



# Felületmódosító és bevonatoló eljárások orvostechnikai alkalmazása

Dr. Mészáros István Attila  
meszaros.istvan.attila@gpk.bme.hu

1

1

## Felületmódosító technológiák

A leggyakrabban változtatott tulajdonságok a felület keménysége, kopásállósága, súrlódási együtthatója, kémiai összetétele, a felületi réteg kristály ill. szövetszerkezete, (a szerves molekulák adszorpciójának szempontjából lényeges) felületi energiája, mechanikai kifáradási határa és ridegsége azaz a töréssel szembeni ellenállóképessége.



2

2



3

#### 4.2. Bevonató eljárások:

- pozitív anyagtranszport (anyagfelhordás)
  - plazmaszórás
  - bevonás bioaktív anyaggal
  - ionimplantáció
- negatív anyagtranszport (anyageltávolítás)
  - vegyi kezelés
  - homokfúvás
  - lézeres felületkezelés

4

4

## Felületmódosító technológiák

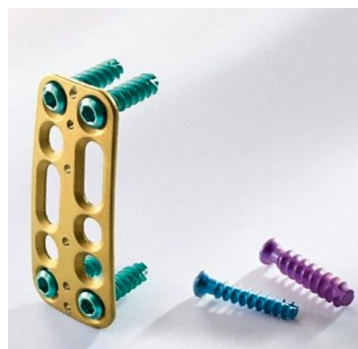
- Bevonatok készítése kémiai és elektrokémiai úton
- Nem-fémes elemek koncentrációjának növelése heterogén reakciókkal
- Termikus szórás
- CVD
- PVD
- Ionimplantáció és ion mixing
- Felület olvasztás vagy edzés nagy energiasűrűségű besugárzással

5

5

### Bevonatok készítése kémiai és elektrokémiai úton

pl. kemény króm réteg leválasztására  
horganyzás  
eloxálás ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )  
 $\text{TaO}_2$ ,  $\text{TiN}$ ,  $\text{TaN}$ ,  $\text{HfO}$ ,  $\text{HfN}$



### Nem-fémes elemek koncentrációjának növelése heterogén reakciókkal

(izzítás gázelegyekben)  
karbonizálás, nitridálás acélok esetén

6

6

## Termikus szórás (thermal spraying)

Fémek, ötvözetek, oxidok, boridok felvitelére alkalmas. A magas hőmérsékletű porlasztott anyagrészek (200-5000 °C) nagy sebességgel (30-900 m/s) ütköznek a target felületébe. A technológia általános problémája a tapadás.

Fajtái:

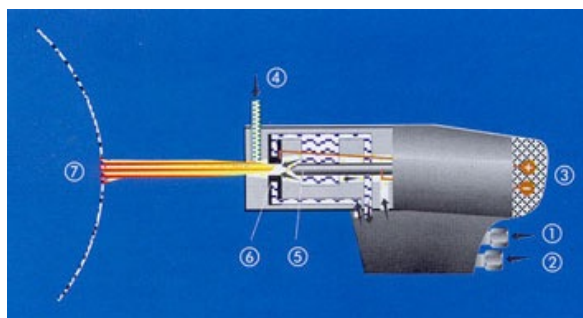
- *Lángszórás: gáz+oxigén láng, 2800 °C, 30 m/s, főleg fémbevonatokhoz, tapadás gyenge*
- *Plazmaszórás: plazma (inert gáz), 4-5000 °C, 250 m/s, fém (titán) kerámia (hidroxiapatit) bevonatok, elfogadható tapadás, szokásos rétegvastagság: 0.1-2 mm*
- *Robbantásos szórás: gáz+oxigén elegy, robbantás, 3900 °C, 900 m/s.*

7

7

Problémák:

- tapadás
- réteg porozitás
- szennyezés
- repedezés
- összetétel



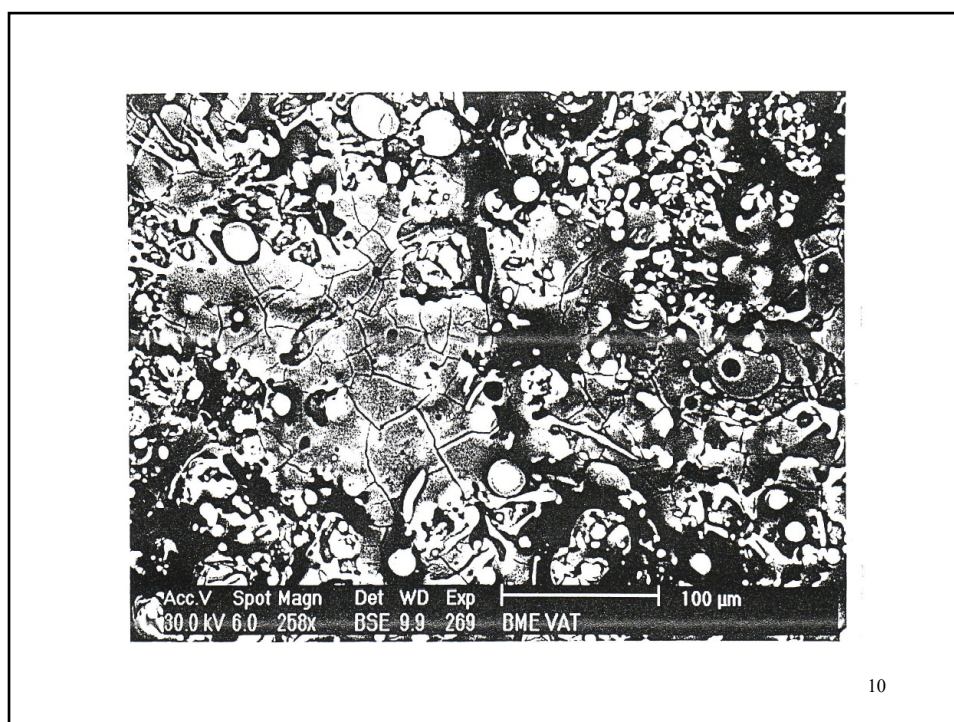
8

8

Plazmaszóró anyagok	
Tiszta fémek	Ni, Cr, Mo, Al, W, Zn, Ag, Cu, Ta, Fe, Sn, stb.
Ötvözetek	NiCoFe, CoCrFe, CoMoSi, NiCrAl, CrNiW, CoCrW, CuAl, CuSn, CoCrNi, NiCr,
Álötözetek	Ni-Al, Ni-Ti
Önfolyósító ötvözetek	Ni-CrBSi, Co-Ni, CrBSi
Keverékek	Önfolyósító porok + WC vagy Mo keveréke
Fém karbidok	WC, Cr <sub>3</sub> C <sub>2</sub> , TiC, MoC
Boridok	TiB <sub>2</sub> , ZrB <sub>2</sub> , CrB <sub>2</sub> ,
Szilicidok	MoSi <sub>2</sub>
Cermentek	Ni+CrO, W+Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Mo+Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , NiAl+Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , NiCr+MgO <sub>3</sub>
Oxid kerámiák	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +TiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +LiAlO <sub>2</sub> , ZrO <sub>2</sub> , ZrO <sub>2</sub> +CaO, TiO <sub>2</sub> , Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>

