

LATVIJAS JŪRAS AKADĒMIJA

9. starptautiskā konference

UDENS TRANSPORTS
UN INFRASTRUKTURA
2007

9th International Conference

MARITIME TRANSPORT
AND INFRASTRUCTURE
2007

RĪGA,
2007. GADA 19.-20. APRĪLIS

JONU - PLAZMAS PĀRKLĀJUMU ELEKTROĶĪMISKO RAKSTUROJUMU IZPĒTE

INVESTIGATION OF ELECTROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF ION-PLASMOUS COATINGS

Aleksandrs Urbahs, Konstantīns Savkovs, Vladislavs Nesterovskis

*Rīgas Tehniskā universitāte, Kaļķu iela 1, LV-1658, Latvija,
E-pasti: Aleksandrs.Urbahs@rtu.lv;
sakon@inbox.lv; Vladiss@one.lv*

Annotation

The paper deals with the electrode potential investigation of different ion-plasmas coatings including conglomerate ones on the basis of "titanium-nitrogen" system. As a result it was determined that it is possible to create both anodic and cathodic compositions for the whole range of materials which are often applied in machine building. It makes it possible to control the electrochemical properties of coatings as well as of the whole "coating – base" systems without any essential degradation of their mechanical characteristics.

Ievads

Esošajā brīdī jonu – plazmas pārklājumi iegūst aizvien plašāku pielietojumu, kas tiek iegūti izmantojot elektroloka iztvaicēšanas un magnetrona izputināšanas metodes. Šos pārklājumus izmanto ekspluatācijas īpašību (nodilumizturība, karstumnoturība utt.) paaugstināšanai dažāda pielietojuma izstrādājumiem: griezējinstrumentam, degvielas aparatūras elementiem, sprauslām, gāzturbīnu dzinēju lāpstiņām u.c. Pārklājumi rada ievērojamu interesi arī dekoratīviem mērķiem, jo ir apveltīti ar plašu krāsu gammu un ir iespējamās variācijas ar atstarošanas spējām. Pārklājumi uz titāna un alumīnija nitrīdu un oksīdu bāzes ir apveltīti ar augstu ķīmisko noturību, savukārt, titāna un cirkonija nitrīds parādīja sevi kā pietiekami inertus iedarbībā uz cilvēka organismu. Tā kā vienslāņu un vienkomentu pārklājumi nav apveltīti ar visu nepieciešamo īpašību spektru (cietība, biezums, plastiskums, paliekošie spriegumi), jāizmanto dažādas daudzslāņu, daudzkomponentu kompozīcijas.

Tomēr, laba mehāniskā un ķīmiskā raksturojuma kompozīcijas esamība atstāj iespaidu uz izstrādājuma elektroķīmiskajām īpašībām un korozijas noturību kopumā. Viena no svarīgākajām materiāla elektroķīmiskajām īpašībām ir elektrodu potenciāls (EP), kas izpaužas mitrā vidē. Iegremdējot metālu elektrolīta šķīdumā, starp metāla virsmu un elektrolītu rodas potenciālu starpība, kuru sauc par elektroda potenciālu.

Par nelīdzsvarotiem vai neatgriezeniskajiem metālu EP sauc potenciālus, kuriem apmaiņas procesā piedalās ne tikai paša, bet arī citu metālu joni un atomi. Šos standarta EP nosaka atbilstoši standarta ūdeņraža elektrodam, kas ir pieņemts par „0”. Gadījuma, kad EP nosaka attiecībā pret citu elektrodu (ar zināmu EP), tad šādu potenciālu sauc par salīdzinājuma potenciālu.

Liela nozīme ir metālu, kas atrodas tiešā kontaktā, EP starpībai - ΔE_{EP} . No starpības lieluma ir atkarīgs korozijas strāvas stiprums, no tā izriet – izstrādājuma korozijas noturības ilgmūžība. No elektroķīmiskās korozijas minimizēšana viedokļa, diviem kontaktā esošiem materiāliem, pieļaujama parametra ΔE_{EP} lielums ir 0,1V.

