

Tehnične tekstilije

Nekateri vidiki današnjega stanja – 2. del

Članek podaja današnje razmere na področju tehničnega tekstila, ki ga smiselno deli na tri dele, in sicer na kemični, mehanski in tehnološki del. V kemičnem delu obravnava razvoj polimerov, od klasičnih do sodobnih, s posebnim poudarkom na termoplastih; opiše talilna lepila, hibridne polimere in aditive. V drugem, mehanskem delu opiše vrste nanašanja in klasičnih načinov premazovanja ter tudi predstavi sodobne načine nanašanja, pri čemer daje največ poudarka sodobnim subim načinom nanašanja raztaljenih termoplastov, imenovanim »hotmelt«. V tretjem delu prispevka so predstavljeni nekateri sodobni tehnološki postopki, predvsem postopki modificiranja površin tekstilnih materialov, kot npr. modificiranje s plazmo. Na koncu so predstavljeni tudi nekateri postopki, s katerimi je mogoče doseči posebne lastnosti tehničnih tekstilij.

Ključne besede: polimeri, kopolimeri, hibridni polimeri, termoplasti, tekoča keramika, Ormoceri[®], nanašanje, laminiranje, kaširanje, hotmelt, modificiranje površine, plinsko modificiranje, plazma, tehnologije: PiP, PVD, Power Dot, Double Dot, m-PP vlakna, bio koprane, mikrokaveljčki, ježki, bitin, sol-gel tehnologija, Ceramic-Bubbles, flok-medvloge, Wellness proizvodi, pametne tekstilije

Technical Textiles – Some Aspects of Actual Situation – Part 2

The paper presents the actual situation in the field of technical textile. It is divided into three parts: chemical, mechanical and technological. The chemical part deals with the development of polymers, from conventional to modern ones, with special emphasis put to thermoplasts. The description of melt glues, hybrid polymers and additives, is followed by the second part of the paper – the mechanical part, which starts with the description of the application methods and conventional coating methods and continues with the description of modern application methods, above all the methods of dry application of melted thermoplasts, the so-called hotmelt. The third part deals with some modern technology processes, particularly the processes of textile materials surface modifications, such as modification with plasma. The paper ends with the description of some processes, which enable achievement of special properties of technical textiles.

Key words: polymers, copolymers, hybrid polymers, thermoplasts, liquid ceramics, Ormocers[®], application, laminating, hotmelt, surface modification, gas modification, plasma, technologies: PiP, PVD, Power Dot, Double Dot, m-PP fibres, bio-membranes, microclips, bitin, sol-gel technology, Ceramic-Bubbles, flock interlinings, Wellness products, intelligent textiles

UDK 677:62

4.0 POSEBNE VRSTE SODOBNIH TEHNOLOGIJ PLASTENJA

4.1 Modificiranje površine tekstilij

Za doseganje zaželenih lastnosti tehničnih tekstilij je treba te materiale ustrezno premazati, lepiti, laminirati

ali kaširati, kar pri naravnih vlaknih, ki so zgrajeni iz polarnih makromolekul, ne pomeni nobenih težav. Pri vlaknih iz nepolarnih makromolekul, kot so npr. poliolefinska vlakna, poliamid, poliester, aramid itd., ki imajo nizko površinsko energijo, pa je nanašanje funkcionalnih premazov na njihove površine problematično. Zato je treba le-te ustrezno modificirati. Obstaja

cela vrsta takih postopkov, ki pa niso univerzalno uporabni za vse vrste materialov in tudi niso v vsakem primeru uspešni, so dragi in tehnološko še niso popolnoma obvladljivi ali pa njihovi učinki niso trajni, so izpostavljeni staranju. Ker pa so vsi ti postopki fizikalni, imajo prednost pred kemičnimi zaradi ekoloških in ekonomskih razlogov.

4.1.1 Modificiranje z UV žarki [32], [40], [41]

Pri obsevanju sintetičnih nepolarnih polimerov z UV žarki z valovno dolžino, npr. 222 nm, pride na površini polimera do tvorbe radikalov in s tem do aktiviranja površine, kar je mogoče izkoristiti za njeno modificiranje. Pri tem ostane mehanske lastnosti polimera nespremenjene, medtem ko se karakteristika površine spremeni ustrezno namenu poznejše uporabe. Fotooksidativna predobdelava sintetičnih polimerov vodi predvsem do izboljšanja oprijemljivosti in močnejšega spoja pri premazovanju. Če poteka modifikacija ob prisotnosti npr. poliolefinskih kemikalij, vlakna ustrezno hidrofobiramo in jih obvarujemo pred kemičnimi vplivi, npr. pred alkalijami, hidrolizo ali pred umiljenjem v kritičnih atmosferah. Ob prisotnosti primernih substanc je mogoče npr. v poliester vgraditi hidroksilne skupine in tako hidrofiltrirati nepolarna sintetična vlakna. To je samo nekaj primerov. Z globinskim obsevanjem z UV žarki pa je mogoče polimere modificirati tudi globinsko po celotnem prerezu vlakna. [40] Ta postopek ima prednost pred drugimi, saj je UV svetila mogoče namestiti v obstoječe stroje, ker delujejo pod običajnim atmosferskim tlakom in ne potrebujejo vakuumske komore. Primerna so UV svetila s širokim spektrom, ali monokromatično pulzirajoča laserska svetila (laser Excimer) ali kontinuirno emitirajoča svetila Excimer.