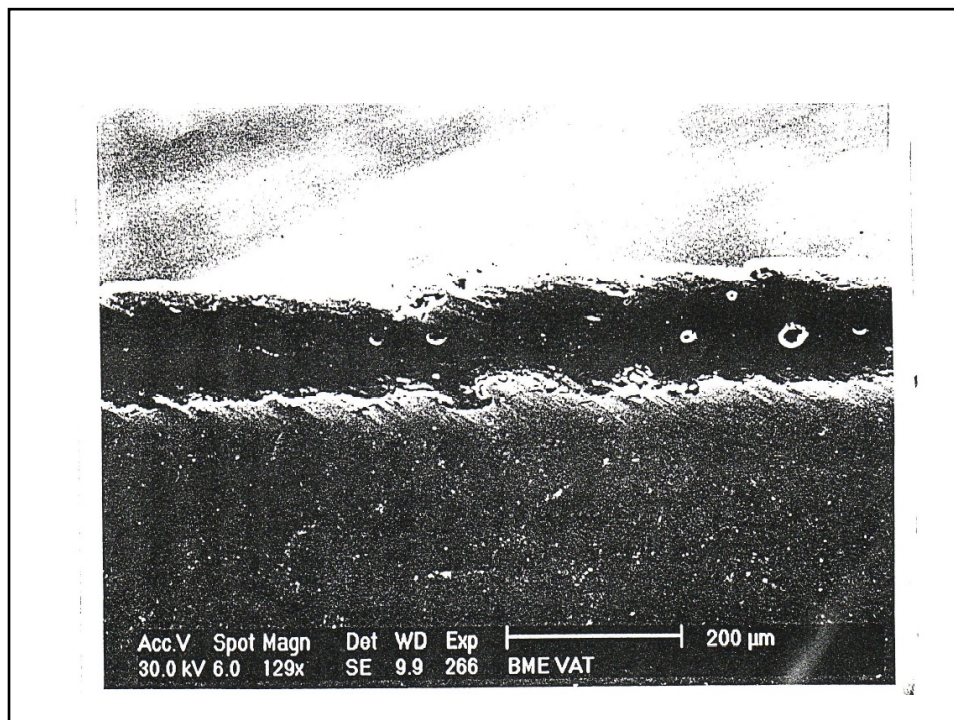
9

9



10

10



11

## CVD eljárások

Kémiai gőzfázisú rétegleválasztás (chemical vapour deposition), a szubsztrát felületén gáz fázisból adszorbeálódó reagensek között lezajló kémiai reakció eredményezi a rétegnövekedést.

Előnyei:

- szintézis az olvadáspontnál alacsonyabb hőmérsékleten
- tömör, jó tapadású réteg
- epitaxiális növekedés lehetséges
- jól használható bonyolult felületek (üregék) bevonására

Hátrányok:

- szubsztrát magas hőmérsékletű (500-700 °C)
- reagensek drágák és sokszor agresszívek
- esetenként nem gazdaságos

12

12

**PVD eljárások**

(physical vapour deposition), rétegleválasztás fizikai módszerekkel

Típusai:

- vákuumgőzölés
- porlasztás (semleges gázionokkal)

Előnyei:

- jó tapadású, tömör rétegek
- szubsztrát hőmérséklete alacsony (500 °C)

**Reaktív PVD ill. plazma CVD**

Az elpárolgatott vagy porlasztott atomok reaktív gázokkal lépnek kölcsönhatásba és vegyületté válnak le.

13

13

**Ionimplantáció és ion mixing**

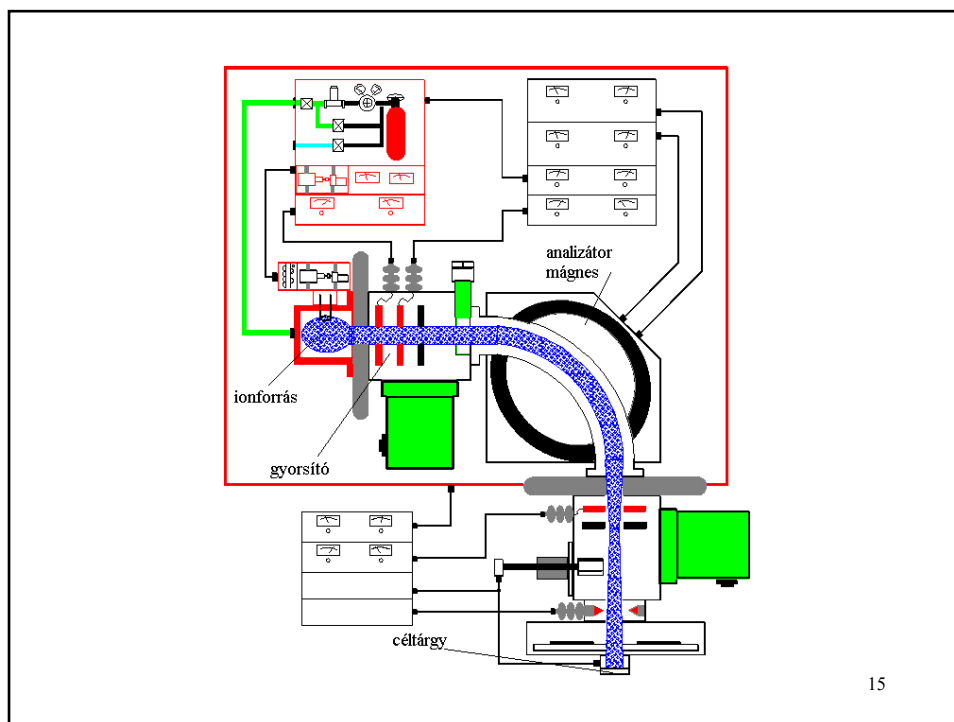
Felhasználható a felületi tulajdonságok javítására méret változás nélkül (alacsony hőmérsékletű eljárás). A folyamat során nagyenergiájú ionokat visznek be a szilárd test felületi rétegébe. Az alkalmazott ionfajta elvileg tetszőleges, gyakorlatban főként N, B, O, Cr ionokat használnak. Az alkalmazott ionenergia tipikusan 20-300 keV, az ionáramsűrűség néhány A-mA/cm<sup>2</sup> tartományba esik. Az eljárás behatolási mélysége a néhány nm-m tartományba esik. Az ionkoncentráció mindig Gauss eloszlású.

