

SAŽETAK:

Titanij i legure titanija imaju dobru kemijsku stabilnost, netoksičnost i nemagnetičnost, što ih čini dobrim izborom za primjenu u medicini. Njihov su nedostatak niska tvrdoća, slaba otpornost na trošenje, a i elektrokemijski potencijal im je relativno pozitivan. Međutim, titanijeve legure sklone su kontaktnoj koroziji kada su u kontaktu s drugim materijalima, a osjetljive su i na vodikovu krhkost. Za rješavanje navedenih nedostataka legura titanija primjenjuju se metode površinske obrade. Metode obrade površine uključuju obradu oblaganjem kemijskom pretvorbom, galvanizaciju, toplinsku difuziju, površinsko taloženje, lasersku i ionsku površinsku obradu i najčešće korištenu anodizaciju. U ovom radu pri različitim parametrima postupka anodizacije dobiveni su titanijevi oksidi koji su karakterizirani elektrokemijskim metodama, SEM i EDX analizom. Ispitana je debljina slojeva, mikrotvrdoća te hrapavost dobivenih oksida.

ZAKLJUČAK:

Titanij i njegove legure zahvaljujući svojim izrazito dobrim mehaničkim svojstvima imaju sve širu primjenu, od arhitekture, zrakoplova pa sve do medicine i nakita. Veliku prednost ima zbog svoje odlične otpornosti na koroziju. Brzim stvaranjem pasivnog oksidnog filma na površini metala sprječava nastanak oštećenja, uzrokovanih korozijom, u agresivnom okruženju. Iako visoka cijena ovog metala predstavlja problem, upotreba titanija je ponekad nužna. Ti6Al4V je legura titanija koja se najviše ističe i čini polovicu proizvodnje titanija i njegovih legura.

Na temelju provedenih ispitivanja može se zaključiti da:

- oksidni sloj dobiven pri 50 V ima najmanju vrijednost srednjeg aritmetičkog odstupanja profila (R_a) i najmanju visinu profila (R_z), što rezultira najmanjom hrapavosti,
- energetsko disperzivna spektroskopija pokazuje veliku čistoću sloja koji ima najveći udio TiO_2 uz zanemarive količine ugljika,
- anodni oksidni sloj na leguri Ti6Al4V dobiven pri naponu od 50 V i vremenu oksidacije 10 minuta pokazuje najbolju otpornost prema lokalnoj koroziji (rupičasta i korozija u procjepu).

Zbog svoje dobre biokompatibilnosti i istaknutih mehaničkih svojstava, titanij s razlogom zovu materijalom budućnosti.

1. UVOD

Sukladno napredovanju današnjeg svijeta, potrebno je da i konstrukcijski materijali napreduju zajedno s njim. Postavljaju se sve veći zahtjevi na mehanička svojstva metala, kao što su bolja čvrstoća, i granica razvlačenja, veća izdržljivost i otpornost na udarna opterećenja. Naglasak se stavlja i na bolja kemijska svojstva; bolja otpornost na koroziju te na razne kemikalije i plinove. Raznim novim tehnologijama i načinima obrade ti ciljevi se uspijevaju dostići.

