangli metallarga bo'linadi. Qora metallarga temir va uning birikmalari (cho'yan, po'lat, ferroqotishmalar) kiradi. Qolgan metallar va ularning qotishmalari rangli metallar gruppasini tashkil qiladi.

Hozirga qadar asosiy mashinasozlik materiallari hisoblangan temir va uning qotishmalari metallar ichida alohida ahamiyat kasb etadi. Dunyo miqqiyosida ishlab chiqariladigan metallarning 90% ini temir va uning qotishmalari tashkil qiladi. Bu qora metallar muhim fizik va mexanik xossalarga ega bo'lganligi, shuningdek temir rudalari tabiatga keng tarqalganligi, cho'yan va po'lat ishlab chiqarish esa arzon va murakkabmasligi bilan tushuntiriladi. Qora metallar bilan bir qatorda rangli metallar ham texnikada muhim ahamiyatga ega. Bu ularning qora metallarda uchramaydigan o'ziga xos muhim qator fizik-kimyoviy xossalari bilan tushuntiriladi. Mamlakatimiz mustaqillika erishgan yillar ichida sintetik materiallar-plastmassalar ishlab chiqarish tez rivojlandi. Bunday materiallar uzellarining xizmat muddatini oshirish, konstruktsiya massasini kamaytirish, kamyob rangli metallar va qotishmalarni tejab ishlatish, ishlov berish tannarxini hamda mehnat sarfini kamaytirish imkonini beradi. Materiallarni ratsional tanlash va ularga ishlov berishning texnologik protsesslarini takomillashtirish konstruktsiyalarning ishonchliligini ta'minlaydi, tannarxini kamaytiradi va mehnat unumdorligini oshiradi.

Mavzuning dolzarbligi: Hozirgi kunlarda kompozitsion materiallar juda ko'p sohalarda ishlatilmoqda , ularsiz hayotimizni tasavvur qilib bo'lmaydi. Tabiiyki bu materiallar ham ishlatish jarayonida uning juda ko'p xossalari o'zgartiradi, natijada o'zining ish faoliyatini susayishiga ya'ni buzulishiga olib keladi. Bunday yeyilishlarning, buzilishlarning ya'ni xossalarning o'zgarish sabablarini bilish uchun materiallarning tashqi ta'sirlarga chidamliligini o'rganish zarur.

Shu bilan bir qatorda materiallarning vaznini kamaytirish, mustahkamligini o'rnatish hamda ularning tejash maqsadida , kompozit materiallardan foydalanish borgan sari ortib bormoqda.

Ma'lumki, kompozit materiallarning turi ko'p, va ular ko'p sohalarda keng qo'llaniladi ularning mustahkamligi , yengilligi termik va himoyaviy chidamliligi, yuqori izolyatsion xarakteristikalar, ayniqsa, texnologik va ekspluatatsion xossalari yaxshiligi ulardan zarur materiallar sifatida foydalanishni taqozo etadi.

Kompozit materiallar (ikki yoki bir nechta materiallar)dan iborat bo'lib, ular tabiiy va sun'iy turlarga ajratiladi. Kompozit materiallar asosida yaratilgan jihozlarning muhim afzalliklari turli muhitlarda korroziyaga chidamliligi, texnologiya bobida yengilligi va mustahkamligi, ishlanganda shovqinning kamligidir. Kompozit materialni ishlab chiqish muntazam ko'payib, ulardan foydalanish sohalari kengayib bormoqda. Kompozit materiallarning xossalari ularning to'ldiruvchi va matritsaning tarkibi va miqdoriga bog'liq. Bu to'ldiruvchi material miqdorini o'zgartirib, turli-tuman, hatto, oldindan belgilangan xossalari materiallar olish mumkin. Materialning tashqi ta'sirga chidamliligi, yuqori haroratda ham ishlay oladigan qurilmalarni yasashga imkon beradi.

Tabiiy kompozit material sifatida tog' jinslari (granit) ni olish mumkin granit asosan uch komponentlardan iborat bo'lib ular yuqori elastiklik modulli kvars, polevoy shpat va kichik modulli slyudadan iborat. Bugungi kunda bu materiallar qurilish sohasida ko'p qo'llaniladi. Ma'lumki, hozirgi kunda O'zbekiston Respublikasiga bu materiallarni aksariyati boshqa davlatlardan xarid

qiladi. Hozirgi kunda ushbu mahalliy tabiiy materialni eng sifatlilarini o'zimizda ishlab chiqarish va tayyorlashni yo'lga qo'yish o'ta muhim **dolzarb masala** bo'lib, natijada xorijdan keltirilayotgan hom ashyoga ehtiyoj qolmaydi va chetga chiqib ketayotgan valyuta tejab qolinadi.

Tadqiqot ob'ekti va predmeti

Ushbu magistrlik dissertatsiya obekti tog'-jinslaridan tayyorlangan namunalar va sement maxsulotlari hissoblanadi. Mazkur magistrlik dissertatsiya ishining predmeti sifatida granit namunalarining bazilari asos qilib olingan.

Tadqiqot maqsadi va vazifalari

Magistrlik ishining maqsadi bu tabiiy kompozit materiallarning mustahkamligini va tashqi ta'sirlarga chidamliligini o'rganish. Mazkur magistrlik dissertatsiyasida bajariladigan ishlarning asosiy vazifalari quyidagilardan iboratdir:

1. Kompozit materiallarning mustahkamligini tajriba yuli bilan aniqlash.
2. Kompozit materiallarning yopishqoqligini tajriba yuli bilan aniqlash.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi

Dissertatsiya ishining ilmiy yangiligi quyidagi aniq natijalarda ko'rinadi:

1. Kompozit materiallarning mustahkamligini tajriba yo'li bilan aniqlandi.
2. Kompozit materiallarning yopishqoqligini tajriba yo'li bilan aniqlandi.

Bugungi kunda texnika va texnologiyaning rivojlanishi materiallarni qurulishda, texnika va boshqa sohalarda ishlatish, undan samarali foydalanish va ularning xossalariga bo'lgan talablarni kuchaytirdi. Shuni xisobga olgan holda zamonaviy kompazitsion materiallar yaratish usullari komponentlarning xossalaridan kelib chiqib mustahkam, chidamli kompozitsion materiallar ishlab chiqarish bugungi kundagi ishlab chiqaruvchilar va injenerlar oldiga qo'yilayotgan asosiy vazifalardan biridir. Muammoning yechimi esa uzoq muddat o'zining ishchi xolatini saqlab tura oladigan, tashqi defarmatsiya, ichki energiya yig'ilishlariga bardosh bera oladigan kompozitsion materiallar tayyorlashdan iborat. Metall va uning qotishmalarini maxsus xossalarini bera oladigan metalmas kukun va kalta tolali materiallardan tashkil topgan kompozitsion materiallar asosida ishlab

chiqarilayotgan maxsulotlar tannarxining kamayishi va mustaxkamligini sezilarli ravishda oshganligi soxani to'laqonli o'rganishga va tadqiqotlar olib borilishiga sabab bo'lmoqda.

I bob. Kompozit materiallarning tuzilishi va strukturasi.

§1.1 Kompozit materiallar tuzilishi.

Bugun dunyo yangi texnika va texnologiya taraqqiyotiga qadam qo'ydi. Fan texnikani rivojlanishi natijasida metallurgiyada ham katta o'zgarishlar bo'lmoqda. Metall o'rniga yangi turdagi maxsulotlar ishlab chiqarilmoqda. Masalan: eng yaxshi po'lat yoki alyuminiy qotishmalari bilan tenglasha oladigan material – bu kompozit yoki kompozitsion materiallardir. Ensiklopedik materiallarga ko'ra "Kompozitning" ma'nosi quyidagicha berilgan: "Berilgan yo'nalishi bo'yicha mustahkamlovchisi bo'lgan metall yoki metallmas materiallar. Zamonaviy kompozitsion materiallardan biri – temirbeton". Ma'lumki, temir-beton olishda, po'lat armatura atrofida betonni qotiriladi. Natijada o'ziga xos monolit xosil bo'lib, beton asosan siquvchi kuchga, armatura chizuvchi kuchga ishlaydi.

Bundan ko'rinib turibdiki, kompozit materiallarni ishlab chiqish, asos va mustahkamlovchining yaxshi xususiyatlarini qo'llashga mo'ljallangandir.

Bunga misol tariqasida shisha plastinkani olishimiz mumkin. Unda shisha ipni polimer smolasiga botiriladi. Bu material yonmaydi, o'tda qizdirilganda ham mustahkamligini saqlaydi, suv shimmaydi, korroziyaga chidamlidir. Bundan tashqari, mustahkamlovchi – shisha ipi, ko'p tarqalgan organik va noorganik tolalar orasida keng qollanilishi bo'yicha oldingi o'rinda turadi. Asosi polimer bog'lovchi bo'lgan kompozitlar xozircha keng tarqalgan. Bu materiallar 200 °C temperauragacha bo'lgan muxitda ishlay oladi. Kompozitsion materiallarning ba'zi turlari, masalan: uglerod bog'lovchisi uglerod tolali kompozitlar 2500 °C gacha temperaturaga bardosh beradi. Bog'lovchi turiga qarab kompozitlar uch xil bo'ladi: polimerli, metal va keramikali. Metall kompozitlarning turiga asosan alyuminiy yoki magniy bo'lgan materiallar kirib, mustahkamlovchi sifatida uglerodli, borli va boshqa tolalar qo'llaniladi. Tibbiyot sanoatida plastmassadan ko'plab asboblari, maxsus idishlar ishlab chikariladi. Jarroxlikda plastmassadan tayyorlangan yurak klapanlari, qo'l oyoq protezlari, ko'z soqqasi va boshqalar ishlatiladi. Kompozitsion materiallar turli xossalarga ega bo'lgan komponentlar aralashmasidan olinadigan sun'iy materiallardir. Komponentlardan biri matritsa

(asos) bo'lsa, boshqasi mustahkamlovchi (tola, zarrachalar) hisoblanadi. Matritsa sifatida polimer, metall, keramika va uglerodli materiallar ishlatiladi. Mustahkamlovchi vazifasini shisha, bor, uglerod tolalari organik tola, ipsimon kristallar (karbidlar, boridlar, nitridlar va hokazolar) ning tolalari hamda mustahkamligi va bikrligi yuqori bo'lgan metall simlar uynaydi. Kompozitsiyani to'zishda uni tashkil etuvchilarning individual xossalardan samarali foydalaniladi. Kompozitsion materiallarning xossalari komponentlar tarkibi, ularning miqdori va ular orasidagi aloqalarning mustahkamligiga bogliq. Komponentlarning xajmiy miqdorini o'zgartirib, ishlatilishiga qarab, kerakli mustahkamlik, otashga chidamliligi, elastiklik moduliga ega bo'lgan material yoki zarur maxsus xossalarga (masalan, magnit va boshqa xossalari) ega bo'lgan kompozitsiya olish mumkin. Kompozitsion materiallardagi mustahkamlovchining hajmi 20-80% ni tashkil etadi. Matritsaning xossalari siqilish va siljishda kompozitsion materialning mustahkamligini belgilaydi. Mustahkamlovchining xossalari kompozitsion materialning mustahkamligi va bikrligini belgilaydi.

Kompozitsion materiallarning mustahkamligi bikrligi, otashga va issikda chidamliligi yuqori Masalan, karbovoloknitlar uchun $\sigma_v = 650-1700$ MPa, borvoloknitlar uchun esa $\sigma_v = 900-1750$ MPa ga teng. Kompozitsion materiallarning zichligi $1,35 - 4,8 \text{ g/sm}^3$ tashkil etadi. Kompozitsion materiallar mashinasozlikning ko'pgina sohalari uchun juda istiqbolli materiallar hisoblanadi. Kompozitsion materiallardan foydalanish kator hollarda detallar tayyorlashning yangi usullarini yaratish hamda mashina detallarini va o'zellarini konstruksiyalash printsipini o'zgartirishni talab qiladi.

Kompozitsion materiallar o'zaro uncha ta'sirlashmaydigan, kimyoviy jihatdan har xil bo'lmagan komponent (aralashma) larning hajmiy birikishidan hosil bo'ladigan va komponentlar bir-biridan aniq chegara bilan ajralib turadigan materiallar. Har qaysi komponentning eng yaxshi xossalari (mustahkamligi, yeyilishga chidamliligi va boshqalar.)ni o'zida mujassamlashtirganligi uchun Kompozitsion materiallar ularning hech biriga xos bo'lmagan ko'rsatkichlar bilan

ifodalanadi. Odatda, Kompozitsion materiallar plastik (metall yoki nemetall — anorganik yoki organik) asos yoki matritsa hamda qo'shilmalar: metall kukunlari, tolalar, ipsimon kristallar, yupka payraha, gazlama va boshqalardan iborat bo'ladi. Kompozitsion materiallar turlari: tolali (tolalar yoki ipsimon kristallar bilan mustahkamlangan); dispersion-zichlangan (dispers zarralar bilan mustahkamlangan) va qatlamli (turli xil materiallarni presslab yoki prokatlab olingan).

Kompozitsion materiallar tayyorlashning muhim texnologik usullari: armaturalovchi (mustahkamlovchi) tolalarga matritsa materiali shimdirish; mustahkamlagich va matritsa lentalariga press-qolipda shakl berish; komponentlarni sovuqlayin presslab, keyin qovushtirish; mustahkamlagichga matritsani purkab, keyin qisish; komponentlarning ko'p qatlamli lentalarini diffuziya usulida payvandlash; armaturalovchi elementlarni matritsa bilan birga prokatlash va ho kazolar.

Kompozitsion bilan aviatsiya, kosmonavtika, raketsozlik, avtomobil sanoati, mashinasozlik, kon-ruda sanoati, qurilish, kimyo sanoati, to'qimachilik, qishloq xo'jaligi, uy-ro'zg'or texnikasi, radiotexnika, energetika, quvur ichida va boshqa tarmoqlarda qo'llaniladi.

Plastik materiallar yoki plastmassalar — sintetik yoki tabiiy yuqori molekulali birikmalar asosidagi organik materiallardir. Ular isitish va bosim natijasida o'z shaklini o'zgartirish va sovutilgandan keyin berilgan shaklni saqlab qolish qobiliyatiga ega.

Plastmassalar, plastik massalar, plastiklar — tabiiy yoki sintetik yuqori molekulali birikmalar asosida olinadigan materiallar. Issiqdik yoki bosim ta'sirida qoliplanadi va qoliplangan shaklini mustahkam saqlaydi. Plastmassalardan yasalgan mahsulotlar yengilligi, elektr tokini, issiqsovuqni o'tkazmasligi, atmosfera ta'sirlariga chidamliligi, yemiruvchi muhitga, haroratning keskin o'zgarishiga bardoshliligi, mexanik mustahkamligi yuqoriligi va murakkab shaklli buyumlar yasash mumkinligi bilan boshqa materiallardan ajralib turadi.

Plastmassalar polimerlarning turiga ko'ra, termoplastlar va reaktoplastlarga bo'linadi. Termoplastlar tarkibida chiziqsimon yuqori molekulali birikmalar yoki sopolimerlar (poliyetilen, polistirol, polivinilxlorid va boshqalar.) bor. Chiziqsimon polimerlar asosiga qurilgan Plastmassalar tarkibida plastifikatorlar, bo'yagichlar ham bo'ladi. Plastifikatorlar yuqori turiga Plastmassalarning plastikliligini oshiradi va qoliplangan mahsulotni qayishqoq hamda sovuqqa chidamli qiladi. Termoplastlar sovuqqa chidamsiz, 60—100° dan yuqori temperaturalarda mustahkamligini tez yo'qotadi. Lekin ko'pchilik termoplastlar zarbga chidamliligi, dielektrik tavsiflarining yuqoriligi, optik shaffofligi, ulardan murakkab shaklli buyumlar qoliplash osonligi bilan reaktoplastlardan farq qiladi. Termoplastlar o'rtacha kuch va 60—100° temperaturalarda ishlaydigan (umumiy maqsadlarga mo'ljallangan) asbob qismlari (etrollar, viniplast, polistirol), shuningdek, elektr va radiotexnika buyumlari (polistirol, poliyetilen, polipropilen, ftoroplast) tayyorlashda qo'llaniladi. Termoplastlardan ishlangan buyumlar kimyoviy ta'sirlarga o'ta chidamli (fotoplastlar, polistirol, poliyetilen, vinilplast), yiyilmaydigan (poliamidlar, poliyetilente-reftalat), optik shaffof (polimetil - metakrilat, polistirol) bo'ladi.

