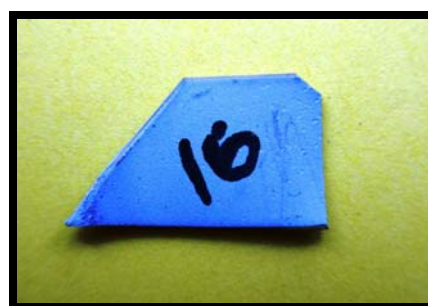


## Jaunākie notikumi projektā 2012.g. septembrī – 2012.g. novembrī

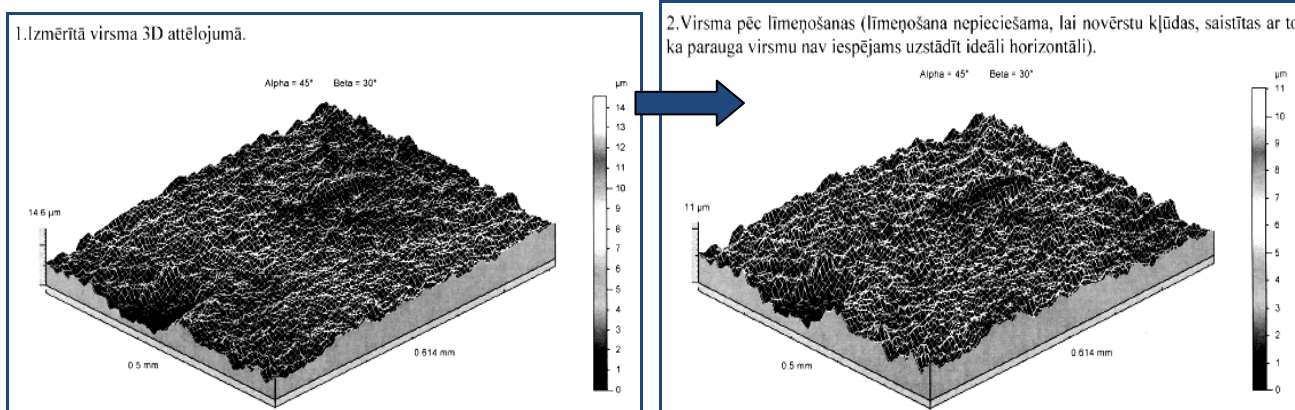
Projekta ietvaros turpinājās zinātniskie pētījumi dažādos virzienos:

### Pārklājumu ģeometrisko parametru mērīšana:

- 16. parauga ar modificētu (MDO) pārklājumu virsmas ģeometrisko parametru mērīšana;
- 21. parauga ar modificētu (MDO) pārklājumu uz *Al* pamata virsmas ģeometrisko parametru mērīšana;
- 5. parauga ar modificētu (MDO) pārklājumu uz *Ti* pamata virsmas ģeometrisko parametru mērīšana.

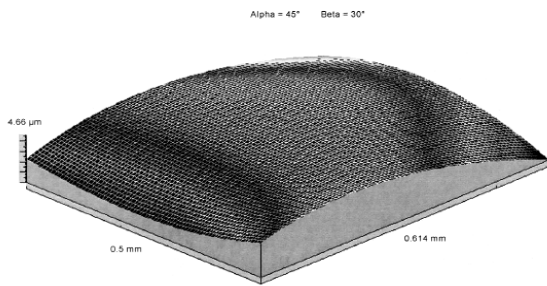


Virsmas ģeometrisko parametru mērīšana notiek sekojošā secībā:

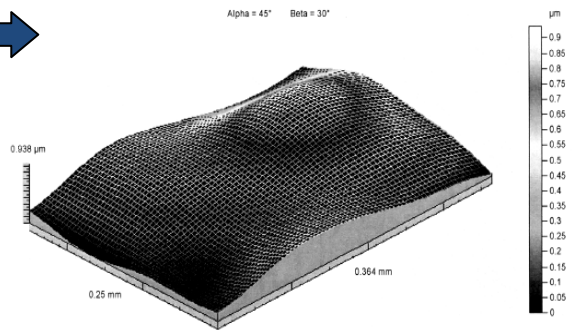


3. Lai iegūtu „tīru” virsmas raupjumu ir nepieciešams no virsmas atdalīt formu un viļņainību.

Atdalītā forma

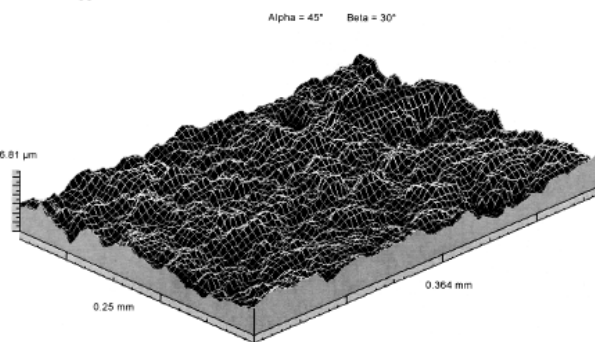


Atdalītā viļņainība



#### 4. 3D raupjums

Virsmas raupjums

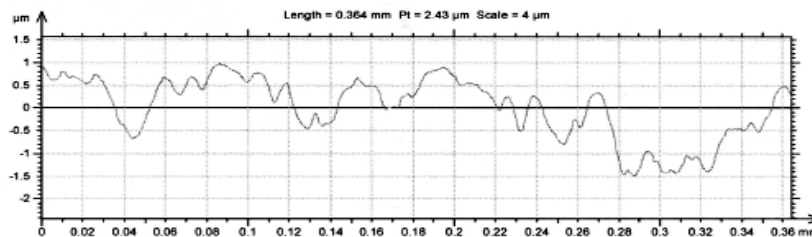


#### Virsmas raupjuma 3D parametri (5. paraugam)

```

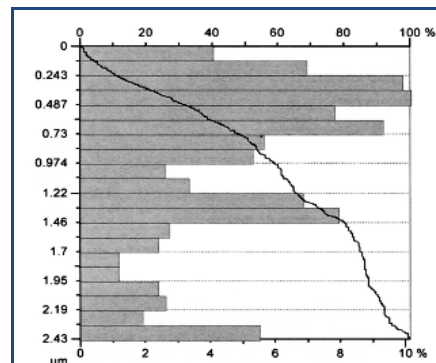
Sa = 0.591 μm
Sq = 0.767 μm
Sp = 3.97 μm
Sv = 2.84 μm
St = 6.81 μm
Ssk = 0.424
Sku = 4.28
Sz = 4.84 μm
Smr = 0.3 % (1 μm under the highest peak)
Sdc = 1.19 μm
Smmr = 0.00284 mm3/mm2
Smvr = 0.00397 mm3/mm2
STp = 0.3 % (1 μm under the highest peak)
SHTP = 1.19 μm (20%-80%)
SPc = 0 pks/mm2 (1 μm ; 10 μm)
Sds = 18129 pks/mm2
Str = 0.51
Sal = 0.0277 mm
Std = -77 °
Sfd = 2.29
Sdq = 0.194 μm/μm
Ssc = 0.134 l/μm
Sdr = 1.83 %
Sk = 1.58 μm
Spk = 0.857 μm
Svk = 0.636 μm
Sr1 = 11 %
Sr2 = 90.3 %
Sb1 = 0.282
Sci = 1.56
Svi = 0.109
Vv = 0.00376 mm3/mm2 (0.01 %)
Vm = 0.00283 mm3/mm2 (0.01 %)
Vmp = 0.000424 mm3/mm2
Vmc = 0.00205 mm3/mm2
Vvc = 0.00089 mm3/mm2
Vvv = 8.32e-005 mm3/mm2
    
```

5. Brīvi izvēlēts profils x-asis virzienā (gar parauga garāko malu), profila parametri un atbalsta līkne/virsotņu sadalījums.



```

Ra = 0.269 μm
Rq = 0.33 μm
Rp = 0.481 μm
Rv = 0.804 μm
Rt = 1.63 μm
Rsk = -0.94
Rku = 2.68
Rz = 1.29 μm
Rmr = 71.7 % (1 μm under the highest peak)
Rdc = 0.631 μm (20%-80%)
RSm = 0.025 mm
RDq = 4.14 °
RPe = 0 pks/mm (+/- 0.5 μm)
Rc = 0.651 μm
RTp = 71.7 % (1 μm under the highest peak)
RHTP = 0.631 μm (20%-80%)
Rrms = 0.33 μm
    
```



- Jaunu eksperimentālo paraugu (1., 26., 34. un 39.) sagatavošana mērījumu veikšanai ar Taylor Hobson mēriekārtu.
- Nanoindentēšanas mērījumu rezultātu pielietojumu virsmas nodilumizturības novērtēšanā analīze;
- Radioindikators metodes nodiluma kontrolei analīze;
- Bezkontakta nodiluma kontroles analīze, pielietojot uzlaboto virsmas apstarpšanas metodi;
- Lāzera starojuma skenēšanas ierīces darbības principa analīze.

