

Tekstiliju virsmas modifikācija ar materiālu izputināšanas tehnoloģiju

Anna Putnina, Riga Technical University, Silvija Kukle, Riga Technical University

Kopsavilkums. Pētījumā apskatīta informācija par tekstiliju virsmas modifikāciju ar materiāliem plāno kārtiņu veidā. Tā ir daudzsoļa tehnoloģija tekstiliju funkcionalizācijai, kas ļauj izveidot metālu, oksīdu, polimēra un kompozītu pārklājumus uz tekstila materiāla virsmas. Procesa rezultātā tekstilmateriālam līdzekus esošajām unikālajām īpašībām tiek piešķirtas paredzamajam lietojumam nepieciešamās papildīpašības. Produktīvākā no plāno kārtiņu iegūšanas tehnoloģijām ir materiālu izputināšana ar plazmas joniem. Tās svarīgākās priekšrocības salīdzinājumā citām tekstilmateriālu virsmu pārklājumu iegūšanas metodēm: 1) ir viegli izputināmi pat visgrūtāk kustošie materiāli; 2) iegūtajām pārklājumu kārtiņām ir labāka adhēzija ar materiālu; 3) kārtiņas biežumu, sastāvu, struktūru un vienmērīgumu ir viegli kontrolēt pielāgojot parametrus uzputināšanas procesa laikā atbilstoši materiāla īpašībai.

Atslēgas vārdi: tekstiliju virsmas modifikācija, magnetrona tipa materiāla izputināšanas sistēma, sakausējumu tipa plāno kārtiņu iegūšana, izputināšanas ātrums

EVADS

Tekstilmateriāli daudzveidīgās formās arvien vairāk tiek izmantoti plaša mēroga nozarēs, uzlabojot to virsmas īpašības rasti daudzpusīgi jauni pielietojumi. Vairums jomās ir svarīgi lietot tekstilmateriālus ar speciāli veidotām virsmu īpašībām, tā kā dabiskā tekstila virsma bieži vien nav ideāli piemērota lietojumam, piemēram, antistatisko, optisko un citu īpašību nodrošināšanai. Tādēļ aktuāla ir tādu metožu un tehnoloģiju izstrāde, kas maina un nodrošina nepieciešamās tekstiliju virsmas īpašības.

MATERIĀLU IZPUTINĀŠANA AR PLAZMAS JONIEM TĀS PIELIETOJUMI UN PRIEKŠROCĪBAS

Virsmas īpašības var izmainīt materiālu uznesot plāno kārtiņu veidā. Plānās kārtiņas iespējams iegūt vakuuma termiskās iztvaicēšanas procesā un izputinot materiālu ar plazmas joniem. Termiskās iztvaicēšanas procesā materiāls tiek izkausēts un tas atomārā veidā kondensējas uz tekstiliju virsmas plānās kārtiņas veidā.

Materiāla izputināšana ar plazmas joniem ir plaši izmantota metode aizsargājošo pārklājumu ražošanā, veidojot pret koroziju un nodilumu noturīgas virsmas. Šo metodi plaši izmanto metālapstrādē un automašīnu motoru daļu kvalitātes uzlabošanai, kā arī presēšanas procesos (plastmasas un alumīnija savienojumi; veidnes ieliktnis, rotējoši serdeņi, slīdošas detaļas, ežektoru tapas), avio un kosmosa rūpniecībā

(vārsta izpildmehānismi), medicīniskajos instrumentos, implantu konstrukcijās un mašīnu daļās [1].

Iespēja izputināt materiālus ar plazmas joniem (katodizputināšanas process) tika atklāts 1852. gada beigās [7]. Tagad tā tiek plaši izmantota daudzās nozarēs dažādu materiālu pārklājumu iegūšanai.