Reaktoplastlar tarkibida isitilganda yoki katalizatorlar (fenolformaldegid va karbamid smolalar) hamda qotirgichlar (epoksid smolalari, polisiloksanlar, to'yinmagan poliyefirlar) ta'sirida to'rsimon tuzilishga ega bo'lgan polimerlar hosil qilib qotadigan polimerlar bo'ladi. Reaktoplastlardan tayyorlangan buyumlar qotganidan keyin issiqlik ta'sirida buzilmagunicha o'zining shishasimon holatini saqlaydi. Reaktoplastlarning tarkibida to'ldirgichlar, chiziqsimon polimerlar: qotish jarayonini rostlagichlar, bo'yagichlar, termostabilizator, antiseptiklar bo'ladi. Reaktoplastlar to'ldirgichlar turiga ko'ra, kukunli (yog'och uni, asbest kukuni, kvars uni va ha kazolar), tolali (ip-gazlama, azbest tolasi, shisha tolasi), listli (qog'oz, ip-gazlama, shisha to'qimasi, yogoch shpon) xillarga bo'linadi. Qotirilgan Plastmassadan tayyorlangan buyumlar 100—350°da kuchning uzoq, muddatli ta'siriga bardosh beradi (polimer va to'ldirgich turiga qarab). Reaktoplastlar yuqori kuchda ishlaydigan, issiqqa uzoq chidaydigan, keskin

atmosfera ta'siriga bardosh beradigan va yaxshi dielektrik xossali bo'lgan mahsulotlar ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

Tabiiy smolalar (kanifol, shellak, bitum va boshqalar) asosida olinadigan Plastmassa qadimdan ma'lum. Sun'iy polimer — nitrotsellyuloza (sellyuloza nitrati)dan tayyorlangan eng dastlabki Plastmassa selluloid bo'lib, u 1872 yillarda AQSh da ishlab chiqarila boshlagan. 1906—10 yillarda Rossiya va Germaniya tajriba sanoatida 1-reaktoplastlar — fenol-formaldegid smolalar asosida olinadigan materiallar ishlab chiqarishda yo'lga qo'yildi. 1930-yillarda sobiq SSSR, AQSh, Germaniya va boshqa sanoati rivojlangan mamlakatlarda termoplastlar, polivinilxlorid, polimetilmetakrilat, poliamid, polistirollar i.ch.i tashkil etildi. Lekin Plastmassa sanoati 2-jahon urushidan keyingina rivojlandi, 1950-yillarida ko'pchilik mamlakatlarda polietilen plastmassa ko'plab ishlab chiqarila boshladi. O'zbekistonda 10 ga yaqin korxona plasmassani qayta ishlaydi. Shulardan Toshkent plastmassa zavodi, Ohangaron qurilish buyumlari zavodi, Jizzax plastmassa ishlab chiqarish zavodi ixtisoslashgan korxonalardir.

Qurilishda plastmassa pollarga qoplashda va boshqa pardoiz ishlarida, binolarni germetiklash, gidro va termoizo-lyasiyalash, quvurlar, sanitariya-texnika uskunalari ishlab chiqarishda, deraza, eshik, sayyohlar uyhasi, yozlik pavilonlar tayyorlashda kullaniladi. Mashinasozlik materiallari ichida Plastmassalar yetakchi o'rinni egallaydi. Plastmassalar mahsulotlar tannarxini arzonlashtiradi, mashinalarning muhim texnik iqtisodiy parametrlari, massasi kamayadi, puxtaligi, ishonchliligi va ha kazolar oshadi. Plastmassalardan tishli g'ildiraklar, podshipniklar, roliklar, stanok yo'naltirgichlari, quvurlar, boltlar, gaykalar va boshqalar ishlab chiqariladi. Plastmassaning aviatsiyasozlikda keng qo'llanilishiga sabab ularning yengilligi va texnik xossalarini o'zgartirish imkoniyatiga egaligidir. Raketa va kosmik kemalar ishlab chiqarishda ham Plastmassa muhim ahamiyat kasb etdi. Reaktoplastlardan foydalanib reaktiv dvigatellar, samolyotlarning kuch agregatlari, raketa korpuslari, g'ildiraklar, shassi ustunlari, vertolyotlarning parraklari, issiqlik saqlash elementlari, osma yonilg'i baklari tayyorlanadi.

Termoplastlar oyna elementlari, antenna suyurmaları va ha kazolar ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

Plastmassa kemasozlikda kemalarning korpusi va korpusli konstruksiyalar (asosan, shishaplastlar), kema mexanizmlarining detallarini tayyorlashda, kema xonalarini pardozlash, ularni issiq, tovush va gidroizolyasiyalashda ishlatiladi. Avtomobilsozlikda plastmassadan avtomobil kabinalari, kuzovlari va ularning yirik gabaritli qismlari, dvigatel, transmissiya shassi detallari tayyorlanadi. Qishloq xo'jaligida plastmassa sug'orish inshootlari qurishda, urug'larni dorilash va mahsulotlarini saqlashda ishlatiladi.

1.2 Kompozit materiallar turlari.

Kompozitsion materiallar an'anaviy konstruktsion materiallarga nisbatan alohida xossalarga ega bu narsa ijobiy xususiyatli materiallarni va konstruktsiyalarni yaratishga olib keldi.

Kompozitsion materiallar (k.m.) ikki va undan ortiq tashkil etuvchilardan komponentlardan tuzilgan murakkab material bo'lib, har xil usullar bilan bog'langn va o'ziga xos xossalari bor.

Birinchi kompozitsion material frantsuz bog'boni J.Mone 1867-yilda patentlangan (hovli gul tuvaklari, sim va sementdan yasalgan).

Samolyot konstruksiyasida oyna plastik "stekloplastik" poliefir materiali oyna tolasi bilan sinchlangan ("armirovan") kompozitsion material 1942-yilda qo'llanilgan.

Kompozitsion materiallar mashinasozlik apparati konstruktsiyalariga qo'yilgan quydagi talablarga javob beradi:

- yengil bo'lishligi;
- maksimal mustahkamlik va bikrlilik;
- ishlash davrida maksimal ishlash resursi.

Shular uchun kompozitsion materiallar samolyotsozlikda ko'p qo'llanilgan.

CCCP ning "Ruslan" samolyotida 5,5 tonna og'irlikdagi konstruksion kompozitsion materiallardan yasalgan va 15 tonna og'irlik iqtisod qilingan.

Hozirgi zamon transport samolyotlari konstruksiyalarning 15-20 %; harbiy samolyotlarning 25-30 %; harbiy vertalyotlarning 45-55 %; strategic raketalarining 75-80 % kompozitsion materiallardan yasalgan.

Kompozitsion materiallarga quydagi xususiyatlar yig'indisi xos:

- a) Komponentlarning tarkibi, formasi va taqsimlanishi oldindan aniqlangan
- b) Ikki va undan ortiq kimyoviy har xil materiallardan tarkib topgan va birlari bilan ajralib turadilar;
- c) Kompozitsion materiallarning xossalari har bir tashkil etuvchining xossalari bilan aniqlanadi;
- d) Kompozitsion materiallarning xossalari, tashkil etuvchilarning xossalaridan farq qiladi;
- e) Kompozitsion material makromasshtab miqyosida birtanli, mikromasshtabda bir tanli emas;
- f) Bu material tabiatda uchramaydi va odamzotning ixtirosidir.

16-modul. Kompozitsion materiallar.

Reja:

1. Kompozitsion materiallar haqida umumiy ma'lumotlar.
2. Ularni olish, tarkibi, tuzilishi, xossasi va ishlatilish sohasi.

Kompozitsion materiallar an'anaviy konstruktsion materiallarga nisbatan alohida xossalarga ega. Bu narsa ijobiy xususiyatli materiallarni va konstruktsiyalarni yaratishga olib keldi.

Kompozitsion materiallar (k.m.) ikki va undan ortiq tashkil etuvchilardan komponentlardan tuzilgan murakkab material bo'lib, har xil usullar bilan bog'langan va o'ziga xos xossalari bor.

Birinchi kompozitsion material frantsuz bog'boni J.Mone 1867 yilda patentlangan (hovli gul tuvaklari, sim va sementdan yasalgan).

Samolyot konstruktsiyasida oynaplastik "stekloplastik" poliefir materiali oyna tolasi bilan sinchlangan ("armirovan") kompozitsion material 1942 yilda qo'llanilgan.

Kompozitsion materiallar mashinasozlik apparati konstruktsiyalariga qo'yilgan quyidagi talablarga javob beradi:

- yengil bo'lishligi;
- maksimal mustahkamlik va bikirlik;
- ishlash davrida maksimal ishlash resursi.

Shular uchun kompozitsion materiallar samolyotsozlikda ko'p qo'llanilgan.

CCCP ning "Ruslan" samolyotida 5,5 t. og'irlikdagi konstruktsion kompozitsion materiallardan yasalgan va 15 t. og'irlik iqtisod qilingan.

Hozirgi zamon transport samolyotlari konstruktsiyalarining 15-20%; harbiy samolyotlarning 25-30%; harbiy vertolyotlarning 45-55%; strategik raketalarining

75-80% kompozitsion materiallardan yasalgan.

Kompozitsion materiallarga quyidagi xususiyatlar yig'indisi xos:

- a) Komponentlarning tarkibi, formasi va taqsimlanishi oldindan aniqlangan;

b) Ikki va undan ortiq kimyoviy har xil materiallardan tarkib topgan va birbirlari bilan 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 bir tanli emas;

e) Bu material tabiyatda uchramaydi va odamzodning ixtirosidir.

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 (1-matritsa). 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 – 3 belgilaydi.

1-rasm Kompozitsion materiallarning tuzilishi

SHartli belgilar: 1- matritsa (bog'lovchi material); 2- armatura (mustahkamlovchi) element; 3- ajralish yuzasi.

Kompozitsion materiallarni sinflarga ajratishda matritsa yoki armatura va qo'shimchalarning turiga, mikrotuzilish xususiyatlari 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, charchab buzilishga qarshiligini, tashqi agressiv muhitga qarshiligini ifodalaydi.

Sinchlovchi yoki puxtalovchilar matritsa bo'ylab bir tekisda joylashadi.

Bular yuqori puxtalikka, qattqlikka, elastiklik moduliga ega. Bu ko'rsatkichlar

matritsa ko'rsatkichlarinikidan ancha yuqori.

“To'ldirgichlar” puxtalikni oshirib qolmay, kompozitsion materialning boshqa xossalariga ham ta'sir qiladi.

To'ldirgichlarning geometriyasiga qarab, ularni matritsada joylashishiga qarab, kompozitsion materiallar quyidagicha klassifikatsiya qilinadi.

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.

To'ldirgichlarning joylashish sxemasiga qarab kompozitsion materiallar uch guruhga bo'linadi:

1. To'ldirgichlarni bir o'qda-chizig'iy joylashishi bilan to'ldirgichlar tola, ip, intevid shaklidagi kristallar formasiga bo'lib, matritsada bir - biriga parallel bo'ladi;
2. Ikki o'qli-yuzali: bularda sinchlovli to'ldirgichlar tola formasida, intevid kristallarning matolari formasida, 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.

2-rasm

Kompozitsion materiallarni makrotuzilishi bo'yicha farqlanish sxemasi

SHartli belgilar:

Tuldiruvchi 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 borlari;
3. Tarkibida metall emas elementli, uglerodli, borli va h.k. li komponent borli;
4. Komponentlari organik moddalar birlashmasidan (epoksidli, poliefirli, fenolli va h.k. smolalar) tashkil topgan.

Kompozitsion materiallar hozirgi zamon konstruktsion materiallarga nisbatan ancha yuqori nisbiy bikirlikka (E/r) va nisbiy puxtalikka ($\square_v/p$) ega.

3-rasm Nisbiy puxtalik va nisbiy egiluvchanlik moduli:

1 – alyuminiy uchun; po'lat va titan; 3 – oyna plastik; 4 – berilliy va boshqa materiallar uchun

Kompozitsion materialning elastiklik modulini xohlagan tomonga ko'tarish mumkin, o'sha tomonga sinchlovli qo'yib.

Kompozitsion materiallarning ishonchliligi ham yuqori. Oddiy qotishmalarda darz ketish va uning o'sishi ishlash vaqtida tez ketadi. Kompozitsion

materialda darz ketish matritsadan boshlanadi. U o'sa olmaydi, chunki yo'lda puxtalovchi to'ldirgichga borib taqaladi.

Nol-o'lchamli to'ldirgichli kompozitsion materiallar

Bu tipdagi kompozitsion materiallarda matritsa asosan metaldan va qotishmadan iborat. Metall asosidagi kompozitsiyalar bir tekis puxtalanadi, dispers

zarrachalar bilan. 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 etaplari:

1. Matritsa metali va puxtalovchini kukunlarini aralashmasini olish (maxsus usullar bilan kukunlar olinadi. So'ngra maxsus mashinalarda aralashtiriladi).

Боропластиклар

Углепластиклар

2. Po'lat matritsalarida kukunni presslash va ixcham zagatovkaga aylantirish.

So'ngra uni termik ishlash - "spekonie" Presslash, deformatsiyalash va termik

ishlash davrida mahsulot optimal, turg'un dislokatsion strukturaga ega bo'ladi.

Bunday materiallarda hamma kuchni matritsa o'ziga oladi. Dispers zarrachalar esa plastik deformatsiyani rivojlanishiga tusqinlik qiladi. Bunda dispers zarrachalar ham 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. Qarshilik ortadi zarrachalar orasidagi masofa kichiklashishi bilan

$$\square = Gb / l;$$

bu Orovan formulasi,

G- matritsa materiali siljish ("sdvig") moduli;

b-atomlar orasidagi masofa;

l-puxtalovchi zarrachalari orasidagi masofa.

Sinchlovchi to'ldiruvchilar sifatida ko'pincha qiyin eriydigan oksidlarning, nitridlarning, boridlarning, karbidlarning dispers zarrachalari (Al

2O₃; ThO

2

; HfO₂

;

BN; SiC; WC; TiC) xizmat qiladi. Bu qiyin eriydigan birlashmalar yuqori elastiklik moduliga ega; zichligi past; matritsa materialiga nisbatan inert. Masalan,

ThO₂

; Al

2O₃

larning elastik moduli $380,5 \cdot 10$

3

va $146,12 \cdot 10$

3

Mpa ga teng, zichligi

1,0 va 3,97 g/sm

3.

Alyuminiy matritsali kompozitsion materiallar (nol-o'lchamli)

Mashinasozlikda, alyuminiy asosidagi Al₂O₃

bilan puxtalangan

kompozitsion materiallar o'rin olgan. Bular kukun metallurgiyasi usulida alyuminiy upasini-kukunini presslab termik ishlab olinadi (SAP). Upa zarrachasi "cheshuyka" formasida bo'lib, qalinligi=1mk.m. Zarrachalar yuzasidagi oksid plenka qalinligi $t=0,01-0,1$ mkm. SAP-pishirilgan alyumin kukuni ("spechyonnaya alyuminevaya pudra"). Tarkibi: Al₂O₃

(6-22%); va alyumin.Ikkalasi ham kukun

holatda. SAS – bu pishirilgan alyumin qotishmasi ("spechyonnaya alyuminevaya

splav"). Kimyoviy tarkibi: SAP ga Fe, Ni, Cr, Mn, Cu, lar qo'shiladi, ya'ni shular bilan legirlanadi.

SAP ning 20

0

S dagi mexanik xossalari.

Marka Al_2O_3

;

% hajmi

$\square_v$

, MPa $\square_{0,2}$

MPa $\square$

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 $\pm$ 5)

0

S va 180

0

S da 124 soat ichida eskirishdan so'ng. Bu sharoitda D20 ning
mexanik xossalari SAP dan yuqori.

SAP ning ilg'orligi-yaxshi tomonlari 300

0

S dan yuqorida bilinadi, namoyon

bo'ladi. Bu haroratda alyuminiy qotishmalari o'z puxtaliklarini yo'qotadi.

Dispersli-mustahkamlangan qotishma uz xossalarini 0,8 T erish haroratigacha
ushlab tura oladi, chunki puxtalangan zarrachalarning termodinamik
turg'unligi

katta. Kislorod alyuminiyda erimaydi. Al

2O3

ning zarrachalari o'zaro ta'sir

qila olmaydilar, chunki oradagi alyuminiy matritsa bunga yo'l qo'ymaydi. 500

0

S da

deformatsiyalanadigan qotishma D19 va D20 larning mustahkamligi σ_v

=1-5 MPa

ni tashkil qiladi. SA-1 niki σ_v

=80 Mpa; SAP-2 niki σ_v

=90 Mpa; SAP-3 niki

σ_v

=120 Mpa.

SAP larning fizik xossalari (elektr o'tkazish, issiqlik o'tkazish, termik kengayish koefitsienti) Al

2O3

ning miqdoriga bog'liq. Al

2O3

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 qirqiladi; argon yoy va kontakt usullarida

qoniqarli payvandlanadi.

