

GAZSIMON TO`LDIRUVCHILI PLASTMASSALAR, TURLARI VA ASOSIY XOSSALARI

REJA

1. Gazsimon to`ldiruvchili plastmassalar, turlari, asosiy xossalari,
2. Penoplastlar olish usullari.
3. Penoplastlarni qo`llanilish sohalari.

1. Gazsimon to`ldiruvchili plastmassalar, turlari, asosiy xossalari, Gazsimon to`ldiruvchili plastmassalar geterogen dispers sistema bo`lib, uqattiq va gaz fazalaridan iborat bo`ladi. Bunday plastmassalarning strukturasi, odatda, elementar yacheyka yoki g`ovaklarning devorlarini hosil qiluvchi qattiq bog`lovchidan (ba`zi xollarda elastik bog`lovchidan), va ularni to`ldirib turuvchi gaz fazasi – to`ldiruvchidan iborat bo`ladi. Plastmassalarning bunday strukturasi nisbatan juda kichik massani va yuqori issiqlik-tovush-izolyatsiyalovchi xususiyatni ta`minlaydi. Gazsimon to`ldiruvchili plastmassalar fizik strukturasi ko`ra penoplastlar, poroplastlar va sotoplastlarga bo`linadi.

Polimer bog`lovchisi bo`lib termoreaktiv ham termoplastik ham bo`lishi mumkin. Termoplastik penoplastlar uchun uning oquvchanlik temperaturasi yaqin temperatura havfli hisoblanadi. Chunki bu temperaturada materialning mustahkamligi sezilarli darajada pastlab ketadi va uning ichidagi yacheykalarda hosil bo`ladigan ortiqcha gaz bosimi penoplastni parchalab yuborishi mumkin. Elastik material olish uchun penoplast tarkibiga plastifikatorlar qo`shiladi.

Penoplastlar – bu yacheykali strukturaga ega bo`lgan material bo`lib, undagi gazsimon to`ldiruvchilar bir-biri bilan va tashqi atrof muhit bilan polimerli bog`lovchining yupqa qatlami bilan izolyatsiyalangan bo`ladi. Penoplastlarning hajmiy massasi 20 dan 300 kg/m³ gacha oralikda bo`lishi mumkin. Penoplastning yopiq yacheykali strukturasi uni suzuvchanligini va yuqori issiqlik izolyatsiyalovchi xususiyatini ta`minlaydi. Uning issiqlik o`tkazuvchanlik koeffitsienti juda past bo`lib, u 0.003 dan 0.007 Vt/(m·K) gacha bo`ladi. Penoplastning mustahkamligi uncha yuqori emas va u materialning zichligiga bog`liq bo`ladi.

Keng tarqalgan termoplastik penoplastlarga penopolistirol (PS) va penopolivinilxlorid (PVX) kiradi. Ularning qo`llanilish sohasi ±60 °S temperaturalar oraligida. Termoreaktiv plastmassa asosidagi fenoloformal`degid smolasi (FF) va fenolokauchukli (FK) penoplastlar 120 dan 160°S gacha temperaturalarda ishlaydi. Ularning tarkibiga alyuminiy pudrasini (FK-20-A-20) qo`shish orqali ishchi temperaturasi 200 dan 250oS gacha oraliqqacha ko`tarish mumkin. Kremniyorganik bog`lovchili K-40 rusumli penoplast issiqbardosh va

issiqlikka turg'un bo'lib u qisqa muddatli 300oS gacha temperatura ta'siriga ham bardoshli bo'ladi.

O'z-o'zidan ko'piklanuvchi material bo'lib penopoliuretan (PPU) va penopoliepoksidlar (PE) hisoblanadi va ular kimyoviy turg'unligi va yuqori issiqlik izolyatsiyalovchi, hamda past namsingdiruvchi xossalarga ega.

Penoplastlardan kabinalarni konteynerlarni, priborlarni, xolodilniklarni, refrijeratorlarni, trubalarni va shu kabilarni issiqlikdan izolyatsiyalash maqsadida foydalaniladi.

Penopoliuretanlar va penopoliepoksidlar elektron apparaturalar detallarini quyib olishda ishlatiladi. Penoplastlar qurilishda va to'ldirish qiyin bo'lgan buyumlar ishlab chiqarishda keng qo'llanilmoqda. Penoplast engil to'ldiruvchi bo'lib konstruktsiya elementlarining mustahkamligi, bikrligi va tebranishga bardoshlilikini oshiradi. Penoplastlar aviasozlikda, kemasozlikda, temir yo'l transportida va shu kabilarda keng qo'llanilmoqda. YUmshoq va elastik penoplastlar (porolon turidagilari) amortizatorlar, yumshoq o'rindiqlar va mebellar ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

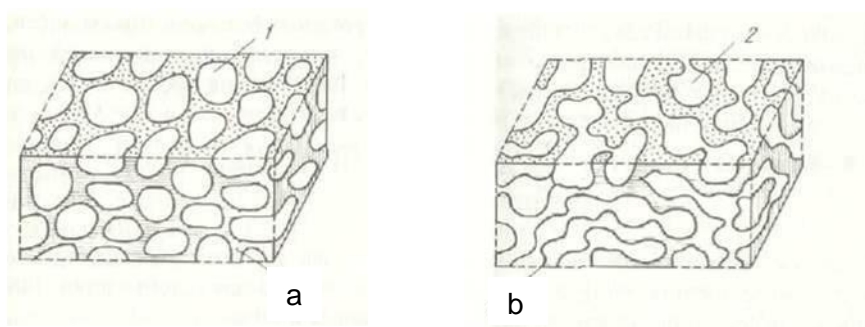
Penoplastlarning fizik-mexanik xossalari 48-jadvalda keltirilgan. Ochiq g'ovak strukturali poroplastlarda yacheykalaridagi gazsimon to'ldiruvchilar qo'shni yacheykalar va tashqi atrof muhit bilan erkin bog'lanishga ega bo'ladi. Ularning zichligi 25-60 dan to 130-500 kg/m³ gacha o'zgarishi mumkin. Poroplastlar elastik material sifatida ishlab chiqariladi, masalan PPU-E (murakkab poliefir asosida). Polivinilformaley (TPVF) asosidagi poroplast ikki soat muddatda 400-700% gacha suv singdiruvchanlik xossasiga ega.

Sotoplastlar yupqa listsimon materialdan tayyorlanadi. Materialga avval ma'lum shakl beriladi va bir-biriga elimlab yopishtirilganda asalari uyasiga o'xshash g'ovaklik hosil bo'ladi. Sotoplastlar uchun material bo'lib turli matolar xizmat qiladi va ularga turli bog'lovchilar (fenol'formal'degidli, poliamidli va boshqalar) singdiriladi. Sotoplastlardan uch qatlamli panellarning engil to'ldiruvchisi sifatida foydalaniladi. Bunda sotoplastning ikkala yuzasiga yuk uzatuvchi qobiqlar (obshivka) elimlab yorishtiriladi. Bunday konstruktsiya buyumning yuqori bikrligini ta'minlaydi va turg'unligini yo'qotishdan saqlaydi. Sotoplastlar uchun yuqori issiqlik va elektr izolyatsiyalovchi xossasi, hamda radio to'lqinini o'tkazmasligi o'ziga xosdir. Sotoplastlardan aviasozlikda va kemasozlikda ko'p qatlamli panellar tayyorlashda, kosmik kemalarni, samoletlarni va boshqa shunga o'xshash konstruktsiyalarni tashqi issiqlikdan himoyalash va issiqlikni izolyatsiyalash maqsadida foydalaniladi. Sotoplastlar yuqoridagi maqsadlarda kriogen texnikasida ham keng qo'llaniladi.