### Nodiluma prognozēšana:

- Mērījumu tabulu sastādīšana nodiluma prognozēšanai un inženieru aprēķiniem (kopā 4 tabulas).

Profila parametri perpendikulāri apstrādes pēdām

2D	Ra	Rq	Rp	Rv	Rt	Rsk	Rz	RSm
Sagatave	0,287	0,361	0,678	0,875	1,550	-0,500	1,550	0,0378
A Paraugs	0,258	0,331	0,978	0,866	1,840	-0,233	1,840	0,0580
B Paraugs	0,294	0,397	1,110	0,871	1,980	0,283	1,980	0,0356
C Paraugs	0,260	0,341	0,495	1,220	1,710	-1,190	1,710	0,0434
D Paraugs	0,285	0,411	0,985	1,210	2,200	-0,669	2,200	0,0594
vid	0,274	0,370	0,892	1,042	1,933	-0,452	1,933	0,049
E Paraugs	0,368	0,433	0,957	0,887	1,840	0,025	1,840	0,0427
F Paraugs	0,228	0,299	0,822	0,546	1,370	0,468	1,370	0,0547
G Paraugs	0,226	0,320	1,080	0,593	1,670	1,080	1,670	0,0423
H Paraugs	0,363	0,488	1,910	1,070	2,980	1,070	2,980	0,0791
vid	0,296	0,385	1,192	0,774	1,965	0,661	1,965	0,055
I Paraugs	0,657	0,952	1,980	3,910	5,900	-1,620	5,900	0,0854
J Paraugs	0,486	0,653	2,140	1,260	3,410	0,579	3,410	0,0482
K Paraugs	0,472	0,604	1,450	1,800	3,240	-0,270	3,240	0,0596
L Paraugs	0,383	0,477	1,460	0,918	2,380	0,543	2,380	0,0825
vid	0,500	0,672	1,758	1,972	3,733	-0,192	3,733	0,069

Profila parametri pa apstrādes pēdām

2D	Ra	Rq	Rp	Rv	Rt	Rsk	Rz	RSm
Sagatave	0,404	0,589	1,970	2,280	4,250	-0,044	4,250	0,0446
A Paraugs	0,314	0,446	1,670	0,486	2,150	1,830	2,150	0,0708
B Paraugs	0,521	0,761	2,940	1,130	4,070	1,590	4,070	0,0340
C Paraugs	0,341	0,526	1,860	1,250	3,110	1,150	3,110	0,0899
D Paraugs	0,359	0,471	1,140	1,080	2,220	-0,055	2,220	0,0331
vid	0,384	0,551	1,903	0,987	2,888	1,129	2,888	0,057
E Paraugs	0,359	0,455	0,881	0,948	1,830	0,044	1,830	0,0418
F Paraugs	0,232	0,308	0,660	0,744	1,410	-0,058	1,400	0,0644
G Paraugs	0,266	0,354	1,100	0,624	1,720	0,575	1,720	0,0583
H Paraugs	0,201	0,275	0,749	0,666	1,410	-0,428	1,410	0,0590
vid	0,265	0,348	0,848	0,746	1,593	0,033	1,590	0,056
I Paraugs	0,401	0,641	2,770	1,480	4,250	1,340	4,250	0,0520
J Paraugs	0,380	0,563	2,620	1,020	3,640	1,860	3,640	0,0329
K Paraugs	0,461	0,576	1,170	1,370	2,540	-0,362	2,540	0,0623
L Paraugs	0,267	0,358	1,300	0,543	1,840	1,200	1,840	0,0665
vid	0,377	0,535	1,965	1,103	3,068	1,010	3,068	0,053