Ir izstrādātas vairākas sistēmas, lai realizētu izputināšanas procesu, t. sk., līdzstrāvas izputināšanas tehnoloģija, ko izmanto, ja mērķis ir metāls. Augstfrekvences spriegumu izmanto, lai izputinātu dielektriskus materiālus, jo tas novērš statiskā lādiņa veidošanos uz dielektriskā materiāla virsmas. Ja vakuumkamerā bez inertās gāzes tiek ievadīta reaktīvā gāze, piemēram, slāpekļis, tad realizējas reaktīvais izputināšanas process, kas nodrošina plāno kārtiņu iegūšanu no ķīmiskiem savienojumiem. Pilnveidojot materiālu izputināšanas procesu tika izstrādāta magnetrona tipa izputināšanas sistēmas, kurās izmanto stiprus savstarpēji perpendikulārus elektrisko un magnētiskos laukus.

Šodien visplašāko pielietojumu atrod materiālu izputināšana izmantojot magnetrona tipa sistēmu. Magnetrona tipa izputināšanas procesā plazma tiek koncentrēta mērķa tuvumā un tas nodrošina mērķa materiāla lielāku izputināšanas ātrumu. Tā kā „izsistajiem” atomiem ir noteikta kinētiskā enerģija un virziens, tie sasniedz pretī mērķim novietoto pamatnīti un kondensējas uz tās plānās kārtiņas veidā. Nepieciešamo plānās kārtiņas biežumu var nodrošināt izmainot mērķa izputināšanas laiku un citus procesa parametrus [6].

Uzputināšanas process notiek argona (vai citas gāzes) plazmas vidē. Ātrums, ar kādu pārklājuma materiāls atstāj mērķi, atkarīgs no bombardējošo jonu enerģijas un to skaita, kas atsit pret mērķi. Tādēļ, lai iegūtu augstu kondensācijas ātrumu, vēlams palielināt plazmas blīvumu uzputināmā materiāla avota tuvumā. Materiāla izputināšanai bez plazmas izplatīšanās telpas ierobežošanai ir vairāki trūkumi - zems materiālu kondensēšanās ātrums un zema jonizācijas efektivitāte plazmā [1].

Uzputināšanas procesam ir vairākas priekšrocības salīdzinājumā ar citām tehnoloģijām:

- mērķa materiālu daudzveidība - metāli, dielektriķi, metālu oksīdi un polimēri;
- pārklāšana notiek zemā temperatūrā;
- var tikt kombinēti dažādi materiāli;
- nodrošināta laba materiālu adhēzija ar šķīdramateriālu virsmām;
- vienmērīgs pārklājuma biežums;
- vienkārša kārtiņas biežuma kontrole;

- materiāla kondensācijas ātrums ir mazatšķirīgs dažādiem mērķa materiāliem;
- virsmas attīrīšana uzputinot pirms pārklājuma uzvešanas;
- izputināmā mērķa kalpošanas ilgums var būt simtiem ciklu.

1. TABULA

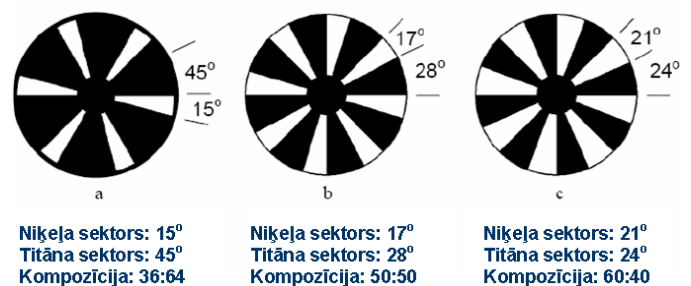
MĒRĶA MATERIĀLU IZPUTINĀŠANAS ĀTRUMS [2]

Apzīm.	Metāls	Nm/min
Au	Zelts	1.0
Ag	Sudrabs	1.2
Co	Kobalts	0.5
Cr	Hroms	0.5
Cu	Varš	0.7
Fe	Dzelzs	0.5
Mo	Molibdēns	0.3
Ni	Niķelis	0.5
Pd	Pallādijs	0.85
Pt	Platīns	0.6
Ta	Tantals	0.2
W	Volframs	0.2

1.att. Mērķa materiālu izputināšanas ātrums (nm/min) iekārtai SC7620 [2]