Gazsimon to'ldiruvchili plastmassalarning fizik-mexanik xossalari

Penoplast	Zichligi, kg/m ³	Ishchi temperaturasi, °S	Mustahkamlik chegarasi, MPa			Elastiklik moduli, MPa	Nisbiy zarbiy qovush oq ligi, kj/m ²	30 sutka davomi -dagi suv singdira olishi, %	Issiqlik o'tkazu v- chanlik koeffitsienti, Vt/(m·K)
			CHO'zishdagi	Siqilishdagi	Buralishdagi				
Penopolistiroil	25-200	Ot -60 do 60	0,7-4,2	0,1-3	1-6	55-100	1-1,9	0,05-2	0,035-0,045
Penopolivinilxlorid	50-200	Ot -60 do 60	1,5-4,5	0,4-2	2-4	80-85	0,7-1,5	0,3	0,040-0,055
Penopolio- uretan	60-200	Ot -60 do 200	1,8-2,8	0,2-3	-	-	0,4-1,5	-	0,03-0,06
Porolon	30-70	Ot -40 do 100	0,1	-	-	-	-	-	0,03-0,06
Penofenoplast (FF)	200	Ot -60 do 150	2-1,2	2-4	1,5	-	0,2	-	0,036-0,06
Fenolokauchukovy (FK-20)	200	Ot -60 do 130	2	1,5-3	2,5-3	56	0,8	-	0,035-0,06
FK-20-A-20	200	200-250	0,8-1,5	1-2,3	1-3	58	0,5-0,75	-	0,055-0,075
Penopolisiloksan (K-40)	250-300	200-300	0,8	1,5-2	-	49,5	-	-	0,04-0,055
Penopolio-epoksid	100-200	Ot -60 do 200	-	0,3-6	0,5-7	-	0,2-0,3	0,1 24soat ichida	0,03-0,07
Penokarbamid (mipora)	10-20	Ot 110 do 130	-	0,05	-	-	0,04-0,20	<500 24soat ichida	0,026-0,04

Hozirgi zamon va ayniqsa kelajak texnikasi maxsus engil va o'ta engil, yuqori mustahkam, issiqlik va tovushni o'tkazmaydigan, suvda cho'kmaydigan, gazlarni o'zidan o'tkazmaydigan materiallarga o'ta muhtoj. Shunday texnikaviy talablar majmuasiga gaz to'ldirilgan PKM (ko'piksimon plastmassalar) javob beradi. Hamma rivojlangan mamlakatlarda ularni ishlab chiqarish sintetik polimerlar sanoatining alohida mustaqil, keng miqyosli sohasiga aylangan. Gaz to'ldiriladigan polimerlar sifatida poliuretanlar, polistrol, polipropilen, silikonlar, epoksidlar, polivinilxlorid va boshqalar olinadi. Gaz to'ldirilgan plastmassalar odatda ko'piklangan va tirqishli bo'ladi. Birinchi guruhda gaz tutgan bo'shliqlar o'zaro bog'langan emas, ikkinchi turda esa ular bir-biriga tutashib ketgan (1-rasm).



1-rasm. Polimerlarga gaz to'ldirilgan vaqtda hosil bo'lgan materiallarning ko'rinishi.

a) ko'piklangan PKM (penoplast)

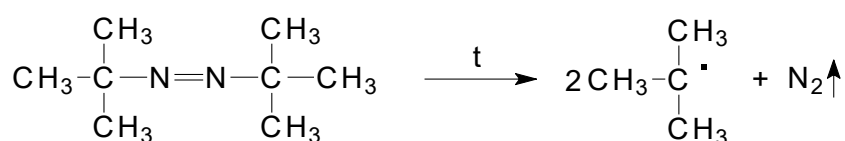
b) tirqishli PKM (poroplast)

Lekin adabiyotda ikkala tur gaz to'ldirilgan PKM umumiy qilib ko'piklangan deb yuritiladi. Gaz to'ldirilgan PKM larni shartli ravishda zichligi 500 kg/m^3 gacha bo'lgani engil (ya'ni yuqori darajada to'ldirilgan) va zichligi $500-800 \text{ kg/m}^3$ atrofida bo'lgani engillashtirilgan guruhlariga ajratish mumkin.

Ko'piklangan PKMlarni hosil qilish uchun bir necha usullar mavjud. Ulardan bittasi suyuqlangan kompozitga u to'liq ko'piklangunga qadar havo yoki azot oqimi puflanadi. Ko'piklanish jarayonini engillashtirish uchun aralashmaga sirt faol moddalar qo'shiladi. Kerakli darajadagi ko'piklanishga erishgandan keyin material uy haroratigacha sovitiladi. Bunda termoplast materiallar ko'piklangan holda qotib

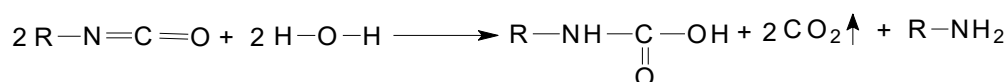
qoladi. Termoreaktiv polimerlardan ko'piklar hosil qilish uchun esa ularning forpolimerlari (ya'ni to'liq polimerlanmagan suyuq va qovushqoq aralashmalar) sovuq holatda ko'piklantiriladi, so'ng to'liq qotguncha isitiladi. Bunda polimerlanish jarayoni davom etadi va makromolekulalar o'zaro tikilib qoladi.

Ko'piklashning odatdagi usullaridan yana biri-polimerni ko'pik yoki gaz hosil qiluvchi moddalar bilan aralashtirishdir. Bunday moddalar sifatida quyi molekularli erituvchilar yoki yuqori haroratda beqaror kimyoviy birikmalar qo'llaniladi. Masalan, n-pentan, n-geksan kabi erituvchilarning qaynash harorati past va ular PKM qotirish vaqtidagi haroratlarda bug' fazaga aylanib, ichida bo'shliqlar hosil qiladi. Ba'zi moddalar esa shu haroratlarda inert gazlar hosil qilib parchalanishi mumkin, masalan, izomoy kislotasining azobis-izobutironitrili termik parchalanishda azotning katta hajmini ajratadi.



Bu moddani biz polimerlanish jarayonining initsiatiri sifatida tanir edik, lekin ko'piklovchi modda sifatida sanoatda ko'p qo'llanilgani uchun u «porofor N» deb ham nomlanadi.

Polimer hajmiga singgan karbonat angidridi- izotsianat va suv o'rtasida ketadigan reaksiya mahsuloti bo'lib, ba'zi polimerlarni, masalan, poliuretanni ko'piklashtirish uchun qo'llaniladi:



Poliuretanlar polioli bilan diizotsianat orasidagi reaksiya bilan hosil qilinadigan polimer bo'lganligi uchun ularni ko'piklash uchun qo'shimcha diizotsianat va suv qo'shish kerak. Shunday usullar bilan hosil qilingan

ko'piklangan va qotirilgan oddiy tsilindr, to'g'ri burchakli yassi taxta shaklidagi materiallardan qirqish, arralash, randalash va boshqa ishlovlar yordamida kerakli buyumlar yasaladi.

Ko'piklangan PKM dan to'g'ridan-to'g'ri buyum olish uchun ko'piklash jarayonini olinadigan buyum shakliga ega bo'lgan idishlarda olib boriladi. Ko'piklangan PKMlar egiluvchan, yarim egiluvchan va qattiq ko'rinishda olinishi mumkin va shunga qarab ularning ishlatish sohasi turlicha. Masalan; avtomobil sanoatida qoplovchi sifatida PVX va poliuretanlardan olingan PKM ishlatadi. Bu materiallar mebellar tayyorlashda ham keng ko'lamda qo'llaniladi. Qattiq zanjirli polimer bo'lgan polistirolni ko'piklangan materiallari binolarni issig'ini saqlovchi sifatida, ba'zi nozik va mo'rt buyumlar va radio-tele-elektronika qismlarni saqlash uchun jildlar sifatida qo'llaniladi. Ko'piklangan rezina va poliuretanlar matraslarni to'ldirish, paloslarga astar, gazlamalarga isitish maqsadida ichki tomondan qoplovchi sifatida ishlatiladi.