SAP lardan yarimfabrikatlar chiqariladi: listlar, profillar, trubalar, folga.

SAP dan yasalgan detallar 300..500

0

S da benalol ishlayveradi: kompressor,

trubina, ventilyator lopatkalari, porshen shtoklari. Issiq va kuch ostida ishlaydigan detallar usti SAP listlari bilan qoplanadi.

Nikel matritsali kompozitsion materiallar (nol-o'lchamli)

Bunday kompozitsion materialning puxtalovchi komponentlari zaharli toriy

dioksidi (ThO_2) yoki gafniy dioksidi (HfO_2) zarrachalaridir. Bu materiallar VDU-1 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 mikroqattqlikni 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 ham o'lchamlariga, formasiga va qurilishiga bog'liq. Matritsaning bu dipolari bosim ostida va termik ishlash davrida hosil bo'ladi.

VDU-1, VDU-2, VDU-3 larning issiqqa bardoshligi oddiy haroratda nikel asosidagi issiqbardosh po'latlarnikidan past. Lekin, harorat ko'tarilishi bilan VDUlarning issiqqa bardoshligi (shu haroratdagi mustahkamligi) shu harorat uchun nikel asosidagi issiqqa bardosh po'latlarning mustahkamligidan katta bo'adi.

VDU-1, VDU-2 plastik, shuning uchun har xil harakatda har xil 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 truba, chivik, list, sim, falga sifatida chiqariladi. Bular asosan aviatsiya dvigatellari uchun ishlatiladi: lopatkalar, alanga stabilizatori, yonish kamerasi.

Bir-o'lchamli to'ldirgichli kompozitsion materiallar

Bu tipdagi kompozitsion materiallarda puxtalovchi komponent sifatida bir o'lchamli elementlar ipsimon kristall, tola (sim) formasida ishlatiladi. Tolalar va

boshqa sinchlovchi elementlar matritsa vositasida bir bo'lak qilib maxkamlanadi qotiriladi. 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 bikirligi, matritsa bilan tola orasidagi bog'liqlik mustahkamligi ta'bir 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 takozo 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: ϵ

$$k = \frac{m}{l} = \frac{F}{\Delta l}$$

Bu holda kompozitsiya puxtaligi l_{kom} tolalarning hajmiga qarab o'zgaradi:

Rasm 4 Tolali material mustahkamligining to'ldirgich miqdoriga qarab o'zgarishi

Holi, tolalarning hajmi V_{tol} bo'lganda kuchni tolalar qabul qilib uziladi va kuchni faqat matritsa qabul qiladi. Hajm V_{tol} oshgach ($V_{tol} > V_{tol0}$) kuchni tola oladi va uning puxtaligi kompozitsiya puxtaligini aniqlaydi.

Kompozitsiya puxtaligi matritsa va tola puxtaliklarining yig'indisiga teng

$$\epsilon_{v.kom.} = \epsilon_{v.tola} + \epsilon_{v.matritsa}$$

Shu kabi elastik moduli ham. $E_{kom} = E_{tola} \frac{m_{tol}}{m_{tol} + m_{matritsa}}$

Kompozitsiyaning puxtaligi $l_{kom} = 0,8-0,9$ 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 matritsadagi kritik hajmi, quyidagicha aniqlanadi:

$$\sigma_{kr} = (\sigma_{t,mat}) \cdot (\sigma_{t,mat})$$

Kompozitsion materiallarning tola yo'nalishi bo'yicha berilgan kuch ta'siri ostida deformatsiyasi uch bosqichda o'tadi.

Rasm 15. Cho'zish diagrammasi:

1 – tola; 2 – matritsa; 3 – bir tomonga yo'nalgan tolali kompozitlar uchun

Birinchi (I) bosqichda elastik deformatsiya bo'ladi. Bu tolaga ham, matritsaga ham tegishli.

Ikkinchi (II) bosqichda matritsa elastik-plastik holatga o'tadi, tolalar esa elastik deformatsiyalanadi. Bu holda elastik moduli:

$$E_{kom} = E_{tola} \cdot (d \cdot d_{mat}) \cdot E_{mat}$$

bu yerda: $d = d_{mat}$, matritsaning deformatsion puxtalanishi.

Uchinchi (III) bosqichda kompozitsiya puxtaligi keskin pasayadi, chunki murt tolalar uziladi va matritsa buziladi.

Tolali kompozitlar anizotrop material hisoblanadi. Mexanik xossalari tolalarning kuch yo'nalishiga qarab joylashishiga bog'liq.

Rasm 6

Bir tomonga yo'nalgan tolali kompozit mustahkamligining tola yo'nalish burchagiga qarab o'zgarishi:

1- matritsa; 2- tola

Bu kamchilikni tola materialini to'g'ri tanlab va hajmiy sinch tolalarini, detallarini shunday tanlash kerakki, kuch tola bo'yicha ta'sir qilsin.

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 vao'tda puxtalash uchun austenit, austenit-martensit, martensit klassidagi po'latdan olingan tola-simlar ishlatilmoqda.

Austenit klassidagi (X18N9, X18N10T) po'latlarni 92% ga qisib, kiryalab ("volochenie") sim olinadi. Bunda puxtalik birdaniga ortib, plastiklik anchag ini

pasayadi. Turg'un emas austenitning matrensitga aylanishini tezlashtirish uchun

zagatovka sovuq (minus) haroratgacha sovitiladi - bunga sovuqlayin ishlash ("obrabotka xolodam") deyiladi.

Martensit strukturali simning puxtaligi austenit strukturaliknikidan 40-50% yuqori.

Martensit klassidagi po'latlar 30X13; N17N2; 13X14N3FA dan, ularni 950-10000 S da toblab (suvda yoki yogda), bo'shatib yuqori puxtalikdagi simlar olinadi.

Masalan, 30X13 ning puxtaligi 2000 Mpa ga yetadi.

Austenit va martensit klassidagi po'latlardan yasalgan sim 380-4000S da puxtaligini yo'qotadi.

Austenit-martenit klassidagi 20X15N5AM3 po'lat puxtaligini 480-5000S da ham ushlab turadi. Sovuq holda kiryalash (80%) bilan uning puxtaligini ancha oshirish mumkin: 3200 Mpa.

Puxtalanish simning diametriga bog'liq: diametr kichiklashishi bilan puxtalanish ortadi.

Volfram va molibden olingan simlar. Volfram va molibdendan hamda ularning qotishmalaridan olingan simlar, asosan kukun metallurgiyasi usulida olinadi. Oxirida kiryalanadi. Volfram simlarini olishda qo'shimcha sifatida oksidlar ThO_2 ; SiO_2 ; La_2O_3 lar ishlatiladi. Bu volfram simini mustahkamligini yetarli darajada ushlab turadi.

Oldin diametri 2,75 mm bo'lgan shtabiklar olinadi: po'lat formada, bosim

$R=4-6$ ts/sm²da, gidroresslarda, 30000S haroratda termik ishlab -pishirib (“spekanie”). Kiryalash: 10000S da boshlanib, asta pasaytirib, oxirgi davrda 400-6000S ga tushirib. Bir necha bor yumshatiladi: birinchisi 8000S da, qolganlari 600-7500S 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, OS Puxtalik, MPa Uzoq muddatli puxtalik, 100 soat. MPa

Oquvchanlik chegarasi, $6 \cdot 10^{-5}$ VA 900 1320 630 760W+qo’shimcha-”prisadka”

100011001130-480350630470SiO₂va Al1200 740 330 380

VT-15 900 - - -W+1000 1200 660 8302% ThO₂

1100 1090 440 6001200 850 410 520BP-20 900 2670 1170 1950

W+1000 2140 1060 130020% Re 1100 1990 420 6901200 1390 240 350

VR-20 ning puxtaligi, uzoq muddali puxtaligi 11000S gacha ancha yuqori.

VT-15 esa 12000

S da ham uzoq muddatli puxtaligini saqlagan.

Molibden, volfram, tantaldan yasalgan simlar o’z mustahkamliklarini 1200-15000

S da saqlab turadilar. Molibdenli simlar ham shu yo’sinda olinadi. Molibden

volframga nisbatan ancha plastik. Past haroratda ishlanadi, volframga nisbatan (100-2000S) past haroratda. 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 to’g’ri keladi.

Berilliyli simlar. Berilliyning zichligi kam: $\rho = 4860$ kg/m³

mustahkamlikka va Yung elastik moduliga ega. Bular berilliyning nisbiy

xarakteristikalarini.Berilliy simi 400-4800S da kiryalanadi. Bu haroratda berilliy plastikligi juda yuqori bo’ladi va kam uglerodli po’lat plastikligiga yaqin keladi. Birilliy metall qobiq’i ichida kiryalanadi, masalan, nikel qobiq’ida. Kiryalab bo’lgandan so’ng, qobiq eritib olib tashlanadi (“travit”) . So’ng sim yuzasi elektro-kimyoviy sayqallanadi. Metall qobiq sifatida matritsa materiali ham ishlatiladi. Bu holda elektro-kimyoviy eritish va saykallash operatsiyalari bulmaydi. Diametri 1,8 mm bo’lgan berilliy simi $\sigma_{0.2} = 129$ MPa, $E=320 \cdot 10^3$

MPa ga

ega. Qattiq deformatsiyalangan berilliy tolasi yuqori rekristallanish haroratiga ega: 7000S. Kamchiligi: past plastikligi ($\epsilon=1-2\%$) va zaharliligi.

Berilliy simi kupincha matritsasi alyuminiy, magniy yoki titandan bo'lgan kompozitlarni puxtalash uchun ishlatiladi.

Uglerodli tolalar. Bular poliakripnitrilli gidrotsellyulozali toladan yoki neftli smola asosida olingan tolalardan olingan. Uglerodli tolalarni olish texnologiyasi organik dastlabki tolalarni issiq taʼsirida parchalanishiga asoslangan. Qizdirish boshqariladigan atmosferada olib boriladi.

Uglerodli tolalarni ishlab chiqarish quyidagi operatsiyalardan iborat:

1. Oksidlash;
2. Karbonizatsiyalash;
3. Grafitlash.

Tolalar 200-3000S da olib boriladi. Karbonizatsiya 9000S dan yuqorida vodorod muhitida o'tadi. Unga o'tga turg'unlik xossasi beriladi 25000S dan yuqorida uglerod tolasi hosil bo'ladi.

Ishlash vakuumda yoki inert gaz (azot, argon, geliy) muhitida olib boriladi.

Uglerod tolasi xossalariga yakunlovchi harorat katta taʼsir qiladi. Grafitlash haroratini o'zgartirib, tola xossalarini boshqarish mumkin:

Rasm 7. Uglerodli tolalar xossalariga grafitizatsiya qilish haroratini taʼsiri

Uglerodli tolalar strukturasi lentasimon kondensirovkalash uglerod qatlamlari tizimidan iborat. Bu geksogonal strukturali, nomi mikrofibrillalar. Bir xil yunaltirilgan mikrofibrillar gruppasi fibrillalarni tashkil qiladi. Bunda mikrofibrillar bir-birlaridan tor tirkishlar bilan ajralib turadi.

Rasm 8. Uglerodli tolalar qurilishini sxemasi:

a - umumiy ko'rinish; b – fibrillarning uzunasiga

kesimi; v – mikrofibrillani ko'ndalang kesimi; lava lc –mikrofibrillani ko'ndalang o'lchamlari Fibrillalarning o'zaro joylanishi, ularni "orientatsiya" darajasi dastlabki xom-ashyoga bog'liq: tolaning cho'zilish 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.

Rasm 9. Poliakrilnitrildan (1) va viskozadan (2) olingan uglerodli tolalarning vaqtincha qarshiligi va egiluvchanlik moduli orasidagi bog'liqlik

Uglerodli tolalar puxtaligiga nuqsonlar ancha taʼsir qiladi: g'ovaklik, darz ketish.

Mexanik xossalariga qarab 2 xil bo'ladi:

1. Yuqori puxtalikdagi tola: $E=2500-3200 \text{ MPa}$ ($E=(180-220)10^3 \text{ Mpa}$).

2. Yuqori modulli tola: $E=1400-2200 \text{ Mpa}$ ($E=(350-550)10^3 \text{ Mpa}$).

Korxonalar uglerodli tolalarni buralgan yoki buralmagan arqon formasida chiqaradi. Arqondagi tolalar soni: 1000-160 000 tola diametri $d=7 \text{ mkm}$.

Kamchiliklari:

1. Havoda oksidlanishiga moyilligi;
2. Metall-matritsa bilan kimyoviy aktivligi;
3. Polimer-matritsa bilan adgeziya pastligi.

Yuqoridagi 2 kamchilikni yo'qotish uchun tolaga metall va keramika qoplama beriladi.

Bor tolasi. Diametri $d=12 \text{ mkm}$ bo'lgan, tozalangan va dastlab 1100-12000S

gacha qizdirilgan volfram simiga gaz fazodan ($\text{Bcl}_2 + \text{H}_2$) bor utirishi bilan bor tolasi olinadi. Natijada, o'rtasi volfram boridi(WB; W2B5; WB4) hosil bo'ladi:

diametri 15-17 mkm. 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 kisilgan, atrofi chuzilgan bo'ladi-bu kuchlanishga va darz ketishga olib keladi.

Bor tolalari bebaho xossalarga ega: kam zichlik ($\rho=2600 \text{ kg/m}^3$)

darajadagi yuqori mustahkamlik ($E=3500 \text{ MPa}$). Yung moduli 420 000 MPa da va erish harorati 23000S. Bor tolasi havoda 4000S da tez oksidlanadi. 5000S dan yuqorida matritsa-alyuminiy bilan reaksiyaga kirishadi. Buni yo'qotish va issiqbardoshligini oshirish uchun tola yuzasi kremniy karbidi bilan 3-5 mkm

kalindligida qoplanadi. Buni nomi-borsiq. Yuqori haroratda borsiqning puxtaligi bor tolasinikidan yuqori.

Rasm 10. 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 tolalari. Olish texnologiyasi bor tolalari olish texnologiyasidan farqi yo'q.

Asos uglerod bo'lgan (o'rtasi) kremniy karbid tolalari arzon. Lekin, yuza nuqsonlariga injik, puxtaligi kamroq.

Metall matritsali yuqori haroratda ishlaydigan kompozitlarni sinchlashda qo'llaniladi.

Shisha tolalar. Eritilgan 1200-14000S da 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 barabanga o'raladi, uzunligi 20 km gacha. Tolaning

ko'ndalang kesim yuzasi kvadrat, to'g'ri to'rtburchak, dumoloq, uchburchak va oltiburchak formada bo'ladi. Bu zich joylashishni va yuqori puxtalikni ta'minlaydi.

Shisha tolasining asosi-bu kremniy dioksididir (SiO_2). Shisha hosil qiluvchi tabiatiga qarab silikatli (SiO_2), alyumosilikatli ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$), alyumobosilikatli ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$) bo'ladi.

Yuqori puxtalikdagi S-shisha tarkibi: 65% SiO_2 ; 25% Al_2O_3 ; 10% MgO uy haroratida $4,5 \cdot 10^3 \text{MPa}$ mustahkamlikka ega. Egiluvchanligi $87 \cdot 10^3 \text{Pa}$. Shisha tolalarining diametri ortishi bilan uning puxtaligi kamayadi.

Rasm 11. Ishqorli (1), ishqorsiz (2) alyumoborosilikatli (3) oynalar

mustahkamligini uning diametrigiga bog'liqlik grafigi. Ingichka tolada mikrodarzarlar va govaklar kam bo'ladi. Lekin, juda ingichkalari tezrok uziladi (ishlash va ishlatishda). Shuning uchun o'rtacha 5 -15 mkm olinadi.

Shisha tolalari arkon, ip, lenta, to'qima, matolar ko'rinishida kompozitlarni sinchlash uchun ishlatiladi.

Ipsimon kristallar (muylovlar). Karbidlar va kremniy nitridlari alyuminiy

oksidi va nitridlari va boshqa qiyin eriydigan birikmalarning ipsimon kristallari gaz

fazasidan transport reaksiyasi, piroliz reaksiyasi bilan chuktirib (“Osajdenie”) olinadi.

Rasm 12. Par – suyuqlik – kristall mexanizmi bo’yicha kremniy kristallarini o’sish sxemasi:

1 – par; 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 3lik faza: temir-uglerod-kremniy qo’llaniladi. Yostiqcha (“podlojka”) sifatida-grafit. Jarayon 1250-13500S da o’tadi.

Kremniy kristalligi diametri mikronning ulushidan bir necha 10 mikrongacha bo’ladi. Uzunligi 60-80 mkm.

Mo’ylovlar, ipsimon kristallarning strukturali mukammallashgan va puxtalik xossalari nazariy xossalarga yaqin.

