

# MASHINASOZLIK MATERIALLARI

**10-Mavzu:** Ko'p qatlamli kompozitsion materiallar. Disperss puxtalangan kompozitlar va ularning ishlatilishi.

**Maruzachi: Jamshidbek Khasanov**

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

Kompozitsion materiallar ikki va undan ortiq tashkil etuvchilardan-komponentlardan tuzilgan **murakkab material** bo'lib, xar xil usullar bilan bog'langan va o'ziga xos xossalari bor.

Birinchi kompozitsion material 1867 yilda **patentlangan**: xovli gul tuvaklari, sim va tsementdan yasalgan: bog'bon frantsuz J. Mone. Kompozitsion materiallar o'z xossalariga qarab mashinasozlikda keng qo'llanilinmoqda va katta iqtisodiy tejashga olib kelmoqda masalan:

Xozirgi zamon transport samolyotlari konstruksiyalarining 15-20%; xarbiy samolyotlarning 25-30%; xarbiy vertolyotlarning 45-55%; strategik raketalarining 75-80% kompozitsion materiallardan yasalgan.

Dvigatellarning gidravlik detallari (disklar, latoklar, rotorlar) yuqori haroratli dispersli mustahkamlangan kukuni qotishmasidan yasaladi. Yuqori haroratli dispersli mustahkamlangan kukuni qotishmasi tarkibi bu nikel - xrom qotishmalari va **gafniy oksidi ( $\text{HfO}_2$ )** yoki **toriy oksidi ( $\text{ThO}_2$ )** kukunlari aralashmasidir. Yuqori haroratli dispersli mustahkamlangan kukuni qotishmasi mexanikaviy legirlash usuli bilan olinadi. Yuqori haroratli dispersli mustahkamlangan kukuni qotishmalarining olovbardoshligi va issiqbardoshligi boshqalarinikidan yuqori.

Metall asosidagi tolali kompozitsion materiallarning mustahkamlovchi to'ldirgichlari sifatida tolalar va toza elementlar ipsimon kristallari yoki qiyin eriydigan birikmalar (B, C,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , Si C) ishlatiladi. Tolali kompozitsion materiallar xossalari sinchlash sxemasiga bog'liq.

Barcha kompozitsion materiallar siklik nagruzkalarga yaxshi ishlaydi. Kompozitsion materiallarning mustahkamligi ko'proq tolalarni matritsa bilan bog'lanishlik, birlashishlik darajasiga bog'liq. Matritsa bilan to'ldirgichlar orasidagi bog'lanishlik har xil bo'lishi mumkin.

Metall asosidagi kompozitsion materiallar tolalar bilan matritsa orasidagi mustahkam bog‘lanish ularni o‘zaro ta’siri va juda ingichka- yupqa (1–2mkm) intermetalli faza hosil bo‘lish darajasiga bog‘liq.

Metall emas asosli kompozitsion materiallar komponentlari orasidagi bog‘lanish adgeziya yordamida amalga oshadi. Yuqori puxtalikdagi bor, uglerod, keramika tolalari matritsaga yomon **adgeziyalanadi**. Yopishish qobiliyatini oshirish uchun yuza kimyoviy yediriladi, tola yuzalari ishlanadi, ya’ni **viskerizatsiya** qilinadi.

**Viskerizatsiya** bu uglerodli, broli, va h.k. tolalari yuzalarida kremniy karbidi monokristallarini o‘stirish (ular uzunligiga perpendicular holda). Shu usulda olingan titilgan, betartib – chigal yuzali bor tolasi “borsik” deyiladi. Ipsimon kristallar hajmini 4–8% ga ortishi surish mustahkamligini 1,5–2-marta, elastik modulini va qisishdagi mustahkamlikni 40–50% ga ko‘taradi.

Aluminiy, magniy va ular qotishmalarini mustahkamlash uchun borli va uglerodli hamda o‘tga chidamli birikmalar (karbidlar, nitridlar boridlar va oksidlar) tolalari ishlatiladi. Yuqori puxtalikdagi po‘lat simlari ham ishlatiladi.

Titan va uni qotishmalarini singlash uchun molibdenli sim, salfir tolalari, kremniy karbidi, titan boridi ishlatiladi.

**Nikel** qotishmalari olovbardoshligini oshirish uchun volframli yoki mobildenli simlar ishlatiladi. Yuqori issiq o‘tkazuvchanlikni va elektr o‘tkazishni oshirish uchun ham metall tolalar ishlatiladi. Yuqori mustahkamlik va yuqori modulli **kompozitsion materiallarni** mustahkamlash uchun istiqbol puxtalovchilari sifatida oksidlar va aluminiy nitridlarini ipsimon kristallari, kremniy karbidi va nitridi, bor karbidi va titan borididan foydalaniladi.

Aluminiy, magniy va titan qotishmalarini uzluksiz bor, kremniy karbidi titan diboridilarni qiyin eriydigan tolalar bilan singlash olovbardoshlikni ancha oshiradi. Kompozitsion materiallarning o‘ziga xosligi harorat ko‘tarilishi bilan vaqt birligida mustahkamlikni yo‘qotishlik tezligi kichik.

Dispers mustahkamlangan kompozitsion materiallar matritsalarini asosiy kuchlanishni o‘ziga oladi, dispers zarrachalar esa dislokatsiyalar harakatini sekinlashtiradi. Zarrachalar o‘lchamlari 10–500nm va oralaridagi masofa 100–500 nm bo‘lganda yuqori puxtalikka erishiladi

Kompozitsion materiallarga quyidagi xususiyatlar yig‘indisi xos:

- Komponentlarning tarkibi, formasi va taksimlanishi oldindan aniqlangan;
- Ikki va undan ortiq kimyoviy xar xil materiallardan tarkib topgan va bir-birlari bilan ajralib turadilar;

- Kompozitsion materialning xossalari xar bir tashkil etuvchining xossalari bilan aniqlanadi;
- Kompozitsion materialning xossalari, tashkil etuvchilarning xossalaridan farq qiladi;
- Kompozitsion material makromasshtab miqyosida birtanli, mikromasshtabda bir tanli emas;
- Bu material tabiyatda uchramaydi va odamzodning ixtirosidir.

