**Kompozit materiallar turlari.**   
  
**Kompozitsion materiallar**an’anaviy konstruktsion [materiallarga nisbatan](https://fayllar.org/gap-bolaklari-haqida-umumiy-malumot.html)

alohida xossalariga ega bu narsa ijobiy xususiyatli materiallarni va

konstruktsiyalarni yaratishga olib keldi.    
  
**Kompozitsion materiallar**(k.m.) ikki va undan ortiq tashkil etuvchilardan

komponetlardan 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 konsturuktsiyasida 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 bikrlik;

-  ishlash davrida maksimal ishlash resursi.

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

CCC

Р ning “Ruslan” samolyotida 5,5 tonna og’irlikdagi konsturuktsion

kompozitsion materiallardan yasalgan va 15 tonna og’irlik iqtisod qilingan.

Hozirgi zamon transport samolyotlari konsturuktsiyalarning 15-20

%; harbiy

samolyotlarning 25-30

%; harbiy vertalyotlarning 45-55 %; strategic raketalarning

75-80

% kompozitsion materiallardan yasalgan.

Kompozitsion materiallarga quydagi xususiyatlar yig’indisi xos:

a)  Komponetlarning tarkibi, formasi va taqsimlanishi oldindan aniqlangan

b)  Ikki va undan ortiq kimyoviy har xil materiallardan tarkib topgan va bir-

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 material

lar 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.

СССР  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

raketalarning

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](https://fayllar.org/containsword-nomli-mantiqiy-funksiya-yaratish.html)

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 usul

lariga

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 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’rsatgichiga 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](https://fayllar.org/samarali-izolyatsiyalovchi-materiallar-bilan-uch-qatlamli-pane.html)

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  elemantli,  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 (

σv

/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 matritsalarda 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](https://fayllar.org/dispers-sistemalar-kolloid-dispers-sistemalarni-olinishi-va-ho-v3.html)

hajmiy  birligi,  uning  disperslik  darajasi  va  zarrachalar  orasidagi  masofa  ta‟sir

qiladi. Qarshilik ortadi zarrachalar orasidagi masofa kichiklashishi bilan

σ = 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\*10

3

va 146,12\*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:  Al 2O3

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

holatda.  SAS  –

bu    pishirilgan    alyumin    qotishmasi    (“spechyonnыy

alyuminevыy

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  Al2O3

;

% hajmi

σv

, MPa

σ0,2

MPa  σ

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)

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

qilaolmaydilar, chunki oradagi alyuminiy matritsa bunga yo’l qo’ymaydi. 500

0

S da

deformatsiyalanadigan qotishma D19 va D20 larning mustahkamligi

σv

=1-5 MPa

ni  tashkil  qiladi.  SA-1  niki

σv

=80  Mpa;  SAP-2  niki

σv

=90  Mpa;  SAP-3  niki

σv

=120 Mpa.

SAP  larning  fizik  xossalari  (elektr  o’tkazish,  issiqlik  o’tkazish,  termik

kengayish  koeffitsienti)  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](https://fayllar.org/maruza-texnologik-trubalar-ham-olardin-kategoriyalari.html),  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 (HfO2) 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  mikroqattiqlikni  va  puxtalikni

ko’rsatadilar. Matritsa esa maksimum turg’un. Toriy va gafniy oksidlarini hajmi 2-

3%.

HfO2 oksidining  mexanik  xossalari  yuqoridagi  ThO2 nikidan  kam  farq

qiladi.

Issiqka  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 (Et) matritsa materialining

elastik modulidan (Em) dan katta bo’lishi kerak: Et >Em.

Bu  kompozitsiyaning  mexanik  xossalarining  yuqori  bo’lishining [asosiy  va](https://fayllar.org/2-mavzu-asosiy-vositalarni-qayta-baholash-va-ularning-invyenta.html)

zaruriy sharti.

Kompozitsion  materiallar  nazariyasi  shuni  takoza  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:  σ

k =  σ

m =  σ

t .

Bu holda kompozitsiya puxtaligi

σv.kom

 tolalarning hajmiga qarab o’zgaradi:

Rasm 4 Tolali material mustahkamligining to’ldirgich miqdoriga qarab

o’zgarishi

Holi, tolalarning hajmi

σtola   
  
<

σkr

 bo’lganda kuchni tolalar qabul qilib uziladi

va kuchni faqat matritsa qabul qiladi. Hajm

σkr

dan oshgach (

σtola

>

σkr

), kuchni

tola oladi va uning puxtaligi kompozitsiya puxtaligini aniqlaydi.