4.1.2 Modificiranje s plinskim fluoriranjem [33], [41]

S plinskim fluoriranjem nepolarnih sintetičnih materialov dosežemo zelo zanimive površinske učinke že z minimalnimi koncentracijami fluora in ob visokih proizvodnih hitrostih. Pri tem se zelo poveča delež polarnih makromolekul s substitucijo vodikovih atomov v poliolefinsko makromolekulo s pomočjo fluorovih atomov. Ker imamo tu opraviti s pravimi atomskimi vezmi, dobimo izredno stabilne efekte. Fluor je najbolj elektronegativni element v periodičnem sistemu, reagira kot močan oksidant tako rekoč z vsemi anorganskimi in organskimi spojinami. To pri polimerih vodi, poleg cepljenja verig, tudi do substitucije vodika in s tem do povečanja površinske energije in polarnosti. [46] Izboljša se adhezivnost za vodne sisteme premazov, povečajo se moč spoja, vpojnost in hidrofilnost. Efekti, dobljeni na ta način, ostanejo dolgo nespremenjeni. Fluoriranje tekstilij je mogoče izvajati diskontinuirno v vakuumski komori ali na kontinuirnih strojih.

4.1.3 Modificiranje s plazmo

Med fizikalnimi, suhimi postopki modificiranja površine sintetičnih polimerov je vsekakor najzanimivejša tehnologija obdelave z uporabo plazme. Ta naj bi bila udarna, ključna tehnologija 21. stoletja, ker popolnoma ustreza vsem ekološkim in ekonomskim zahtevam. [37]

4.1.3.1 Definicija in princip [34], [35], [36], [39]

Plazma naj bi bila četrta oblika agregatnega stanja snovi, poleg plinastega, tekočega in trdnega. Beseda plazma izhaja iz grščine in pomeni »tvorbo«. Je kvazinevtralna zmes številnih različnih delcev, ki se v sistemu nahajajo v nekem dinamičnem ravnotežju. To fluidno mešanico delcev sestavljajo prosti elektroni, ioni, molekule, prosti radikali in atomi v različnih stanjih aktiviranja (vzbujenja). Vzbujeje delcev oz. plazme nastane, če plinom dovajamo zunanjo energijo, ponavadi električno, ki zadostuje za njeno ionizacijo, vzbujeje, razbitje. Če se v takem sistemu nahaja tekstilno blago, ti vzbujeni delci plazme udarjajo ob njegovo površino in jo modificirajo, kar sistematično kaže slika 12.

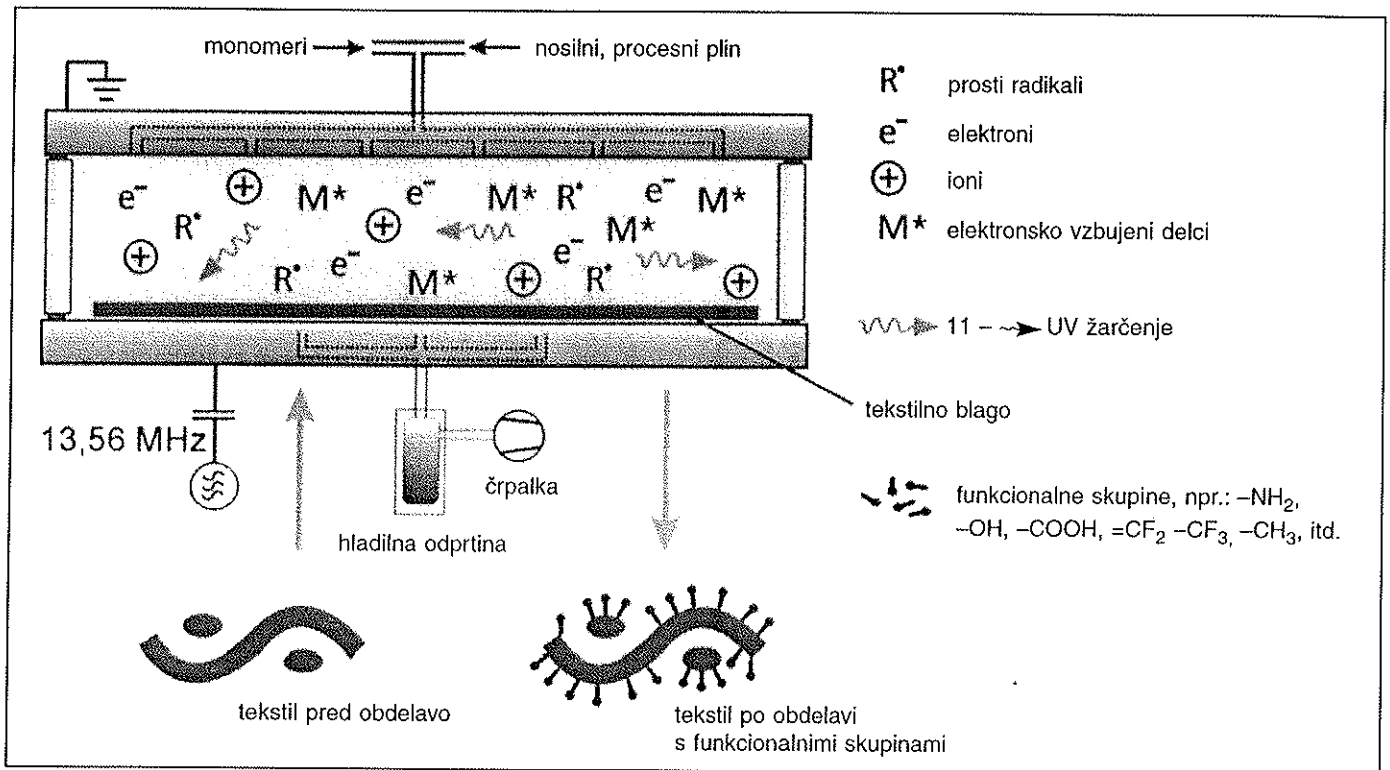
Vse to se dogaja v reakcijski komori. Odvisno od tlaka v komori, od vira energije, ki deluje na plin, in od temperature pri tem nastale plazme razlikujemo v principu dva različna postopka vzbujeja in s tem aktiviranja plina s pomočjo razelektritve, in sicer:

Koronsko vzbujeje [39] (angl.: *Corona discharge*, nem.: *Corronaentladung*) oz. dielektrično barierno vzbujeje s pomočjo visokofrekvenčnega izmeničnega toka. V delčku sekunde nastane vzburjenje plina, pri čemer ostane temperatura plazme v območju sobne temperature, zato jo imenujemo tudi »hladna« plazma. Pri obdelovanju tekstilij s hladno plazmo sta znana dva postopka, in sicer postopek pri normalnem atmosferskem tlaku in nizkotlačni, vakuumski postopek.