Grafit mo’ylovlari nisbiy puxtalik va bikirlik bo’yicha yuqori ko’rsatkichga ega. Lekin metall matritsada yuqori haroratda 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 faktorlarga 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 (“sovmeshat”);

5. Jarayonni iktisodiy tejamkorligi.

Kompozitsion materiallarni olish usullari tolalarni eritma bilan to'yintirish sharoitlariga qarab bo'linadi:

1. Normal bosimda;
2. Vakuum sharoitida;
3. Bosim ostida;
4. Vakuumda to'yintirish va bosim ostida quyish elementlari birgalikda.

Kompozitsion materiallarning xossalari shunday detallarda to'la namoyon bo'ladiki, qaysilarda tolalar uzluksiz joylashgan bo'lsa. Yana iloji boricha kompozitsion materialni olish va detalni yasash bir jarayonda olib borilsa, juda maqsadga muvofiq bo'ladi.

Alyuminiy matritsa kompozitsion materiallarKompozitsion materiallarni matritsasi sifatida texnikaviy alyuminiy va uning qotishmalari ishlatiladi: Amts, Amg, 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.

Po'lat simlar bilan sinchlangan kompozitsion material prokatlanadi.

Prokatka rejimi harorat, deformatsiya yo'nalishi va darajasi bilan aniqlanadi.

Prokatlash harorati po'latning puxtaligini yo'qotish (“razuprochnenie”) harorati bilan aniqlanadi. Masalan, 08X18N9T va 12X18N10T po'latlari uchun prokatlash

harorati=380-4000S, (bu po'latlarning puxtaligini yo'qotish harorati=4000S). Shu 15X15N4AM3 va EP322 po'latlari uchun prokatlash harorati=420-4500S

(puxtalikni yo'qotish $t_0=4500C$)/ Deformatsiya yo'nalishi prokatlashda sinchlar yo'nalishiga qiyaroq qilib olinadi; prokatlash davrida tolalar uzilib ketmasligi uchun.

Korxonalarda kompozit KAS-1 ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgan. Bunda

puxtalovchi-sinch 1X15N4AM3 po'latidan yasalgan sim (diametri $d=0,15$ mm).

Matritsa AV yoki SAP-1. Po'lat sim bilan sinchlangan alyuminiy matritsali kompozitlarning

mexanikaviy xossalari.

Sinchlash natijasida kompozitsiyaning puxtaligi 10-12 marta oshadi:

to'ldirgich-simining hajmi 25% ni tashkil qiladi. Agar sinchlar hajmi 40% yetkazilsa, σ_v

=1700 Mpa ga teng bo'ladi.

Po'lat sim bilan sinchlangan (25-40%) alyuminiy matritsali kompozitning mexanikaviy xossalari titan qotishmalari xossalariga tenglashadi.

Bu kompozitni sovuqlayin deformatsiyalab, toblab va eskirtirib, uni mexanik xossalarini yanada oshirish mumkin. (Agar alyuminiy termik ishlanadigan bo'lsa). Yuqori haroratda ishlaydigan detallar uchun matritsa sifatida SAP ni olish maqsadga muvofik.

SAP-1 ni po'lat sim(X19N9) bilan (15%) sinchlanishi, uni puxtaligini 250

0

S

da 2,3 marta, 350

0

S da 3,9 marta; 500

0

S da 5,6 marta oshiradi.

Alyuminiy-bor tolasi tizimidagi kompozitlar yanada puxta va bikir, 400 -500

0

S da ham bemalol ishlayveradi. Chunki, bor harorat taʼsirida puxtaligini kamaytirmaydi.

Alyuminiy bor (Al-B) tizimida kompozitlarga misol: VKA-1. Bor

miqdorining ortishi bilan kompozitsiyaning puxtaligi va bikirligi ortadi. VKA -1 da

50% bor mavjud.

Agar alyuminiy borsik tolalari bilan sinchlansa, kompozitsiya puxtaligi

500

0

S da 600 MPa ni tashkil etadi. Agar borsiq hajmi 65% bo'lsa, puxtalik 1600 Mpa ga yetadi va uzoq vaqt (1000 soat) saklanib turadi; 300-500 0

S da xam.

Alyuminiy matritsa uglerod tolasi bilan puxtalangan kompozit ancha arzon, lekin mexanik xossalari pastroq.

Agar titan bilan sinchlansa, kompozitning egiluvchanlik moduli va ishlash harorati ko'tariladi.

Nikel matritsali kompozitsion materiallar

Ko'proq issiqbardosh nikel qotishmalari sinchlanadi; ishlash vaqtini va haroratini ko'tarish maqsadida (1100-1200 0

S). Puxtalovchilar: Al_2O_3

ning ipsimon

kristallari (muylovlari), 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 xarakteristikasi: 9% Al_2O_3

bo'lsa, σ_v

=1800-2100 MPa , nisbiy

puxtalik=22-25 km.

Issiqbardosh nikel qotishmalarini volfram bilan sinchlangan kompozitlari ko'proq tarqalgan. Plastik deformatsiya usuli bilan olinadi: prokatlash, portlatib payvandlash.

Vakuumda issiq holda presslanadi: bir kavat 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 0

S da ishlaydi.

Bunday kompozitlarning vakili VKN-1. Matritsa: quyma issiqqa bardosh qotishma

JS6K, sinchlovchi: volfram simi VA, $d=0,5$ mm.

1.3 Kompozit materiallar uchun to'ldiruvchilar.

Konstruksion maqsadda kompozit materiallar tayyorlash uchun to'ldirishni asosiy maqsadi kuchaygan polimer material olishdan iborat. Ya'ni fizika-mexanik xossalarini kompleks tarzda yaxshilangan material olish. Bunga erishish uchun tolasimon sinchlovchi to'ldiruvchilar yoki ingichka dispersli to'ldiruvchilar, qirqilgan shisha tolalar, ingichka metall tolalar va boshqalar kiritiladi.

Maxsus xossaga ega kompozit materiallar yaratishda to'ldiruvchini odatda materialga mexanik emas, balki boshqa, masalan elektrofizik xususiyat baxsh etadigan qilib kiritiladi.

Dastlabki o'tkazuvchan polimer materiallar olishda grafit yoki texnik uglerod

bilan to'ldirilgan fenolformaldegid va bir qator rezistorlar uchun ishlatiladigan

termoreaktiv smolalar asosidagi kompozitlardan foydalanilgan.

Bulardan keyin texnik uglerod bilan to'ldirilgan dastlab tabiiy, so'ng sun'iy kauchuk asosli o'tkazuvchan elastomerlar yuzaga keldi. Hozirgi kunda polimer materialga maxsus elektrofizik xossani berish uchun turli tuman tabiatga ega tolali yoki dispersli to'ldiruvchilardan foydalaniladi.

Dispers to'ldiruvchilar. Materialga maxsus elektrofizik xususiyat berish

uchun foydalaniladigan dispers to'ldiruvchilarga qora qurum, grafit, metallar kukuni, ipsimon uchun qirqilgan tola va boshqalar kiritiladi. Magnit kompozit materiallar uchun ferritlar, segnetoelektrik kompozit materiallar uchun segnetoelektriklar kukuni (masalan, bariy titanati) kiritiladi. Hozirgi kunda ko'plab foydalanlayotgan yana bir dispers to'ldiruvchilar guruhiga dispers zarralar shaklidagi polimerlar kiradi.

Metallar kukuni. Polimerga metallar (Cu, Al, Ni, Zn, Au, Ag) kukuni kiritilganda yetarlicha yuqori elektr o'tkazuvchanlikka faqat ularning yuqori konsentratsiyalaridagina erishish mumkin. Chunki, zarralar sirti ko'p hollarda oksid

parda bilan qoplanadi va zarralararo zaryad tashishga qarshilik ko'rsatadi. Undan tashqari polimer zichligidan metall zichligi ko'p marta ortiq bo'lgani uchun kompozitni salmoqli darajada og'irlashtiradi. Bular hammasi shunga olib keladiki, bunday tur to'ldiruvchilar faqat alohida hollardagina qo'llanadi. Masalan, kompozit materiallarga magnit xossani berishda, elektronika sanoatida, detallarni kovsharlashda qochish uchun qo'llaniladigan elektr o'tkazuvchan kleylar tayyorlashda va hokazo.

Bunday kleylar tayyorlashda o'tkazuvchanlikni yetarli darajadagi qiymatiga erishishi uchun kumush kolloidning ancha yuqori konsentratsiyali (massasi 70% gacha) qilib tayyorlanadi, bu esa bunday kleylar qo'llanish sohasini cheklaydi. Aralashtirishni maxsus usullaridan foydalanish yoki metall zarralarini odatdagidan tashqari formasini (tangasimon, bargsimon, tarmoqlashgan va hokazo) qo'llash, ularda ma'lum darajadagi o'tkazuvchanlikni ta'minlaydigan konsentratsiyasini pasaytirishga olib keladi. Metall turiga, uning kimyoviy tozaligiga, formasiga va o'lchamiga qarab kukunlar narxi aniqlanadi.

Kompozitsion materiallar uchun to'ldiruvchilarning bazilari quyida berilgan.

Karbovoloknitlar (ugleplastlar)- polimer matritsa va uglerodli tolalar ko'rinishidagi mustahkamlovchidan iborat kompozitsiyadir. Polimer matritsa sifatida poliimidlar, epoksid va feiol-formaldegid smolalardan foydalaniladi. Polimidlar asosdagi KMU-2 va KMU-2L karbovoloknitlar 300°C temperaturagacha ishlatilishi mumkin. Ular suv va ximiyaviy ta'sirlarga chidamli. Karboshishavoloknitlar tarkibida kumir tolalari bilan birga shisha tolalari ham bo'ladi, u esa materialni arzonlashtiradi. Karbovoloknitlar ximiya, kemasozlik va

aviatsiya sanoatida ishlatiladi. Oddiy polimer karbovoloknitlarga inert yoki qaytarish atmosferasida ishlov berilsa, grafitlashtirilgan karbovoloknitlar yoki uglerod matritsali karbovoloknitlar hosil bo'ladi. Masalan, KUP-VM tipidagi uglerodli matritsali karbovoloknitning mustahkamligi va zarbiy qovushoqligi maxsus grafitlarnikidan 5-10 marta ortiq. Inert atmosferada qizdirilganda 2200°C gacha u mustahkamligini yo'qotmaydi. Uglerod matritsali karbovoloknitlar ximiyaviy apparatlar tayyorlashda ko'pishlatiladi.

Borvoloknitlar - polimer bog'lovchi, mahkamlovchi, bor tolalaridan iborat kompozitsiyadir. Borvoloknitlar olish uchun modifikatsiyalangan epoksid va poliimid bog'lovchilar ishlatiladi. Borvoloknitlarning siqilish, siljishdagi mustahkamligi, qattiqligi, issiqlik va elektr o'tkazuvchanligi yuqori. Ular suv va ximiyaviy ta'sirlarga chidamli. Borvoloknitlardan yasalgan buyumlar kosmik va aviatsiya texnikasida (kompressorlarning kurakchalari va rotorlari, vertolyot vintlarining kuraklari va hokazolarda) ishlatiladi.

Organikvoloknitlar - polimer bog'lovchi, sintetik tolali maxkamlovchidan iborat kompozitsiyalardir. Lavsan, kapron, nitron kabi elastik tolalar maxkamlovchi xizmatini o'taydi. Poliimidlar, epoksid va fenol-formaldegid smoladar bog'lovchi xizmatini o'taydi.

Organik voloknitlarning zichligi kam, solishtirma mustahkamligi nisbatan katta, zarbiy qovushoqligi yuqori. Organik voloknitlar aviatsiya texnikasida, elektr sanoatida, ximiya mashinasozligida ishlatiladi.

Tolalar bilan armirovka qilingan metallar - metal matritsali tolalar ko'rinishidagi mustahkamlovchili kompozitsion materiallardir. Bor, uglerod tolalari, qiyin suyuqlanadigan birikmalarning ipsimon kristallari, vol'fram yoki po'lat simlar maxkamlovchi xizmatini utaydi. Matritsa materiali kompozitsion materialning vazifasini (korroziyaga chidamliligi, oksidlanishga ko'rsatadigan qarshiligi) xisobga olgan holda tanlanadi. Matritsa sifatida yengil va plastik metallar (alyuminiy, magniy) va ularning qotishmalaridan foydalaniladi. Hajm bo'yicha mustahkamlovchilar miqdori 3-50% ni tashkil etadi. Tolalar bilan armirovka qilingan metallar aviatsiya va raketa texnikasida ishlatiladi.

Kompozitsion materiallardan foydalanish kator hollarda detallar tayyorlashning yangiusullarini yaratish hamda mashina detalъ va o'zellarini konstruksiyalash printsipini o'zgartirishni talab qiladi.

Komponentlarning tabiatiga qarab kompozitsion materiallar quyidagi to'rt guruhga bo'linadi:

- 1) tarkibida metall yoki metall qotishmasi bor;
- 2) tarkibida oksidlar, karbidlar va nitridlarning noorganik birlashmalari borlari;
- 3) tarkibida metall emas elementli, uglerodli, borli va ha kazo li komponent borli;
- 4) komponentlari organik moddalar birlashmasidan (epoksidli, poliefirli, fenolli va ha kazo. smolalar) tashkil topgan.

Kompozitsion materiallar hozirgi zamon konstruksion materiallarga nisbatan ancha yuqori nisbiy bikrlikka (E/r) va nisbiy puxtalikka (a_b/p) ega

Kompozitsion materialning elastiklik modulini xohlagan to-monga o'sha tomonga sinchlovli qo'yib ko'tarish mumkin. Kompozitsion materiallarning ishonchliligi ham yuqori. Oddiy qotishmalarda darz ketish va uning o'sishi ishlash vaqtida tez ketadi. Kompozitsion materialda darz ketish matritsadan boshlanadi. U o'sa olmaydi, chunki yo'lda puxtalovchi to'ldirgichga borib taqaladi.

Nol o'lchamli-to'ldirgichli kompozitsion materiallar

Bu tipdagi kompozitsion materiallarda matritsa, asosan, metal va qotishmadan iborat. Metall asosidagi kompozitsiyalar dispers zarralar bilan bir tekis puxtalanadi. Dispers zarralar:

- 1) mikroskopik ($d = 0,01-0,1$ mkm);
- 2) mayda ($d — 1-50$ mkm) bo'ladi.

Xossalari *izotrop* bo'ladi.

Dispers zarralar bilan sinchlangan kompozitsiyalar ko'pincha kukun metallurgiyasi usulida olinadi. Asosiy bosqichlari:

3. Matritsa metali va puxtalovchining kukunlarini aralashmasini olish (maxsus usullar bilan kukunlar olinadi. So'ngra maxsus mashinalarda aralashtiriladi).

4. Po'lat matritsalarida kukunni presslash va ixcharri zagotovkaga aylantirish. So'ngra uni termik ishlash — «spekonie» presslash, deformasiyalash va termik ishlash davrida mahsulot optimal, turg'un dislokatsion strukturaga ega bo'ladi.

Nikel matritsali kompozitsion materiallar: Ko'proq issiqbardosh nikel qotishmalari sinchlanadi; ishlash vaqti va haroratini ko'tarish maqsadida ($1100—1200^{\circ}\text{C}$). 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 xarakteristikasi: 9% Al_2O_3 bo'lsa, $\sigma_b = 1800—2100$ MPa, nisbiy puxtalik 22—25 km. Issiqbardosh nikel qotishmalarini volfram bilan sinchlangan kompozitlari ko'proq tarqalgan. Plastik deformatsiya usuli bilan olinadi: prokatlash, portlatib payvandlash.

Vakuumba issiq holda presslanadi: bir qavat issiqqa chidamli nikelxromovolframli qotishma XH60B, bir qavat W15 dan sim ($d = 0,15—0,18$ mm). Shu tarzda qavatma-qavat presslanaveradi. Bu kompozit $1100—1200^{\circ}\text{C}$ da ishlaydi. Bunday kompozitlarning vakili BKH-1. Matritsa: quyma issiqqa bardosh qotishma JS6K, sinchlovchi: volfram simi BA, $d = 0,5$ mm.

Noorganik matritsa asosidagi kompozitsion materiallar: Noorganik polimerlar asosidagi matritsalaridan tuzilgan kompozitsion materiallar istiqbolli material hisoblanadi. Noorganik polimer bog'lovchilarning tipik vakillari: silikatlar, keramika, nitridlar, boridlar, karbidlardir. Bularni olish oson. Maxsus xossasi: atom bog'lanishining puxtaligi polimer zanjirini tashkil qiladi.

Eng ko‘p tarqalgani keramik kompozitsion materiallar. Bular metallarning va kislorodsiz birikmalarning oksidlari (karbidlar, boridlar, nitridlar, silitsidlar) asosida yaratiladi.