Kompozitsiya puxtaligi matritsa va tola puxtaliklarining yig’indisiga teng

σv.kom. =

σv.tola.σtola

+

σv.matr

 (1-σtola)

Shu kabi elastik moduli ham. Ekom=Etola

σtola +E

mat(1-σtola).

Kompozitsiyaning puxtaligi

σtola

=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:

σkr = (

σv.mat.

-σt.mat.)

σ(

σv.tola-σt.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:

Ekom=Etola

σto

la+(d

σmat.

σdσmat)

σmat.

bu yerda: d

σmat.

σdσmat, matritsaning deformatsion puxtalanishi.

Uchinchi  (III)  boskichda  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](https://fayllar.org/5-sinf-tarixdan-hikoyalar-fanidan-test-ahamoniylar-qaysi-davla.html),  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  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  ts/sm2da,  gidropresslarda,  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 kiryalar (“filera”) bilan.

Diametri 0,5 mm bo’lgan volfram simlarining xossalari Sim markasi

Harorat, 0S Puxtalik, MPa Uzoq muddatli puxtalik, 100 soat. MPa

Oquvchanlik chegarasi, 6\*10-5VA  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.  Berilliyni  zichligi  kam:

σ=1850  kg/m

3;  katta

mustahkamlikka  va  Yung  elastik  moduliga  ega.  Bular  berilliyning  nisbiy

xarakteristikalari.Berilliy simi 400-4800S da kiryalanadi. Bu haroratda berilliy

plastikligi juda yuqori bo’ladi va  kam uglerodli po’lat  plastikligiga yaqin keladi.

Birilliy metall qobig’i  ichida  kiryalanadi,  masalan,  nikel  qobig’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](https://fayllar.org/1-tijorat-banklarining-passiv-operatsiyalari-tijorat-banklarin.html)

bulmaydi.  Diametri  1,8  mm  bo’lgan  berilliy  simi

σv

=1129  Mpa,  E=320\*103

MPa  ga

ega. Qattiq deformatsiyalangan berilliy tolasi yuqori rekristallanish haroratiga ega:

7000S. Kamchiligi: past plastikligi (σ=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 xossalariga grafitizatsiya qilish haroratini ta‟siri

Uglerodli  tolalar  strukturasi  lentasimon  kondensirovkalash  uglerod

qatlamlari  tizimidan  iborat.  Bu  geksoganal  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 xossalarining 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 xossalariga qarab 2 xil bo’ladi:

1. Yuqori puxtalikdagi tola:

σv

=2500-3200 MPaE=(180-220)103Mpa.

2. Yuqori modulli tola:

σv

=1400-2200 MpaE=(350-550)103Mpa.

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  tolaga  metall  va  keramika

qoplama beriladi.

Bor tolasi. Diametri d=12 mkm bo’lgan, tozalangan va dastlab 1100-12000S

gacha  qizdirilgan  volfram  simiga  gaz  fazodan  (Bcl2 +  H2)  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  (

σ=2600  kg/m

3),  yetarli

darajadagi yuqori mustahkamlik (

σv

=3500 MPa). Yung moduli 420 000 MPa da

va erish  harorati  23000S.  Bor  tolasi  havoda  4000S  da  tez  oksidlanadi.  5000S

dan yuqorida  matritsa-alyuminiy  bilan  reaktsiyaga  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](https://fayllar.org/uchburchak-deyiladi-1-rasm-uchburchak-o-eng-sodda-kopburchakdi.html)

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\*103MPa  mustahkamlikka  ega.  Egiluvchanligi  87\*103Pa.Shisha

tolalarining diametri ortishi bilan uning puxtaligi kamayadi.

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

mustahkamligini uning diametrigiga bog’liqlik grafigiIngichka  tolada

mikrodarzlar  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  reaktsiyasi,  piroliz  reaktsiyasi  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:

SiCl4+CH4=SiC+4HClCH3SiCl2=SiC+3HCl.

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 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,  defformatsiya  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 t0=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,

σv

=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](https://fayllar.org/15--mavzu-chozish-shtamplari-metallarni-chozish.html), 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  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

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: 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,

σv

=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.