Geometrik ko'rsatkichlariga qarab **tashkil etuvchilar** xar xil bo'ladi. Butun xajm bo'yicha uzluksiz-to'xtovsiz tarqalgan **komponent-matritsa** deyiladi. Uzlukli, bo'lak-bo'lakli materiallar **sinchlovchi** yoki **puxtalovchi** tashkil etuvchilar deb ataladi.

**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, mustaxkamligini, ishlash haroratini, charchab buzilishga qarshiligini, tashqi agressiv muxitga 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 xam ta'sir qiladi.

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

To'ldirgichlarning geometriyasiga qarab:

1.**No'l-ulchamli 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 guruxga bo'linadi:

1.To'ldirgichlarni bir o'qda-chizig'iy joylashishi bilan to'ldirgichlar tola, ip, intevid shaklidagi kristallar formasida bo'lib, matritsada bir- biriga parallel

bo'ladi;

2. Ikki o'qli-yuzali: bularda sinchlovli tuldirgichlar tola formasida, intevid kristallarning matollari formasida, matritsada falga formasida parallel tekisliklarda bo'ladi;

3. Uch o'qli-xajmiy: bunda sinchlovchi to'ldirgich xajm bo'yicha joylashgan; afzal yo'nalishi yuk.

**Komponentlarning tabiatiga qarab kompozitsion materiallar** quyidagi to'rt guruxga 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 x.kli komponent borli;

4. Komponentlari organik moddalar birlashmasidan (epoksidli, poliefirli, fenolli va x.k. smolalar) tashkil topgan/

**Kompozitsion va bimetal materiallardan tayyorlangan detallar.**

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

To'ldirgichlarning geometriyasiga qarab:

1. **No'l-o'lchamli to'ldirgichli:** bularning odchamlari uch tomonlama odchashda bir xil odcham kodsatgichiga 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 guruxga bo'linadi:

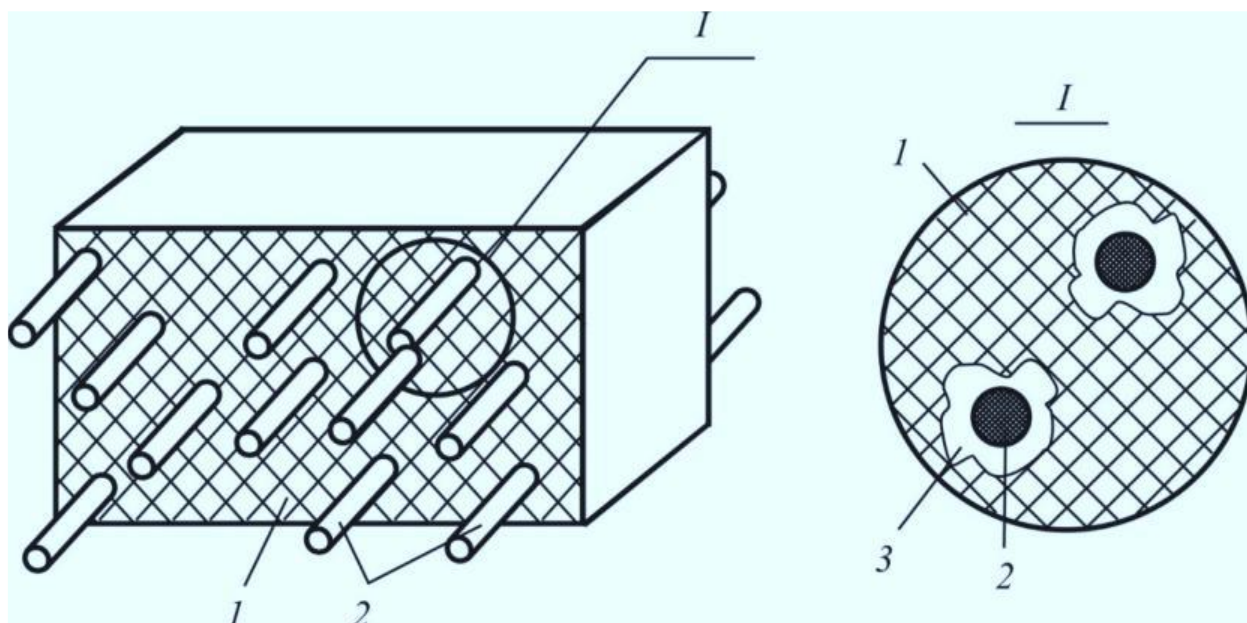
1. To'ldirgichlarni bir o'qda-chizig'iy joylashishi bilan to'ldirgichlar tola, ip, intevid shaklidagi kristallar formasiga bo'lib, matritsada bir- biriga parallel bo'ladi;

2. Ikki o'qli-yuzali: bularda sinchlovli toddirgichlar tola formasida, intevid kristallarning matolari formasida, matritsada folga formasida parallel tekisliklarda bo'ladi;

3. Uch o'qli-xajmiy: bunda sinchlovchi to'ldirgich xajm bo'yicha joylashgan; afzal yo'nalishi yo'q.

**Komponentlarning tabiatiga** qarab kompozitsion materiallar quyidagi to‘rt guruxga 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 x.k li komponent borli;
4. Komponentlari organik moddalar birlashmasidan (epoksidli, poliefirli, fenolli va x.k. smolalar) tashkil topgan.



10.1-rasm. **Kompozitsion materialning sxematik tuzilishi:**

**1-matritsa, 2-sinchlovchi komponentlar. 3-komponent chegarasida o‘zgaruvchan qatlam**

**Kompozitsion materiallar** xozirgi zamon konstruksion materiallarga nisbatan ancha yuqori nisbiy bikirlikka ( $E/r$ ) va nisbiy puxtalikka ( $\sigma_v/p$ ) ega.

Kompozitsion materialning elastiklik modulini xoxlagan tomonga ko‘tarish mumkin, o‘sha tomonga sinchlovli qo‘yib.