Žarilno vzbujeje [34], [35] (angl.: *glow discharge*, nem.: *Glimmentladung*), ki je po mnenju nekaterih avtorjev učinkovitejše za modificiranje polimerov. [34] Z vzpostavitev električnega polja med elektrode v komori (npr. 13,56 MHz visokofrekvenčno vzbujeje) se procesni plin v komori, kjer vlada vakuum (0,01 – 1,0 mbar), vžge, pri čemer nastane nizkotlačna plazma, z nizko temperaturo, sestavljena iz prostih elektronov, radikalov, ionov, UV žarkov in drugih različno agregiranih delcev. Kot procesni plin se v obeh primerih uporablja zrak, kisik, argon, fluor (poglavje 4.1.2), ogljikovodiki, silikoni oz. njihove mešanice, odvisno od tega, kakšne efekte modificiranja želimo doseči.

4.1.3.2 Strojne konstrukcije [34], [36], [39]

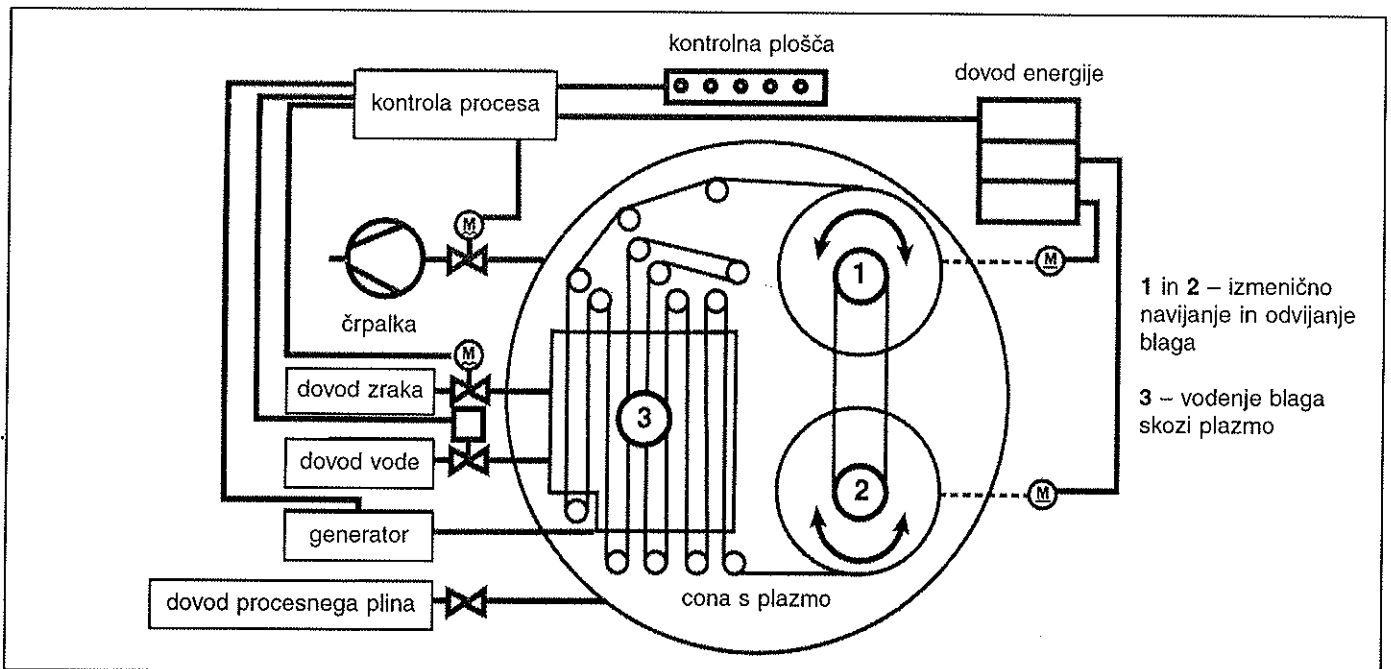
Načeloma razlikujemo dva koncepta naprav za obdelovanje s plazmo, in sicer naprave, ki delujejo pod normalnim atmosferskim tlakom, in vakuumske komore,



Slika 12: Princip obdelovanja s plazmo - shematični prikaz reaktorja DIN A3 v Fraunhofer IGB Stuttgart [35]

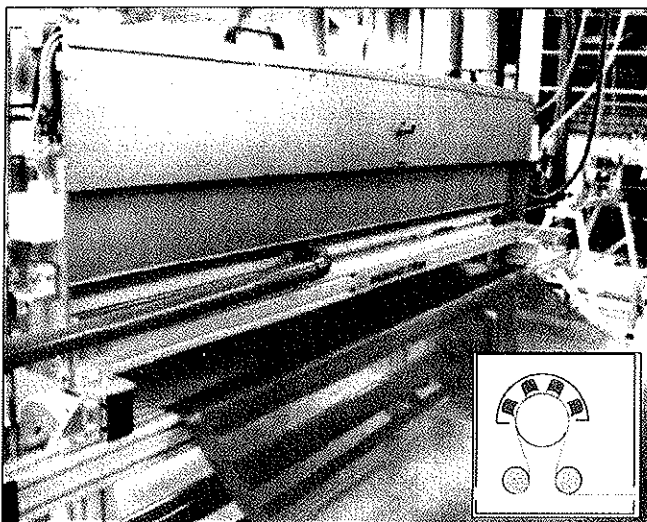
kjer poteka obdelava z nizekotlačno plazmo. Zaradi potrebnega vakuumu so stroški obratovanja in vzdrževanja pri tem postopku višji kot pri atmosferskih strojih, vendar je vakuumski postopek učinkovitejši v tehnologiji modificiranja sintetičnih polimerov. Ne glede na to je treba omeniti, da je na splošno uporaba tehnologije s plazmo v tekstilni industriji povezana z znatnimi tehničnimi problemi. Težko je npr. v reakcijski komori z veliko prostornino vzdrževati homogeno plazmo in s tem doseči dobro ponovljivost efektov. Problem je tudi