Tā kā uzputinātais pārklājums un pamatne ir kā divu vai vairāku dažādu materiālu sistēma, izstrādājuma korozijas noturība kopumā būs atkarīga no pārklājuma un pamatnes EP un to starpības, kā tas ir ar galvaniskajiem pārklājumiem, nosakot tipu – anods vai katods.

Šis darbs ir veltīts dažādu jonu – plazmas pārklājumu EP izpētei ar mērķi noteikt elektroķīmisko raksturojumu regulēšanas iespējas uzputinātajam izstrādājumam.

Eksperimenta veikšanas metodika

Izpētes realizēšanai tika izmantota ierīce EPEP-1, kas ir paredzēta nelīdzsvaroto EP ekspress – noteikšanai. 1.attēlā ir atspoguļota EP noteikšanas shēma.

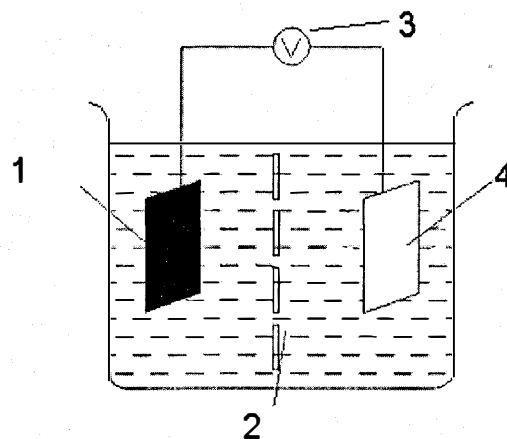
Par salīdzinājuma elektrodu tika ņemts elektrotehniskais varš. Elektrolītam kalpoja nātrijs hlora 10% šķīdums ūdenī.

EP noteikšana notika sekojošā secībā:

- Izpētes objektu attīrīšana;
- Paraugu pieslēgšana pie mērījumu ķēdes;
- Elektrodu iegremdēšana elektrolītā;
- 20 sekunžu izturēšana, līdz potenciometra rādījumu stabilizēšanās;
- Potenciometra rādījumu fiksēšana un elektrodu izņemšana.

Korozijas strāvas noteikšanas gadījumā sprieguma vietā tika mērīts strāvas stiprums.

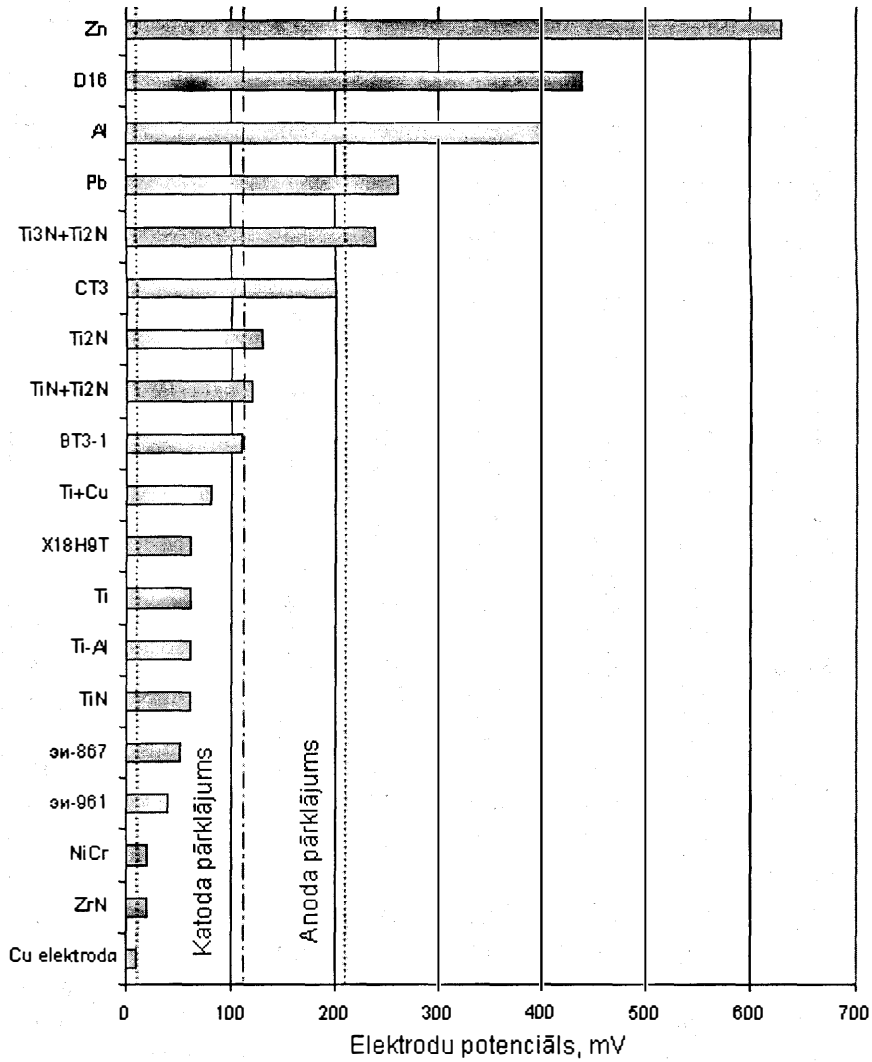
Par izpētes objektiem kalpoja gāzturbīnu dzinēja (GTD) kompresora lāpstiņas no ЭИ-961 un BT3-1 sakausējumiem ar dažādiem jonu – plazmas pārklājumiem, tai skaitā konglomerātiem [1,2]. Pārklājumi, iegūti izmantojot HHB-6.6-И1 iekārtu, ar dažādu gāzu attiecību (slāpekļis, argons). Lai paaugstinātu metodes ticamību, sākotnēji EP tika noteikts standarta materiāliem.



