

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo

Vrstični elektronski mikroskop -
Scanning electron microscope

Poročilo laboratorijske vaje

Rok oddaje: Ponedeljek, 16. 5. 2016

Uroš R

15. junij 2016

Kazalo

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | Namen vaje | 3 |
| 2 | EDS - energy dispersive spectroscopy | 3 |
| 3 | EDS spektri | 3 |
| | Literatura | 5 |

1. Namen vaje

Namen vaje je spoznati delovanje elektronskega mikroskopa vključno s principom delovanja - zajemanjem odbitih elektronov, sekundarnih elektronov ter fotonov. Posneti je bilo potrebno tudi EDS spektre nekaj točk pri obeh oljih ter rezultate predstaviti. Kot dodatno gradivo je predstavljena tudi razlika med nastalo fotografijo, če se detektira samo odbite ali samo sekundarne elektrone. Odbiti elektroni nosijo informacijo o lastnostih atoma (atomskega številu, kristalografiji), na drugi strani pa sekundarni elektroni (ti, ki so doživeli trk - izbiti elektroni) pa nosijo informacijo o topografiji materiala - sklepati je mogoče, da dobimo na pogled boljše oz. lepše slike z detekcijo sekundarnih elektronov.

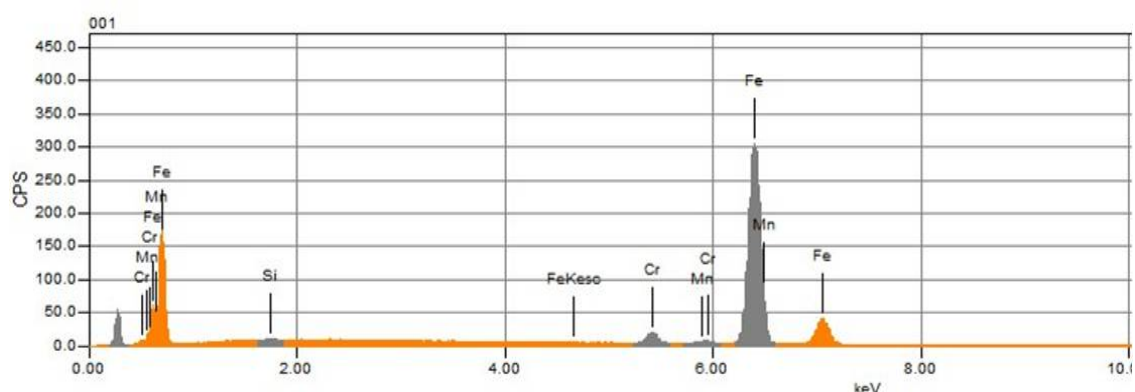
2. EDS - energy dispersive spectroscopy

Spektroskopija je postopek ugotavljanja kemične sestave materiala neposredno v okolici površine vzorca. Pospešen elektron (energije ranga nekaj 10 keV) v električnem polju zunanjega vira imajo dovolj energije da lahko iz notranjih orbital atoma odstranijo elektron. Zaradi odstranitve tega elektrona je energijska porazdelitev znotraj strukture atoma neugodna, posledično elektron iz višje orbitale (torej, z višjo energijo) zamenja manjkajoč elektron. Iz dejstva, da je orbitala ekvivalent energiji elektrona mora elektron, ki preide v nižje orbitale oddati energijo. Odda jo z spontano emisijo fotona z energijo enako razliki energije začetne in končne orbitale elektrona.

$$f = \frac{1}{h} \left(\frac{E_0}{n_z^2} - \frac{E_0}{n_k^2} \right) \quad (1)$$

Pri čemer je h Planckova konstanta, n_z začetna orbitala elektrona, n_k končna orbitala elektrona, $E_0 \approx 13,6$ eV energija osnovne orbitale. Običajno se izseva foton frekvence od $f = [10^{17}, 10^{19}]$ Hz oz. ekvivalentne valovne dolžine (v vakuumu) $\lambda = [10, 10^{-2}]$ nm.