odvajanje reakcijskih produktov, ki se sproščajo pri izvedbi postopka. Drugi problemi so povezani z visoko napetostjo električnega toka, s korozijo strojne opreme zaradi velikih količin, pri postopku sproščene ozona, dušikovih oksidov itd. Slika 13 prikazuje shematsko sliko stroja, ki dela pod vakuumom. Blago se obdeluje v komori v atmosferi plazme pri previjanju z enega valja na drugega in nazaj, dokler ni proces končan. Hitrost znaša 8-80 m/min in s proizvodnjo do 12.000 m/izmeno.



Slika 13: Tehnološka skica stroja za obdelavo s plazmo (stroj KPR-180, firme TecnoPlasma SA) [34]

Slika 14 pa prikazuje stroj, ki blago obdeluje kontinuirno s pomočjo plazme pod normalnim atmosferskim tlakom. Blago potuje po obodu s keramiko prevlečenega bobna, ki je ena od obeh visokonapetostnih elektrod, skozi ozko režo med bobnom in nad njim ležečimi elektrodami v obliki palic, prevlečenih s keramiko. Hitrost blaga je 2 do 10 m/min.



Slika 14: Polzaprti kontinuirni stroj za enostransko obdelovanje blaga s plazmo.^[39]

4.1.3.3 Učinki modificiranja s plazmo

S plazmo lahko dosežemo različne učinke: Hidrofobiranje lahko dosežemo ob prisotnosti procesnih plinov metana, etana, etena, silikonov itd. Oleofobiranje in vodoodbojnost lahko dosežemo tudi s prevlečenjem substrata s fluorkarbonsko plastjo, polimerizirano s plazmo.^[39] Hidrofiliranje steklenih vlaken je mogoče ob prisotnosti kisika in dušika v določenem razmerju. Z obdelovanjem konoplje, lanu in drugih olesenih vlaken lahko povečamo njihovo vpojnost in s tem tudi obarvljivost ter obstojnost obarvanj.^[36] Pri izdelavi kompozitov iz gladkih poliolefinskih sintetičnih materialov lahko z ustrezno plazmo modificiramo njihove površine in s tem dosežemo dovolj velike moči medsebojnih spojev.^[38] Pri obdelavi volne s plazmo ob prisotnosti SO_2 vgradimo v njeno površino anionske, ob prisotnosti NH_2 pa kationske skupine, kar vpliva na lastnosti volne – obarvljivost, polstenje itd. Obdelovanje svile s kisikovo ali argonsko plazmo izboljša njeno obarvljivost, obdelava bombažne pletenine s kisikovo plazmo izboljša njeno vpojnost, hidrofilnost in s tem obarvljivost.^[37] Paleta doseženih efektov in pridobitev novih funkcionalnosti je torej zelo široka.

4.1.4 Modificiranje s hibridnimi polimeri ^{[41], [44]}

Organsko modificirana keramika oz. tekoča keramika (poglavje 2.3.4 in 2.4) je primerna za modificiranje po-

vršin sintetičnih polimerov za povečanje njihove odpornosti na staranje. Tehnične tekstilije, ki se uporabljajo pri izdelavi filtrov za čiščenje dimnih plinov ali za izdelavo materialov, ki so izpostavljeni kemično agresivnim plinom ali tekočinam v povezavi z visokimi temperaturami, so izpostavljene hidrolizi in s tem zmanjšanju mehanskih lastnosti oz. staranju. Življenjsko dobo teh materialov lahko podaljšamo z ustrezno modifikacijo površine vlaken na več načinov. Poleg modificiranja z UV žarki, opisanega v poglavju 4.1.1, pride v poštev tudi način modificiranja s hibridnimi polimeri po postopku sol-gel, kar je še posebno pomembno pri obdelovanju temperaturno občutljivih in fleksibilnih materialov. Tekočo keramiko lahko v obliki sola nanašamo z brizganjem, premazovanjem itd. in tako izdelamo tanke, mikronske zaščitne »nano« sloje, v obliki 2- ali 3-dimenzionalnih mrež kondenziranih organsko modificiranih silicijevih spojin, alkoksilanov. S primerno izbiro alkoksilanov ali z vnosom različnih organskih modifikacij dosežemo take posebne lastnosti nanosenih zaščitnih slojev, ki so zahtevane oz. ki so naš cilj.