Kompozitsion Metall Materiallarning yaratilishi yangi texnikani yaratishga imkon beradi: yuqori haroratda ishlaydigan, yeyilmaydigan, puxta va ha kazolar.

Aluminiy matritsa kompozitsion materiallar: Kompozitsion materiallarning matritsasi sifatida texnikaviy aluminiy va uning qotishmalari ishlatiladi: A_{ts}^m , A_g^m , ADI, D16, SAP va boshqalar. Sinchlovchi material sifatida yuqori puxtalikdagi po‘lat (08X18H9T; 1X15H4AM3; EP322 va h.k.) simlari, berilliy simlari, bor, kremniy karbidi, uglerod tolalari ishlatiladi. Po‘lat simlar bilan sinchlangan kompozitsion material pro- katlanadi. Prokatka rejimi harorat, defshakltsiya yo‘nalishi va darajasi bilan aniqlanadi. Prokatlash harorati poMatning puxtaligini yo‘qotish («razuprochnenie»)-harorati bilan aniqlanadi. Masalan, 08X18H9T va 12X18H10T po‘latlari uchun prokatlash harorati 380—400°C, (bu po‘latlarning puxtaligini yo‘qotish harorati 400°C). Shu 15X15H4AM3 va EP322 po‘latlari uchun prokatlash harorati 420—450°C (puxtalikni yo‘qotish $t = 450^\circ\text{C}$). Deformatsiya yo‘nalish prokatlashda prokatlash davrida tolalar uzilib ketmasligi uchun sinchlar yo‘nalishiga qiyaroq qilib olinadi. Korxonalarda kompozit KAC-1 ishlab chiqarish yo‘lga qo‘yilgan. Bunda puxtalovchi-sinch 1X15H4AM3 po‘latidan yasalgan sim (diametri d — 0,15 mm). Matritsa AV yoki SAP-1.

Po‘lat sim bilan sinchlangan aluminiy matritsali kompozitlarning mexanikaviy xossalari. Sinchlash natijasida kompozitsiyaning puxtaligi 10-12 marta oshadi: to‘ldirgich-simining hajmi 25% ni tashkil qiladi. Agar sinchlar hajmi 40% yetkazilsa, $\sigma_s = 1700 \text{ MPa}$ ga teng bo‘ladi.

Poiat sim bilan sinchlangan (25-40%) aluminiy matritsali kompozitning mexanikaviy xossalari titan qotishmalari xossalariga tenglashadi.

Bu kompozitni sovuqlayin deformatsiyalab, toblab va eskirtirib, uning mexanik xossalarini yanada oshirish mumkin. (Agar aluminiy termik ishlanadigan bo'lsa). Yuqori haroratda ishlaydigan detallar uchun matritsa sifatida SAP ni olish maqsadga muvofiq.

Metall asosidagi kompozitsion materiallar: Metal matritsaga ega bo'lgan kompozitsion materiallarning ishlash xususiyatlari, olovbardoshligi, bikrligi, solishtirma mustahkamligi metal va qotishmalardan ustun turadi. Bu yerda matritsa bilan to'ldiruvchi yuzasi orasida fizik – kimyoviy jarayonlar natijasida sodir bo'ladi. Bu unumli universal texnologiyani izlab topish hamda kompozitsion materialning tarkibini tanlash imkoniyatini yaratadi. To'ldiruvchi elementlarning yangi turlarini ko'paytirish kompozitsion materiallarning mustahkamligini oshiradi.

Odatda tola va simlarning uzunligi diametridan o'n marta katta bo'ladi.

Alyuminiy asosidagi kompozitsiyalarda 0.15 mm diametrli po'lat sim armatura sifatida qo'llanilganda mustahkamlik (STv) 3600 mpa ga yetadi. Ya'ni bu alyuminiyning mustahkamligidan bir necha o'n marta ko'pdir. Alyuminiy asosidagi kompozitsiyalarni bor tolalari bilan to'yintirilganda uning elastiklik moduli ham ortadi.

Alyuminiy va titan asosidagi tolasimon qo'shimchalarga ega bo'lgan kompozitsiyalar ko'proq samolyotsozlik va kosmik kemasozlikda keng qo'llaniladi. Chunki bu soxada materialning solishtirma mustahkamligi muxim ahamiyatga ega. Bunday materiallar mashinasozlikda, kimyo sanoati va boshqa soxalarda ham ko'plab ishlatiladi.

II bob. Eksperiment o'tkazishning bazi bir metodik masalalari.

2.1 Kristallarning buzilish mexanizmi haqida bazi bir malumotlar.

Sobolev va Shamina tomonidan olib borilgan tadqiqotlar silindrsimon namunalarda tajriba o'tkazishda kuzatilishi mumkin bo'lgan jinslar turlarini aks ettiradi. Ushbu yo'nalishdagi asosiy tadqiqotlar Hurd tomonidan ohaktosh namunalari bo'yicha olib borilgan. Issiqlik va gidrostatik bosimning oshishi va simmetriya va zo'riqishning bir vaqtning ta'siri plastisitivlikning oshishiga va natijada sinish turining o'zgarishiga olib keladi. Yiqilish turi material tarkibiga bog'liq emasligi aniqlandi. Mogi yuqori bosim va katta deformatsiyalar sharoitida jinslar ta'sir turini o'rganib chiqdi. 10da bir vaqtning o'zida bir tomonlama qo'shimcha kuchlanish ($\sigma_3 = \sigma_2 < \sigma_1$) bilan har tomonlama siqilishga uchragan namunalar ($\sigma_3 < 2 < \sigma_1$) ichida mo'rt yoriq bosqichiga o'tishi ko'rsatilgan. Eksperimental ravishda interstitsial bosim jinslarning kuchiga sezilarli ta'sir ko'rsatdi. Suyuqlikning qobiqdan himoyalangan va muhofaza qilinmagan namunalardagi gidrostatik bosimi ta'siri ostida o'tkazgan tajribalar shuni ko'rsatadiki, xuddi shunday deformatsiyalar uchun "kiyingan" namunani qo'llash uchun katta farqlovchi kuchlanish talab etiladi. Toshni yo'q qilish bo'yicha laboratoriya ishlarining natijalari bosim sharoitlari va er qobig'ining chuqurligidagi haroratlarga yaqin sharoitlarda namunalar bir tekislik yoki yoriqlar tizimi (kesish zonasi) rivojlanishi bilan kesishmada yo'qolishini ko'rsatadi. Biroq, kesishma bo'shlig'ida hosil bo'ladigan yoriqlarni yirtish ehtimoli rad etilmaydi. Turli mualliflarning tosh namunalari va sun'iy materiallar bo'yicha olib borgan ko'plab tadqiqotlari quyidagi qonuniyatlarni aniqladi: qisqa muddatli o'rnatish va xona haroratida ko'z yoshi bilan sinish natijasida sinib singan yoriqlar yuklanish tezligi kamayganda yoki namuna gidrostatik bosim sharoitida joylashtirilganda kesish yoriqlari bilan almashtiriladi. Asosiy makas yoriqlarining modeli Stavrogin tomonidan taklif qilingan. Ushbu modelga ko'ra, yoriq asosiy eksudat va eksa bo'yicha 450 burchakka yo'naltirilgan kesma burchaklariga parallel ravishda ajratish elementlaridan iborat. Har tomonlama bosimning oshishi ajratish

elementlarining uzunligining pasayishiga olib keladi, bu asosiy yoriqning moyilligini oshirishga va mumkin bo'lgan kesish samolyotlarining sonini ko'paytirishga olib keladi. Har tomonlama bosimning ma'lum bir qiymatida kesishning kesilmasligi mumkin. da glyutostatik bosimning oshishi bo'ylama yoriqlar soni kamayib ketishiga olib keladi va yoriqlar, ko'p joylar bo'ylab siljish yoki jip yoriqlari bilan mo'rtlashishi mumkinligini ko'rsatdi. Osokina va hamkasblar [20] ellipsli hududni o'z ichiga olgan tekis-tekis elastik modellar bo'yicha mahalliy zo'riqish hududini tekshirib chiqdilar. Modeli past modulli optikasi sezgir materialdan tayyorlangan va bir tomonlama siqilishga uchragan. Bunday mintaqa elastik muhitda paydo bo'lganda, stress maydoni ushbu mintaqaning ichida va mintaqaning atrofida yoriqlar soni va kattaligidagi o'zgarish sharoitida sezilarli o'zgaradi.

Veversik va Brace tomonidan tosh misollari deformatsiyasining turli bosqichlarida paydo bo'lgan makrokarsimonlarning yo'naltirilganligi masalasi 1,5 bargacha bosim ostida maksimal siqishni (ajratish elementlari) o'qiga yaqin chiziqlar soni juda katta. Yoriqlarning o'sish mexanizmini aniqlash uchun yoriq atrofidagi stress maydonlarini tekshirdi. Eksperimentlar chekkalari orqali amalga oshirildi, uning chekkalari bir-biriga bosilgan yoki tekis bo'lgandi. Ikkala holatda ham maksimal kesish stressi yoriqlar kengaygan joylarda va yoriqning eng yuqorisidagi nuqtalarda harakatlanishi aniqlangan. Cho'zishning kuchlanish sohalarida 70° burchakka va 90° gacha bo'shliqqa burchagi hosil bo'ladigan yoriqlar hosil bo'ladi.

Ma'lumki tog' jinslar o'z tarkibida sezilarli darajada farqlanadi va ular geterogen materiallar sinfiga tegishli. Umuman, toshlar qattiq, suyuq va gazsimon fazalarni o'z ichiga olgan murakkab ko'pkomponent tizimdir. Qattiq komponent odatda kristal tuzilishga ega. Toshda suyuqlik va gaz mavjudligi mavjud ko'zalar va yoriqlar bilan bog'liq. Odatda, toshlar bir necha minerallardan iborat. Bundan tashqari, tanlangan mineralni birlamchi birikma va fizik xususiyatlarga ega bo'lgan modda deb hisoblash mumkin. Taxminan 3000 ga yaqin minerallar mavjud bo'lib, taxminan 30 ta foydali qazilmalar asos bo'lib hisoblanadi. Mineralning yagona

kristall shaklidagi jismoniy xususiyatlari uning kimyoviy tarkibi va bo'shliq kafeliga kiruvchi zarralar orasidagi bog'lanish kuchlari bilan belgilanadi. Polikristal agregatlarni ifodalovchi minerallarning mexanik xususiyatlari, agregatni tashkil etuvchi kristallar orasidagi bog'lash kuchidan katta ta'sir ko'rsatadi. Ushbu kuchlar intrakristaldan farq qilishi va ko'pincha intermolekulyarga yaqin bo'lishi mumkin.

Kristal anizotropik bo'lgani uchun, agregatlar odatda izotropikdir. Kristal agregatlar kristalning o'lchamlari, shakli va ularning o'zaro kelishuvi bilan tavsiflangan o'ziga xos makrostruktura ega. Tog' jinslar bir yoki bir necha minerallarning agregatlari bo'lib, mustaqil organlarni shakllantiradi. Shunday qilib, agar mineral elementlarning kimyoviy birikmasi bo'lsa, unda tog' minerallar kristallanish, harorat, bosim va boshqalar ta'siridan kelib chiqqan minerallarning mexanik birikmasi (yoki aralashmasi) hisoblanadi. Tog' jinslarining xususiyatlari asosan ularning mineral tarkibi va makro tuzilishiga bog'liq. Mineral kompozitsion turli minerallarning jinslaridagi nisbiy miqdordagi tarkibni ifodalaydi. Birma-bir donalarning bog'lanish xususiyatiga qarab, yumshoq, birlashtiruvchi, qattiq jinslar ajralib turadi. Ko'pchilik bepushtlikning yana bir muhim xususiyati hisoblanadi. U birdan o'nga qadar bo'lishi mumkin. Tog' jinslardagi asosiy qattiq zarrachalar tsementlash materiallari bilan bir-biriga bog'langan bo'lib, natijada zarralar o'rtasida katta yopishqoq kuchlar harakat qiladi. Bunday muhitda ko'zalar va yoriqlar suyuqlik (suv yoki yog') va havo bilan qisman yoki to'liq to'ldiriladi. Nisbatan past darajada stress bilan tuproq va toshlar elastiki tarzda harakat qilishadi. Agar toshdagi stress muayyan chegaraga etsa, u vayron bo'ladi.. Tog' jinslaridagi tangensial stress holatidan so'ng, muhitni chip shakllantiradi. Plastmassalardan (masalan, loydan), bu holat plastik deformatsiyalar paydo bo'lishining shartidir. Oddiy kuchlanishlardan biri σ_1 tovushning kuchlanish kuchiga etadi, ya'ni. $\sigma_1 = s$, keyin toshda yoriq hosil bo'ladi. Tog' jinslarining kuchlanish xususiyatlari o'rtacha bosimga bog'liq bo'lib. Plastmassa tuproqlar uchun kuchlanish xarakteristikalarini suyuqlik darajasiga bog'liq. Toshlarda, masalan, metallar, yukni qo'llash vaqtida kuchning qaramligi bo'lishi

mumkin. O'rtacha harakatlarning dinamikasini aniqlash uchun tuproq yoki qatlamning zichlashi va tushirish vaqtida bosimning dinamik bog'liqligini bilish kerak. Portlash yuklarining ostida jinslarning yo'q qilinishini aniqlaydigan barcha muammolar etarli darajada o'rganilmagan, bu esa tuproq va tog' jinslaridagi turli xil muayyan muammolarni analitik va soniy hal etishda asosiy to'siq bo'lib xizmat qiladi.[4] ga ko'ra, energiya tarqalishi suv va havoda sodir bo'ladi, birinchi navbatda shockwave orqali muhitni qayta tiklanmaydigan isitilishi tufayli, zarbadan oldin, va ikkinchidan, butun muhitning viskozitesiyasiga bog'liq holda, birinchi mexanizm energiya tarqalishi uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega. Tog' jinslaridagi shok to'lqini faqat $10 \text{ kg} / \text{sm}^2$ bosim ostida paydo bo'ladi va shuning uchun portlash energiyasining asosiy qismi qaytarilmas deformatsiyalar va zararli to'lqinlarsiz muhitning harakatlanish mintaqasida nobud bo'ladi.

Qattiq jismlar fizikasi — fizikaning qattiq jismlarning tuzilishi va asosiy xossalarini hamda ularda yuz beruvchi xodisalarni o'rganuvchi sohasi. Mustaqil soha sifatida 20-asr boshlarida shakllanib, kvant mexanika yaratilgandan so'ng tez rivojlana boshladi. Qattiq jismlar fizikasi kristallografiya, metallar fizikasi, yarimo'tkazgichlar fizikasi, mustahkamlik va plastiklik fizikasi, qattiq jismlar magnetizmi, o'ta o'tkazuvchanlik, radiatsion fizika va boshqalar sohalarni, optika, akustika, past tralar fizikasi, tutash muhit mexanikasi, kinetik fizika, polimerlar fizikasi, tartibsiz va amorf muhitlar fizikasi va boshqalar sohalarning ayrim bo'limlarini birlashtiradi. Bu yo'nalishlarning nazariy asoslari qattiq jismlar nazariyasining tushunchalari va qonunlariga asoslanadi. Qattiq jismlar fizikasida fizik hodisalar (kristall panjaralarning tebranishi, fazaviy o'tishlar, elektromagnit to'lqinlar, xususan, yorug'likning nurlanishi hamda yutilishi va boshqalar) ni eksperimental va nazariy o'rganishga katta ahamiyat beriladi. Kristallarda nuqsonlarning hosil bo'lishi, ularning qattiq jismning fizik xossalariga ta'siri mexanizmlarini o'rganish muhim ahamiyatga ega. Qattiq jismlar fizikasida ikki asosiy usul: fenomenologik va mikroyekopik usul qo'llanadi. Fenomenologik usulda qattiq jism simmetriyaning ma'lum qonunlarini qanotlantiruvchi uzluksiz yaxlit muhit deb qaraladi. Bu usul ko'p sonli eksperimental faktlarni tushuntirish

imkonini beradi, biroq qattiq jismlarda kuzatiladigan hodisalarning mohiyatini ochib bermaydi. Mikroskopik usulda har qanday qattiq jismga ma'lum qonunlar bo'yicha o'zaro ta'sirlashuvchi zarralar sifatida qaraladi. Bu usulda qattiq jismlarning xossalari va ularda yuz beradigan hodisalar kvant mexanika, statistik fizika, kvant elektrodinamika qonunlari asosida tushuntiriladi. Qattiq jismlar fizikasida mutlaq qattiq jism, elementar g'alayonlanish yoki kvazizarralar kabi taqribiy model va konsepsiyalardan foydalaniladi. Eksperimental Qattiq jismlar fizikasida tadqiqotlar radioaktivatsion analiz, rentgenostruktura analizi, radiospektrokopiya, optik spektroskopiya va boshqalar ko'pgina usullar bilan olib boriladi. Qattiq jismlar fizikasining muhim vazifalaridan biri — berilgan xususiyatli yangi materiallar (o'ta qattiq va o'ta toza moddalar; yuqori trali o'ta o'tkazgich moddalar) yaratish va ularni hosil qilish yo'llarini asoslab berish.