Ko'piklangan bo'shliqlari bekk PKMlar ko'pincha suv shimmaydigan material bo'lgani uchun suvda suzadigan vositalar: engil kemalar, katerlar va h.k lar uchun qo'llaniladi. Ochiq yacheykali PKM larni esa kimyo sanoatida gazlar va suyuqliklarni filtrlash uchun qo'llasa bo'ladi.

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 oynoplastik "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 konstruksion kompozitsion materiallardan yasalgan va 15 t. og'irlik iqtisod qilingan.

Hozirgi zamon transport samolyotlari konstruksiyalarining 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 bir-birlari bilan ajralib turadilar;

v) Kompozitsion materialning xossalari har bir tashkil etuvchining xossalari bilan aniqlanadi;

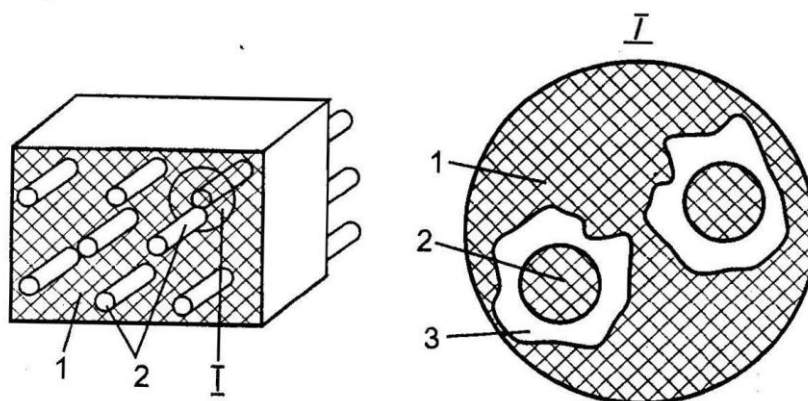
g) Kompozitsion materialning xossalari, tashkil etuvchilarning xossalaridan farq qiladi;

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, qattiqlikka, elastiklik moduliga ega. Bu ko'rsatkichlar matritsa ko'rsatkichlarinikidan ancha yuqori.

“To'ldirgichlar” puxtalikni oshirib qolmay, kompozitsion materialning boshqa xossalarga 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 ikkitasidan juda katta;

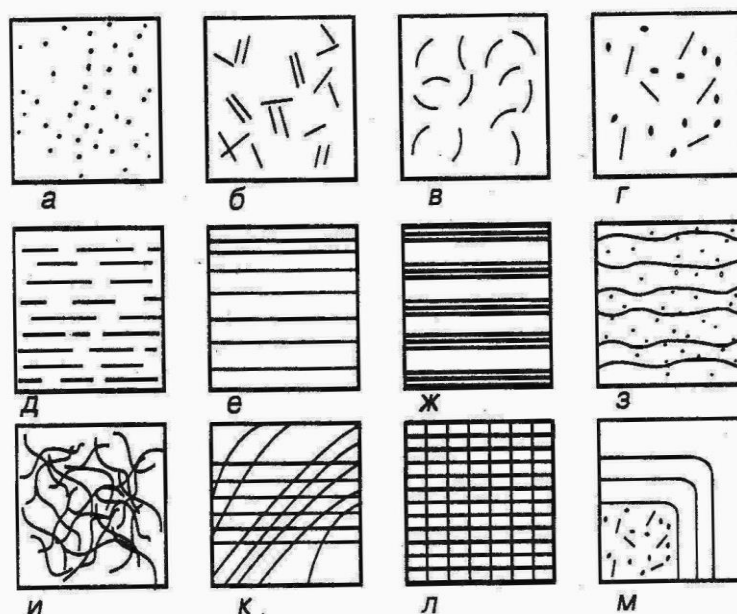
3. **Ikki-o'lchamli:** ikki o'lchami qolgan bittasidan juda katta.

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

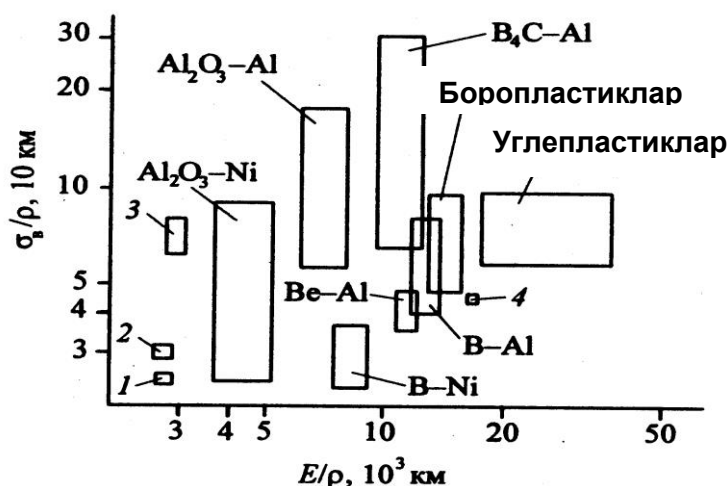
SHartli belgilar:

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 konstruksion materiallarga nisbatan ancha yuqori nisbiy bikirlikka (E/r) va nisbiy puxtalikka (σ_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).

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 dislakatsion 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 dislakatsiyalarning 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

$$\sigma = Gb / l;$$

bu Orovan formulasi,

G- matritsa material 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_2O_3 ; ThO_2 ; HfO_2 ; BN; SiC; WC; TiC) xizmat qiladi. Bu qiyin eriydigan birlashmalar yuqori elastiklik moduliga ega; zichligi past; matritsa materialiga nisbatan inert. Masalan, ThO_2 ; Al_2O_3 larning elastik moduli $380,5 \cdot 10^3$ va $146,12 \cdot 10^3$ Mpa ga teng, zichligi 1,0 va $3,97 \text{ g/sm}^3$.

Alyuminiy matritsali kompozitsion materiallar (nol-o'lchamli)

Mashinasozlikda, alyuminiy asosidagi Al_2O_3 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: Al_2O_3 (6-22%); va alyumin.Ikkalasi ham kukun holatda. SAS – bu pishirilgan alyumin qotishmasi ("spechyonnuyu alyuminevuyu splav"). Kimyoviy tarkibi: SAP ga Fe, Ni, Cr, Mn, Cu, lar qo'shiladi, ya'ni shular bilan legirlanadi.

SAP ning 20⁰S dagi mexanik xossalari.

Marka	Al_2O_3 ; % hajmi	σ_v , MPa	$\sigma_{0,2}$ MPa	δ_1 , %	E, MPa
SAP-1	6-8	300	200	7-9	67
SAP-2	9-12	320	230	4	71
SAP-3	13-17	400	340	3	76
D20		420	300	11	69

Duralyumin-Al-Cu-Mg tizimidagi Al qotishmasi D20 ning xossalari toblash (535 ± 5)⁰S va 180⁰S da 124 soat ichida eskirishdan so'ng. Bu sharoitda D20 ning mexanik xossalari SAP dan yuqori.