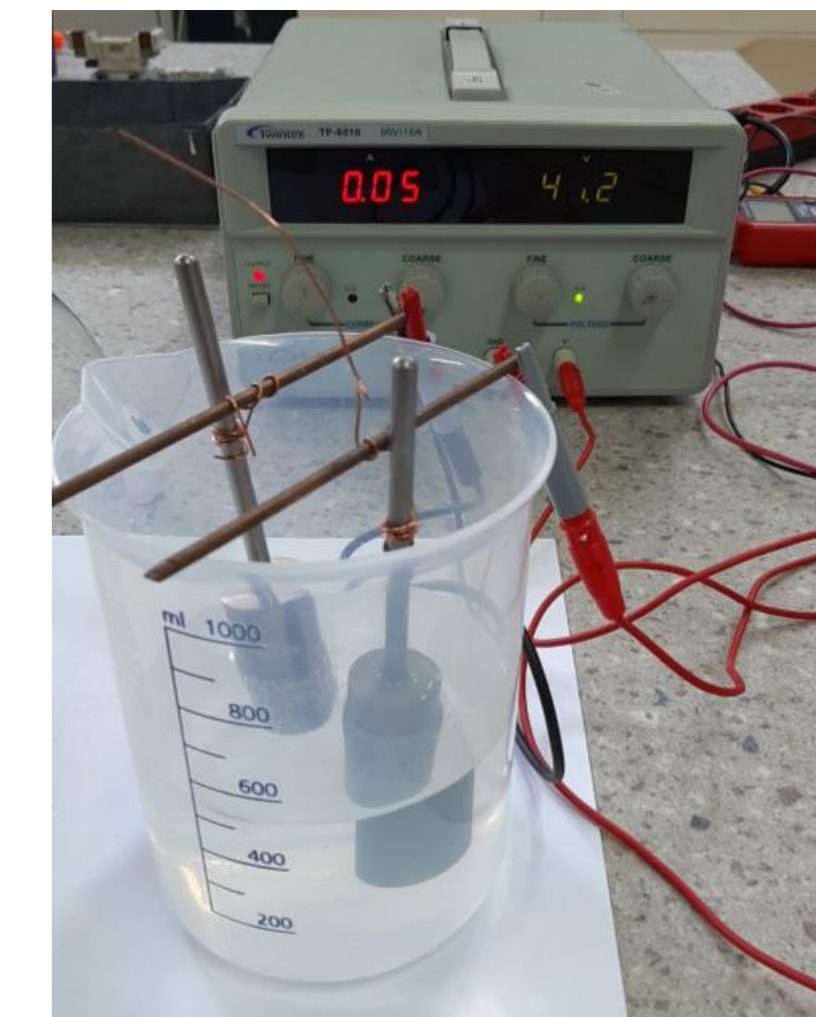
Među metalima, titanij se istaknuo kao materijal koji ima odličnu dinamičku izdržljivost i toplinsku stabilnost. Titanij nije toksičan i nemagnetičan je, zbog čega je pronašao široku primjenu u medicini. Iako ima dobru kemijsku stabilnost, sklon je kontaktnoj koroziji kada se nalazi u blizini drugih metala. Nedostatak mu je i osjetljivost na vodikovu krhkost.

Premda titanij ima dobru otpornost na koroziju, za poboljšavanje i rješavanje njegovih nedostataka koriste se razne metode površinske obrade kao što su anodna oksidacija, galvanizacija, laserska i ionska površinska obrada, toplinska difuzija i površinsko taloženje. Od navedenih se najčešće koristi anodizacija. U ovom radu ispitan je titanijev oksidni film dobiven različitim parametrima anodizacije.

2. EKSPERIMENTALNI DIO

Postupak elektrokemijske anodizacije proveo se u 3 % orto fosfornoj kiselini (H_3PO_4) uz sljedeće parametre, slika 1:

- temperatura elektrolita: 22 °C
- trajanje anodne oksidacije: 10 minuta
- napon: (40 ± 2) V, (50 ± 2) V, (60 ± 2) V.