Qattiq jism — moddaning shakli turg'un agregat holati. Bu holatda modda atomlarining issiqlik harakati ularning muvozanat vaziyatlari atrofida kichik tebranishlaridan iborat bo'ladi. Kristall va amorf Qattiq jismlar mavjud. Kristallarda atomlarning muvozanat vaziyatlari fazoda davriy joylashadi. Amorf jismlarda atomlar tartibsiz joylashgan nuqtalar atrofida tebranadi. Qattiq jismning turg'un (eng kichik ichki energiyali) holati kristall holatdir. Termodinamik nuqtai nazardan amorf jism metaturg'un holatda bo'ladi va vaqt o'tishi bilan kristallanishi kerak. Tabiatdagi barcha moddalar (suyuq geliydan tashqari) atm. bosimida va $T > 0$ K da qotadi. Qattiq jism xossalarini uning atommolekulyar tuzilishini va zarralari harakatini bilgan holda tushuntirish mumkin. Qj.ning makroskopik xususiyatlari haqidagi ma'lumotlarni to'plash va tartiblashtirish 17-asrdan boshlangan. Qattiq jismga mexanik kuch, yorug'lik, elektr va magnit maydon va h.k.ning ta'sirini ifodalovchi bir qator empirik qonunlar ochildi: Guk qonuni (1660), Dyulong va Pti qonuni (1918), Om qonuni (1826), Videman — Frans qonuni (1835) va boshqalar Qattiq jism atomlar, molekulalar va ionlardan tuziladi. Qattiq jismning tuzilishi atomlar orasidagi ta'sir kuchiga bog'liq. Bir xil atomlarning o'zi turli strukturalarni hosil qilishi mumkin (kul rang va oq qalay, grafit va olmos va h.k.). Tashqi

bosim yordamida atomlararo masofani o'zgartirib, Qattiq jismning kristall tuzilishini va xossalarini tubdan o'zgartirish mumkin. Ko'pgina yarimo'tkazgichlar bosim ostida metall holatga o'tadi (oltingugurt 8 120000 atm. bosimi ostida metallga aylanadi). Tashqi bosim tufayli 1 atomga to'g'ri keladigan hajm atomning odatdagi hajmidan kichik bo'lib qolganda atomlar o'z indivialligini yo'qotadi va modsa o'ta siqilgan elektronyadroviy plazmaga aylanadi. Moddaning bunday holatini o'rganish, xususan, yulduzlarning strukturasi tushunish uchun juda muhim. Qattiq jismning tuzilishi va xossalarining o'zgarishi (fazaviy o'tishlar), temperatura o'zgarganda, magnit maydon ta'sirida va boshqalar tashqi ta'sirlar natijasida ham yuz berishi mumkin.

Bog'lanishlarning turi bo'yicha Qattiq jism bir-biridan elektronlarning fazoviy taqsimoti bilan farq qiladigan 5 sinfga ajraladi: 1) ionli kristallarda (NaCl , KCl va boshqalar) ionlar orasida asosan elektrostatik tortishish kuchlari ta'sir etadi; 2) kovalent bog'lanishli kristallarda (olmos, Oye, 81) qo'shni atomlarning valent elektronlari umumiy lashgan bo'ladi. Kristall ulkan molekulaga o'xshaydi; 3) ko'pchilik metallarda bog'lanish energiyasi harakatlanayotgan elektronlarning ion asos bilan o'zaro ta'siri tufayli hosil bo'ladi (metall bog'lanish); 4) molekulyar kristallarda molekulalar ularning dinamik qutblanishi tufayli paydo bo'ladigan zaif elektrostatik kuchlar (VanderVaals kuchlari) yordamida bog'lanadi; 5) vodorod bog'lanishli kristallarda vodorodning har bir atomi tortishish kuchlari yordamida bir vaqgning o'zida 2 ta boshqa atom bilan bog'lanadi. Bog'lanishlar turi bo'yicha tasnif shartli bo'lib, ko'pgina moddalarda turli bog'lanishlarning kombinatsiyasi kuzatiladi.

Qattiq jismdagi atomlar orasidagi ta'sir kuchlari turlituman bo'lishiga qaramay, elektrostatik tortishish va itarishish ularning manbai bo'lib xizmat qiladi. Atom va molekulalardan turg'un Qattiq jismning hosil bo'lishi tortishish kuchlari $\sim 10^{-8}$ m masofalarda itarishish kuchlari bilan muvozanatlashishini

ko'rsatadi. Ba'zi hollarda atomlarni qattiq sharchalar deb qarash va ularni atom radiuslari bilan ifodalash mumkin.

Barcha Qattiq jism yetarlicha yuqori trada eriydi yoki bug'lanadi. Bundan faqat qattiq geliy mustasno: u (bosim ostida) temperatura pasayganda eriydi. Erish jarayonida jismga berilgan issiqlik atomlararo bog'lanishlarni uzishga sarflanadi. Turli tabiatli Qj.ning erish tralari Teturlicha (mas, mol. vodorodniki — $259,1^{\circ}$, volframniki 3410° yo 20° , grafitniki 4000° dan yuqori). Qattiq jismning mexanik xususiyatlari u tuzilgan zarralar orasidagi bog'lanish kuchlari bilan aniqdanadi. Bu kuchlarning turlituman bo'lishi mexanik xususiyatlarning ham turlicha bo'lishiga olib keladi: ba'zi bir Qattiq jism plastik, boshqalari mo'rt. Odatda, metallar dielektriklarga nisbatan plastikroq bo'ladi. temperatura qo'tarilishi bilan odatda plastiklik ortadi. Uncha katta bo'lmagan kuchlanishlarda barcha Qattiq jismda elastik deformatsiya kuzatiladi.

Kristallarning mustahkamligi atomlar orasidagi bog'lanish kuchlariga muvofiq kelmaydi. 1922 yilda A.F. Ioffe real kristallarning mustahkamligi pastligini ularning sirtidagi makroskopik defektlarning ta'siri deb tushuntirdi (Ioffe effekti). 1933 yilda J. Teylor, E. Orovan (AQSH) va M. Polyani (Buyuk Britaniya) dislokatsiyashr tushunchasini ta'rifladi. Katta mexanik kuchlanishlar ostida kristall o'zini qanday tutishi dislokatsiya va kristall panjaraning boshqa chiziqli defektlari boryo'qligiga bog'liq. Qattiq jismning plastikligi ko'p hollarda dislokatsiyalarga, mexanik xususiyatlari unga nuqsonlarni kirituvchi yoki yo'qotuvchi ishlov berishga bog'liq bo'ladi. 1926 yilda Ya.I. Frenkel real kristallda panjaraning nuqtaviy defeqtlari (vakansiyalar, tugunlararo atomlar) bo'lishiga e'tiborni jalb etdi va ularning Qattiq jismdagi diffuziya jarayonlaridagi rolini ko'rsatdi.

Qattiq jismdagi atomlar va ionlar harakatining tebranish xarakteriga ega bo'lishi erish temperaturasi T_3 gacha saqlanadi. Hatto $T=T_3$ da ham atomlarning tebranish amplitudasi atomlararo masofalardan ancha kichik bo'ladi, erish esa

$T > T_{\text{z}}$ suyuqlikning termodinamik potentsiali Qattiq jism nikidan kichik bo'lishi tufaylidir.

Kristall panjara dinamikasining nazariyasi 20-asr boshida ishlab chiqildi. U kvant nazariyasini hisobga oladi. Kristall panjara atomlari tebranma harakatining kvantlanishi fonon tushunchasiga olib keldi (I.Ye. Tamm, 1929) va Qattiq jism issiqlik xossalarini kvazizarralar — fononlar — gazi xossalari sifatida tavsiflash imkonini berdi.

Elektron kashf etilishi bilan Qattiq jismning elektron nazariyasi rivojlana boshladi. Nemis fizigi P.Drude (1900) quyidagi farazni ilgari surdi: metallardagi valent elektronlar atomlar bilan bog'lanmagan bo'lib, kristall panjarani to'ldiruvchi erkin elektronlar gazini hosil qiladi va odatdagi siyraklashgan gazga o'xshab, Boltsman taksimotita bo'ysunadi. Bu modelni golland fizigi X.A. Lorents rivojlantirdi. Bu nazariya metallarning bir qancha xossalarini tushuntirib berdi. Biroq uning asosida hisoblab topilgan issiqlik sig'imidagi elektronlarning hissasi tajribadan keskin farq qildi. Metallardagi elektron gazni tavsiflashda kvant mexanika va kvant statistika uslublari (Fermi — Dirak taqsimoti)ni qo'llash (1927—28, nemis fizigi A. Zommerfeld; Ya. I. Frenkel) Qattiq jismdagi kinetik hodisalar (elektr va issiqlik o'tkazuvchanlik, galvanomagnit hodisalar va boshqalar)ning kvant nazariyasini rivojlantirish uchun asos yaratdi. $T=0$ da metalldagi elektronlarning ma'lum bir maksimal sath (Fermi energiyasi) gacha bo'lgan barcha energiya sathlari to'lgan bo'ladi. temperatura ortganda elektronlarning ozgina qismigina bu sathsan yuqoriroq sathlarga o'tadi. Bu hol A. Zommerfeldga (1927) metallar issiqlik sig'imiga elektronlarning hissasi kichik bo'lishini tushuntirish imkonini berdi. Kristall panjara davriy maydonining elektronlar xarakatiga ta'siriga kvant mexanika nuqtai nazaridan qarash elektronning kristalldagi harakatini tushuntirishga va Qattiq jismning zamonaviy nazariyasi asosi bo'lgan zonalar nazariyasiga olib keldi. 1931 yilda ingliz fizigi A. Vilson turli elektr xossalarga ega bo'lgan Qattiq jismlarning mavjud bo'lishi energetik zonalarining $T=0$ da elektronlar

bilan to'lish xarakteriga bog'liq bo'lishini ko'rsatdi. Agar hamma zonalar elektronlar bilan to'lgan yoki bo'sh bo'lsa, bunday jismlar elektr tokini o'tkazmaydi, ya'ni dielektrik, elektronlarga qisman to'lgan zonalarga ega Qattiq jism metall bo'ladi. Yarimo'tkazgichlar dielektrlardan shu bilan farq qiladiki, ularning oxirgi to'lgan (valent) zonasi bilan birinchi bo'sh zonasi (o'tkazuvchanlik zonasi) orasidagi taqiqlangan zonaning kengligi kichik bo'ladi. Kristallarda defekt yoki aralashmaning bo'lishi taqiqlangan zonada qo'shimcha energetik sathlarning paydo bo'lishiga olib keladi. Valent zonasi va o'tkazuvchanlik zonasi juda kam tutashgan Qattiq jism yarimmetallar deb ataladi. Tirqishsiz yarimo'tkazgichlar ham bo'ladi; ularning o'tkazuvchanlik zonasi valent zonaga tegib turadi. Metallarda Fermi sathi taqiqlanmagan zonada, yarimo'tkazgichlarda Fermi sathi taqiqlangan zonada joylashadi. Tirqishsiz yarimo'tkazgichlarda Fermi sathi valent zonasini o'tkazuvchanlik zonasidan ajratuvchi chegara bilan mos tushadi. Elektron o'tkazuvchanlik zonasiga o'tganda valent zonada bo'sh o'rin — kovak hosil bo'ladi. O'tkazuvchanlik elektronlari va kovaklar yarimo'tkazgichlardagi zaryad tashuvchilardir. Qattiq jism turlari va xossalari. Kristall va amorf materiallar.

Qattiq jismlar tuzilishi, tarkibi, ularni tashkil etgan zarralari orasidagi o'zaro ta'sir kuchlari, mexanik, elektr, magnit, optik va boshqa xossalari jihatidan turli guruhlariga bo'linadi. Masalan, elektr xossalari bo'yicha qattiq jismlar yaxshi o'tkazgichlar (metallar), yarim o'tkazgichlar (bu atamani qo'shib yozsa ham bo'ladi), dielektriklar guruhlarini tashkil qiladi. Magnit xossalari jihatidan esa diamagnit, paramagnit, ferromagnit, antiferromagnit va ferritlar deb ataladigan qattiq jismlar turlari mavjud. Qattiq jismlarning ayrim muhim xossalari hamda ularni tavsiflaydigan asosiy tushunchalar to'g'risida ma'lumot beramiz.

Qattiq jismlar ularni tashkil qilgan zarralarning joylashish tartibiga asoslanib kristall va amorf jismlar guruhlariga ajraladi. Amorf jismlarni (masalan, shishani) tashkil qilgan atomlar (ionlar, molekulalar)ning joylashishida qat'iy bir tartib yo'q. Bundan ularning fazalarini o'zgartirishida

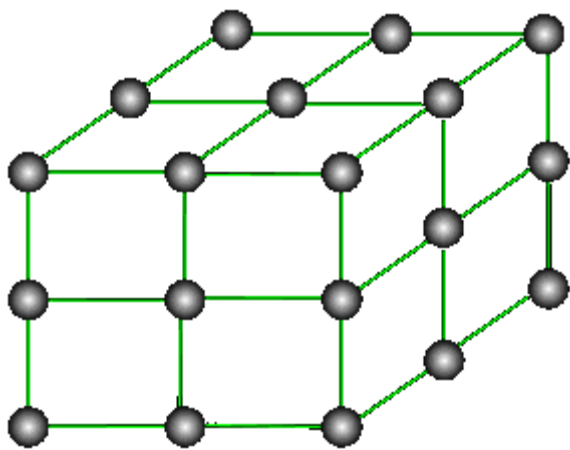
(masalan suyuqlanishida) qat'iy o'tish nuqtalari (suyuqlanish haroratlari) mavjud bo'lmasligi kelib chiqadi: amorf jismlar bir holatdan ikkinchi holatga uzluksiz o'tib boradi. Ammo, kristall jismlarni tashkil qilgan atom (ion, molekula)lar joylashishida muayyan tartib mavjud: ma'lum yo'nalishlarda har qanday ikki qo'shni atom oralig'i bir xil. Shuning uchun ham kristall holatdagi qattiq jismlarning fazalarini o'zgarishi (suyuqlanish, qotish va hakoza) qat'iy muayyan haroratda va bosimda sodir bo'ladi. Modda qattiq holatda - kristall yoki amorf shaklda bo'lishi mumkin. Kristallar doimiy shaklga ega, amorf jismlar esa doimiy shaklga ega emas, bu ularning nomlanishidan ham kelib chiqadi, «amorf» grekcha so'z bo'lib, «shaklsiz» degan ma'noni anglatadi. Kristall moddalar bitta yaxlit kristalldan (monokristall) va juda ko'p «o'sgan» kristallchalar (polikristallar) dan iborat bo'lishi mumkin. Masalan, barcha temir buyumlar polikristall temir bo'laklaridan tayyorlangan. Amorf moddalarga misol qilib, shishani olish mumkin. Bir moddaning o'zi termodinamik sharoitga bog'liq ravishda kristall yoki amorf holatida bo'lishi mumkin. Masalan: oltingugurt kristall shaklda (sariq rangda) va amorf (plastik oltingugurt –to'q qo'ng'ir rangda) bo'ladi. Kvars – kristall, biroq kvars qumi eritilib, so'ngra eritma tez sovutilsa, amorf kvars shisha hosil bo'ladi. Metallurgiyada olinadigan temir kristall tuzilishga ega. Biroq, eritmani tez sovutish usuli bilan amorf temir (temir oyna) olinadi. Moddaning kristall holatini amorf holatidan farqlovchi asosiy belgisi shundan iboratki, kristall moddalar erish harorati deb ataluvchi muayyan haroratda suyuq holatga o'tadi (eriydi). Amorf holatdagi modda isitilganda sekin- asta yumshab borib, so'ngra suyuq holatga o'tadi.

Amorf jism o'z-o'zidan kristall holatga o'tishi mumkin. Xuddi shuningdek, plastik oltingugurt ham o'z-o'zidan kristall holatga aylana oladi. Juda qadimiy binolar oynasi va eskirib ketgan billur idishlar o'zining yaltiroqlik xususiyatini yo'qotadi. Bunday shishalarni tekshirish, ularning yaltiroqligini yo'qolish sababi, unda mayda kristallar hosil bo'lishi ekanini ko'rsatadi.