Kompozitsion materiallarning ishonchliligi xam yuqori. Oddiy qotishmalarda darz ketish va uning o‘shishi ishlash vaqtida tez ketadi. Kompozitsion materialda darz ketish matritsadan boshlanadi. U o‘sa olmaydi, chunki yo‘lda puxtalovchi to‘ldirgichga borib taqaladi.

Kompozitsion materiallardagi mustahkamlovchining hajmi 20-80% ni tashkil etadi. Matritsaning xossalari siqilish va siljishda kompozitsion materialning

mustaxkamligini belgilaydi. Mustahkamlovchining xossalari kompozitsion materialning mustaxkamligi va bikrligini belgilaydi.

Metall va metall qotishmalarni mustahkamligi oshirilishi mumkin, agar ular ichida bir necha foiz juda qattiq inert moddani mayda zarrachalarini bir tekis taqsimlasa.

Bu disper faza metall yoki nometall bo'lishi mumkin. Ko'pincha shu maqsadda oksidlar qo'llaniladi. Avvalgi hollarda puxtalash dispersion qotishda erishilganidek bunda ham puxtalash dispersion zarralarni matritsadagi dislokatsiyalar bilan o'zaro ta'siri natijasida erishiladi.

Bu holda puxtalash effekti dispersion qotishdagidek emas. Ammo, ko'rilayotgan usulda puxtalanish harorat organida uzoq vaqt ichida saqlanadi, chunki dispers zarralarni tanlashda ularni matritsa materiali bilan o'zaro ta'siri yo'qligi hisobga olinadi. Dispersionpuxtalanadigan qotishmalar uchun puxtalikni ortish effekti yuqori haroratli ishlov berishda invelirovatsiya qilishi mumkin tushirilgan zarralar yoki ajralib chiqqan fazaning erishi hisobiga.

Yuqori haroratlarda nikelli qotishmalarni mustahkamligi deyarli ortishi mumkin, agar 0,3% toriy oksidi ( $\text{ThO}_2$ ) mayda dispers zarralar sifatida qo'shilsa. Bu material disperslangan – toriy nomlanishi bilan ma'lum (abbreviatura TD). O'xshash effekt aluminiy-aluminiy oksidi sistemasida kuzatiladi. Juda yupqa maydalangan aluminiy oksidi yuzasida o'ta mayda (qalinligi 0,1–0,2mkm) aluminiy pag'alari (xlopya) hosil bo'ladi va aluminiy matritsaga dispergiya qiladi. Bu materialni nomi shlaklangan aluminiy kukuni (abbreviatura SA' – sintered aluminum powder).

Zamonaviy texnologiya nuqtayi nazaridan dispers fazasi tolalardan tashkil topgan kompozitsion materiallar eng muhim ahamiyatga ega. Tolalarni armaturalash uchun qo'llashning mazmuni mustahkamlik yoki bikrlikni oshirib og'irlikni kamaytiradi. Bu effektmi miqdoriy o'lchami solishtirma mustahkamlik va solishtirma elastiklik modulining miqdori.

Kompozitsion materiallarni tabiatda ham uchraydi. Masalan, daraxt mustahkam va qayishqoq selluloza tolalaridan tashkil topgan, ular esa **ligin** deb nomlanadigan yumshoq muhit bilan birlashtirib bog'lab turiladi. Suyaklar ham mustahkam, lekin deyarli yumshoq gollagen va qattiq mo'rt mineral moddadan tashkil topgan kompozitlardir.

**Metall asosli kompozitsion materiallar.** Bunday kompozitsion materiallar matritsasi metaldan iborat: Al, Mg, Ni, Ti va ularning qotishmalari. Bular yuqori puxtalikdagi tolalar yoki yupqa dispersli qiyin eriydigan zarrachalar (qaysilarki asosiy metallda erimaydi) bilan **puxtalanadi**.

Metall asosli kompozitsion materiallarning afzalliklari quyidagilar:

**Mexanik xossalari** - xarakteristikalari yuqori, matritsa xossalariga bog‘liq (mustaxkamlik chegarasi, sinchlovchi tolalar yo‘nalishiga perpendikulyar yo‘nalishdagi egiluvchan moduli); yuqori plastiklik, buzilishga uyushqoqligi, asosiy metallni erish haroratiga mustaxkamlik xarakteristikalarini saqlash.

**Fizik xossalari** - yuqori issiq va elektr tok o‘tkazuvchanligi.

**Ximiyaviy xossalari** - yonmaslik, boshqa kompozitsion materiallarga nisbatan.

**Texnologik xossalari** - yuqori deformatsiyalanishligi, ishlanishligi qirqilishi.



#### 10.2-rasm. Metall asosida kompozitsion materiallardan tayyorlangan detallar

**Metallik kompozitsion** materiallar uchun eng istiqbolli matritsa materiallari bu zichligi unga katta bo‘lmagan metallar Al, Mg, Ti va ular qotishmalari. Xozirda issiq keng qo‘llanilyapti.

**Kukunli kompozitsion materiallarda** metall asosida  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  va karbidlarni qiyin eriydigan fazalarini dispers zarrachalari xizmat qiladi. Bu kompozitsion materiallarning mexanik va fizik asoslari izotropik (bir xil barcha yo‘nalishlarda).

Metall asosidagi kukunli kompozitsion materiallarga **CAII** misol bo‘la oladi. **CAII** - “spechyonnaya alyumievaya pudra” - tarkibida alyuminiy kukuni va alyuminiy oksidi ( $Al_2O_3$ ) kukuni (6-22%) aralashmasidan iborat. Xozirgi vaqtda dvigatelsozlikda CAII dan juda ko‘p detallar yasaladi: porshenlar, shatunlar, klapan prujinalari tarelkalari. CAII yuqori texnologik xossalarga ega: yuqori deformatsiyalanadi, payvandlanadi, qirqib ishlanadi, zangga bardosh va

olovbardosh. Olovbardosh alyumin qotishmalari 300°C da ishlaganda CAII 500°C da xam ishlayveradi. Agar bular tarkibiga boshqa elementlar (Fe, Ni, W, va x.k.) qo'shilsa, CAII aylanadi **CAC - "spechenntiy alyuminieviy splav"** - pishirilgan alyuminiy qotishmasi bo'ladi: xossalri yanada yaxshilanadi.