SAP ning ilg'orligi-yaxshi tomonlari 300⁰S dan yuqorida bilinadi, namoyon bo'ladi. Bu haroratda alyuminiy qotishmalari o'z puxtaliklarini yo'qotadi. Dispersli-mustahkamlangan qotishma uz xossalarini 0,8 T erish haroratigacha ushlab tura oladi, chunki puxtalangan zarrachalarning termodinamik turg'unligi katta. Kislorod alyuminiyda erimaydi. Al_2O_3 ning zarrachalari o'zaro ta'sir qila olmaydilar, chunki oradagi alyuminiy matritsa bunga yo'l qo'ymaydi. 500⁰S da deformatsiyalanadigan qotishma D19 va D20 larning mustahkamligi $\sigma_v=1-5$ MPa ni tashkil qiladi. SA-1 niki $\sigma_v =80$ Mpa; SAP-2 niki $\sigma_v=90$ Mpa; SAP-3 niki $\sigma_v=120$ Mpa.

SAP larning fizik xossalari (elektr o'tkazish, issiqlik o'tkazish, termik kengayish koeffitsienti) Al_2O_3 ning miqdoriga bog'liq. Al_2O_3 ortishi bilan fizik xossalari pasayadi. Lekin, SAP-3 ning elektr va issiqlik o'tkazishi D19 va D20 larnikidan yuqori.

SAP qotishmalari issiq holda qoniqli deformatsiyalanadi. SAP-1 sovuq holda ham deformatsiyalanadi. SAP oson qirqiladi; argon yoy va kontakt usullarida qoniqli payvandlanadi.

SAP lardan yarimfabrikatlar chiqariladi: listlar, profillar, trubalar, folga. SAP dan yasalgan detallar 300..500⁰S 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'sir qiladi.

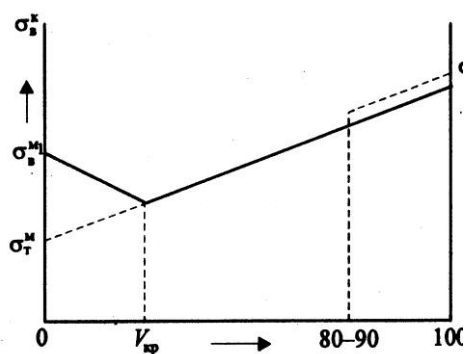
Tolalar bilan puxtalash

Matritsaga joylashgan tolalarning elastik moduli (E_t) matritsa materialining

elastik modulidan (E_m) dan katta bo'lishi kerak: $E_t > E_m$.

Bu kompozitsiyaning mexanik xossalari yuqori bo'lishining asosiy va zaruriy sharti.

Kompozitsion materiallar nazariyasi shuni takoz qiladiki, tolalar butun matritsa bo'yicha bir tekisda joylashgan bo'lishi kerak va matritsa-tola chegarasida hech qanday sirpanish bo'lishi mumkin emas. Shunda kuch matritsa va tolalar orasida bir xil bo'linadi. Kompozitsiya, matritsa va tola deformatsiyalari teng



bo'ladi: $\xi_k = \xi_m = \xi_t$.

Bu holda kompozitsiya puxtaligi $\sigma_{v.kom}$ tolalarning hajmiga qarab o'zgaradi:

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

Holi, tolalarning hajmi $\vartheta_{tola} < \vartheta_{kr}$ bo'lganda kuchni tolalar qabul qilib uziladi va kuchni faqat matritsa qabul qiladi. Hajm ϑ_{kr} dan oshgach ($\vartheta_{tola} > \vartheta_{kr}$), kuchni tola oladi va uning puxtaligi kompozitsiya puxtaligini aniqlaydi.

Kompozitsiya puxtaligi matritsa va tola puxtaliklarining yig'indisiga teng

$$\sigma_{v.kom} = \sigma_{v.tola} \vartheta_{tola} + \sigma_{v.matr} (1 - \vartheta_{tola})$$

Shu kabi elastik moduli ham.

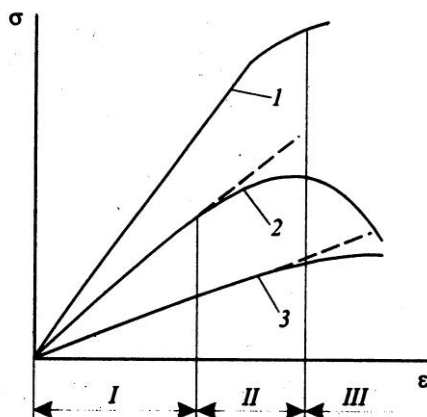
$$E_{kom} = E_{tola} \vartheta_{tola} + E_{mat} (1 - \vartheta_{tola}).$$

Kompozitsiyaning puxtaligi $\vartheta_{tola} = 0,8-0,9$ gacha bo'lguncha oshadi. Bundan so'ng matritsa materialini tola bilan to'ldirish qiyin. Matritsa bilan tola bog'lanishi pasayib, ular bir biriga nisbatan sirpanishi mumkin.

Puxtalovchi tolalarning matritsadagi kritik hajmi, quyidagicha aniqlanadi:

$$\vartheta_{kr} = (\sigma_{v.mat} - \sigma_{t.mat}) / (\sigma_{v.tola} - \sigma_{t.mat})$$

Kompozitsion materiallarning tola yoʻnalishi boʻyicha berilgan kuch taʼsiri ostida deformatsiyasi uch bosqichda oʻtadi.



Rasm 15. Choʻzish diagrammasi:

1 – tola; 2 – matritsa; 3 – bir tomonga yoʻnalgan tolali kompozitlar uchun

Birinchi (I) bosqichda elastik deformatsiya boʻladi. Bu tolaga ham, matritsaga ham tegishli.

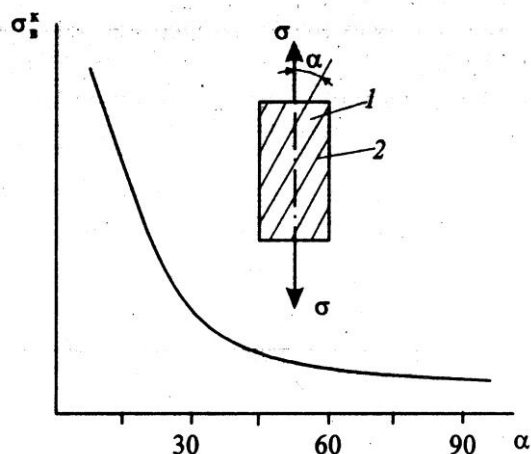
Ikkinchi (II) bosqichda matritsa elastik-plastik holatga oʻtadi, tolalar esa elastik deformatsiyalanadi. Bu holda elastik moduli:

$$E_{\text{kom}} = E_{\text{tola}} \vartheta_{\text{tola}} + (d\sigma_{\text{mat.}}/d\varepsilon_{\text{mat.}}) \vartheta_{\text{mat.}}$$

bu yerda: $d\sigma_{\text{mat.}}/d\varepsilon_{\text{mat.}}$, 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 yoʻnalishiga qarab joylashishiga bogʻliq.



Rasm 6

Bir tomonga yoʻnalgan tolali kompozit mustahkamligining tola yoʻnalish burchagiga qarab oʻzgarishi:

1- matritsa; 2- tola

Bu kamchilikni tola materialini toʻgʻri tanlab va hajmiy sinch tolalarini, detallarini shunday tanlash kerakki, kuch tola boʻyicha taʻsir qilsin.

Sinchlovchi materiallar va ularning xossalari

Kompozitsion materiallarni puxtalash uchun yuqori puxtalikdagi:

a) poʻlat 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. Poʻlatdan va berilliydan olingan detallar uchun ishlatiladi. Volfram va molibdendan yasalgan simlar oʻrta va yuqori haroratda ishlatiladi.

Hozirgi vaqtda puxtalash uchun austenit, austenit-martensit, martensit klassidagi poʻlatdan olingan tola-simlar ishlatilmoqda.