Amorf jismlarda atomlarning eng yaqin qo'shnilari o'rtasida tartib va

davriylik saqlangan holda, uzoqlashgan sari tartib va davriyligi buzila boshlaydi. Qancha ko'p uzoqlashsa, buzilish shuncha kuchliroq bo'ladi. Shuning uchun amorf jismlarga yaqin tartibi saqlangan va uzoq tartib va davriyligi to'la saqlanmagan qattiq jismlar deb qabul qilingan. Kristall panjara va ularning turlari. Nuqsonlar odatda kristall deganda katta bo'laklar uchun ham, mayda bo'laklar uchun ham bir xil bo'lgan geometrik muntazam shakldagi moddalar tushuniladi. "Kristall" – yunoncha so'z bo'lib, qadimgi yunonlar muzni «kristallos» deb ataganlar, keyinchalik bu so'z bilan tabiiy kvarsni atay boshlaganlar. Vaqt o'tishi bilan bu so'zning ma'nosi kengayib borib, hamma ko'p qirra ko'rinishga ega bo'lgan tabiiy jismlarni kristall deb atala boshlandi. Hozirda kristall deganda ichki tuzilishi aniq tartibli bo'lgan jismlar tushuniladi. Kristallni hosil qilgan atom, ion yoki molekulalardan iborat elementlar geometrik to'g'ri, qonuniy va davriy fazoviy panjarani tashkil etadi (rasm-5). Odatda kristallar shartli ravishda real va ideallarga bo'linadi. Kristall jismlar tuzilish elementlarining fazoda taqsimlanishi tartibliligi bilan amorf moddalardan ajralib turadi. Demak, amorf moddalarning atomlarini fazoda taqsimlanishi tartibsiz bo'lib, ular yaqin tartibga ega bo'ladilar. Agar kub shaklidagi osh tuzi kristallchasini mayda bo'laklarga bo'lib, bu bo'lakchalarni mikroskop ostida kuzatsak, biz ularning o'lchamlariga bog'liq bo'lgan holda kub (yoki bir nechta yopishib qolgan kublar) shakliga ega ekanligini ko'ramiz. Agar kristallarning bo'linish jarayonini fikran davom ettirishni tasavvur qilsak, u holda biz atom (molekulalar yoki ionlar) larning juda kam sonlaridan iborat bo'lgan kristallarning elementar yacheykalariga kelamiz.

Kristallarni o'rganishning zamonaviy usullari kristallarning elementar yacheykalari ichida zarralar (atom, molekulalar, ionlar)ni qanday joylashganligini bilishga imkon beradi. Rasmda osh tuzi kristallining ichida natriy va xlor ionlarining joylashish chizmasi keltirilgan. Kristall panjarada joylashgan zarralarning o'рни kristall panjara tugunlari deyiladi.



1 – rasm Biror bir kristallni tashkil etgan

elementlar fazoviy panjaraning tugunlarida joylashadi. Bu zarrachalarning issiqlik harakatlari ularni tugunlar atrofidagi tebranma harakatida namoyon bo‘ladi va ular zarrachalarning tebranma harakatining markazi hisoblanadi. Harorat ortishi bilan zarrachalar tebranma harakati amplitudasi ortib boradi.

Kristall to‘g‘risida gapirilganda, uning bir xususiyatini hisobga olish kerak, ya’ni u qanday kattalikka ega bo‘lmasin uni bitta juda katta molekula deb qaraladi. Chunki, molekula ikki va undan ortiq atomlardan tashkil topadi. Kristallning amorf jismlardan farqi uning tartibli tuzilishiga ega bo‘lganligi uchun u simmetriya qonunlariga bo‘ysunadi. Quyida kristall tuzilishlardagi ba’zi simmetriya elementlari bilan tanishib chiqamiz:

1. Kristalldan o‘tkazilgan to‘g‘ri chiziqlarning har ikkala tomonidan barobar masofada bir xil geometrik shakllar (tomonlar, burchaklar, nuqtalar, qirralar va cho‘qqilar joylashadi)ga bo‘ysunuvchi kristall tuzilish ichidagi xayoliy nuqtaga (markaz) egaligi.
2. Kristall yacheyka bir marotaba to‘liq aylanganda bir necha marotaba o‘zi bilan o‘zi ustma –ust tushadi. Bu aylanish o‘qiga simmetriya o‘qi deb ataladi va g_n yoki I_n xarflari bilan belgilanadi, bunda n – o‘qning tartibini ifodalaydi. Bir marta to‘la aylanganda kristall tuzilish o‘zi bilan o‘zi 4 marta ustma-ust tushsa, u holda bu simmetriya o‘qi 4-chi tartibli bo‘ladi. Umuman bir marta to‘la aylanganda « n » marta ustma-ust tushsa, n -chi tartibli simmetriya o‘qi deyiladi. Kristallarda faqat ikkinchi, uchinchi, to‘rtinchi, beshinchi va oltinchi tartibli simmetriya o‘qlari bo‘lishi mumkin. Oltinchidan katta simmetriya o‘qlari

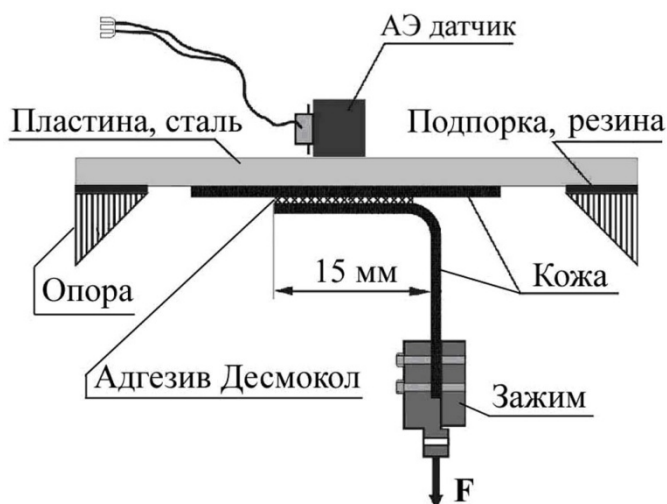
bo'lmaydi.

3. Simmetriya tekisligi kristallni shunday ikki bo'lakka bo'ladiki, ulardan biri ikkinchisining ko'zgudagi aksini ifodalaydi va «r» xarfi bilan belgilanadi.

Kristall tuzilishlar quyidagi turlarga bo'linadi: oddiy, hajmi markazlashgan, yoni markazlashgan(6,7 va 8-rasmlar). Oddiy kub panjarada, atomlar faqat uning tugunlarida joylashadi. Hajmi markazlashganda esa atomlar uning tugunlaridan tashqari, kubning markazida ham joylashadi, yoni markazlashganda esa, uning tugunlardan tashqari, har bir tomonning markazlarida ham joylashadi. Shu yerda kristall panjaralarning koordinasion sonlari haqida ham aytib o'tish joiz. Kristall panjaradagi hoxlagan atomni eng yaqin bir xil masofada joylashgan atomlarning soniga qarab: I, II, III ... n – koordinasion sonlari deb ataladi.

2.2 Nuqsonlarning adezion kontaktga ta'siri

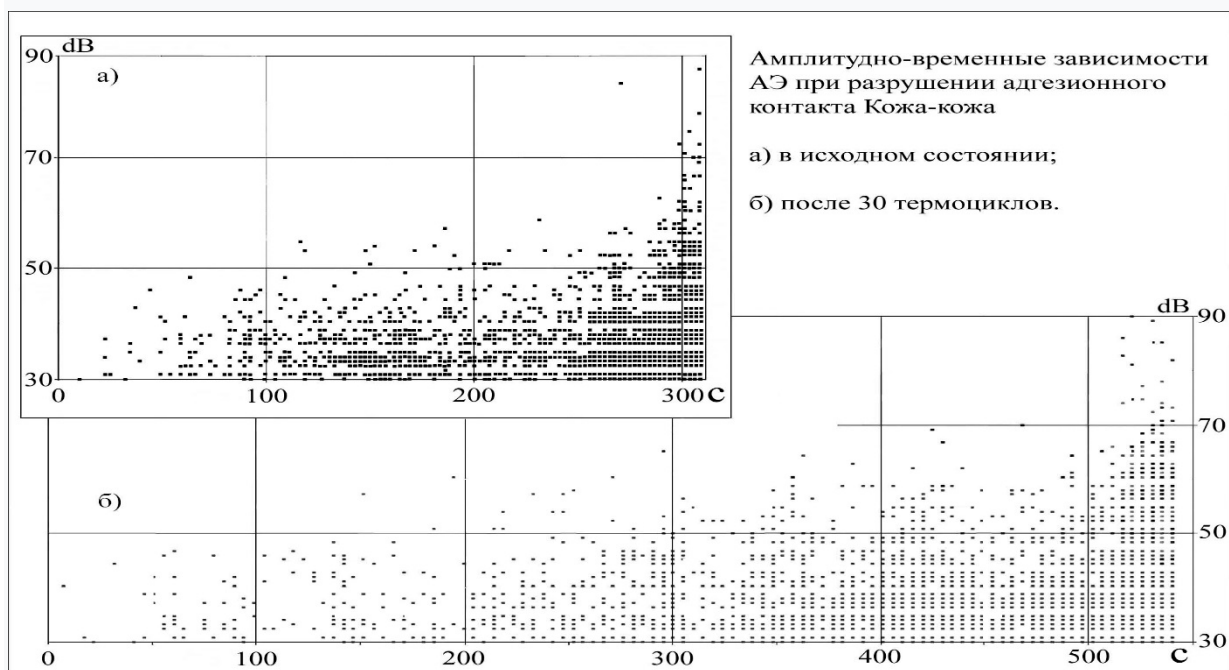
Mashinalarning va mexanizmlarning texnik xususiyatlarini oshirish uchun so'nggi yillarda kompozit materiallar keng qo'llaniladi, ularning strukturaviy elementlari AK yopishtiruvchi kontakt hisoblanadi. Interfeyte harorat o'zgaruvchan bo'lsa, o'zgaruvchan termomekanik zo'riqishlar albatta yuz beradi. Dumaloq harorat va yuklanish o'zgarishi ko'plab tuzilmalar va mashinalar ishlashi uchun keng tarqalgan shartdir. O'zgaruvchan termomekanik kuchlanish ta'siri natijasida turli o'lchovdagi nuqsonlar paydo bo'lib, AA interfeysi hududida to'planadi.



Adabiyotga qaraganda, mavjud bo'lgan (statik) nuqsonlarning halokat jarayoni rivojlanishidagi o'rni, shuning uchun materialning kuchiga bog'liq emas. Ko'pgina mualliflar, maxsus dalilsiz, ko'p miqdordagi statik buzilishlar, albatta, kompozitsion materialning kuchlanishiga olib keladi, deb hisoblaydilar. Boshqa hollarda, ko'p nuqsonli tananing funktsional maqsadini bajarish davom etmoqda [1]

Ishda akustik emissiya (AE) usullari (1-rasm), fraktalografiya va mexanik sinovlar natijalari bo'yicha olingan eksperimental natijalar asosida AK yo'q qilish jarayonining rivojlanishiga mikrodamaklarning roli tahlil qilindi.

Akustik emissiya usuli kompozitlarni yo'q qilish muammolarini o'rganish, shuningdek, magistral quvurlarni, NPP stansiyalarini va boshqalarni samaradorligini aniqlash va aniqlash uchun keng qo'llaniladi. Ba'zi metodologik qiyinchiliklarga qaramasdan, bugungi kunda AE usuli kompozitlarni va jinslarni yo'q qilish jarayonini o'rganishda eng axborotiy usuldir [3].



Shakl 2a, AK holatida sinovdan o'tgan AE signallarining amplituda-vaqt spektrini ko'rsatadi.

2-rasm. AE amplituda (energetikasi) qaramlik dastlabki holatida (a) namuna teridan teriga AK ga o'rnatish vaqtida va o'ttiz termal davrdan (b) keyin signal

beradi. Ko'rib turganimizdek, yukning boshida AE signallari juda kichik. Bunday holatda signallar 20 soniyadan so'ng namunani yuklash boshlangandan va ularning soni 80 s gacha ko'tariladi. Shundan so'ng AE signallari soni ortadi. Bundan tashqari, signal harakati deyarli yuklamani (bu holda, taxminan 300 soniya) oxirigacha saqlanib qoladi. Ushbu vaqt oralig'ida nisbatan katta amplituda signallar mavjud bo'lishiga qaramasdan, ulardan ko'pi yo'q. Tahlillar shuni ko'rsatadiki, $A \geq A_{cp}$ bilan signallarning soni signallarning umumiy sonining taxminan 30 foizini tashkil qiladi. Faqat namunali hayotning oxirgi bosqichida (300-320 gacha bo'lgan hududda) yuqori amplituda signallarning sonining keskin ortishi kuzatiladi.

2b-rasmda taqqoslash uchun 30 ta termo sikllarga ta'sir qilingan teri-desmokol teri namunasini deformatsiya qilish natijasida olingan AE signallarining bir xil spektrini ko'rsatadi. Dastlabki namunalarning AE spektrlarini termal siklli namunalar bilan taqqoslash shuni ko'rsatadiki, termal siklli namunalar deformatsiya qilinganida, signallarning soni sezilarli darajada oshib, namunali umr ko'rish muddatini oshiradi. Bu erda, deformatsiyaning boshida, jarayon nisbatan tinchlik bilan oqadi. Taxminan 50 soniyadan so'ng faol yorilish shakllanishi boshlanadi. Bundan tashqari, $t \geq 50$ s gacha bo'lgan hududda, odatda, AE signallarining faoliyatida bir oz ortish kuzatiladi, umuman, taxminan 520 s gacha, jarayon keskin o'zgarishsiz davom etmoqda.

Bundan tashqari, $t \geq 520$ s gacha bo'lgan hududlarda, namunaning makro-tuzilishidan oldin AE signallarining faolligi, shu jumladan, amplituda keskin o'sish kuzatiladi.

Namunalarni dastlabki holatda deformatsiya qilishda olingan issiqlik velosipedida (1b) bir xil namunalar bilan deformatsiyaning natijasida olingan AE ma'lumotlarining natijalarini taqqoslash, birinchi marta AE signallarining umumiy soni sezilarli darajada ko'payganligini ko'rsatadi

Shunday qilib, bu holda, asl namunadagi AE hodisalarining umumiy soni 3905 bo'lsa, u holda termal siklli namuna uchun 5979 bo'ladi. Shu bilan birga, original namunalarda signallarning umumiy energiyasi termal velosipedga ta'sir qiladigan namunalarga qaraganda ancha past bo'ladi. Ikkinchidan, termal sikllangan

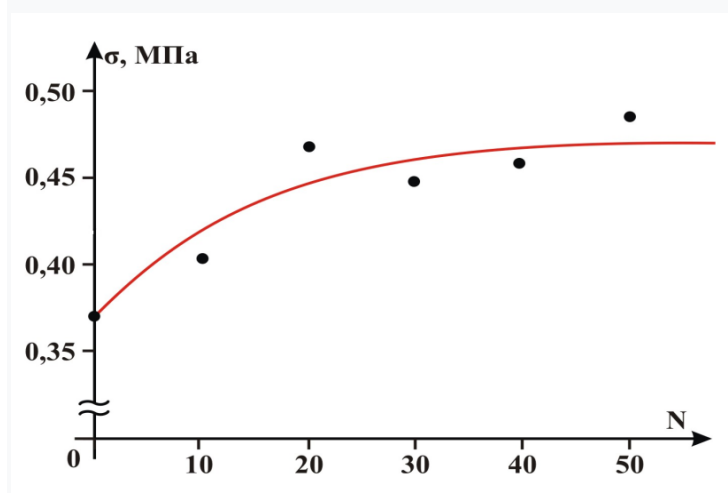
namunalarda (yorilish) deformatsiya jarayonining boshlanishida boshlanadi, chunki termal tsikllar natijasida teridan to'ri interfeysida buzuvchi struktura hosil bo'ladi. Bu, shuningdek, termal sikllik namunalardagi deformatsiyalanish davri yoki "omon qolishi" asl namunalarga nisbatan sezilarli darajada oshib borishiga olib keladi (1-rasm). Issiqlik velosipediga to'g'ridan to'g'ri keladigan AK xarobalarini o'z vaqtida ko'paytirish, original namunalar bilan bir xil kuchlanish darajasi bilan solishtirganda "zararlangan" namunalarni yo'q qilish tezligining pasayishi demakdir. Issiqlikdan o'tish davridagi namunalarni yo'q qilish jarayonining "inhibitsiyasi" ning sababi, AE-da termik velosipedda yuzaga kelgan nuqsonlar (mikro-tirishlar). Umumiy fikrlardan biz halokat jarayoni rivojlanishining quyidagi rasmini taqdim etamiz. Mavjud nuqsonlar bilan to'qnashadigan yangi paydo bo'lgan mikrokraklar tezda zerikarli bo'lib, ko'pincha to'xtaydi. Bu, albatta, yopishqoq kontaktning sinish tokining oshishiga olib keladi. Bundan kelib chiqadiki, tanadagi nuqsonlarning dastlabki to'planishi aslida fojia halokatning yondashuvi uchun dalil bo'lishi mumkin emas.