**Kompozitsion materiallar**an’anaviy konstruktsion [materiallarga nisbatan](https://fayllar.org/gap-bolaklari-haqida-umumiy-malumot.html)

alohida xossalariga ega bu narsa ijobiy xususiyatli materiallarni va

konstruktsiyalarni yaratishga olib keldi.    
  
**Kompozitsion materiallar**(k.m.) ikki va undan ortiq tashkil etuvchilardan

komponetlardan 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 konsturuktsiyasida 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 bikrlik;

-  ishlash davrida maksimal ishlash resursi.

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

CCC

Р ning “Ruslan” samolyotida 5,5 tonna og’irlikdagi konsturuktsion

kompozitsion materiallardan yasalgan va 15 tonna og’irlik iqtisod qilingan.

Hozirgi zamon transport samolyotlari konsturuktsiyalarning 15-20

%; harbiy

samolyotlarning 25-30

%; harbiy vertalyotlarning 45-55 %; strategic raketalarning

75-80

% kompozitsion materiallardan yasalgan.

Kompozitsion materiallarga quydagi xususiyatlar yig’indisi xos:

a)  Komponetlarning tarkibi, formasi va taqsimlanishi oldindan aniqlangan

b)  Ikki va undan ortiq kimyoviy har xil materiallardan tarkib topgan va bir-

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 material

lar 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.

СССР  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

raketalarning

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](https://fayllar.org/containsword-nomli-mantiqiy-funksiya-yaratish.html)

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 usul

lariga

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 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’rsatgichiga 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](https://fayllar.org/samarali-izolyatsiyalovchi-materiallar-bilan-uch-qatlamli-pane.html)

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  elemantli,  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 (

σv

/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 matritsalarda 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](https://fayllar.org/dispers-sistemalar-kolloid-dispers-sistemalarni-olinishi-va-ho-v3.html)

hajmiy  birligi,  uning  disperslik  darajasi  va  zarrachalar  orasidagi  masofa  ta‟sir

qiladi. Qarshilik ortadi zarrachalar orasidagi masofa kichiklashishi bilan

σ = 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\*10

3

va 146,12\*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:  Al 2O3

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

holatda.  SAS  –

bu    pishirilgan    alyumin    qotishmasi    (“spechyonnыy

alyuminevыy

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  Al2O3

;

% hajmi

σv

, MPa

σ0,2

MPa  σ

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)

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

qilaolmaydilar, chunki oradagi alyuminiy matritsa bunga yo’l qo’ymaydi. 500

0

S da

deformatsiyalanadigan qotishma D19 va D20 larning mustahkamligi

σv

=1-5 MPa

ni  tashkil  qiladi.  SA-1  niki

σv

=80  Mpa;  SAP-2  niki

σv

=90  Mpa;  SAP-3  niki

σv

=120 Mpa.

SAP  larning  fizik  xossalari  (elektr  o’tkazish,  issiqlik  o’tkazish,  termik

kengayish  koeffitsienti)  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](https://fayllar.org/maruza-texnologik-trubalar-ham-olardin-kategoriyalari.html),  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 (HfO2) 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  mikroqattiqlikni  va  puxtalikni

ko’rsatadilar. Matritsa esa maksimum turg’un. Toriy va gafniy oksidlarini hajmi 2-

3%.

HfO2 oksidining  mexanik  xossalari  yuqoridagi  ThO2 nikidan  kam  farq

qiladi.

Issiqka  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 (Et) matritsa materialining

elastik modulidan (Em) dan katta bo’lishi kerak: Et >Em.

Bu  kompozitsiyaning  mexanik  xossalarining  yuqori  bo’lishining [asosiy  va](https://fayllar.org/2-mavzu-asosiy-vositalarni-qayta-baholash-va-ularning-invyenta.html)

zaruriy sharti.

Kompozitsion  materiallar  nazariyasi  shuni  takoza  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:  σ

k =  σ

m =  σ

t .

Bu holda kompozitsiya puxtaligi

σv.kom

 tolalarning hajmiga qarab o’zgaradi:

Rasm 4 Tolali material mustahkamligining to’ldirgich miqdoriga qarab

o’zgarishi

Holi, tolalarning hajmi

σtola   
  
<

σkr

 bo’lganda kuchni tolalar qabul qilib uziladi

va kuchni faqat matritsa qabul qiladi. Hajm

σkr

dan oshgach (

σtola

>

σkr

), kuchni

tola oladi va uning puxtaligi kompozitsiya puxtaligini aniqlaydi.