Austenit klassidagi (X18N9, X18N10T) poʻlatlarni 92% ga qisib, **kiryalab** (“**volochenie**”) sim olinadi. Bunda puxtalik birdaniga ortib, plastiklik anchagini pasayadi. Turgʻun emas austenitning martensitga 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 poʻlatlar 30X13; N17N2; 13X14N3FA dan, ularni 950-1000⁰S da toblab (suvda yoki yogda), boʻshatib yuqori puxtalikdagi simlar olinadi. Masalan, 30X13 ning puxtaligi 2000 Mpa ga yetadi.

Austenit va martensit klassidagi poʻlatlardan yasalgan sim 380-400⁰S da puxtaligini yoʻqotadi.

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

Puxtalanish simning diametriga bogʻliq: 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 qoʻshimcha sifatida oksidlar ThO₂; SiO₂; La₂O₃ lar ishlatiladi. Bu volfram simini mustahkamligini

yetarli darajada ushlab turadi.

Oldin diametri 2,75 mm bo‘lgan shtabiklar olinadi: po‘lat formada, bosim $R=4-6 \text{ ts/sm}^2$ da, gidropresslarda, 3000°S haroratda termik ishlab -pishirib (“spekanie”). Kiryalash: 1000°S da boshlanib, asta pasaytirib, oxirgi davrda $400-600^{\circ}\text{S}$ ga tushirib. Bir necha bor yumshatiladi: birinchisi 800°S da, qolganlari $600-750^{\circ}\text{S}$ 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, $^{\circ}\text{S}$	Puxtalik, MPa	Uzoq muddatli puxtalik, 100 soat. MPa	Oquvch anlik chegarasi, $6 \cdot 10^{-5}$
VA	900	1320	630	760
W ₊ qo‘shimcha- ”prisadka”	1000 1100	1130 -	480 350	630 470
SiO ₂ va Al	1200	740	330	380
VT-15	900	-	-	-
W ₊	1000	1200	660	830
2% ThO ₂	1100	1090	440	600
	1200	850	410	520
BP-20	900	2670	1170	1950
W ₊	1000	2140	1060	1300
20% Re	1100	1990	420	690
	1200	1390	240	350

VR-20 ning puxtaligi, uzoq muddali puxtaligi 1100°S gacha ancha yuqori.

VT-15 esa 1200⁰S da ham uzoq muddatli puxtaligini saqlagan.

Molibden, volfram, tantaldan yasalgan simlar o‘z mustahkamliklarini 1200-1500⁰S 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: $\gamma=1850 \text{ kg/m}^3$; katta 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. Berilliy 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 $\sigma_v=1129 \text{ Mpa}$, $E=320 \cdot 10^3 \text{ MPa}$ ga ega. Qattiq deformatsiyalangan berilliy tolasi yuqori rekristallanish haroratiga ega: 700⁰S. Kamchiligi: past plastikligi ($\delta=1-2\%$) va zaharliligi.

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

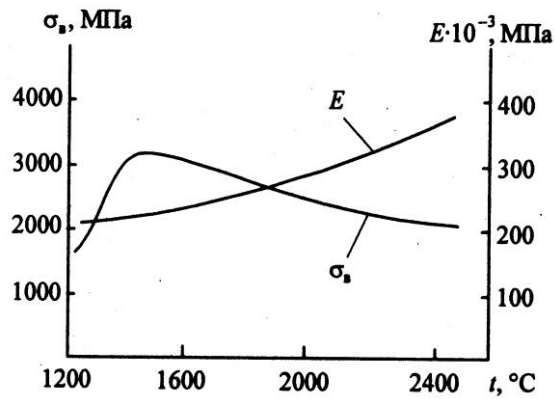
Uglerodli tolalar. Bular poliakripnitrilli gidrotsellyulozali toladan yoki neftli smola asosida olingan tolalardan olingan. Uglerodli tolalarni olish texnologiyasi organik dastlabki tolalarni issiq ta’sirida parchalanishiga asoslangan. Qizdirish **boshqariladigan atmosferada** olib boriladi.

Uglerodli tolalarni ishlab chiqarish quyidagi operatsiyalardan iborat:

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

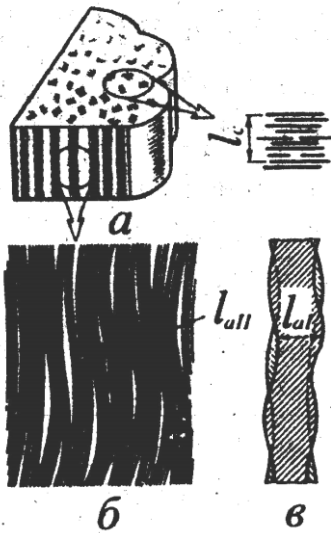
Tolalar 200-300⁰S da olib boriladi. Karbonizatsiya 900⁰S dan yuqorida vodorod muhitida o‘tadi. Unga o‘tga turg‘unlik xossasi beriladi 2500⁰S dan yuqorida uglerod tolasi hosil bo‘ladi.

Ishlash vakuumda yoki inert gaz (azot, argon, geliy) muhitida olib boriladi. Uglerod tolasi xossalariga yakunlovchi harorat katta ta’sir qiladi. Grafitlash haroratini o‘zgartirib, tola xossalarini boshqarish mumkin:



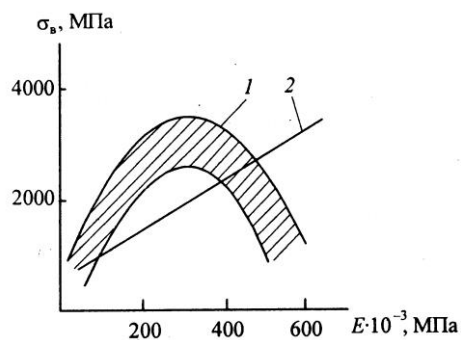
Rasm 7. Uglerodli tolalar xossalriga grafitizatsiya qilish haroratini ta'siri

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; l_a va l_c – 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 ta’sir qiladi: g‘ovaklik, darz ketish.

Mexanik xossalari qarang 2 xil bo‘ladi:

1. **Yuqori puxtalikdagi tola:** $\sigma_v=2500-3200$ MPa

$E=(180-220)10^3$ Mpa.

2. **Yuqori modulli tola:** $\sigma_v =1400-2200$ Mpa

$E=(350-550)10^3$ Mpa.

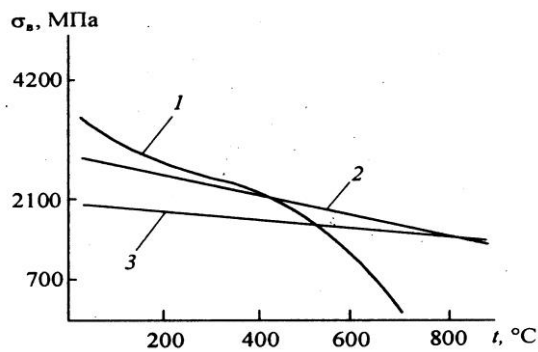
Korxonalar uglerodli tolalarni **buralgan** yoki buralmagan arqon formasida chiqaradi. Arqondagi tolalar soni: 1000-160 000 tola diametri $d=7$ mkm. Kamchiliklari:

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

Yuqoridagi 2 kamchilikni yo‘qotish uchun tolagaga metall va keramika qoplama beriladi.

Bor tolas. Diametri $d=12$ mkm bo‘lgan, tozalangan va dastlab $1100-1200^0S$ gacha qizdirilgan volfram simiga gaz fazodan ($Bcl_2 + H_2$) bor utirishi bilan bor tolas olinadi. Natijada, o‘rtasi volfram boridi(WB ; W_2B_5 ; WB_4) 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 ($\gamma=2600$ kg/m^3), yetarli darajadagi yuqori mustahkamlik ($\sigma_v=3500$ MPa). Yung moduli 420 000 MPa da va erish harorati 2300^0S . Bor tolas havoda 400^0S da tez oksidlanadi. 500^0S dan yuqorida matritsa-alyuminiy bilan reaksiyaga kirishadi. Buni yo‘qotish va issiqbardoshligini oshirish uchun tola yuzasi kremniy karbidi bilan 3-5 mkm 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 matrictsali kompozitlar ishlab chiqishda qo'llaniladi.