Dvigatellarning gidravlik transtissiya detallari (disklar, latoklar, rotorlar) **BDY** tipidagi kukuni qotishmasidan yasaladi. BDY tarkibi bu nikel - xrom qotishmalari va gafniy oksidi ( $HfO_2$ ) yoki toriy oksidi ( $ThO_2$ ) kukunlari aralashmasidir. BDY qotishmasi **mexanikaviy legirlash** usuli bilan olinadi. BDY larning olovbardoshligi va issiqbardoshligi boshqalarinikidan yuqori.

Kompozitsion materiallarning mustahkamligi bikrligi, otashga va issiqda chidamliligi yuqori Masalan, karbovoloknitlar uchun  $H_v$  q 650-1700 MPa, borvoloknitlar uchun esa  $H_v$  q 900-1750 MPa ga teng. **Kompozitsion materiallarning zichligi** 1,35-4,8 g/sm<sup>3</sup> tashkil etadi. Kompozitsion materiallar mashinasozlikping ko'pgina sohalari uchun juda istiqbolli materiallar hisoblanadi.

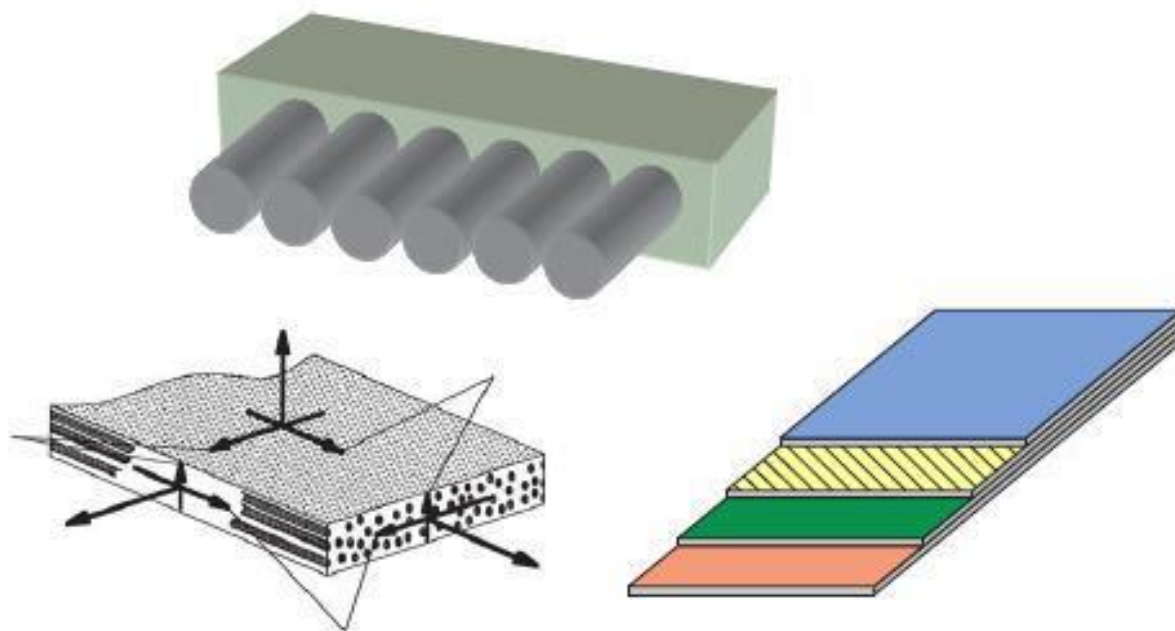
Karbovoloknitlar (ugleplastlar)- polimer matritsa va uglerodli tolalar ko'rinishidagi mustahkamlovchidan iborat kompozitsiyadir. Polimer matritsa sifatida **poliimidlar, epoksid va feiol-formaldegid smolalardan** foydalaniladi. Poliimidlar asosdagi KMY-2 va KMY-2L karbovoloknitlar 300°C temperaturagacha ishlatilishi mumkin. Ular suv va ximiyaviy ta'sirlarga chidamli. Karbovoloknitlar tarkibida ko'mir 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, KYII-BM tipidagi uglerodli matritsali karbovoloknitning mustahkamligi va zarbiy qovushqoqligi maxsus grafitlarnikidan 5-10 marta ortiq. Inert atmosferada qizdirilganda 2200°C gacha u mustahkamligini yo'qotmaydi. Uglerod matritsali karbovoloknitlar ximiyaviy apparatlar tayyorlashda ko'p ishlatiladi.

Borvoloknitlar- polimer bo'glovchi, 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.

**Organik voloknitlar**-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 qovushqoqligi yuqori. Organik voloknitlar aviatsiya texnikasida, elektr sanoatida, ximiya mashinasozligida ishlatiladi.



**10.3-rasm. Kompozitsion materiallarning sxematik tuzilishi**

**Tolalar bilan armirovka** qilingan metallar-metall matritsali tolalar ko'rinishidagi mustahkamlovchili kompozitsion materiallardir. Bor, uglerod tolalari, qiyin suyuqlanadigan birikmalarning ipsimon kristallari, volfram yoki po'lat simlar maxkamlovchi xizmatini o'taydi. **Matritsa materiali** kompozitsion materialning vazifasini (korroziyaga chidamliligi, oksidlanishga ko'rsatadigan qarshiligi) xisobga olgan holda tanlanadi. Matritsa sifatida engil 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.

Geometrik ko'rsatkichlariga qarab tashkil etuvchilar xar xil bo'ladi. Butun xajm bo'yicha uzluksiz-to'xtovsiz tarqalgan komponent-matritsa deyiladi. Uzlukli, bo'lak-bo'lakli materiallar **sinchlovchi** yoki **puxtalovchi** tashkil etuvchilar deb ataladi.