Materiālu izputināšanas ātrumu atkarīgs no mērķa materiāla (1. tab.). 1. attēls parāda dažādu materiālu izputināšanas ātrumu attiecībā pret zeltu, pieņemot, ka zelts ir 1. Uzputināšanas ātrums ir arī atkarīgs no procesa parametriem, t.sk., pie mērķa pieliktā sprieguma, darba gāzes spiediena, attāluma starp pamatnīti un mērķi un citiem. Tie ir tikai daži no procesa parametriem, kas ietekmē uzputināšanas produktivitāti, pārklājuma kārtiņas biežumu, kompozīciju, vienmērību, struktūru un tīrību.

Mērķis var būt arī mozaīkas tipa, kombinējot dažādus mērķa materiālus nepieciešamajās proporcijās (2. att.).

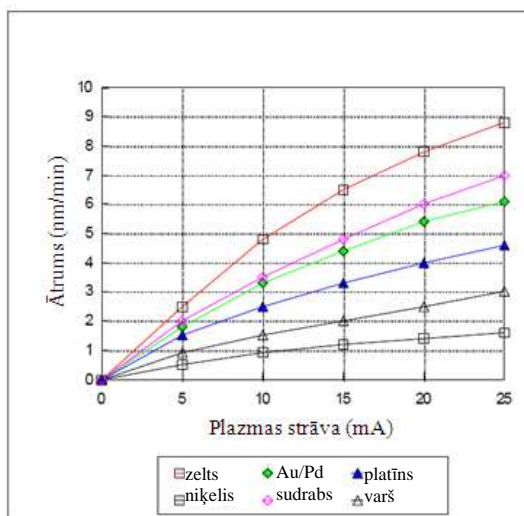


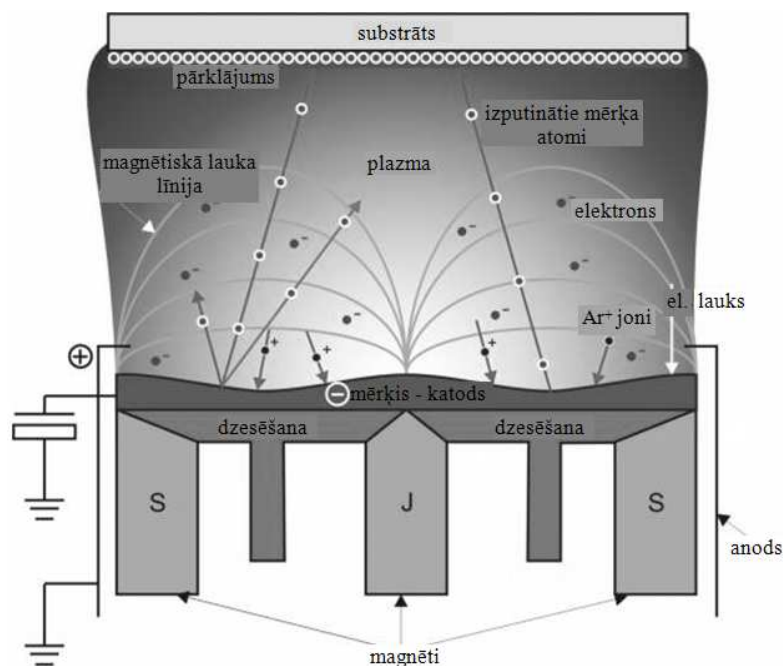
2.att. Mozaīkas tipa mērķi ar dažādu sastāvu [3]

Salīdzinājumā ar citām pārklājumu metodēm svarīgākā izputināšanas priekšrocība ir tā, ka pat grūti kūstošie materiāli ir viegli uzputināmi, bez tam uzputināšanas metodē iegūtām kārtiņām ir labāka adhēzija ar pamatnīti nekā termiskās iztvaicēšanas procesā; arī kārtiņas biežumu ir daudz vieglāk nodrošināt, kontrolējot procesa parametrus un materiāla izputināšanas laiku. Arī sakausējuma tipa kārtiņas var viegli iegūt ar izputināšanas metodi [1].