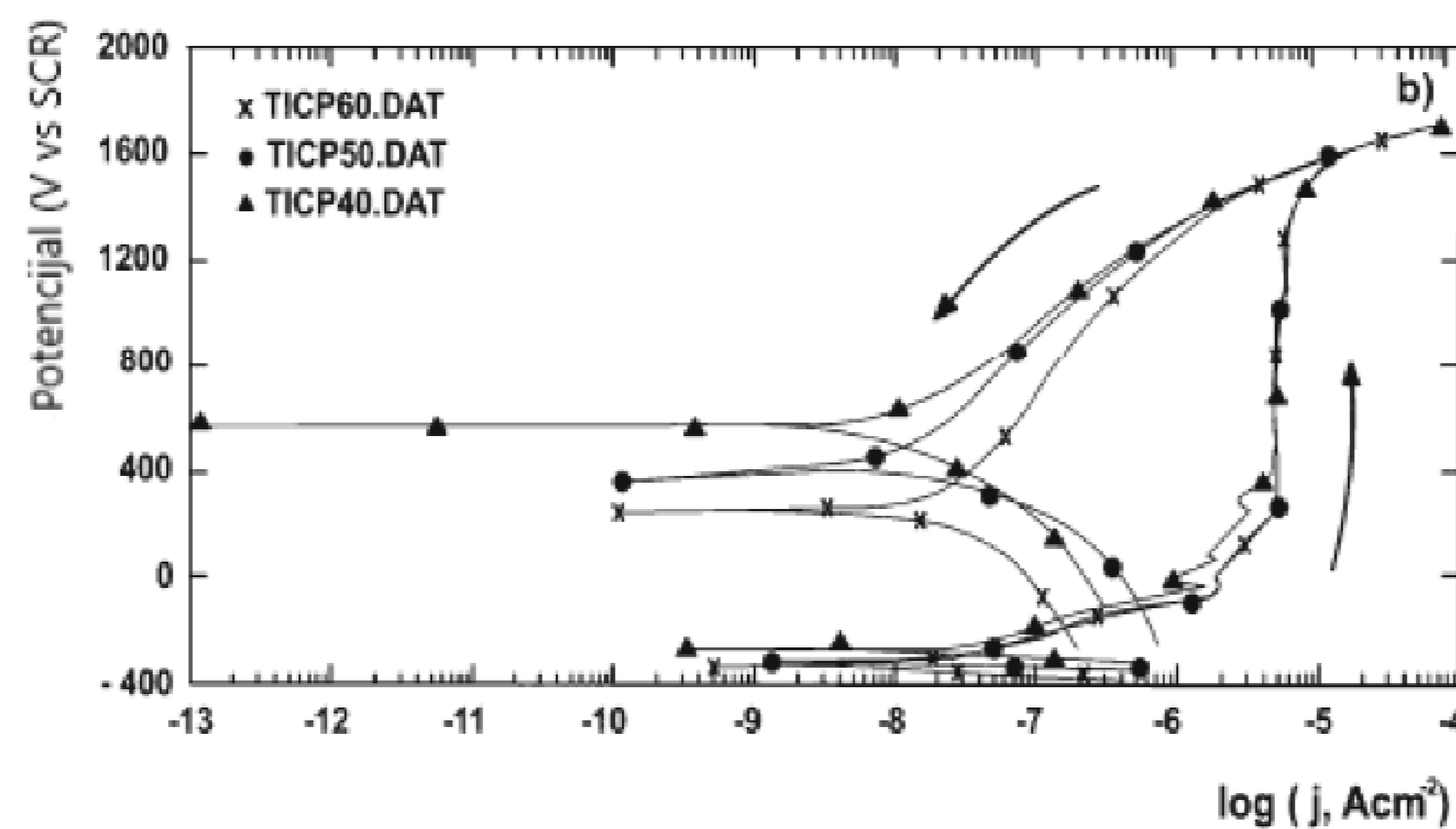
Slika 1. Anodna oksidacija uzorka

3. REZULTATI I RASPRAVA

Na slici 2 prikazani su uzorci anodizirane legure titanija pri različitim naponima. U tablici 1 prikazani su rezultati elektrokemijskih ispitivanja korozijskog potencijala, dok je na slici 3 dan dijagram cikličke polarizacije za sva tri anodizirana uzorka. Iz dobivenih vrijednosti potencijala te dijagrama vidljivo je da ni jedan uzorak ne pokazuje sklonost rupičastoj koroziji.