Kompozitsion materiallardan foydalanish qator hollarda detallar tayyorlashning yangi usullarini yaratish hamda mashina detal va uzellarini konstruksiyalash printsipini o'zgartirishni talab qiladi.

### **Disperss puxtalangan kompozitlar va ularning ishlatilishi.**

**Disperss mustaxkamlangan kompozitsion materiallar.** Materiallarning yuqori darajada mustaxkamligi ularning plastiklik va qovushqoqlik xossalari bilan bir qatorda mashinalar, mexanizmlar va barcha turdagi metall konstruksiyalar detallarining ishonchliligi va uzoq muddati ishlashi asosi hisoblanadi.

Materiallarning **konstruktiv mustahkamligi** ularning ishonchliligi va uzoq muddat ishlashi kabi xususiyatlari bilan baholanadi. Konstruktiv mustaxkamlik deganda materiallarning qo'llanilish sharoitlariga bog'liq bo'lmagan barcha umumiy xossalarini o'z ichiga oluvchi **kompleks fizik - mexanik** tavsifnomalari tushuniladi. Bunday fizik-mexanik tavsifnomalarga materialning o'zining mustaxkamligi, **mustaxkamlik chegarasi ( $\sigma_v$ )**, **oquvchanlik chegarasi ( $\sigma_{oq}$ )**, **plastikligi ( $\delta\%$ ,  $\psi\%$ )**, **qattiqligi (HRA, HRC)**, hamda ishonchliligini va uzoq muddat chidamliligi kabi xossalari kiradi.

**Kompozitsion materiallar** tabiatda ham uchraydi. Masalan, daraxt mustahkam va qayishqoq selluloza tolalaridan tashkil topgan, ular esa *ligin* deb nomlanadigan yumshoq muhit bilan birlashtirib bog'lab turiladi. Suyaklar ham mustahkam, lekin deyarli yumshoq gollagen va qattiq mo'rt mineral moddadan tashkil topgan kompozitlardir.

Demak, yuqorida ta'kidlangandek **kompozit** deb tabiiy usulda emas, balki sun'iy yaratilgan material tushuniladi. Undan tashqari, kompozitdagi alohida fazalar aniq ajralib turgan fazalararo qatlam bilan chegaralangan mutlaqo har xil materiallardir. Shunday qilib, ko'pchilik metal qotishmalar va keramika bu ta'rifga taalluqli emas, chunki ulardagi ko'p fazali struktura tabiiy holda hosil bo'ladi.

Olimlar va muhandislarni kompozitlarni yaratishdagi harakatlari metall, keramika va polimerlarni sun'iy ravishda birlashtirib, ekstra ordinar xossali yangi avlod materiallarini yaratishga qaratilgan.

Aksariyat hollarda kompozitlarni olishdan maqsad asosiy mexanik xossalarni mujassamligini – xona va yuqori haroratlarda bikirlik, zarbiy qovushqoqlik, mustahkamlikni yaxshilash.

Har qanday **konstruksiyaning ishonchliligi** uni tashkil etuvchi detallar materiallarning to'satdan ishdan chiqishga qarshilik ko'rsatish qobiliyati bilan aniqlanadi.

Materiallarning to'satdan ishdan chiqishga qarshilik ko'rsatishi uning ichki qismida darzlarning rivojlanishi, ya'ni o'sib borishi ishi bilan tavsiflanadi. Darzlarning o'sib borishi ishi qiymati kichik bo'lganda mo'rt emirilish sodir bo'lib, uning natijasida detallarning to'satdan ishdan chiqishi yuzaga keladi. Bunday hollarda materialning murt holatga o'tish harorati eng muhim tavsifnomasi hisoblanadi.

Materialning uzoq vaqt **chidamliligi** buyumning yeyilish, toliqish va yemirilish (korroziya) sharoitlarida ishlash ish qobiliyati bilan aniqlanadi. Bunday sharoitlarda ishlaydigan detallarning materiallaridagi shikastlanishlar ulardan oydalanish davrida detallarda sekin-asta nuqsonlar hosil bo'lishiga sabab bo'ladi.