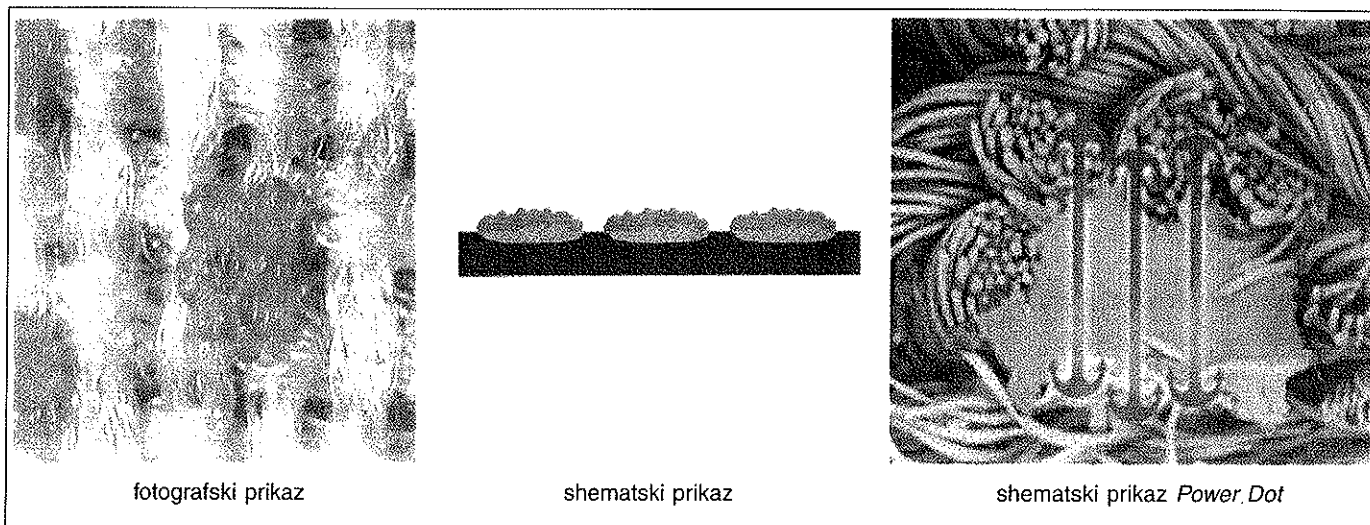
Ta tehnologija je sicer še v razvojni fazi, vendar so s to obdelavo dosegli npr. odlično zaščito steklenih vlaken pred alkalnimi parami (amoniak pri 60 °C, 300 ur). Z obdelavo po nanotehnologiji so dosegli zanimive rezultate pri izolaciji pred sončno vročino in hkrati tudi pri odbojnosti nečistoč. Raziskave so pokazale, da je keramično premazovanje naravnih vlaken, bombaža ali viskoze zelo primerno za izdelavo obližev in povojev za rane in kronične razjede. Tako obdelani sanitetni materiali se na rane ne lepijo, pri čemer dobro vpijajo izcedke iz ran, ne da bi se pri tem rane zasušile^[44 / 54].

4.2 Sodobni komfortni laminati

4.2.1 Medvloge z dvojnimi točkami ^{[30], [42]}

Lepljive medvloge imajo v oblačilni industriji velik pomen. Osnovnemu materialu, na katerega so prilepljene, morajo dati obliko in stabilnost. Tak laminat mora imeti mehak, prijeten otip in biti odporen na kemično čiščenje in pranje. Predvsem pa mora dihati, prepuščati zrak in vodno paro. Vse te naloge izpolnjuje t.i. dvojna oz. dvoplastna točka (*Power Dot*), katere funkcijo prikazuje slika 15. Nastane z nanosom najprej enega termoplasta, nanj pa še drugega. Pri kaširanju se spodnji termoplast dvojne točke tesno prilepi na medvlogo in deluje kot zaporna plast, ki pri spajanju z osnovnim materialom preprečuje prebijanje zgoraj nanesenega termoplasta na lice laminata.

Eden od načinov izdelave dvojne – dvoplastne točke je nanašanje spodnjega sloja točk termoplasta s pomočjo rotacijske šablone, na katero nanesemo drugi termoplast po principu trosilnega nanosa. Odvečni termoplast v obliki prahu, ki se nahaja v praznih prostorih med točkami prvega termoplasta, odstranimo z odsesevalno na-

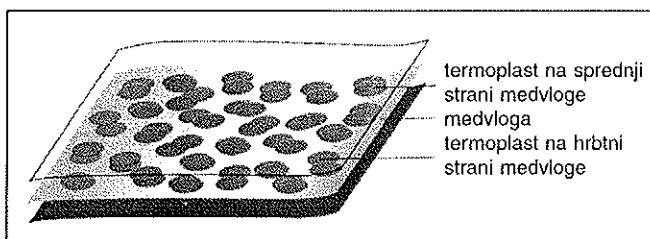


Slika 15: Shematski prikaz dvoplastne, dvojne točke Power Dot [42]

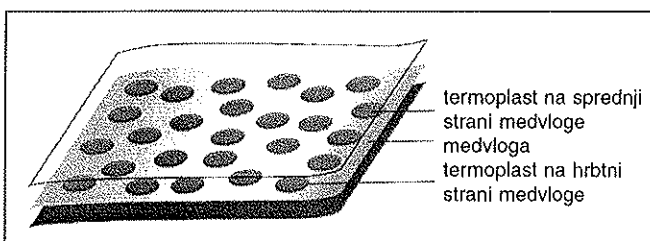
pravo. Tako dobljena dvojna točka (*Double-dot*) ima poleg omenjenih še dodatno prednost, saj omogoča kaširanje dveh neprimerljivih, nasprotujočih si materialov, ki jih je sicer z eno vrsto termoplasta zelo težko spojiti.

4.2.1 PiP tehnologija izdelave laminatov [43]

Dosedanja tehnologija izdelave triplastnih laminatov s točkastim nanašanjem termoplasta s pomočjo graviranih valjev ali rotacijskih šablon je zelo pomanjkljiva, kar se tiče doseganja nekaterih lastnosti materiala, kot npr. zračnosti, udobja, sposobnosti dihanja. Vzrok temu je, da se sicer enostransko popolnoma definiran točkasti nanos ene tkanine pri spajanju z definiranim točkastim nanosom druge tkanine med seboj le delno, kaotično prekrivajo in zlepijo. Posledica takega slabega prekrivanja je izguba proste površine, ki je potrebna za zadostno zračnost trilaminata, pa tudi poslabšanje



Slika 16: Shematski prikaz običajnega nanosa termoplasta (kaotična razporeditev točk v trilaminatu) [43]



Slika 17: Shematski prikaz PiP razporeditve točk termoplasta v trilaminatu [43]

otipa, trdnosti spoja in odpornosti na kemično čiščenje in pranje. Princip tehnologije PiP (*Point-in-Point*) oz. točka na točko, ki je patentirana, prikazujeta sliki 16 in 17. Na nosilni material – medvlogo, ki je srednji sloj trilaminata, se termoplast nanaša obojestransko, točkasto, pri čemer se s pomočjo elektronskega krmljenja nasproti si postavljenih nanašalnih agregatov, točkasta nanosa na obeh straneh medvloge absolutno prekrivata. Oba nanosa se izvajata sinhrono, v eni fazi, pri čemer poteka lepljenje absolutno točka na točko. Teža nanosa znaša od 40g/m² do več kot 1000 g/m². V primerjavi z doslej običajnimi trilaminati s točkastim nanosom je tukaj stopnja pokritosti površine s termoplastom manjša za okrog 40 %, za kolikor je večja tudi zračnost izdelka, prepustnost vodne pare itd.