Tablica 1. Vrijednost korozijskog potencijala

Proces	E_{corr} vs SCE (mV)
40 V/10 min	-218
50 V/10 min	-236
60 V/10 min	-293



Slika 3. Dijagram cikličke polarizacije

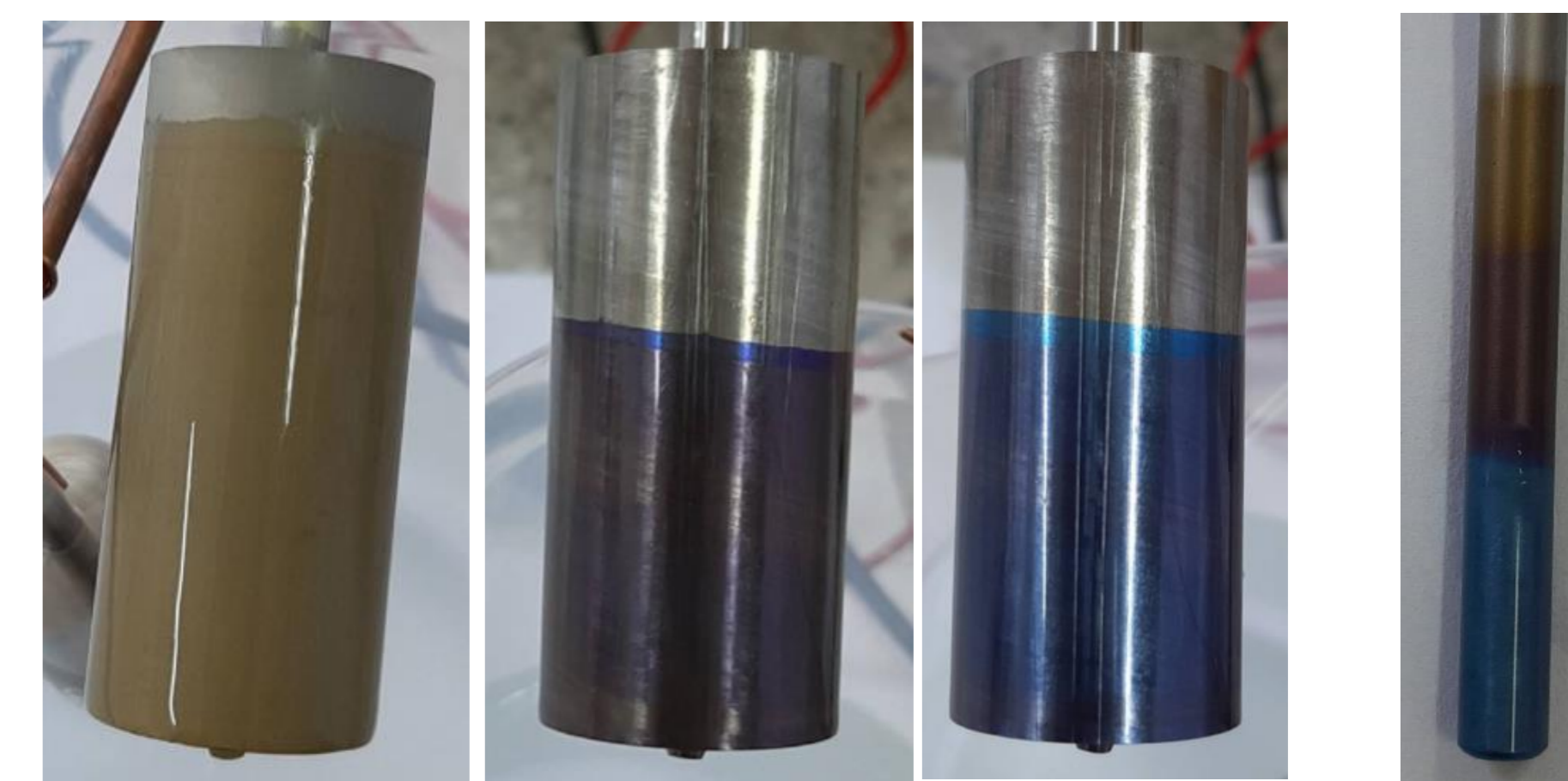
Mikrotvrdoća i hrapavost

Mikrotvrdoća titanijevog oksidnog filma je izmjerena na uređaju DUH-211S Schimadzu pomoću Berkovichevog indentora u obliku trostrane piramide sa 8 ciklusa opterećenja koja su iznosila od 0,5 mN do 10 mN. Rezultati su pokazali da se mikrotvrdoća nalazi između 8,2 GPa i 9,6 GPa.