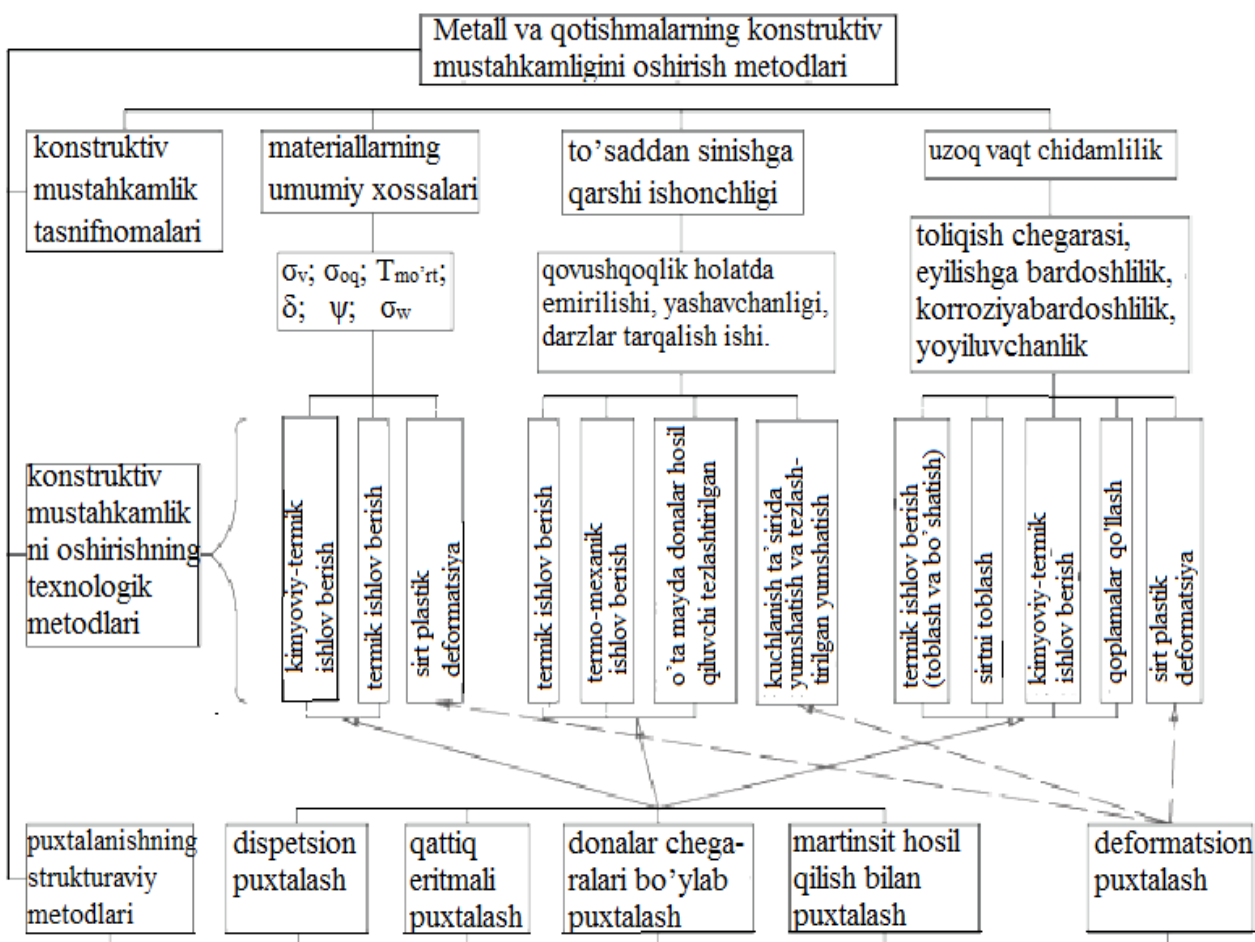
Detailarning sirtini puxtalash samaradorligi material **oquvchanlik chegarasi** (mustaxkamlik)ni oshirish, hamda turli haroratlarda plastik deformatsiyaga qarshilik ko'rsatish, plastiklik, qovushqoqlik va darzlar bo'lgan hollarda ham ularga bardoshli bo'li uzoq ishlashni ta'minlash kabilarni o'z ichiga olgan kompleks xossalari bilan aniqlanadi.

Bir vaqtning o'zida materialning mustaxkamligini, plastikligini va qovushqoqligini oshirish murakkab masala bo'lib, ko'pgina hollarda keltirilgan xossalarni oshirish natijasida materialning mo'rtlashuvi sodir bo'lishi mumkin.

**Konstruktiv mustaxkamlikni** oshirish uchun turli texnologik metodlar: legirlash, termik va kimyoviy-termik ishlov berish, plastik deformatsiya, turli xildagi sirt qoplamalarini qo'llash va boshqa shu kabilar foydalaniladi. Konstruktiv mustaxkamlikni oshirish usullarining sxematik tasviri 5.10-rasmda keltirilgan.

Materiallarning mustaxkamlik tavsifnoalarini oshirish nuqsonlarsiz kristallar olish orqali ham erishish mumkin. Ammo bu imkoniyat faqat nozik kristallar uchun yaratiladi. Bunday hollarda ipsimon ko'rinishdagi kristallar past qiymatdagi plastiklik xossalariga ega bo'ladi. Materiallar mustaxkamligini (plastik deformatsiyaga qarshiligini) oshirishning ikkinchi yo'li kristall panjaralardagi turli xildagi nuqsonlarning xarakatchanligini, ayniqsa dislokatsiyaning xarakatlanishini kamaytirishga asoslanadi. Material strukturasi u yoki bu ta'sir usullaridan foydalanib dislokatsiyaning xarakatchanligini keskin kamaytirishga erishish

mumkin.



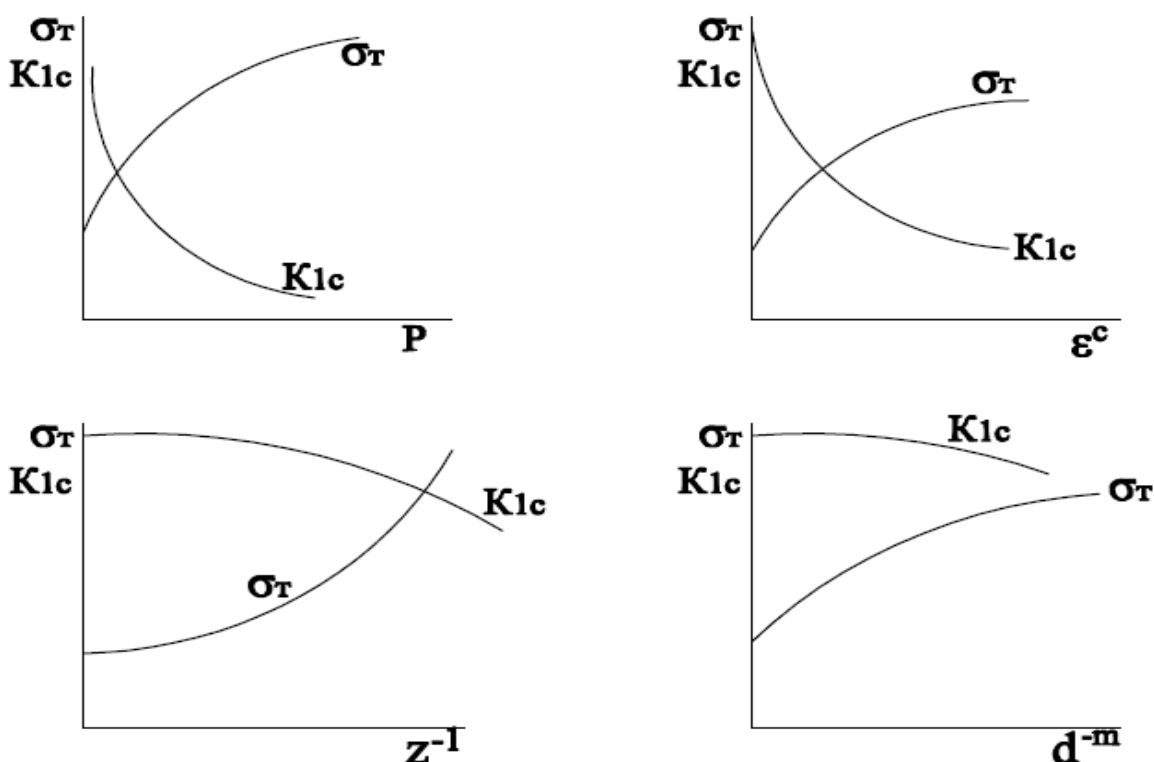
### 10.4-rasm. **Konstruktiv mustaxkamlikni oshirish metodlari**