Ma'lumki, materiallarni tarkibiy o'zgarishlargacha, alohida o'zgarishlargacha yuz beradigan tarkibiy o'zgarishlar tananing yaxlitligini saqlab qolishning mumkin bo'lgan usulidir. Har bir alohida tizimli o'zgarishlarda elastik deformatsiyaning energiyasining bir qismi chiqariladi. Va bu energiya atrofdagi ovoz bilan so'riladi. Shu bilan birga tashqi kuchlarning ishi deformatsiya qilinadigan tananing ichki energiyasida to'planadi.

Agar bunday mikroskopik falokatlar sodir bo'ladigan mahalliy hajmda material energiyaning ushbu qismini (hatto halokatli halokatsiz energiya tarqalishi uchun materiallarda mavjud kanallar mavjud bo'lsa) ham absorbe qila oladi, shunda deformatsiya jarayoni davom etishi mumkin. Ushbu jarayon, ya'ni. materialning energiyani chiqarish va energiyani sarflash jarayoni tananing hajmidagi elastik deformatsiyaning (deformatsiyaning ushbu shartlari ostida) energiyasini tarqatish uchun barcha mumkin bo'lgan kanallarni tugatmaguncha davom etishi mumkin.

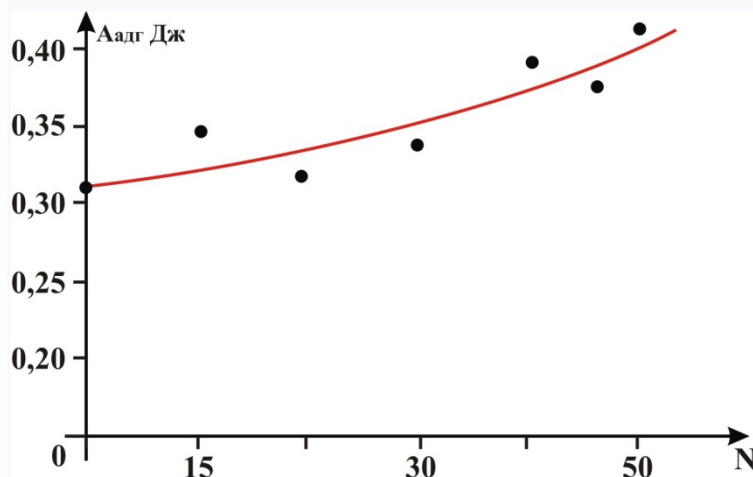
Oxirgi bosqichda, ya'ni macrodestruction oldidan soniyalarda, maksimal amplitudalarning AE signallarining paydo bo'lishida ifodalanadigan dastlabki va termal siklli namunalarning xatti-harakatlarida o'xshashlik mavjud. Bu, elastik deformatsiyaning energiya susayishi ortib borayotganidan dalolat beradi va bu namunani makrokristallashtirishga olib keladi. Natijada, mikrodan tortib to makrofrutsiyaga o'tish (namunani qismlarga bo'linish) bu erda boshlanadi va keyinchalik bu mikrovdagi bo'shliq deformatsiyasining bo'shatilgan energiyasi atrofdagi materiallar tomonidan tarqatib yuborilishi mumkin emas.

Issiqlik davrlarining soni oshgani sayin kuchning qanday o'zgarib borayotganini aniqlash uchun, biz AK kuchini delaminatsiyalash sharoitida baholaymiz. Shuni aytib o'tish joizki, yirtilgan va tabakalaşma sharoitida vayron qilish jarayoni rivojlanishini belgilaydigan stress holati juda ham turli xil va shuning uchun mukammal qadriyatlar ostida, bu sharoitda kuch qiymatlarini solishtirish mumkin emas. Ilk kontakt joyiga chiqib ketish yukini ajratish AK kuchining taxminiy qiymatlari aniqlanadi. Ushbu natijalar shakl 3 ga binoan keltirilgan.

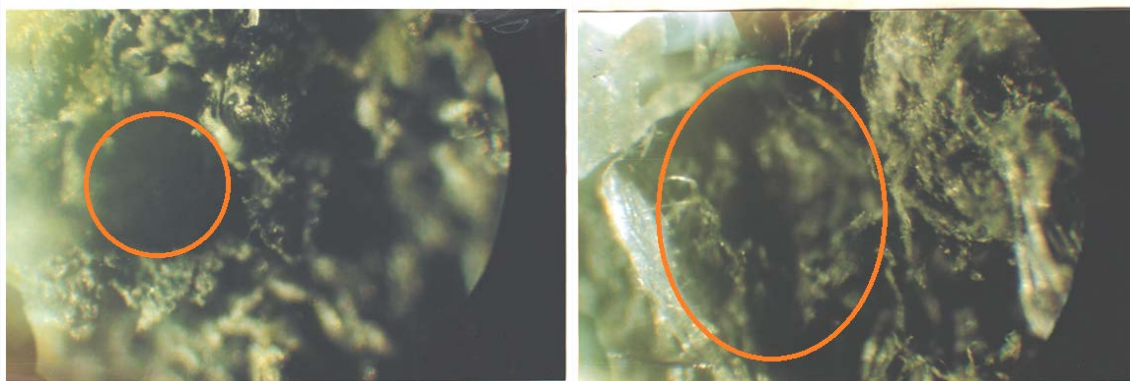


Ko'rib turganimizdek, termal tsikllar sonining ko'payishi natijasida chuqurlikka chidamlilik noaniqlik darajasini oshiradi. Shunday qilib, agar dastlabki holatdagi namunalar ($N = 0$) 0.36 MPa, undan keyin $N = 50$ issiqlik aylanishi natijasida kuchlanish qiymati 0.46 MPa ga ko'tarilsa, bu taxminan 40 foizni tashkil etadi. Kontaktni yopish ishlari qiymatlari termal davrlarning soniga qarab baholandi (4-rasm). Shu bilan birga, amallarning bajarilish darajasini baholash uchun kontakt yorilishini buzish uchun zarur bo'lgan kuchning o'rtacha qiymati

ishlatilgan. Ko'rib turganingizdek, termal tsikllar soni ortib borayotganligi sababli adezyon ishida chiziqli bo'lmagan o'sish kuzatiladi. Shunday qilib, agar teridan qilingan teriga kontaktning yopishqoqligi dastlabki holatda ishlayotgan bo'lsa, u holda 0,31 J ni tashkil etsa, 50 termal davrdan keyin bir xil namunalar uchun bu qiymat o'rtacha 0,42 J ni tashkil etadi, bu asl holati.



Dastlabki holatda va termal velosipedda sinovdan o'tgan namunalarning sinishi yuzasining faktik tahlili kontaktning sinishining ayrim xususiyatlarini izolyatsiyalash imkonini beradi. Shunday qilib, namunalarni yo'q qilish sirtining turini taqqoslash shuni ko'rsatadiki, kontaktning boshlang'ich holatidagi qirg'in yuzasida (5-rasm) etarli "bo'shliqlar" va "uzatmalar" mavjud. Depressiyalar cho'zilmoq bilan o'zgarib turadi va ba'zida yorilish substratga "kiradi".



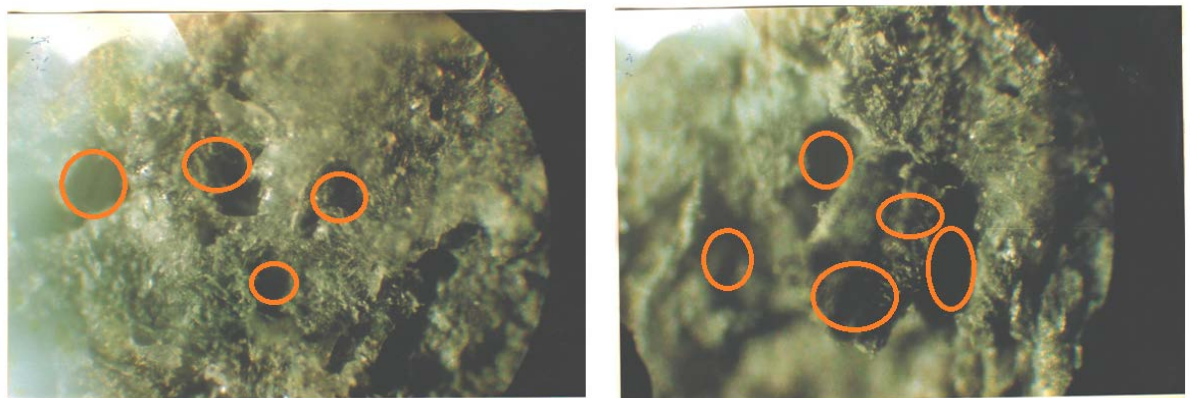
Shakl. 4. Termal tsikllar sonining

"skin-desmokol-skin" yopishqoqligi miqdori ta'siri.

Shakl. 5. "Teris-desmakol terisi" dastlabki namunasini yo'q qilish joyi

Issqlikdan chiqarilgan namunalardagi sinish sirtlari (6-rasm) nisbatan silliqdir va substrat (teri) orqali o'tib ketadigan yoriqning deyarli belgilari yo'q.

Tarmoqli dumaloq namunalar orasidagi chegara chizig'ini kesib tashlagan asosiy yoriqlar o'zini o'zi zarar ko'rgan maydonni tanlaydi. Biroq, bu oson emas. Zararlangan joydan o'tib, mikro-zarar bilan to'qnashganda, trunk yorilish tez-tez tezligini yo'qotadi. Aslida, mikro-tuzilmalar, gevşeme jarayonlari natijasida, keyingi qadam tayyorlanmaguncha sodir bo'ladi. Shu sababli yoriqlar zararlangan hududdan o'tib ketishi bilan bir nechta to'xtab qolsa, natijada namunani yo'qotish uchun sarflangan vaqt ortadi va natijada vayrongiz ishi kuchayadi.



Shakl. 6. "teris-desmakol terisi" namunasining sirtini yo'q qilish turi.

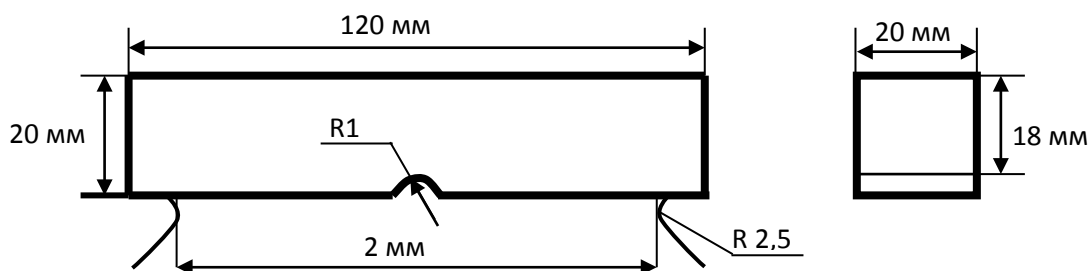
40 ta termosikldan keyin

Yuqoridagi tajribalar shuni ko'rsatadiki, muayyan sharoitlarda mikroskopik shikastlanish asosiy yorilishni inhibatsiyalashga, kattaroq yo'qotishni kechiktirishga yordam beradi, bu esa yorilish tokini va AKning kesib tashlanishiga yordam beradi.

III-bob. Ek

Namuna va tajriba metodikasi

Tajribalar shuni kursatadiki kompozit mareriallarning zarba yopishqoqligiga tuldiruvchining termosikli ta'sir kursatadi. Tajribada namuna sifatida tog' jinsi granit olingan. Granit tabii kompozit materialga hissoblanadi.



Rasm 1. Tajriba uchun namuna shakli.

Zarba yopishqoqligini aniqlash kopyor mayatniki yordamida klassik SHarpi metodi bilan aniqlanadi. Dinamik mustahkamlikni baholash namunani sindirish uchun sarflangan ish kattaligi qabul qilingan. Namunaning kundalang kesimini sindirish uchun sarflangan ish materialning zarba yopishqoqligi (a_n) deyiladi.

Свободно лежащий образец укладывается так, чтобы удар ножа маятника наносился со стороны, противоположной надрезу, в плоскости, перпендикулярной оси образца (рис.3.2).



2-rasm. Zarba yopishqoqligini Sharpi metodi bilan tajriba utazadigan qurulma.

Deformatsiya va buzulishning umumiy ish kattaligi potensial energiyaning boshlang'ich va ohirgi energiya farqi bilan aniqlanadi.

$$A = P (H_1 - H_2) \quad (1)$$

A – umumiy ish; P – mayatnikning ogirlik kuchi, H_1 – mayatnikning boshlang'ich balandligi; H_2 – mayatnikning namunaning sindirib utkandan keying balandligi.

Mayatnikning birinchi kutarish balandligi kutarilish burchagi funksiyasi 1-mayatnik uzunligi:

$$H_2 = \ell + \ell \sin(a - 90^\circ) = \ell (1 - \cos a) \quad (2).$$

$$H_2 = \ell - \ell \cos b = \ell (1 - \cos b) \quad (3),$$

Bu yerda b - mayatnikning namunaning sindirib utkandan keying burchagi $\gamma_{\text{гол}}$.

H_1 va H_2 qiymatini (1) formulaga quyib topamiz:

$$A = P \ell (\cos b - \cos a) \quad (4).$$

Qarshilik kattaligi mayatnikning erkin tushish (namunasiz) a va b_0 burchak funksiyasi (b_0 – mayatnikning erkin tushib kutarilish burchagi):

$$A_{\text{co}} = P \ell (\cos b_0 - \cos a) \quad (5).$$

Namunaning sindirishdan keyin mayatnik erkan tushishdagi masofadan kam masofani bosib utadi. Shuning uchun qarshilikdan utish jarayonida aniq ish shunga teng buladi:

$$A_c = A_{\text{co}} \frac{\beta + \alpha}{\beta_0 + \alpha} \quad (6),$$

uchun ish – $A_H = A - A_c$ (7).

Zarba yopishqoqligi $a_i = \frac{A_i}{S}$ (8),

bunda S – namunaning kundalang kesim yuzasi.

Xulosa

Kompozit materiallarda matritsa va to'ldiruvchi fazalaridagi molekulyar birikmalarni strukturaviy bog'lanish energiyalari qiymatlari keng diapazonda yotadi.

Moddalar xarakteristikalarini temperatura ta'sirida turlicha o'zgarishlaridan kerakli maqsadda keng foydalaniladi. Temperatura o'zgarishi bilan moddani tashkil qilgan molekulalar tebranishi o'zaro bog'lanish energiyasiga qarab turlicha bo'ladi. Ayniqsa, ma'lumki, temperatura ta'sirida tebranma harakatga kelishda asosiy rol ni bog'lanish energiyasi kattaligi o'ynagani uchun o'ta kichik qadam (qiymatlar) bilan temperaturani o'zgartirib borib, kompozit issiqlik sig'imini o'zgarishi aniqlansa, undagi o'zgarishlar asosida strukturaviy molekulyar bog'lanishlar haqida ma'lumot olish mumkin bo'ladi.

1. Kompozitsion materiallarni yaratishga ilmiy- asoslangan yondashuv kursatildi.
2. Kompozitsion materiallarni, zarbaga qarshi va adgezion mustahkamlik, aniklandi.
3. Materialning vibrodempfirlovchi samaradorligi va uning asosidagi qoplamaning zarbaga qarshi mustahkamligi o'rtasidagi korrelyatsion bog'liqliklar aniqlandi.
4. Kompozitsiyaning qovushqoqlik elastik xarakteristikalari asosida uning zarbaga qarshi mustahkamligi haqida fikr yuritish mumkinligi ko'rsatildi.

1. Ботвина Л.Р. Разрушение: кинетика, механизмы, общие закономерности. М., Наука, 2008, -334 с.

2. Акустическая эмиссия и ее применение для неразрушающего контроля в ядерной энергетике. (Под ред. К.Б.Вакара). М., Атомиздат, 1980, -216 с.

3. Лексовский А.М., Абдуманонов А.А., Баскин Б.Л., Тишкин А.П. Акустико-эмиссионный анализ влияния температуры и скорости деформирования на процесс коррелированного образования трещин масштаба структурного элемента.//Физика твердого тела, 2013, том 55, вып.12, С.2392-2397.

4. Leksovski A.M. Microcraks, damage and fracture in solids. Lectures on Institute of Fundamental Technol. Res., Polish Acad. of Sci. 1995, -58 p.