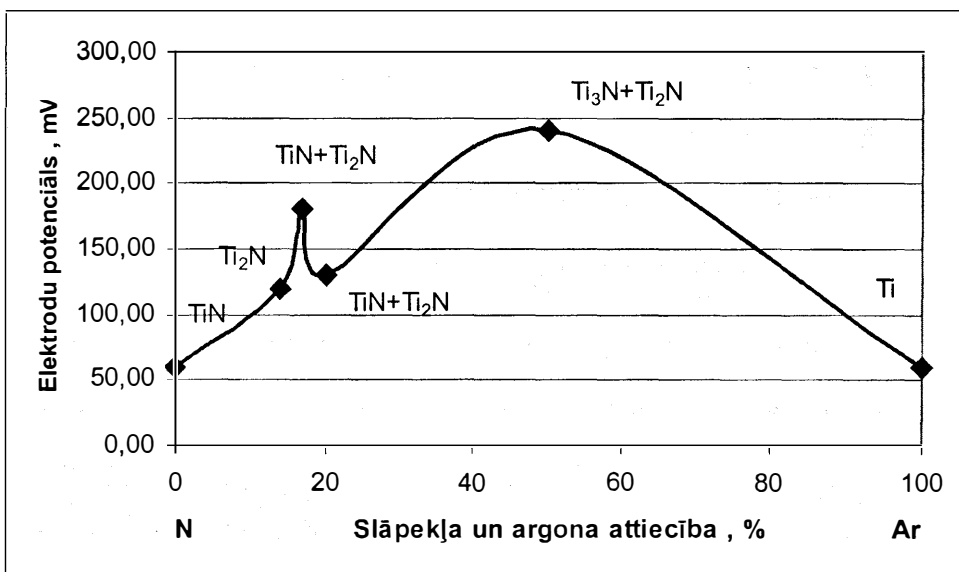
1.att. EP noteikšanas shēma: 1 - salīdzinājuma elektrodus, 2 – elektrolīts, 3 – potenciāla noteicējs (potenciometrs M2020), 4 – izpētes objekts