Apgabals, μm	Amount of sampling		Peak-to-peak		Ten point height		Average Roughne			Root-mean-square
	Max, nm	Min, nm	Ry, nm	Rz, nm	Average	Ra, nm	Rq	Dispersion, nm		
0,0	256	838,909	288,517	550,392	562,968	585,225	134,003	606,428	158,953	
0,5	256	902,189	315,158	587,031	607,773	637,259	143,711	659,767	170,860	
1,0	256	889,148	63,8388	825,309	495,844	607,772	164,730	637,953	193,898	
1,5	256	926,159	277,277	648,883	603,382	652,119	135,820	675,075	174,549	
2,0	256	969,443	304,849	664,594	634,631	627,736	162,427	658,784	199,862	
2,5	256	892,377	298,577	593,800	595,520	610,617	152,909	637,431	182,933	
3,0	256	914,795	298,142	616,653	603,935	608,473	149,978	634,804	180,932	
3,5	256	948,019	282,741	665,277	611,368	595,427	151,599	623,604	185,335	
4,0	256	875,424	254,424	621,000	563,707	580,838	143,015	607,177	176,892	
4,5	256	909,268	257,032	652,236	581,430	585,473	140,319	611,109	175,142	
5,0	256	942,678	244,860	697,818	590,695	583,23	155,932	613,442	190,142	
5,5	256	837,915	252,188	585,727	543,822	574,141	132,402	598,345	168,461	
6,0	256	843,753	249,766	593,987	545,058	557,554	132,390	581,474	165,062	
6,5	256	834,873	246,475	588,398	540,419	554,445	127,527	577,134	160,236	
7,0	256	803,388	237,470	565,917	519,914	545,671	121,656	567,075	154,333	
7,5	256	800,034	260,013	540,022	528,583	550,625	130,493	572,815	157,888	
8,0	256	800,469	312,425	488,044	555,100	535,771	122,446	555,353	146,172	
8,5	256	837,605	319,504	518,100	577,518	529,887	121,205	549,441	145,275	
9,0	256	816,367	290,318	526,049	552,814	512,991	132,272	536,321	156,462	
9,5	256	934,791	245,047	689,745	584,156	490,346	155,942	524,319	185,665	
10,0	256	867,537	207,352	660,185	534,290	476,900	161,241	513,503	190,399	
vid		875,483	262,189	613,294	568,235	571,548	141,525	597,207	172,355	

Apgabals, μm	Amount of sampling		Peak-to-peak		Ten point height		Average Roughne			Root-mean-square
	Max, nm	Min, nm	Ry, nm	Rz, nm	Average	Ra, nm	Rq	Dispersion, nm		
0,0	256	967,829	632,116	335,713	797,836	777,122	61,051	781,361	81,283	
0,5	256	931,997	504,873	427,124	725,999	768,042	68,585	773,033	87,704	
1,0	256	942,243	362,167	580,076	650,113	757,906	97,575	768,989	130,088	
1,5	256	1127,740	213,935	913,802	675,126	774,052	134,519	797,194	190,688	
2,0	256	1191,640	175,619	1016,020	686,485	770,048	146,218	799,266	214,132	
2,5	256	912,746	189,405	723,341	550,591	767,094	103,863	783,770	160,817	
3,0	256	893,930	203,874	690,055	554,149	777,608	71,344	786,221	116,060	
3,5	256	891,197	182,077	709,120	538,482	753,500	103,051	769,358	155,402	
4,0	256	896,414	174,812	721,602	540,152	748,128	105,780	763,925	154,549	
4,5	256	894,861	186,673	708,188	550,535	756,472	90,392	768,218	133,828	
5,0	256	906,536	258,274	648,262	588,044	758,568	93,221	770,832	136,953	
5,5	256	935,040	105,446	829,594	519,206	739,285	122,431	760,274	177,410	
6,0	256	870,828	89,797	781,032	482,113	705,771	147,906	733,709	200,537	
6,5	256	865,736	70,422	795,315	470,395	696,170	147,050	724,663	201,205	
7,0	256	864,743	58,498	806,244	463,390	680,865	162,814	712,975	211,560	
7,5	256	866,854	39,061	827,793	453,442	661,909	193,808	706,790	247,846	
8,0	256	873,623	32,478	841,145	453,144	673,777	183,261	716,578	243,947	
8,5	256	878,777	39,123	839,654	457,739	674,627	179,212	717,137	243,235	
9,0	256	860,458	22,046	838,412	439,289	640,369	185,558	684,001	240,386	
9,5	256	883,124	35,708	847,417	458,602	617,948	195,470	666,305	249,204	
10,0	256	972,548	9,812	962,736	479,853	598,091	197,635	648,561	250,836	
vid		925,184	170,772	754,412	549,271	718,922	132,893	744,436	182,270	