4.2.3 Kosmičaste, kosmičene medvloge [44/119]

Eden od načinov izdelave komfortnih večplastnih oblačil je izdelava vmesne medvloge z elektrostatičnim kosmičenjem. Posebne lastnosti lahko dosežemo z ustrežno izbiro osnovnih materialov in tudi z izbiro provenience kosmičev. S kosmičenjem vmesne plasti v oblačilnih tekstilijah za šport in rekreacijo, povečamo aktivnost dihanja, prepustnost za zrak in vodno paro, toplotno izolacijo, kot tudi medsebojne kombinacije opisanih lastnosti.

4.3 Posebne vrste tehnologij plastenja

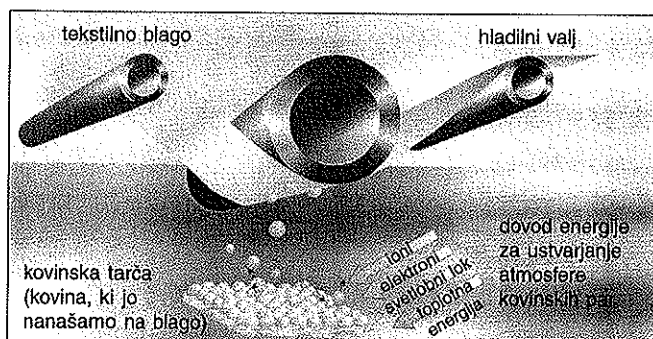
4.3.1 Zamreženje z UV žarki in vidno svetlobo [45]

V nasprotju z uporabo UV žarkov za modificiranje površine nepolarnih sintetičnih polimerov, opisane v poglavju 4.1.1, gre tu za zamreženje PVC in PUR premazov oz. veziv in s tem izboljšanje njihovih lastnosti. V nasprotju z drugimi običajnimi postopki zamreženja je zamreženje z UV žarki popolnoma suh, fizikalno-kemični

postopek z veliko prednostmi. Na področju tehničnega tekstila se je ta postopek uveljavil z razvojem vezivnih sredstev, ki jih je mogoče z UV žarki zamrežiti v transparentne premaze, odporne na številne zunanje vplive. Taka vezivna sredstva so razni akrilati, alifatski uretani, nenasičene poliestrske smole, fluorokarbonske smole itd. Zamreženje je mogoče aktivirati z UV žarki, z vidno svetlobo z valovno dolžino od 320 do 480 nm in tudi z elektronskim žarčenjem. Področje uporabe tako zamreženih in ojačenih premazov je tako rekoč neomejeno.

4.3.2 Nanašanje kovinskih slojev^[47]

V določenih primerih se od tehničnih tekstilij zahtevajo posebne funkcionalne lastnosti, kot npr. električna prevodnost, sposobnost zaslanjanja elektromagnetnega sevanja, zaščita pred UV žarki, protimikrobna zaščita itd. Te lastnosti je mogoče doseči z nanašanjem tankih kovinskih slojev na substrat, po posebni tehnologiji tankih slojev (nanotehnologiji), imenovani PVD tehnologija (*Physical Vapour Deposition*). Ta izraz velja za vse uparjevalne postopke, zasnovane na obdelavi s plazmo v visokem vakuumu (poglavje 4.1.3), kjer se delci trdnega materiala, npr. kovine, pod vplivom dovedene energije pretvorijo v plinsko fazo in se končno kondenzirajo na površini substrata kot tanek, trden film. Na tekstilnem področju je ta tehnologija še v razvojni fazi^[47]. V glavnem se izvaja s termičnim ali elektronskim uparjevanjem kovin, ki imajo nizko tališče, npr. bakra, aluminija in srebra, z debelino nanosenega sloja od 15 do 40 nm. Pri tekstilu povzročajo problem struktura površine, neodstranjena pomožna sredstva, vlaga itd. Pri nepolarnih sintetičnih materialih nastopi še problem nezadostne oprijemljivosti kovin na nosilni hidrofobni površini, ki jo je zato treba ustrezno modificirati. Princip PVD tehnologije prikazuje slika 18. Kovina, npr. baker, se kot tarča nahaja na določeni razdalji od substrata (npr. 6 cm od poliestrne tkanine). Z vzbujenjem zaradi dovedene toplotne energije nastane iz procesnega plina (npr. argona) plazma, ki se nahaja v prostoru med obema partnerjema – kovino in substratom. Tako nastali ioni argona pospešeno potujejo h kovinski tarči in iz nje, zaradi svoje visoke kinetične energije izbijajo nevtralne atome kovine. Ti potem z



Slika 18: Princip postopka PVD^[47]