Kompozitsiya puxtaligi matritsa va tola puxtaliklarining yig’indisiga teng

σv.kom. =

σv.tola.σtola

+

σv.matr

 (1-σtola)

Shu kabi elastik moduli ham. Ekom=Etola

σtola +E

mat(1-σtola).

Kompozitsiyaning puxtaligi

σtola

=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:

σkr = (

σv.mat.

-σt.mat.)

σ(

σv.tola-σt.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:

Ekom=Etola

σto

la+(d

σmat.

σdσmat)

σmat.

bu yerda: d

σmat.

σdσmat, matritsaning deformatsion puxtalanishi.

Uchinchi  (III)  boskichda  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](https://fayllar.org/5-sinf-tarixdan-hikoyalar-fanidan-test-ahamoniylar-qaysi-davla.html),  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  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  ts/sm2da,  gidropresslarda,  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 kiryalar (“filera”) bilan.

Diametri 0,5 mm bo’lgan volfram simlarining xossalari Sim markasi

Harorat, 0S Puxtalik, MPa Uzoq muddatli puxtalik, 100 soat. MPa

Oquvchanlik chegarasi, 6\*10-5VA  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.  Berilliyni  zichligi  kam:

σ=1850  kg/m

3;  katta

mustahkamlikka  va  Yung  elastik  moduliga  ega.  Bular  berilliyning  nisbiy

xarakteristikalari.Berilliy simi 400-4800S da kiryalanadi. Bu haroratda berilliy

plastikligi juda yuqori bo’ladi va  kam uglerodli po’lat  plastikligiga yaqin keladi.

Birilliy metall qobig’i  ichida  kiryalanadi,  masalan,  nikel  qobig’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](https://fayllar.org/1-tijorat-banklarining-passiv-operatsiyalari-tijorat-banklarin.html)

bulmaydi.  Diametri  1,8  mm  bo’lgan  berilliy  simi

σv

=1129  Mpa,  E=320\*103

MPa  ga

ega. Qattiq deformatsiyalangan berilliy tolasi yuqori rekristallanish haroratiga ega:

7000S. Kamchiligi: past plastikligi (σ=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 xossalariga grafitizatsiya qilish haroratini ta‟siri

Uglerodli  tolalar  strukturasi  lentasimon  kondensirovkalash  uglerod

qatlamlari  tizimidan  iborat.  Bu  geksoganal  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 xossalarining 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 xossalariga qarab 2 xil bo’ladi:

1. Yuqori puxtalikdagi tola:

σv

=2500-3200 MPaE=(180-220)103Mpa.

2. Yuqori modulli tola:

σv

=1400-2200 MpaE=(350-550)103Mpa.

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  tolaga  metall  va  keramika

qoplama beriladi.

Bor tolasi. Diametri d=12 mkm bo’lgan, tozalangan va dastlab 1100-12000S

gacha  qizdirilgan  volfram  simiga  gaz  fazodan  (Bcl2 +  H2)  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  (

σ=2600  kg/m

3),  yetarli

darajadagi yuqori mustahkamlik (

σv

=3500 MPa). Yung moduli 420 000 MPa da

va erish  harorati  23000S.  Bor  tolasi  havoda  4000S  da  tez  oksidlanadi.  5000S

dan yuqorida  matritsa-alyuminiy  bilan  reaktsiyaga  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](https://fayllar.org/uchburchak-deyiladi-1-rasm-uchburchak-o-eng-sodda-kopburchakdi.html)

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\*103MPa  mustahkamlikka  ega.  Egiluvchanligi  87\*103Pa.Shisha

tolalarining diametri ortishi bilan uning puxtaligi kamayadi.

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

mustahkamligini uning diametrigiga bog’liqlik grafigiIngichka  tolada

mikrodarzlar  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  reaktsiyasi,  piroliz  reaktsiyasi  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:

SiCl4+CH4=SiC+4HClCH3SiCl2=SiC+3HCl.

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 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,  defformatsiya  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 t0=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,

σv

=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](https://fayllar.org/15--mavzu-chozish-shtamplari-metallarni-chozish.html), 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  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

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: 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,

σv

=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.