- Berzes pāru detaļu izmēru precizitātes ietekme starpperācību tehnoloģijās;
- Berzes pāru detaļu nepieciešamo parametru iegūšanas ekonomiskais pamatojums un tā izpēte;
- Virsmas skrāpēšanas testam alternatīvu nanostrukturēto pārklājumu adhēzijas stipruma noteikšanas metožu meklējumi;
- Mikroindentēšanas metodes ar sānu spēku mērījumiem izpēte;
- Oksīdu tipa cieto smērvielu iespaids uz nanostrukturēto *Al-Ti* pārklājumu triboloģiskajām īpašībām analīze.

### Pārklājumu iegūšanas tehnoloģija:

Sagatavošanos eksperimentu veikšanai mikroloka oksidēšanas (MO) procesa norises īpatnību izpētei uz dažādiem materiāliem:

- Mērķis

Veicot MO procesu dažādiem materiāliem, būtisku ietekmi uz izejas raksturīpašībām (caursitiena spriegums, cietība, raupjums u.c.) izrāda materiāla pamata ķīmiskais sastāvs. Tas izskaidrojams ar to, ka alumīnija un titāna īpašības, kā arī to šķīdība dažādos elektrolītos ir dažāda. Tādēļ šo materiālu un to sakausējumu oksīdu veidošanās notiek dažādos tehnoloģiskos apstākļos – šķīdība, oksidēšanas, apkušana u.c. Nav efektīva universālā elektrolīta – katram apstrādājamajam materiālam elektrolīta sastāvs atšķiras no to tiem, kurus izmanto uz citiem sakausējumiem. Tādēļ šādu īpatnību noskaidrošanai bija saplānota optimālo elektrolītu un dažādu sakausējumu ar atšķirīgu titāna un alumīnija saturu optimālo apstrādes režīmu noskaidrošanas eksperimentu sērija.

- Process

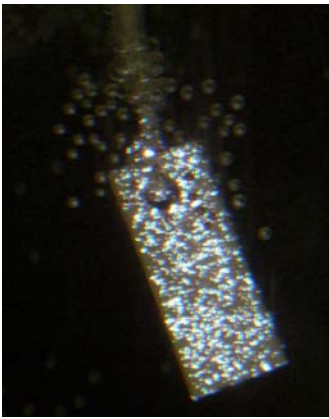
Izpētei tika veikti 11 uzpūtināšanas procesi ar dažādiem pamata materiālu relatīviem saturiem uz jonu-plazmas iekārtas NNV-6,6 II.

Par alumīnija avotu kalpoja magnetrona avots, titāns tika iztvaicēts ar elektroloku. Katrs režīms tika piemērots gan paraugiem no nerūsējoša tērauda, gan paraugiem no parasta konstrukciju tērauda. Ar rastra elektronisku mikroskopu un rentgena mikroanalizatoru tika izpētīts ķīmiskais sastāvs un iegūto pārklājumu mikrostruktūra.

- Ieplānotie pētījumi

Uz uzpūtinātiem paraugiem tiek veikti oksīda pārklājumu veidošanās dažādos elektrolītos pētījumi ar mērķi noteikt optimālos tehnoloģiskos režīmus un to veikšanas īpatnības katram no pētāmajiem sastāviem. Pētījumu veikšanai tika izveidota specialā stikla elektrolītiskā vanna. MO procesa vizuāla izpaušanās pie dažādiem režīmiem:



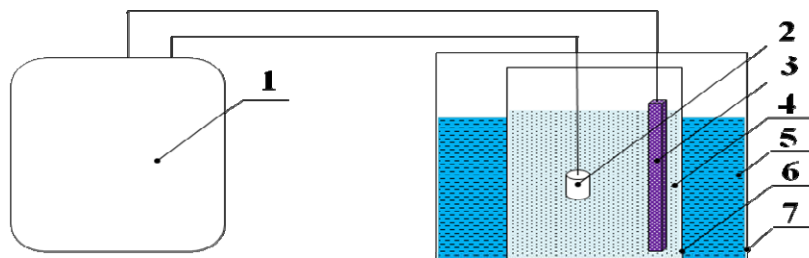


### Pārklājumu prototipu izveide:

Mikroloku anodoksidēšana (MLO) – salīdzinoši jauns elektroķīmisks process, ar mērķi apstrādāt un stiprināt virsmu, galvenokārt uz alumīnija, titāna vai citu viegli pasīvejošu metālisku materiālu bāzes. MLO ļauj izveidot daudzfunkcionālus, keramikai līdzīgus virsmas pārklājumus ar unikālām kompleksām īpašībām, to skaitā nodilumizturību, korozijas izturību, karstumizturību, elektroizolācijas izturību un dekoratīvajām īpašībām. Process ļauj palielināt mikrociētību līdz  $2500 \text{ kg/mm}^2$ .

Lai sasniegtu iepriekš minētos rezultātus, tiek pielietotas sekojošas tehnoloģijas: mikroloku oksidēšana, dažādu veidu anodoksidēšana, anodoksidēšana sāļu sakusumos, anodoksidēšana gāzes plazmā un plazmas elektrolītiskā anodoksidēšana.

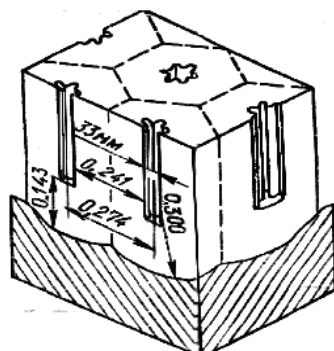
Viens no galvenajiem uzdevumiem ir atrast vajadzīgo elektrolīta sastāvu un koncentrāciju, veiksmīgam pētīšanas procesam – var izmantot barošanas elektroiekārtas ar pastāvīgo un mainīgo strāvu. Šajā gadījumā, izmantojam bāzes elektrolītu ar dažādu koncentrāciju un iekārtu ar pastāvīgu strāvu.



MLO eksperimenta darba iekārtas shēma:

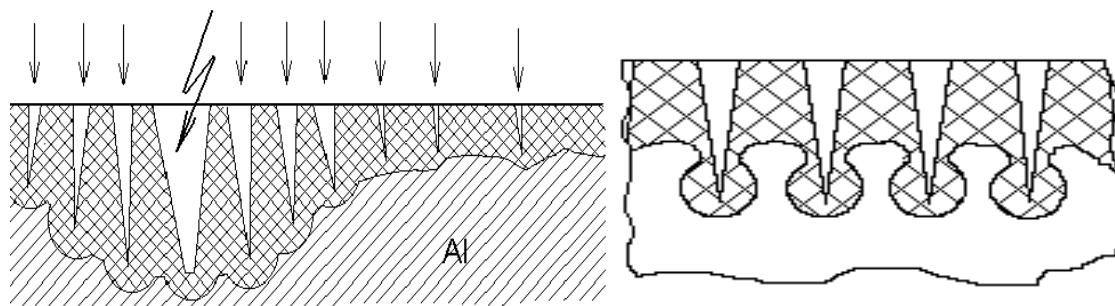
- 1 – barošanas avots; 2 – anoda detaļa; 3 – katoda elektrods; 4 – bāzes šķīdums; 5 – dzesēšanas šķidrums; 6 – iekšējais tilpums; 7 – ārējais tilpums

Anodēšanas plēves “ideālas” porainības struktūru shēma.

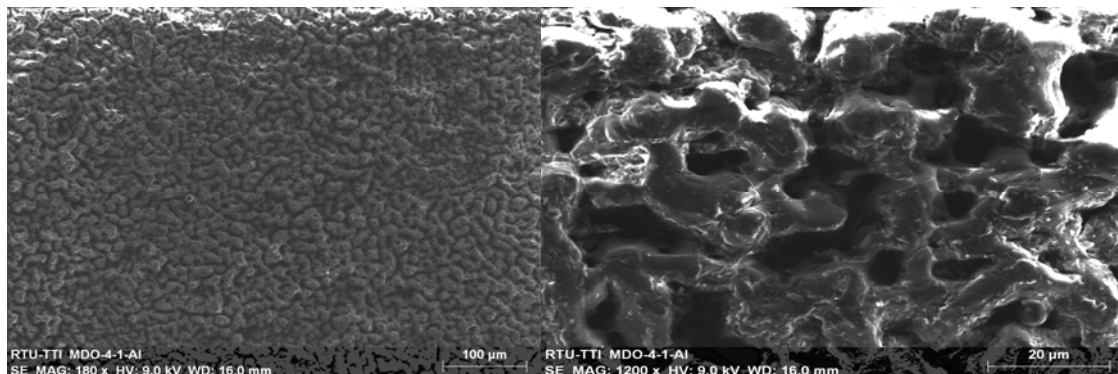


Kellera šūnas (izmēri norādīti  $\mu\text{m}$ )