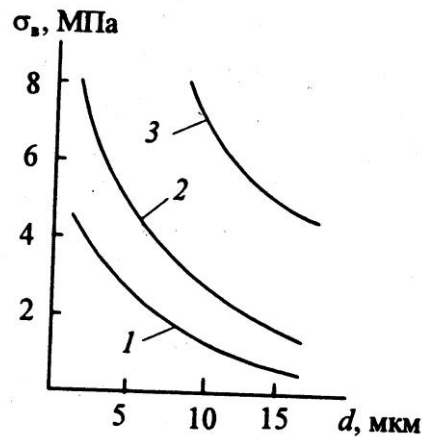
Kremniy karbidi tolalari. Olish texnologiyasi bor tolalari olish texnologiyasidan farqi yo'q.

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

Metall matrictsali 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 (SiO₂). Shisha hosil qiluvchi tabiatiga qarab silikatli (SiO₂), alyumosilikatli (Al₂O₃-SiO₂), alyumobosilikatli (Al₂O₃-B₂O₃- SiO₂) bo'ladi.

Yuqori puxtalikdagi S-shisha tarkibi: 65% SiO₂ ; 25% Al₂O₃; 10% MgO uy haroratida 4,5*10³ MPa mustahkamlikka ega. Egiluvchanligi 87*10³ Pa. Shisha tolalarining diametri ortishi bilan uning puxtaligi kamayadi.

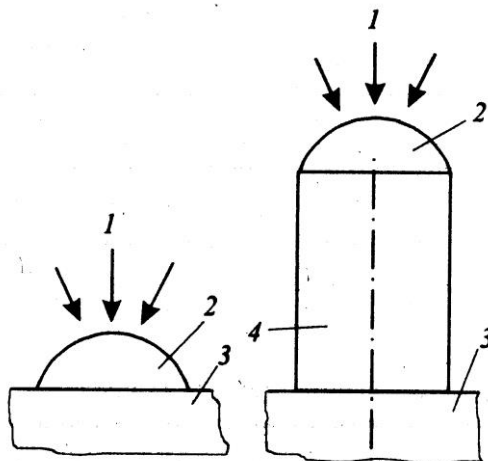


Rasm 11. Ishqorli (1), ishqorsiz (2) alyumoborosilikatli (3) oynalar mustahkamligini uning diametrigiga bog‘liqlik grafigi

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.

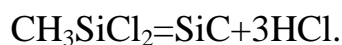
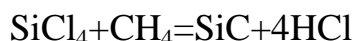


Rasm 12. Par – suyuqlik – kristall mexanizmi bo‘yicha kremniy kristallarini o‘sish sxemasi:

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.

Al₂O₃; 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 materiallar

Kompozitsion materiallarni matritsasi sifatida texnikaviy alyuminiy va uning qotishmalari ishlatiladi: Am_{ts}, Am_g, AD1, D16, SAP va boshqalar. Sinchlovchi

material sifatida yuqori puxtalikdagi po‘lat (08X18N9T; 1X15N4AM3; EP322 va x.k) simlari, berilliy simlari, bor, kremniy karbidi, uglerod tolalari.

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 $t^0=450^0C$)/

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, $\sigma_v=1700$ 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 250⁰S da 2,3 marta, 350⁰S da 3,9 marta; 500⁰S da 5,6 marta oshiradi.

Alyuminiy-bor tolasi tizimidagi kompozitlar yanada puxta va bikir, 400-500⁰S da ham bemalol ishlayveradi. Chunki, bor harorat ta’sirida 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 500⁰S da 600 MPa ni tashkil etadi. Agar borsiq hajmi 65% bo‘lsa, puxtalik 1600 Mpa ga yetadi va uzoq vaqt (1000 soat) saklanib turadi; 300-500⁰S da xam.

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

Agar titan bilan sinchlangan, 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 (1100-1200⁰S). Puxtalovchilar: **Al₂O₃ ning ipsimon kristallari** (muylovlari), qiyin eriydigan metall va ularning volfram va molibden asosidagi qotishmalari simlari; uglerod va kremniy karbidi tolalari.

Nikel va nixrom Al₂O₃ iplari bilan kukun metallurgiyasi usulida sinchlanadi. Bunday kompozit xarakteristikasi: 9% Al₂O₃ bo'lsa, $\sigma_v=1800-2100$ 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 1100-1200⁰S da ishlaydi. Bunday kompozitlarning vakili VKN-1. Matritsa: quyma issiqqa bardosh qotishma JS6K, sinchlovchi: volfram simi VA, d=0,5 mm.

Hozirgi zamon texnika va texnologiyasini yaratishda metallar mashinasozlikning nisbiy puxtalikka, korroziya bardoshlikka, texnologiklikka kuygan ba'zi talabalarga javob bermay qo'ydilar. Bundan tashqari an'anaviy mashinasozlik materiallarining zaxiralari borgan sari kamayib, ularni olish qimmatlashib ketayapti.

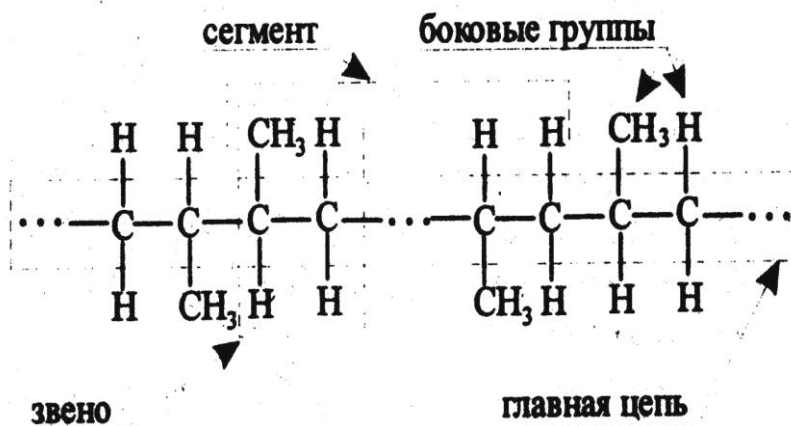
Shuning uchun kerakli xususiyatli yangi materiallarni uylab topish lozim bo'lib qoldi. Bu muammoni hal qilishda sintetik, tabiiy va sun'iy bog'lovchilar asosida yangi materiallarni olish alohida o'rin to'tadi. Keng tarqalgan va perspektiv materiallar qatorida plastik massalar, rezina, yegochli plastiklar, keramik materiallar va boshqalar bor.

Bular orasida har xil matritsalar asosidagi kompozitsion materiallar alohida o'rin to'tadi. Kompozitsion materiallar uz ichiga olgan materiallar xossasini qaytaribgina kolmay hech qaysi tashkil etuvchiga to'g'ri kelmaydigan xususiyatlariga ega. Kompozitsion materiallarni ishlab chiqarishni birdaniga ko'payib ketganligining sababi ham shunda.

Polimerlar strukturasi va klassifikatsiyasi

Yuqori molekular birikmalar juda ko'p past malekulyar birikmalaridan tuzilib, o'zaro asosiy valentlik bog'lanish kuchlari bilan bog'langan. Katta molekulari (makromolekular) bir xil strukturali zvenolardan tuzilgan birikmalar polimerlar deb ataladi. Bunday molekularning massasi 500 dan 1 000000 gachani tashkil etadi.