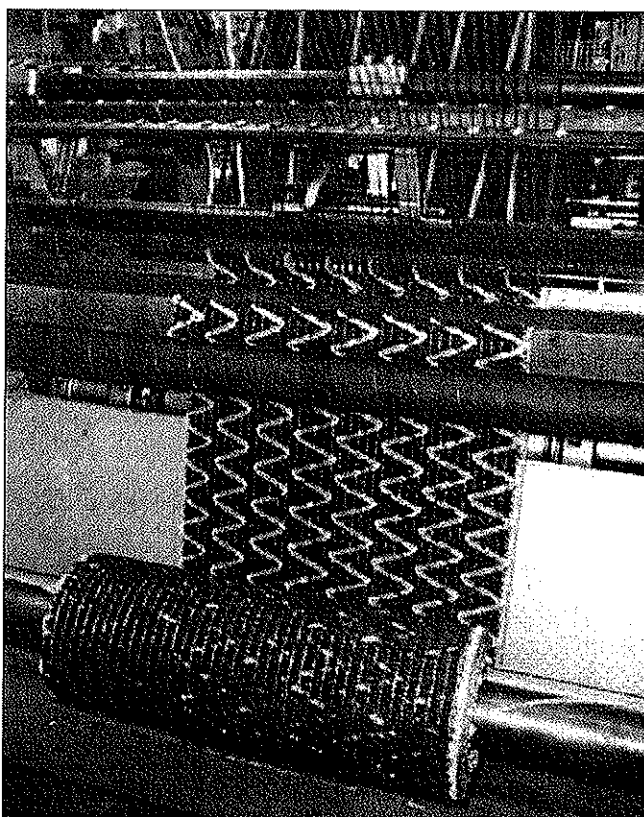
veliko hitrostjo priletijo na površino substrata, se tam kondenzirajo in se zasidrajo v obliki tankega sloja^[46]. Razen kovin je mogoče po tej tehnologiji na razne organske in anorganske substrate nanašati praktično tudi kovinske okside in zlitine, ki so električno prevodni in imajo relativno nizko tališče.

4.3.3 Zaključno lakiranje premazov^[48]

Večina tekstilij, namenjenih za zaščito pred mrazom, atmosferilijami, dežjem itd., največkrat iz poliestra in poliamida, je danes še večinoma premazana s poceni PVC premazi. Da bi povečali trajnost teh premazov, je treba izvesti zaključno premazovanje ali lakiranje (*Top Coat*). V ta namen so primerni polimeri na osnovi akrilatov in fluoropolimerov (npr. polivinilidenfluorid PVDF), ki imajo dobro oprijemljivost z osnovnim PVC premazom. Poleg tega so ti polimeri dobro odporni proti zunanjim vplivom, UV žarkom, toplotnim in mehanskim obremenitvam, smogu, mikroorganizmom itd., imajo pa tudi dobro obstojnost na nečistoče, imajo torej lastnost samočiščenja.

4.3.4 Površinska oprijemljivost z mikrokaveljčki (ježki)^[49]

V določenih primerih se zahteva taka oprijemljivost, ki je z navadnimi postopki ni mogoče doseči. Taka potreba se je pokazala npr. pri urejanju nabrežin v depo-



Slika 19: Stroj za cikcak vnašanje trakov z mikrokaveljčki v pletenino na rašel stroju^[49]

nijah, pri avtomobilskih sedežih za otroke, pri zapenjanju pasov, za prevleke vzmetnic v bolnišnicah, v obutveni in konfekcijski industriji, za obloge proti drsenju preprog itd. Patentirani postopek omogoča izdelavo mikrofolij iz umetnih mas z zelo majhnimi kaveljčki (čički, kljukicami, ježki) na eni ali obeh straneh folije v različnih gostotah in velikostih. Kaveljčki so visoki 0,2 do 0,25 mm, skupna debelina take folije pa je 0,4 do 0,5 mm. Te folije se med seboj ali z vlaknasto površino tekstilnega materiala dobro oprimejo in ne drsijo. Folije s kaveljčki je mogoče razrezati na ozke trakove in jih na ustrezno skonstruiranih strojih vtakati ali vplesti v tkanino ali pletenino, kot votek ali osnovo oz. v cikcak polaganja na rašel strojih (slika 19). Moč oprijema narašča z naraščajočo gostoto kaveljčkov, z njihovo grobstvo in z deležem te folije v tekstilnem materialu.

4.3.5 Nekatere druge novosti na področju tehničnega tekstila^[44], ^[50], ^[52]

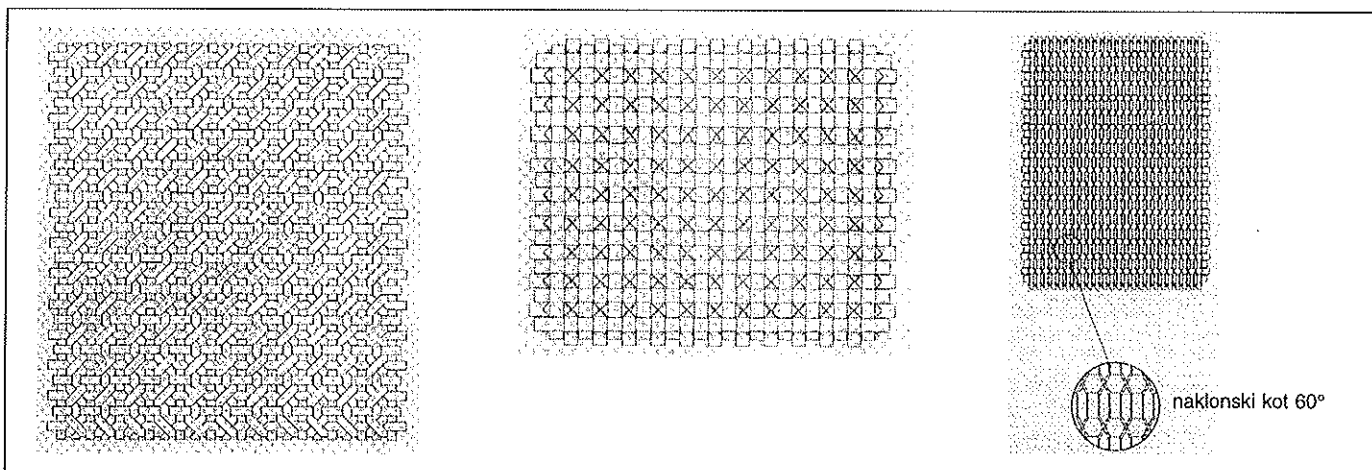
- **m-PP vlakna** ^[44/165] – metallocen polipropilenska vlakna (m-PP) je mogoče uporabiti v gradbeništvu kot geotekstilije z izboljšanimi mehanskimi lastnostmi, ki imajo v primerjavi s konvencionalnimi PP vlakni večjo trdnost, in sicer od 6 do 50 %, kar je odvisno od njihove finosti. Uporabljajo se za izdelavo iglanih, vrtinčenih in šivanih kopren in imajo za 20 do 60 % večjo trdnost kot koprene iz navadnih PP vlaken. Temu ustrezno je mogoče z njimi tudi prihraniti pri materialu.
- **Biorazgradljive koprene** ^[44/167]: s kombinacijo določenih polimerov, npr. s kombinacijo poliesteramida (PEA) in alifatsko aromatskega kopoliestra (PTAT), je mogoče izdelati predilniške koprene po običajnem postopku ekstrudiranja in predenja, ki so biološko razgradljive. Po uporabi jih je mogoče kompostirati, ker se biološko popolnoma razgradijo. Uporaba teh kopren je predvidena predvsem za kmetijstvo.
- **Medicinske in higienske tekstilije**^[44/42]: pri izdelavi higienskih tekstilij za potrebe bolnišnic in drugih