Izpētes rezultāti

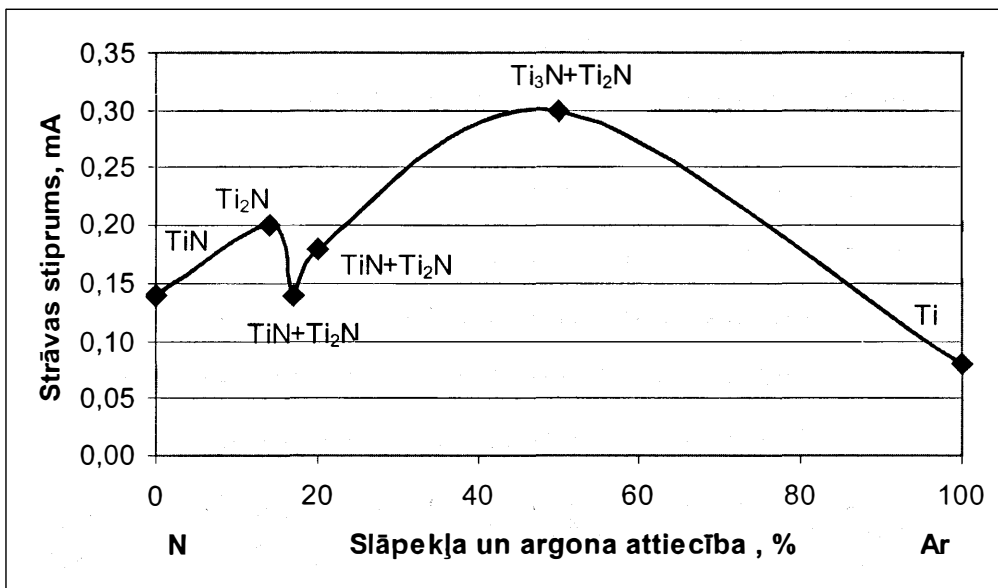
Izpētes rezultāti grafiskā veidā atspoguļoti no 2 – 5 attēlam. EP diagramma dažādiem materiāliem un pārklājumiem, kā arī pieļaujamo pārklājuma – pamatnes kombināciju josla priekš pamatnes sakausējuma BT3-1 no aprēķina $|\Delta E_{EP}| < 0,1$ V, piedāvāta 2. attēlā. Arī EP un korozijas strāvas stipruma sakarība starp salīdzinājuma elektrodu un izpētāmo pārklājumu tika noteikta izpētes rezultātā, atkarībā no reakcijas gāzu sastāva (slāpekļis/argons) uzputinot konglomerāta pārklājumus uz titāna - slāpekļa sistēmas pamata (3. un 4.att.). Konglomerāta pārklājuma ārējais slānis sastāv no TiN un ir paredzēts izstrādājumu nodilumizturības paaugstināšanai. Iekšējais slānis sastāv no TiN+ Ti₂N un ir paredzēts detaļas izmēru atjaunošanai un spriegumu samazināšanai starp ārējo slāni un pamata materiālu. Tādā veidā, iekšējais slānis, kas ir apveltīts ar augstu cietību un pietiekamu plastiskumu, veic dempfera funkcijas.



2.att. EP diagramma dažādiem materiāliem un pārklājumiem



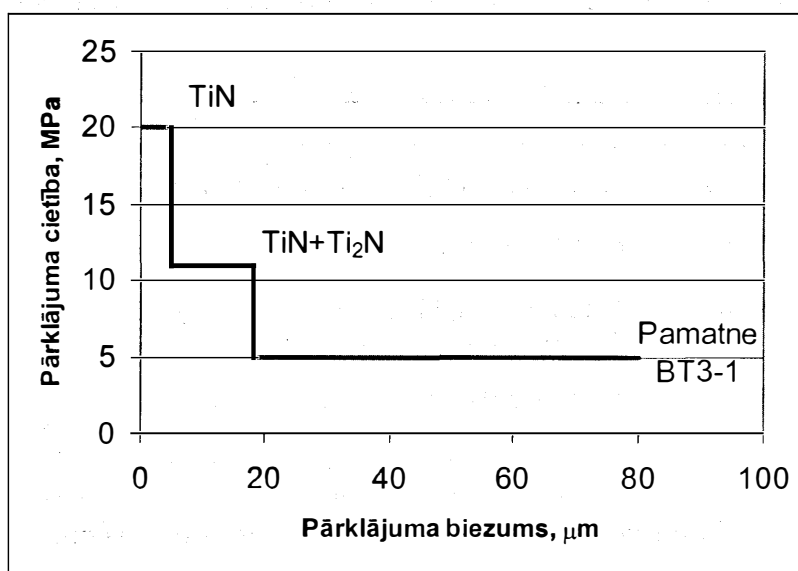
3.att. EP atkarība no slāpekļa un argona attiecības



4.att. Korozijas strāvas stipruma atkarība no slāpekļa un argona attiecības

Divslāņu pārklājuma cietības izmaiņas raksturs detaļām no sakausējuma BT3-1 parādīts 5.attēlā.