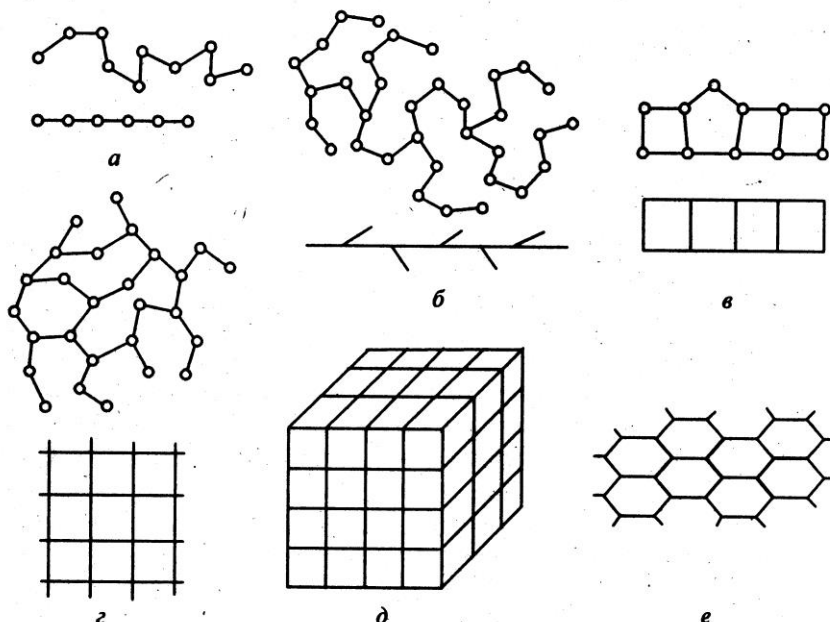
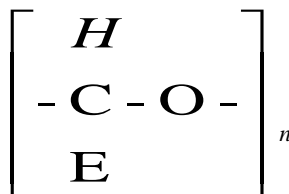
Polimerlar molekularida **asosiy zanjir** mavjud. Bular juda ko'p sonli atomlardan qurilgan. Yon (biqin) zanjir esa ancha qisqa. Chizig'iy makromolekula qurilish sxemasi quyida berilgan.



Chizig'iy makromolekulalar qurilish sxemasi

Yon (biqin) zanjir vodorod atomini urnini kimyoviy radiqoplar (-Sh₃; -S₃ H; -C₆ H₅) yoki funktsional gruppalar (-SOOH; -OH; -NH₂) olishi mumkin.

Agar polimerlarning asosiy zanjirlari bir xil atomlardan tashkil topgan bo'lsa, u **gomozanjirli polimer** deb ataladi. Agar uglerod atomlaridan tuzilgan bo'lsa, **karbozanjirli polimer** deyiladi. Har xil atomlardan tashkil topgan bo'lsa, **geterozanjirli polimer** deyiladi. Masalan: poliformaldegid. Buning asosiy zanjirida kislorod geteroatomi bor.



Rasm 1. Polimerlar makromolekulalarining formalari:
 a – chizig‘iy; b – shaxobchali; v – pog‘anali; g – setkali; d – fazoviy; ye -
 parketli

Makromolekulalarining formasiga qarab polimerlar quyidagi xillariga bo‘linadi:

- a) chizig‘iy;
- b) shaxobchali;
- v) pog‘anali;
- g) setkasimon;
- d) fazoviy;
- e) parketli.

Chizig‘iy makromolekulalarning uzunligi ko‘ndalang kesim yuzasiga nisbatan bir necha ming marta katta. Qizdirilganda yumshaydi, sovitilsa qotadi. Qayta qizdirish natijasida qayta yumshaydi. Masalan, poliamid, polietilen.

To‘qilgan formalar (pog‘anali, setkasimon, fazoviy) ancha mustahkam, erituvchilariga uncha erimaydigan, yumshamaydigan polimerlarga mansub.

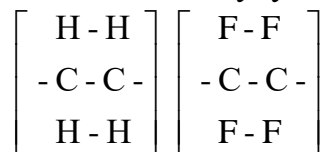
To‘qilgan uch o‘lchamli formali makromolekulali polimerlar mo‘rtligi va tashqi kuchlarga yuqori turg‘unligi (yumshamaydi, ishmaydi) bilan xarakterli.

Qutblanishiga qarab:

- a) qutbli;
- b) qutbsiz polimerlarga bo‘linadi.

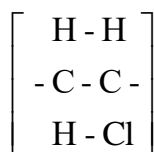
Qutbsiz polimerlarning makromolekulalarida har xil zaryadlarning og‘irlik markazi bir-biriga to‘g‘ri keladi. Qutbli polimerlar makromolekularida elektronlarning og‘irlik markazi ko‘proq elektrmanfiy atom tomoniga surilgan bo‘ladi va har xil nomli zaryadlarning og‘irlik markazlari bir-biriga to‘g‘ri kelmaydi.

Qutbsiz polimerlarning funktsional gruppalari simmetrik joylashgan va atomlarning dipol momenti bog‘lanishlari o‘zaro yeyilishadi.



polietilen ftoroplast-4

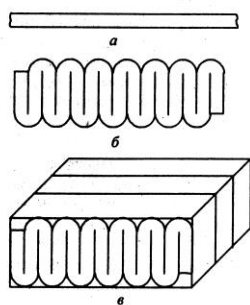
Qutbli polimerlarning molekularida gruppirovkalarining qutbli bog‘liqligi (- CL : -F: - OH) mavjud.



Faza holatiga qarab polimerlar:

- a) amorf;
- b) kristallik turlariga bo‘linadi.

Amorf polimerlar zanjirli makromolekulalar pachkasidan iborat. Pachka juda ko'p makromolekulalar qatoridan iborat, qaysilarki bir-biriga ketma-ket joylashgan. Pachkalar strukturaning qo'shni elementlariga nisbatan harakatlanishiga qobiliyat.



Rasm 2. Plastinani (a) lentadan (v) to'g'rilangan (b) orqali hosil bo'lish sxemasi

Kristallanuvchi polimerlar makromolekulalari muntazam strukturaga ega va yetarli egiluvchanligi bilan ajralib turadi. Kristallarning fazoviy panjaralarini tug'ilishi va tashkil etilishi pachka ichidagi qayta qurilishdan boshlanadi. Egiluvchan pachkalar (a) bir necha marta 180° ga aylanib lentaga (b) aylanadi.

Lentalar o'z navbatida bir-biriga tekis tomoni bilan birlashib, plastinkalarini (v) hosil qiladilar. Plastinkalar birlashib kristalni hosil qiladilar.

Polimer kristallari to'g'ridan to'g'ri eritmadan ham hosil bo'lishi mumkin (sovutish jarayonida). Bunda amorf struktura saqlanadi. Bu oynasimon holat turg'un bo'ladi, chunki, issiqlik harakati kamaygan bo'ladi.

Kelib chiqishiga qarab polimerlar quyidagi gruppalariga bo'linadi: **sintetik va sun'iy**. Tabiiy polimerlarning-tipik vakillar oddiy **mahsulotlarni** sintez qilib, murakkablashtirib olinadi. Sun'iy polimerlar-tabiiy polimerlarni (masalan tsellyulozani) qayta ishlab -modifikatsiya qilib, (tsellyulozani) nitrotsellyulozaga aylantirish, makromolekulalarni kimyoviy tarkibiga qarab, quyidagi gruppalariga bo'linadi: organik, noorganik va element-organik.

Organik polimerlarga shunday birikmalar kiradiki, ularning molekulalari o'z ichiga uglerod, vodorod, kislorod, azot, oltingugurt atomlarini oladi.

Element - organik polimerlarni asosiy molekulyar zanjiri uglerod va getero atomlaridan iborat.

Noorganik polimerlar shunday birikmalarini makromolekulalar tarkibida uglerod atomi yuq.