Ionimplanter:

ionforrás, tömegszeparátor, gyorsító, pásztázó, mintakamra, nagyvákuum rendszer

14

14



15

Az ionimplantáció következményei:  
 sugárzási károsodás  
 a felületi réteg megváltozása (metastabil fázisok létrejötte, finom szemcseszerkezet és kiválások, oldékonyság növekedés)

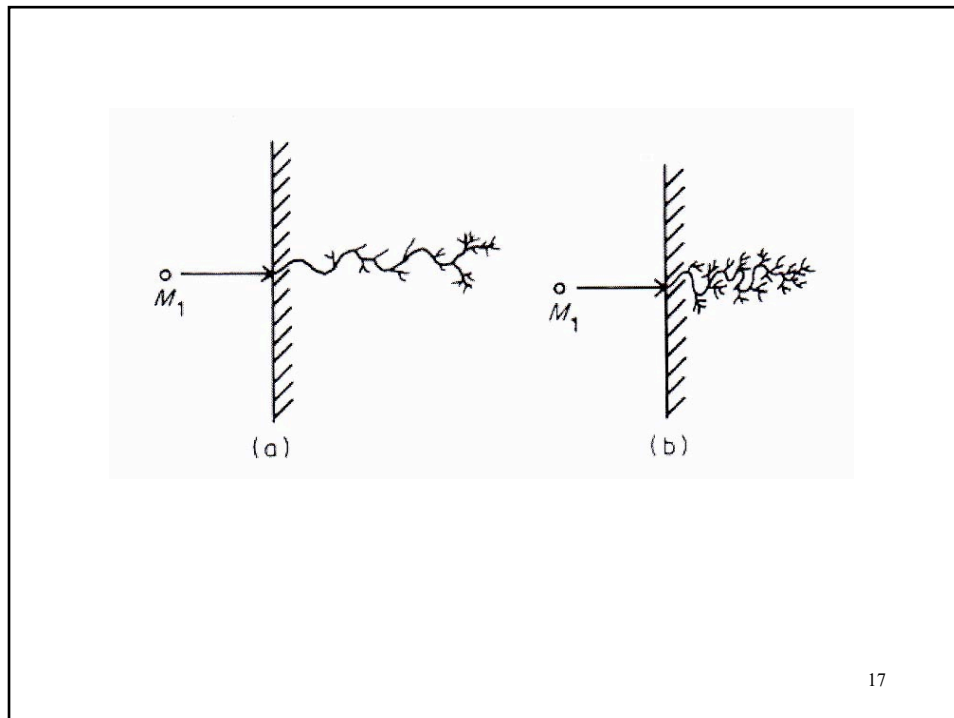
Előnyök:

- erősen sérült (esetleg amorf) felületi réteg létrehozása
- fémeknél az oldékonysági határ növekedése
- metastabil fázisok kialakítása
- alacsony hőmérsékletű eljárás (nem okoz alakváltozást)
- nincs tapadási probléma
- rendkívül tiszta környezetben történik a rétegleválasztás

16

16





17

#### Hátrányok:

- költséges (nagy beruházást igényel)
- a nagyvákuumrendszer használata miatt kis termelékenységű ( $10^{-4} - 10^{-5}$  Pa)
- nem sík geometriánál a munkadarab forgatása szükséges
- a felületi réteg sekély.

Az ionimplantációt kiterjedten használják ötvözet alapú implantátumok kopásállóságának és súrlódási együtthatójának javítására (pl. saválló acélok ill. titánötvözetek N, C vagy B ionokkal való bombázása mesterséges ízületeknél), továbbá kerámiák ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) ill. kerámia rétegek szívósságának növelésére.