**Konstruktiv mustaxkamlikni** oshirish konstruksiya materialining faqatgina eng kam plastik deformatsiyani ta'minlovchi tashqi yuklanishlarning qiymatlarini oshirishga qaratilgan bo'lmay, balki materialning murtlashuviga yuqori darajada qarshilik ko'ratishini ta'minlashi ham zarur.

Mustaxkamlikni oshirish uchun kristall strukturasiidagi dislokatsiyalarning xarakatini cheklash zarur. Buning uchun dislokatsiya xarakatiga u yoki bu ko'rinishdagi to'siqlar hosil qilish zarurati tug'iladi. Lekin ba'zi hollarda plastiklik va qovushqoqlikning yuqori qiymatlariga erishish uchun qandaydir darajada dislokatsiyalarning xarakatchanligini xam ta'minlash kerak. Bunday hollarda dislokatsiyaning xarakatlanishi natijasida to'siqlar atrofida mikroplastik deformatsiyaning to'planishini ta'minlash va bu orqali murt darzlarning hosil bodishi ehtimolliklari oldi olinishi zarur.

Material strukturasiida **dislokatsiyalar** xarakatlanishi uchun «yarim singdiruvchi» to'siqlar hosil qilinishi lozim. Bunday to'siqlar dislokatsiya xarakatini samarali to'xtatib qolmasdan, balki kuchlanishning ba'zi bir aniq qiymatlarida dislokatsiya

to'siqlar orqali o'tib shikastlanish ehtimolligini kamaytiradi. Materiallarni puxtalashning asosiy mexanizmlari ana shu nuqtai nazarga qaratilgandir.



**10.5-rasm. Material oquvchanlik chegara ( $\sigma_{oq}$ ) va qovushqoqliklari ( $K_{1s}$ ) ning turli xildagi puxtalash mexanizmlarida o'zgarishi: a-deformatsion puxtalash; b-qattiq eritmali puxtalash; v - dispersion puxtalash; g – substrukturali puxtalash.**

10.5-rasmda qotishmalarning puxtalashning turli xildagi mexanizmlarning oquvchanlik chegarasi ( $\sigma_{oq}$ ), va shikastlanish qovushqoqligiga ( $K_{1s}$ ) ta'siri sxemalari keltirilgan. Bunda ( $\sigma_T$ ) puxtalash kriteriysini va  $K_{1s}$  esa murtlashuvda shikastlanishga moyillikli tavsiflaydi.

**Puxtalash** usullarini yoki ularning kombinatsiyalarini tanlash uchun yuqori darajadagi mustaxkamlikni olish metodlari: deformatsion qattiq eritmali, donalar chegarasida, dispersion vash u kabi puxtalash usullarining fizik asoslarini bilish zarur bo'ladi.

Zamonaviy mashinasozlik materiallarini ishlab chiqarishda ajoyib xossalarga ega bo'lgan **polimer kompozit** materiallarga bo'lgan e'tibor kundan-kunga ortib bormoqda. Jumladan 2016-yilda dunyo miqyosida polimer kompozit materiallar ishlab chiqarish hajmi 12 mln. Tonnadan oshib ketdi. Polimer kompozit materiallar ishlatilish sohalari kengayib bormoqda. Bugungi kunda o'ta puxta bo'lgan materiallar olish texnologiyalari ishlab chiqilgan va ular asosida puxta va pishiq materiallar olinmoqda. Avtomobilsozlik, kemasozlik, radiotexnika, qishloq

xo'jaligi mashinalari, samolyotsozlik va kosmonavtika texnikalarining 20–60 % ehtiyot qismlari aynan polimer kompozit materiallardir.

**Polimer kompozit materiallarning** juda ko'p turlari mavjud. Jumladan, plastmassalar, metall plastiklar va boshqalar. Plastmassalar asosan polimerlardan olinib, ularning og'irligi metallarga nisbatan 4–8-marta kam, pishiq va puxta, korroziya (chirish)ga barqaror, olinish usuli oson va xomashyo resursiga boydir. Plastmassalarning pishiqligi, puxtaligi va tannarxini arzonlashtirish maqsadida turli xil to'ldiruvchilardan foydalaniladi.

### **Tolali mustaxkamlangan kompozitlar va ularning ishlatilishi.**

**Simlar**-eng arzon xammabop sinchlovchi material. Po'latdan va berilliydan olingan detallar uchun ishlatiladi. Volfram va molibdendan yasalgan simlar o'rta va yuqori haroratda.

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

Uglerodli tolalarni ishlab chiqarish quyidagi operatsiyalardan iborat:

**1. Oksidlash;**

**2. Karbonizatsiyalash;**

**3. Grafitlash.**

Tolalar 200-300°C da olib boriladi. Karbonizatsiya 900°C dan yuqorida vodorod muxitida o'tadi. Unga o'tga turg'unlik xossasi beriladi 2500°C dan yuqorida uglerod tolasi xosil bo'ladi.