Hrapavost je mjerena na instrumentu Perthometer S8P s Gaussovom filterom, granične valne duljine (cut-off) $l_c = 0,8$ mm, duljine vrednovanja $l_n = 4$ mm i radijusa vrha ticala $r = 2$ mm. Na svim uzorcima su izmjerene vrijednosti: R_z – najveća visina profila, R_t – suma najveće dubine dola i najvišeg vrha profila, R_a – srednje aritmetičko odstupanje mjenenog profila, R_k – dubina jezgre hrapavosti profila. Mjerenje je sadržavalo devet referentnih mjernom nesigurnošću U , izraženom uz faktor pokrivanja $k = 2$ i vjerojatnosti $P = 95$ %. Rezultati su prikazani u tablici 2.

Tablica 2. Rezultati mjerene hrapavosti površine

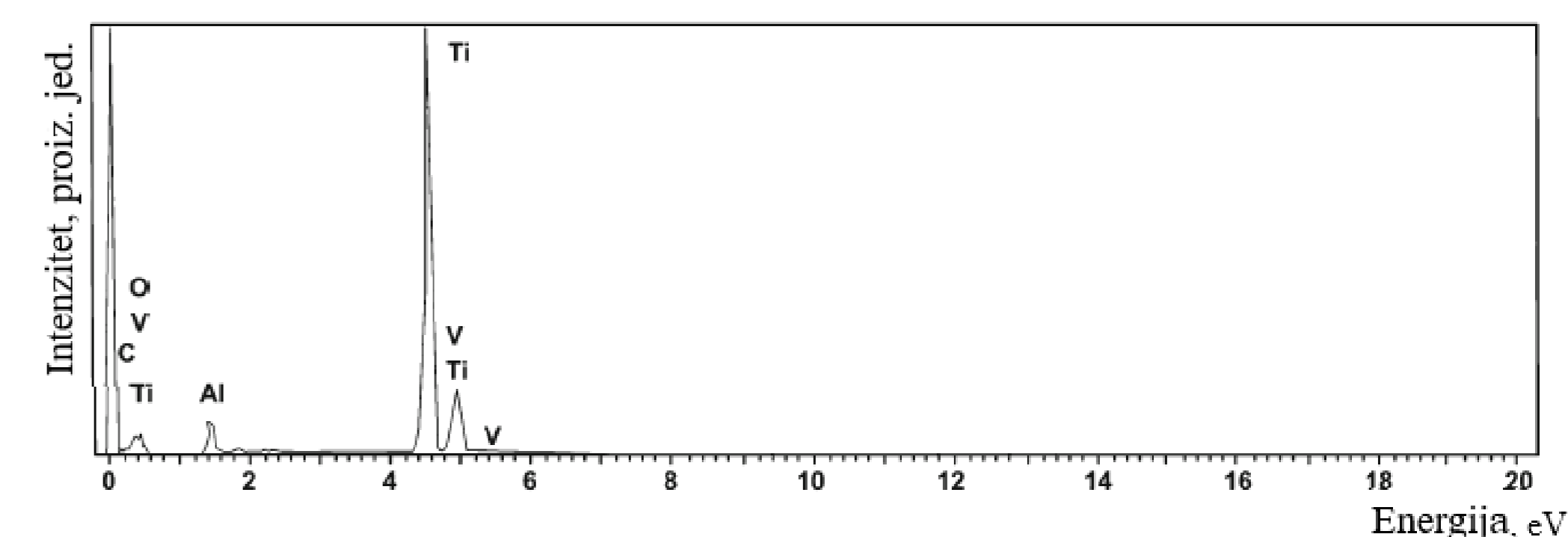
Proces	R_z (μm)	R_t (μm)	R_a (μm)	R_k (μm)
40 V/10 min	1.407	1.440	0.156	0.415
50 V/10 min	1.319	1.351	0.118	0.374
60 V/10 min	1.328	1.328	0.140	0.399