MAGNETRONA TIPA UZPUTINĀŠANAS IEKĀRTAS

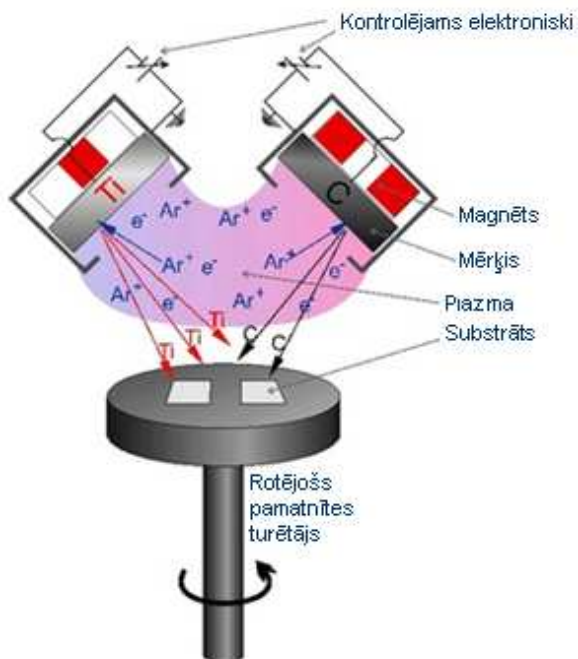
Magnetrona izputināšanas tehnoloģija tika izstrādāta, novietojot magnētus perpendikulāri mērķa virsmai, kas arī ierobežo sekundāro elektronu izplatīšanos pamatnītes virzienā. Magnetrona tipa izputināšanas principiāla shēma parādīta 3.attēlā.





3. att. Magnetrona tipa izputināšanas sistēmas principiāla shēma [4]

Kondensātu ir iespējams veidot kā sakausējumu izmantojot vairākas magnetrona tipa izputināšanas sistēmas vienlaicīgi (4. att.). Attēlā parādītajā ierīcē elektroniski tiek kontrolēts katra mērķa izputināšanas process regulējot tā parametrus; lai materiālu sadalījums būtu vienmērīgs pamatnīte atrodas uz rotējoša turētāja.



4. att. Magnetrona uzputināšana ar diviem mērķmateriāliem [5]

LITERATŪRAS SARAKSTS

1. Q. Wei, Y. Xu and Y. Wang, Textile surface functionalization by physical vapour deposition. Book: Surface modification of textiles. Woodshed, Number 97, 2009, p. 58-
2. Sputter Coating Technical Brief, [Elektroniskais resurss] - Quorum Technologies, www.quorumtech.com, Document Number TB-sputter, Issue 2 (01/02) T. Jordan and P. A. Taylor, Hactivism and Cyberwars: Rebels with a cause? London: Routledge, 2004.
3. Prof. S. Mohan, Thin film deposition processes, Dept of Instrumentation Indian Institute of Science Bangalore-12
4. Institute of materials & machine mechanics of the Slovak academy of sciences, [Elektroniskais resurss] - <http://www.umms.sav.sk/index.php?ID>
5. Max-Planck-Institut für Plasmaphysik [Elektroniskais resurss] - <http://www.ipp.mpg.de/ippcms/eng/for/bereiche/material/projekte/msc/5beschichtungen.html>
6. Magnetron Sputtering Technology, [Elektroniskais resurss] - Micro Magnetics, Inc. www.micromagnetics.com
7. Advances in electronic and electron physic, Volume VII, [Elektroniskais resurss] - Sputtering by Ion Bombardment, Gottfried K. Wehner, 239. – 297. lpp, Air Development Center, Wright-Patterson Air Force Base, Dayton, Ohio, <http://www.sciencedirect.com/>

Anna Putnina, B. sc. ing., assistant
Riga Technical University, Institute of Textile Materials Technologies and Design,
Azenes str. 14, LV – 1048, Riga, Latvia,
+ 371 28899974, e – mail: anna.putnina@rtu.lv