**Metall asosidagi tolalar bilan sinchlangan kompozion materiallarni olish.** Xar 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 mustaxkam boglanish xosil qilish imkoniyati;

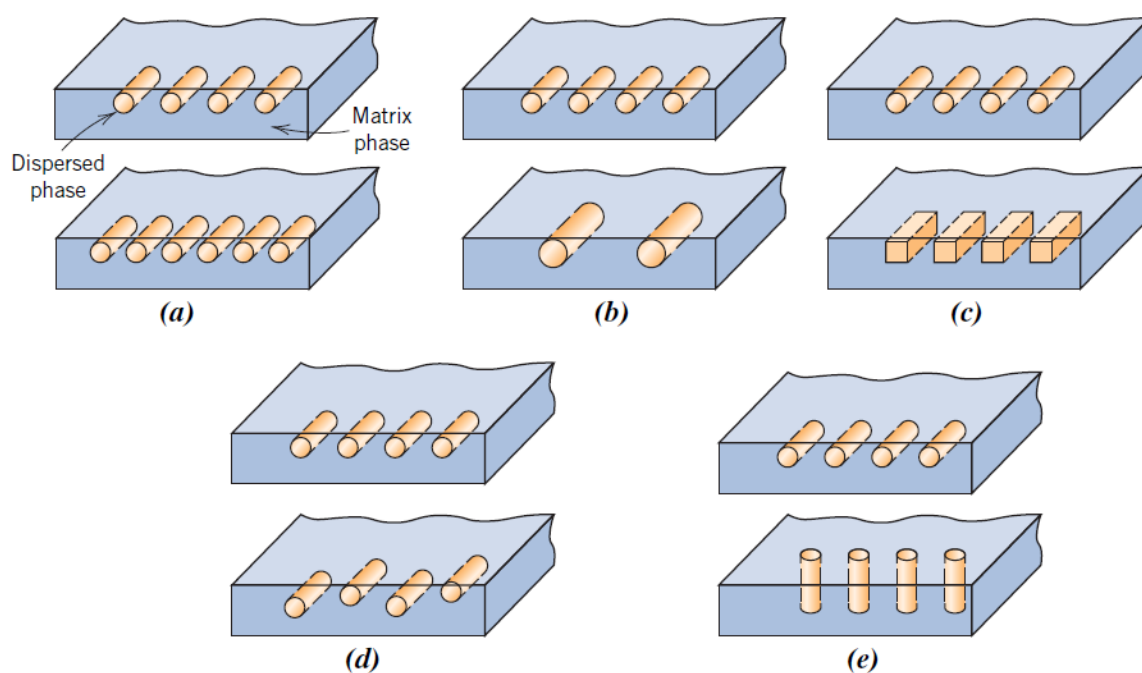
3. Tolalarni matritsada bir tekisda taqsimlanishini olish;

4. Kompozitsion materialni olish va undan detal yasash jarayonlarini bir vaqt ichida olib borish ("sovmeshat");

## 5. Jarayonni iqtisodiy tejamkorligi.

**Dispersli tizimlarni klassifikatsiyasi.** Xozirda dispersli tizimlarni o‘rganishda va ishlab chiqarishda ko‘p terminlar ishlatiladi: nanomaterial, nanokristall, nanozarracha, nanokompozitlar, klasterlar, mikroklasterlar, kolloid zarrachalar, ultrayupka paroshoklar, gel, aerosol va x.k.

**Matritsa dispers faza** ko‘pchilik kompozitsion materiallar ikki fazadan tashkil topgan. Ulardan biri **matritsa** deb nomlanadi, ikkinchisi **dispers faza**. Kompozitlarni xossalari ularni tashkil etuvchi komponentlar xossalariga, ularning nisbiy miqdoriga va dispers fazaning geometriyasiga bog‘liq. “Dispers fazaning geometriyasi” deganda zarralar shakli, o‘lchami, hajmdagi taqsimlanishi va fazodagi orientatsiyasi nazarda tutiladi. Ayrim dispers fazalar geometriyasining variantlari 10.6-rasmda keltirilgan.



10.6-rasm. **Turli faktorlarni sxematik ko‘rsatish – kompozitning xossalariga ta’sir etuvchi dispers faza zarrachalarining geometriyasi va fazoviy joylashishi: a -konsentratsiyasi; b –o‘lchamlari; d –shakli; e – orientatsiyasi.**

**Dispersiyalash** - mayda(juda mayda) zarrachalarga ajratish-bo‘lish.

Dispersli tizim-ikki yoki ko‘p sonli fazalardan xosil bo‘lgan tizim,bunda fazalar orasidagi ajralish yuzasi kuchli rivojlangan.

Dispersli tizimda jilla qursa bitta faza mayda zarrachalar shaklida boshqa uzluksiz-yaxlit fazada taqsimlanadi. Dispersli tizimni maydalangan (parchalangan, uzluqli) qismiga dispersli faza dispersion muxit deyiladi.

Klassifikatsiyalash mezonlari-belgilari ko'p: dispersli faza va dispersion muxit agregat xolatiga qarab, dispersli faza o'lchamiga qarab, dispersli faza zarrachasi o'lchamiga qarab.

Dispersli tizimlarini dispersli fazalari va dispersion muxitlari agregat xolatiga qarab klassifikatsiyasi quyidagi 10.1-jadvalda berilgan.

**10.1-jadval**

Dispersion muxit	Dispersli faza		
	Gaz	Suyuqlik	Qattiq
Gaz		Aerozollar, Tumanlar, Tomchi	Aerogellar, aerozollar, kukunlar, tutunlar, chang
Suyuq	Ko'piklar, gazli Emulsiya	Emulsiyalar, kremlar	Kul, gellar, emulsiyalar, pastalar
Qattiq	Qattiq ko'piklar, filtrlar, sorbentlar, membranalar	Qattiq emulsiyalar	Qattiq kullar, qotishmalar, kompozitlar, qoplamalar, plyonkalar.

**Kullar** - qattiq dispersli fazali va suyuq dispersion muxitli sedimatsion- turg'un yuqori dispersli tizimlar. An'analarga ko'ra kullarni kolloidli eritmalar deb xam ataladi.

**Kolloidli tizimlar** (kolloidlar)-imkon boricha (oxirigacha) yuqori dispersli tizimlar. Kolloid zarrachalar o'lchamlari odatda 1'100 nm.

**Aerozollar** - shunday tizimki, bunda gazoviy muxitda dispersli fazaning qattiq yoki suyuq zarrachalari muallaq xolatda bo'ladi.

## **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR**

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