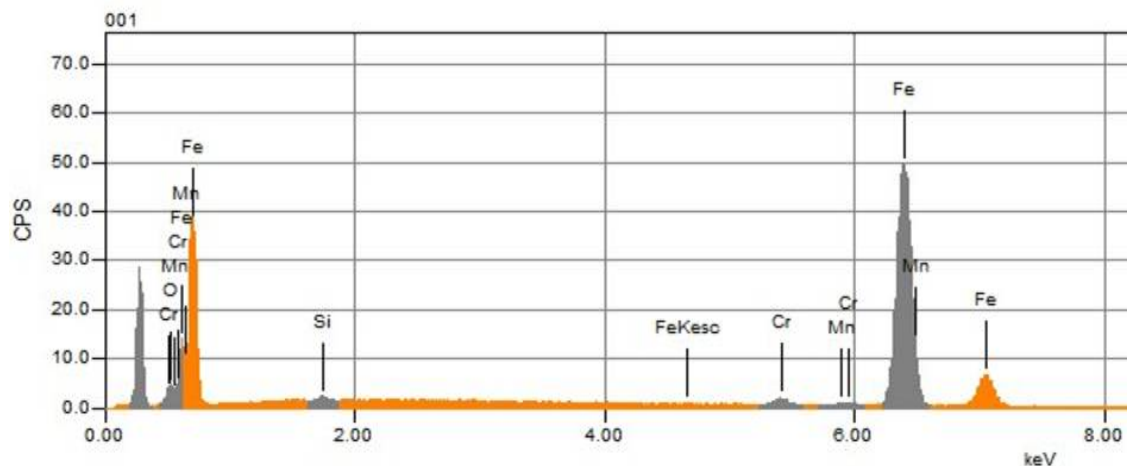
3. EDS spektri



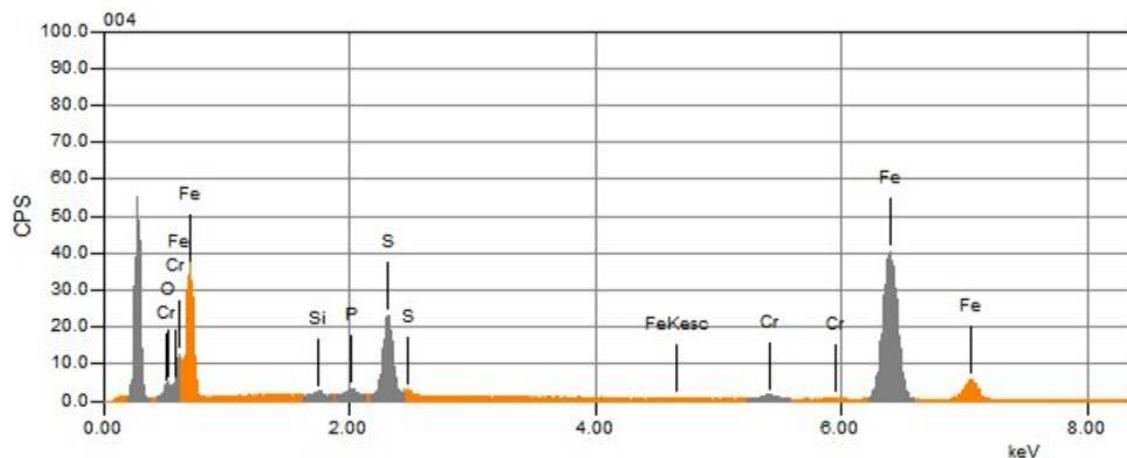
Slika 1: EDS spekter kroglice za testiranje nosilnosti mazalnega filma po ASTM D 2783 - 83, slika pred testom

EDS spekter prikazuje število detektiranih fotonov glede na energijo, ki jo ta foton ima. Lokalni maksimumi v spektru so neposredno povezani z materialom oz. atomom od katerega je prišel izsevan foton.

Glede na rezultate sklepam, da je vzorec res jeklo, saj opazimo tipične elemente, ki se nahajajo v strukturi jekla 100Cr6 - primaren element je seveda železo, dodano mu je 1 %C ter 1,25% Cr, ostali tipični elementi,



Slika 2: EDS spekter kroglice za testiranje nosilnosti mazalnega filma po ASTM D 2783 - 83, slika po testu, olje 1



Slika 3: EDS spekter kroglice za testiranje nosilnosti mazalnega filma po ASTM D 2783 - 83, slika po testu, olje 8

ki se pojavljajo v jeklu (0,1 %Si, 0,3% Mn) [1] iz tehnoloških ali kristalografskih (finost zrn ...) razlogov, vendar niso primarni legirni elementi.

Slika 1 prikazuje stanje pred testom, ki se ujema s stanjem podanem v kataloškem listu [1]. Najbolj moteče je, da ogljika ni mogoče zaznati, možnost za tako obnašanje je mogoče iskati v strukturi materiala, tako krom kot tudi železo topita dobro mero ogljika ter oba tvorita z njim evtektik [2], [3], druga možnost je, da so se tvorile spojine (s kromom), katere prekrijejo značilnosti ogljika (Cr_3C_2 , Cr_7C_3 in $Cr_{23}C_6$ - atom kroma je bistveno večji od atoma ogljika).

Pri primerjavi vzorcev olja 1 in olja 8 (sliki 2 in 3) je v grobem struktura enaka, saj gledamo isti material. Opaziti je možno, da je pri olju 1 v primerjavi z oljem 8 zaznan mangan, očitnega razloga za to ne vidim - analizo bi naredil še na nekaj mestih ter primerjal rezultate. Pri olju 8 glede na olje 1 pa zaznamo prisotnost žvepla in fosforja. Oba elementa sta v strukturi jekla neželena, saj povzročata težave (krhki lom, rast zrn ...), v oljih pa sta želeni, saj izboljšujeta mazalne lastnosti. Verjetnost obstaja, da je na vzorcu bil zajet tudi del olja (Olma Redol VG 68).

Literatura

- [1] *100Cr6 podatki*, Dostopno na www.lucefin.com/wp-content/files_mf/1.3505100cr6.pdf.
- [2] *Cr-C fazni diagram*, Dostopno na <http://s3.amazonaws.com/chegg.media.images/board/a60/a601eb4c-9eaf-468b-8410-f3d92cf90c5f-original.png>.
- [3] *Fe-C fazni diagram*, Dostopno na http://link.springer.com/article/10.1007%2F978-3-642-28417-0_1.
- [4] TINT: *Diapozitivi za vaje pri predmetu tribologija*.
- [5] G. W. Stachowiak: *Engineering tribology*. Butterworth & Heinemann, 2013.