a) 41,2 V, 10 min b) 51,3 V, 10 min c) 61,3 V, 10 min

Slika 2. Uzorci anodizirane legure titanija pri različitim naponima

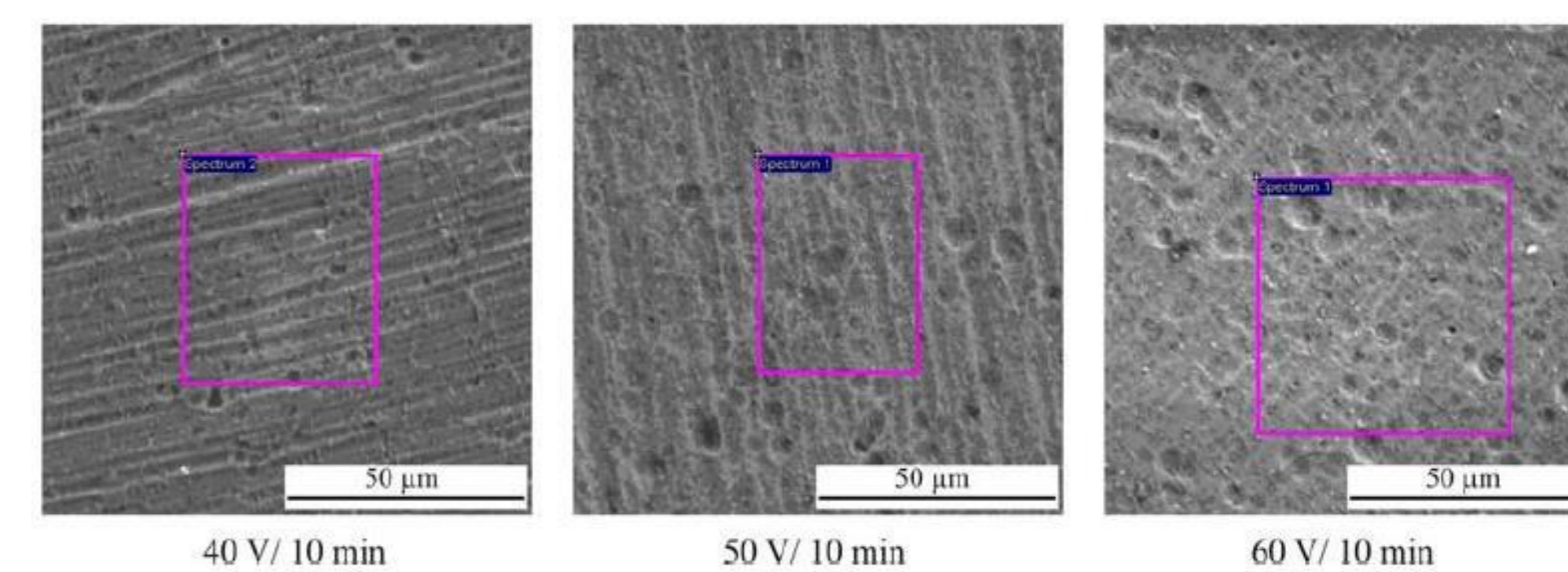
Kemijski sastav formiranog sloja je ispitan energetsko disperzivnom spektroskopijom (EDX). Titanij i kisik dominiraju kao što je prikazano na slici 4.



Slika 4. EDX analiza sastava oksidnog filma

Debljina oksidnog sloja

Debljina oksidnog sloja izmjerena je skenirajućim elektronskim mikroskopom (SEM). Za napone 41,2 V, 51,3 V i 61,1 V izmjerena debljina iznosila je 190 nm, 240 nm i 370 nm. Veličine pora dobivenog filma pri navedenim naponima je od 15 do 30 nm. Na slici 5 dan je prikaz SEM analize ispitnih uzoraka.



Slika 5. SEM prikaz površine uzoraka