18

18

## Az ion mixing

Ionos keverés eljárás esetén rétegszerkezeteket bombázunk inert gázok (Ar+, He+) ionjaival homogén -esetleg amorf- fázis létrehozása céljából. Az ion mixing eljárás egyedülálló az idegen természetű rétegek közötti tapadás javításában, így pl. alkalmas az ötvözetek felületére előzetesen leválasztott hidroxipatit rétegek kötésének jelentős javítására.

19

19

## Felület olvasztás vagy edzés nagy energiasűrűségű besugárzással

(elektronsugárral vagy lézerrel)

Módszerek:

- elektronsugaras olvasztás (pásztázó sugárral)
- lézeres olvasztás (a sugár vagy a darab mozgásával), hűtési sebesség:  $10^8$ - $10^{11}$  K/s

Eljárások:

- edzés: a felület gyors felhevítése majd lehűtése (olvadás nélkül)
- olvasztás: a darab felületi rétegének átolvasztása
- ötvözés: ötvözőelem bevitele a felületi rétegbe
- beágyazás: nem ötvöződő anyag bevitele a felületi rétegbe
- a felület morfológiájának megváltoztatása (érdesítés)
- bevonatolás (Ti, biolan)

20

20

### A nagy energiasűrűségű besugárzások hatásai a felületi rétegre:

- a felületi réteg kémiai összetétele megváltozik
- a réteg szerkezete változik meg:
  - szemcsefinomodás,
  - kiválások méretének csökkenése,
  - túltelített szilárdoldat létrejötte,  
(a gyors megszilárdulás eredményeképpen)
  - amorf réteg kialakulása lehetséges (laser glasing).

21

21

### Nd-üveg lézer

1064 nm (= 1,064  $\mu\text{m}$ )