Pārklājuma struktūra:



Virsējā slāņa formēšanas modelis mlo anodoksidēšanas procesā



MLO pārklājuma struktūra dažādas palielinājumos

Dotajam alumīnija pāraugam piemīt sekojušas īpašības:

- mikrocietība pirms apstrādāšanas  $25,1 \text{ kg/mm}^2$ , pēc apstrādāšanas  $55,2 \text{ kg/mm}^2$ ;
- pārklājumā elektrostrāvas caursišana virs 1000 v., pretestība virs 1MΩ.

**Secinājumi:** Mikroloku anodoksidēšana ir perspektīvs daudzfaktoru process. MLO ļauj veidot uz detaļu virsmām pārklājumus ar paredzētiem tehniskajiem parametriem un raksturojumiem: virsmas raupjums, cietība, porainība, elektriskās strāvas nevadāmība utt. Sakarības noteikšana starp apstrādājamā materiāla sastāvu un parametriem, apstrādes apstākļiem, atļaus izveidot pārklājumus ar uzlabotām ekspluatācijas īpašībām un paplašināt izmantošanas sfēru.

Par pētījumu rezultātiem tika publicēti sekojoši **zinātniskie raksti**:

1. Urbaha M., Bogdanova S., Savkovs K., Rijkuris G. Research on Corrosion Resistance of Decorative and Protective Ion Plasma Coating on Ti-Al-N Base // Transport Means 2012: Proceedings of the 16th International Conference, Lietuva, Kaunas, 23.-26. oktobris, 2012. - 58.-61. lpp.
2. O.Linins, J.Krizbergs, I.Boiko "Wear Estimation Using Surface Roughness Parameters", Journal „Key Engineering Materials”, „Engineering Materials and Tribology”, Vol. 527 (2013) pp. 167-172.

Projekta izpildītāji piedalījās sekojošās starptautiskās **zinātniskās konferencēs**:

1. Projekta izpildītājs *O.Liniņš* ar ziņojumu "Wear Estimation Using 3D Surface Roughness Parameters" piedalījās starptautiskā zinātniskā konferencē BALTMATTRIB 2012, 18-19 October, Tallin, Estonia:



2. Projekta izpildītājs *G.Rijkuris* ar ziņojumiem „ANALYSIS OF GEOMETRY OF ROUGH SURFACE - ACTUAL AREA OF CONTACT” un „NANOSTRUCTURED MULTICOMPONENT COATINGS “KJONBOMU” FOR RESTORATION AND PROTECTION OF MACHINE FRICTION PARTS” piedalījās starptautiskajā zinātniskajā konferencē Riga Technical University 53rd International Scientific Conference: Dedicated to the 150th Anniversary and the 1st Congress of World Engineers and Riga Polytechnical Institute / RTU Alumni 2012, 11.-12. Oktobris, Rīga, Latvija
3. Projekta bijušais izpildītājs *V.Zujevs* ar projekta darbības laikā sagatavoto ziņojumu „Composition and structure of micro arc oxidation coatings” piedalījās starptautiskajā zinātniskajā konferencē Riga Technical University 53rd International Scientific Conference: Dedicated to the 150th Anniversary and the 1st Congress of World Engineers and Riga Polytechnical Institute / RTU Alumni 2012, 11.-12. Oktobris, Rīga, Latvija



RTU Stratēģiskās attīstības departamenta Projektu ieviešanas un uzraudzības nodaļa nodrošina sekmīgu projekta administratīvu vadību un sniedz atbalstu projekta aktivitāšu īstenošanai. Oktobrī tika izstrādāti un iesniegti sadarbības iestādē kārtējā ceturkšņa progresa atskaites un maksājumu pieprasījums.

Publicēts: 2012.g. 3.decembrī.