Polimer zanjirlarini qurilish xarakteriga qarab polimerlar chiziqli, shaxobchali va tuqilgan (setkasimon) guruhlarga bo'linadi. Chizig'li polimerlar uzun shoxlanmagan molekulalar zanjiridan tarkib topgan. Bularda bir xil yoki bir xil emas atomlar grupperovkalari (zvenolari) bor. (oldingi rasmga qarang).

Shaxobchali polimerlar makromolekularida asosiy va yon (biqin) molekulyar zanjiri bor. Setkasimon polimerlarni makromolekulalari kimyoviy bog'langan va fazoviy struktura hosil qiladi.

Elementar bir xil o'ldamli zvenolar zanjirda muntazam ma'lum davr bilan yoki betartib (statik) joylashishi mumkin. Bu ko'rsatkichga qarab, polimerlar muntazam va betartib guruhlariga klassifikatsiya qilinadi.

Asosiy zanjirning kimyoviy qurilishiga qarab:

a) gomo zanjirli

b) getero zanjirli polimerlar mavjud.

Gomo zanjirlar polimerlarning makromolekulalari asosiy zanjir tarkibida bir xil atomlar bo'ladi : uglerod, kremniy, oltingugurt, fosfor va boshqa atomlar. Bu gruppaning xarakterli vakili karbotseptli polimer. Buning molekulasining asosiy zanjirida uglerod atomi yotadi.

Getero zanjirli polimer makromolekulalarining asosiy zanjiriga har xil atomlar kiradi.

Temperaturaning ta'siriga qarab polimerlar termoreaktiv va termoplastik gruppalariga bo'linadi. Termoreaktiv polimerlar ma'lum temperaturada suyuqlanmaydigan va erimaydigan holatga kelib qoladi. Termoplast polimerlar esa qizdirish natijasida ko'p marta erish xususiyatiga ega.

Polimerlarning xususiyatlari

Polimer materiallari faqat 2 agregat holatida bo'ladi: qattiq va suyuq. Bundan tashqari polimer materiallari 4 xil fizik holatda bo'lishi mumkin: kristallsimon, oynasimon (stekloobraznye), yuqori elastik (qattiq faza) va vyazkiy tekuchiy (suyuq faza).

Polimer eritmasini qattiq agregat holatga o'tishini 2 xil mexanizmi bo'lishi mumkin: kristallanish va oynalanish. Polimerlarni kristallanish. Polimer kristallari ma'lum temperaturalarda (T_{kr}) sodir bo'ladi. Agar polimer sovish natijasida qattiq holatiga o'tish belgilari paydo bo'lsa uni oynalanishi paydo bo'ladi, qaysiki orqaga qaytish bilan xarakterlanadi: Ma'lum harorat intervalida 10-20⁰S da polimer oynasimon holatdan eritma holatiga o'tishi mumikn. Bu harorat intervalining o'rtasi polimerning oynalanish harorati (T_0) deyiladi.

Kristallik (va kristallanuvchi polimer) degan tushunchalar bor. Agar kristallanuvchi polimerlar katta tezlikda sovitilsa u oynasimon holatga o'tishi mumkin.

T_0 haroratidan pastda polimer makromolekulalarning segmentlarini harakatlanuvchanligi kamayadi, mo'rtlik ($T_{mo'rt}$) haroratida esa polimer mo'rt materialdek sinadi. T_0 haroratda yuqori segmentlar harakatlanuvchanligi ortadi.

Polimerlarning fizik xossalari

1. Zichlik.

Polimerlarning zichligi kam. Masalan, eng ko'p tarqalgan organik polimerlar smola, plastmassalar hamda grafitning zichligi 900-2400 kg/m³ teng. G'ovakli materiallarning zichligi bundan kam: penoplast, penorezina, penoyna 20-900 kg/m³ gachan.

2. Suvni yutish kancha kam bo'lsa shuncha yaxshi, chunki polimerlarning mexanik, teplofizik, dielektrik xossalari yomonlashadi. Bundan tashqari yonidagi qo'shni metallarni zanglashga olib keladi.

Polietelen, ftorlon, polistrollar eng ko'p tarqalgan suv yutmaydigan, namga

va suvga bardosh polimerlar hisoblanadi.

3. Gaz utkazuvchanligi.

Bu polimerlarning yuzalari orasidagi harorat yoki bosim farqi bor sharoitida polimer membranalarining gaz o'tkazishi qobiliyatidir. Bu xususiyat membrananing kimyoviy tarkibi va strukturasi hamda gazning holatiga va haroratiga bog'liq. Bu xususiyat kauchuksimon polimerlarga xos. Organik oynada kristallik va strukturalangan polimerlarda bu xususiyat juda past.

Polimerlarga plastifikatorlarning qo'shilishi gaz o'tkazish qobiliyatini oshiradi, chunki molekulalar orasidagi o'zaro ta'siri kamayadi va molekulalarning harakatlanib egiluvchanligi ortadi.

Mineral to'lgizuvchilar qo'shilsa (20% gacha) gaz o'tkazuvchanligi pasayadi. Gaz o'tkazuvchanlik qoplama polimerlarning himoya qilishi quyida ba'zi polimerlarning gaz o'tkazuvchanlik qobiliyati berilgan (20⁰S haroratda).

		N ₂	O ₂	H ₂
	Kauchuk:			
.	Izoprentli	57	54	375
.	Bo'tadient nitrilliy (SKN-18)	7	26	88
.	Polietilen	0. 5	25	57
.	Polistrol	3	13	67
.	Polikarbonat	2. 2	14	102
.	Poliamid-6	0. 08	0.2	7

Teplo fizik xossalari

1. Issiqbardoshlik.

Bu polimerning kuch ostida xavfli deformatsiyasiz ishlaydigan eng yuqori harorat. Bu uning kimyoviy tarkibiga va molekula qurilishiga bog'liq. Umuman ko'pchilik organik polimerlarning issiqbardoshligi yuqori emas. Noorganik to'ldiruvchilar (asbest, shisha tolalar, kvarts qumi va h.k.lar) qo'shilsa polimerlarning issiqbardoshligi ortadi. Lekin baribir organik polimerlarning issiqbardoshligi 300-500⁰ S dan ortiq emas.

Ba'zi hollarda polimerlarni (plastmassa, rezina) qisqa muddatli yuqori harorat (2000-3000⁰S) ishlatish mumkin. Masalan, asosiy konstruktsiyani qisqa vaqt ichida qizib ketishdan, chunki polimer qisqa vaqt ichida uni yuqori haroratdan

asray oladi. Polimerning issiq o'tkazishi past bo'lgani uchun.

2. Issiqlik o'tkazish qobiliyati.

Polimerlarning issiq o'tkazish qobiliyati har xil. Lekin metallarnikidan juda ham kichik. Polimerlarning issiqlik o'tkazish qobiliyati ularning zichligiga, kimyoviy tarkibiga, qurilishiga va h.k.larga bog'liq. Quyida ba'zi plastmassa va metall emas materiallar 20⁰S haroratdagi issiqlik o'tkazish koeffitsenti berilgan:

1. penoplast-0.020-0.09 Vt/(m*k)

2. penorezina-0.03-0.09 Vt/(m*k)

3. sotoplast-0.04-0.07 Vt/(m*k)

4. oyna-0.4-1.30 Vt/(m*k)

5. penooyina-0.06-0.1 Vt/(m*k)

6. polistrol-0.10 Vt/(m*k)

7. ftorlona-4-0.25 Vt/(m*k)

8. plastmassa noorganik to'ldiruvchilar bilan 0.2...0.6 Vt/(m*k)

9. farfora-1.2...4 Vt/(m*k)

Issiqlik o'tkazishi kichik bo'lgan materiallar issiq izolyatsiya materiali sifatida ishlatiladi.