20\*10 mm =&gt; 1\*1 mm

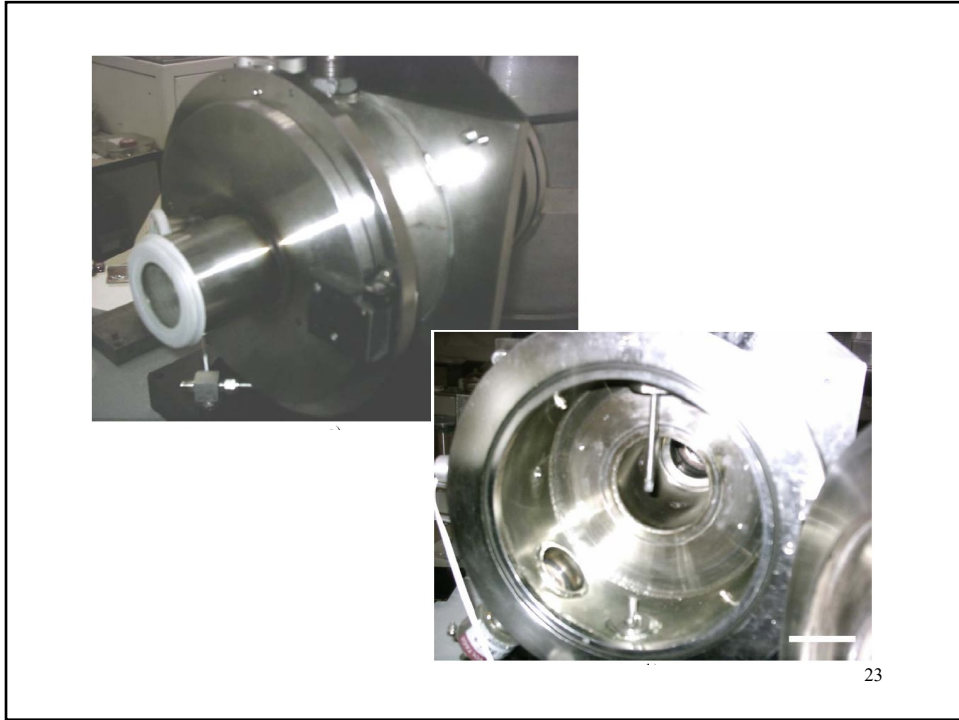
3 Joule

30 nsec

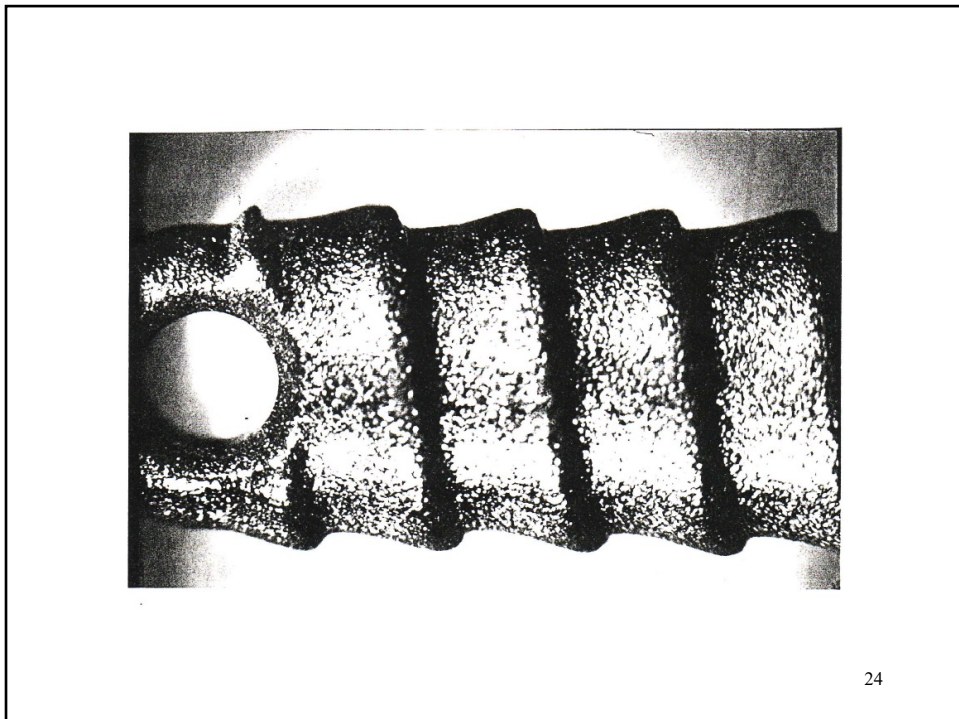
=>  $10^8 \text{ W/mm}^2$ Felület hőmérséklete: 5-6000  $^{\circ}\text{C}$ Mélység: ~ 10  $\mu\text{m}$ 

22

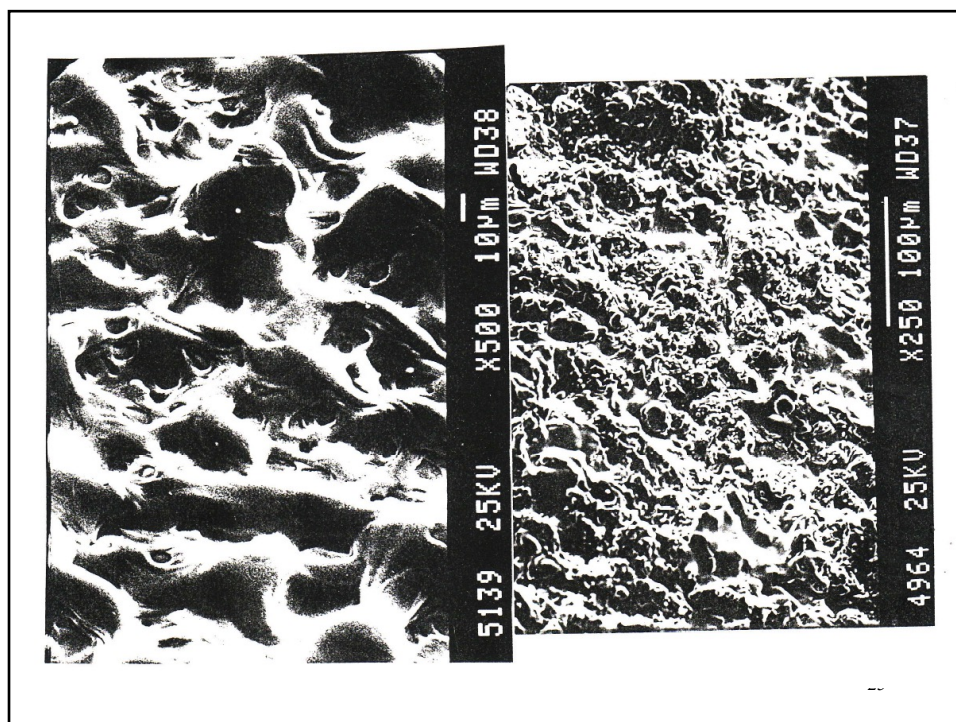
22



23



24



25