Pamatojoties uz pārklājumu elektroķīmisko analīzi tika iegūti sekojoši EP rezultāti (mV): TiN – 60, (TiN+Ti₂N) – 120, (BT3-1) - 110. Starpība starp pārklājuma un pamatnes EP nepārsniedz 100mV, kas nodrošina nepieciešamo sistēmas “pārklājums – pamatne” noturību pret elektroķīmisko koroziju, pat gadījumā, kad pārklājums ir bojāts līdz pat pamatnei. Iekšējais pārklājums attiecībā pret pamatni ir anods, kas papildus aizsargā pamatmateriālu no sagraušanas.

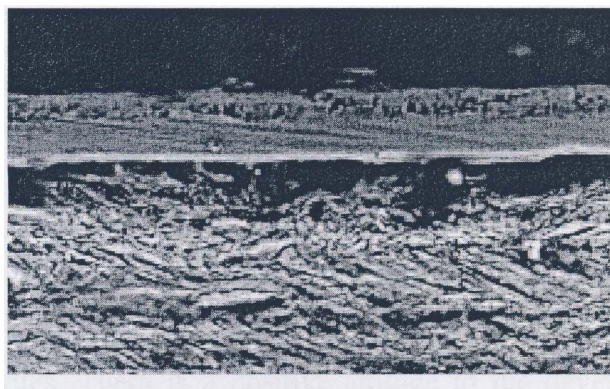


5.att. Pārklājumu cietības izmaiņas

Kopsavilkums

Realizēto izmēģinājumu rezultātā var secināt:

- Attiecība pret tēraudu ЭИ-961 visi pētāmie konglomerātu pārklājumi ir anodi (2.att.);
- Attiecība pret tēraudu Ст.3 un sakausējumu BT3-1 var izveidot gan anodu, gan katodu kompozīciju, kas ļauj regulēt pārklājumu un "pārklājums – pamatne" sistēmas elektroķīmiskos raksturojumus pietiekamās robežās, nesamazinot to mehāniskās īpašības. Par piemēru tam var uzskatīt pārklājumu helikoptera GTD TB2-117A kompresora statora lāpstiņām no BT3-1 sakausējuma (5. un 6.att.);



6.att. Divslāņu pārklājuma mikrostruktūra (x800).

- Ar vislielāko EP ir apveltīti konglomerāta pārklājumu heterogēnās struktūras, kas ietver sevī dažādus elementus – nitrīdu sajaukumus ($TiN+Ti_2N$) un (Ti_2N+Ti_3N), atbilstoši 18 un 50% slāpekļa saturu;
- Nitrīdu monostruktūras TiN un Ti_2N , kā arī tīrs titāns ir apveltīti ar zemu EP;
- Strāvas stipruma izmaiņas raksturlīkne (4.att.) ir praktiski identiska EP raksturlīknei (3.att.), kas norāda par nozīmīgu EP iespaidu uz korozijas strāvas lielumu bez ievērojamas citu parametru ietekmes.

Šis darbs ir izstrādāts ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu Nacionālās programmas „Atbalsts doktorantūras programmu īstenošanai un pēc doktorantūras pētījumiem” projekta „Atbalsts RTU doktorantūras attīstībai” ietvaros.

Literatūra

1. **Urbahs A., Savkovs K., Nesterovskis V., Urbaha M.** Inovatīvo vakuumpārklājumu efektivitātes novērtējums gāzturbīnu spēka iekārtu detaļu aizsardzībai no augstas temperatūras gāzes korozijas. - In the Book: Proceedings of 8th International Conference „Maritime transport and infrastructure – 2006”, Riga, 2006, 223-225 pp.
2. **Urbach, K. Savkov.** Creation of ionic-plasma coverings for protection and restoration of details for gas-turbine engines.- In the Book: Proceedings of II International Scientific and Technical Conference "Aero Engines of the XXI Century", Moscow, Central Institute of Aviation Motors, 2005, 306-308 pp.