Silvija Kukle, Dr. hab. sc. ing., professor
Riga Technical University, Institute of Textile Materials Technologies and Design,
Azenes str. 14, LV – 1048, Riga, Latvia,
+ 371 67089816, e – mail: skukle@latnet.lv

Anna Putnina, Silvija Kukle. Textile surface modification of materials by sputtering technology

The study examined information on the textile surface modification of materials with a thin layer. It is a promising technology in the textile functionalization, allowing the creation of metallic, oxide, polymer composites and coatings for textile materials. The process gives the unique features to textile and also is given the necessary additional features. A more productive method is sputtering. In ion sputtering deposited matter particles are broken from the target surface, the bombing of low temperature ion plasma. Ion sputtering types is the cathode, magnetron, reactive magnetron, etc., which differ from one another by low-temperature plasma distribution space. If the sputtering process is of chemical reagents (gas phase) in the presence, then the sample surface is formed by the interaction sputtering substances in products (such as oxides, nitrides). This is called a reactive sputtering. Reactive magnetron sputtering used to sputter films of chemical compounds, mainly oxides and nitride. Entering the vacuum chamber, argon, accompanied by dosing the amount of these reactive gases: oxygen or nitrogen. Particular attention is paid to the purity of the reagents and the airtight chamber, which could impair the results obtained by sputtering. [8]. Magnetron sputtering major advantage over other textile surface coating production methods: 1) even the most difficult melting materials are easily to sputter, 2) the resultant coating films have better adhesion to the materials; 3) high sputtering rate at low operating voltage (300-700 V) and at low working gas pressures ($5 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-2}$ Torr); 4) deposition high purity, 5) possible to obtain a uniform thickness layer on a large-area substrates [8], 6) layer thickness, composition, structure and smoothness is easy to control the adaptation parameters of sputtering process the properties of the material.

Анна Путьня, Сильвия Кукле. Модификация поверхностей текстильных материалов при помощи технологии напыления

В работе содержится информация о модификации поверхностей текстильных материалов способом напыления на них тонких покрытий. Это перспективная технология модификации текстильных материалов, которая позволяет наносить покрытия металлов, окисей, полимеров и композитов на поверхность текстильных материалов. В результате процесса текстильным материалам, наряду с существующими уникальными свойствами, придаются дополнительные свойства, предусмотренные для нужд дальнейшего использования. Наиболее продуктивной технологией получения тонких покрытий является напыление при помощи ионов плазмы. В процессе ионного напыления, частицы наносимого вещества выбиваются из поверхности цели, бомбардируя её ионами плазмы низкой температуры. Видами ионного напыления являются катодная, магнетронная и другие, которые отличаются друг от друга распределением низкотемпературной плазмы в пространстве. Если напыление происходит при присутствии химических реагентов (в газовой фазе), то на поверхности образца во взаимодействии с напыляемыми веществами образуются продукты (такие, как оксиды, нитриды). Это называется реактивным напылением. Реактивное магнетронное напыление используется для напыления слоя химических соединений, в основном, оксидов и нитридов. В вакуумную камеру вводится аргон, к нему добавляют дозированное количество активных газов: кислорода или азота. Особое внимание уделяется чистоте реагентов и герметичности камеры, чтобы в камеру не попал воздух, что может ухудшить полученные результаты напыления. [8]. Основными преимуществами напыления магнетронного типа перед другими методами нанесения покрытий на текстильные поверхности являются: 1) легко напыляются даже самые тугоплавкие материалы, 2) полученные покрытия имеют лучшую адгезию к материалу, 3) высокая скорость напыления при низком напряжении (300-700 В) и при низких давлениях рабочего газа ($5 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-2}$ Торр), 4) не происходит перегрев подложки, 5) высокая степень частоты подложки, 5) возможность получить слой равномерной толщины на большой площади подложки [8], 6) толщину слоя, состав, структуру и гладкость легко контролировать, адаптируя их параметры в процессе напыления, в соответствии с характеристиками материалов.