medicinskih ustanov obstaja pri obdelavi tekstilij za zaščito pred mikrobi z antibiotiki nova alternativa. To so protimikrobni peptidi, s katerimi lahko tkanine obdelamo permanentno. Eno teh sredstev je polimetilmetakrilat oz. njegov kopolimer z metakrilno kislino, ki se kovalentno veže na molekule tekstilnih vlaken. Pri protimikotični obdelavi tekstilij^[44/51] se kot alternativa dosednji obdelavi z biozidi uveljavljajo nova sredstva. To so razni polielektrolit-fluortenzidni kompleksi (PEFT-kompleks), ki s svojim medsebojnim učinkovanjem interaktivno odvzemajo osnovne pogoje za rast mikroorganizmov, plesni itd. Postopek je primeren za oblačila za prosti čas, gospodinjstvo, higienske in medicinske namene itd.

- **Absorpcijske koprene**^[44/166]: koprenam iz različnih sintetičnih materialov in mešanih polimerov lahko že med ekstrudiranjem dodajamo različne aditive in jim s tem modificiranjem izboljšamo obstoječe ali podelimo nove lastnosti. S CaCO_3 modificirane koprene so odporne proti gorenju. Povečajo pa se jim tudi mikropore, s čimer se poveča tudi notranja površina filameta. Tako je mogoče povečati sposobnost teh voluminoznih kopren navzemanja olj (okrog 5–6,5 g olja/g koprene). Z ustrezno vgraditvijo primerne oblike aktivnega oglja, kot funkcionalne komponente, takim koprenam povečamo sposobnost adsorpcije oz. navzemanja neprijetnih vonjav iz okolja. Taki materiali so primerni npr. za polnjenje avtomobilskih sedežev, tudi zaradi zračne prepustnosti, trdnosti in negorljivosti^[44/168].

4.3.5.1 Multiaksialni materiali^[50], ^[51]

Razvoj in uporaba multiaksialnih (večosnih) struktur na področju tehničnih tekstilij iz leta v leto narašča – predvsem z razvojem vetrnih elektrarn. S posebnim sistemom prepletanja ali s kemičnimi vezivi fiksirana površina je sestavljena iz ene ali več vzporedno ali prekrizano položenih plasti niti, ki so lahko različno orientirane pod različnimi koti, od 0° do 90° , v različ-



Slika 20: Različne izvedbe tetraaksialnih pletenin^[51]

nih gostotah v posameznih plasteh. Lahko so izdelane na različnih sistemih z vnašanjem votka, pletilnih sistemih itd. Tetraaksialne (štiriosne) tkanine so stkanе tako, da so med niti osnove in votka vgrajene diagonalne niti pod kotom med 40° in 60° glede na smer osnove in votka. Tako se tvori križni vzorec, ki je prikazan na sliki 20. Taka tkanina je izotropna in ima torej enake raztezne trdnosti v vseh smereh. Je torej dimenzijsko zelo stabilna v prečni, vzdolžni in diagonalni smeri. Temu primerna je tudi vsestranska uporabnost teh materialov.

4.3.6 Tekstilije »wellness« [52]

»Wellness« je nov, resen trend tudi v tekstilni industriji, tako v oblačilni kot tudi na področju tehničnega tekstila. Trend se kaže v vsakdanjem okolju (časopisi, počitniška potovanja), predvsem pa v tekstilnem okolju, kjer predstavlja človeku prijazna oblačila. Zajema tako nova vlakna in preje, površinske obdelave tekstilij, zaščitne tekstilije, kot tudi pametne tekstilije (»smart textiles«).

4.3.6.1 Nova vlakna in preje

Na tem področju je veliko novih izdelkov. Vlakna SeaCell® so liocelna vlakna z vgrajenimi zdravilnimi učinkovinami iz alg. Albenki prah iz rjavih alg, ki vsebujejo ogljikove hidrate, vitamine, aminokisljine, minerale in mikroelemente, dodajajo pri izdelavi liocelnih vlaken že pred samo pripravo predilne raztopine. Hitosanska vlakna (poglavje 2.2.6) iz polisaharida hitina, iz oklepov morskih lupinarjev imajo antialergeno in antimikrobno aktivne lastnosti. Posebne tekstilije proti nevrodermitisu so izdelane iz posrebrjenih filamentnih vlaken s skupnim deležem srebra okrog 20 %, izdelanih po tehnologiji PVD (poglavje 4.3.2). Izdelki zdržijo tudi več pranj. Pozitivno nabiti srebrovi ioni absorbirajo klice, ki imajo elektro negativen naboj, kar privede do denaturalizacije oz. odmrtja klic. Srebro vsebujoče preje imajo v nasprotju s prejšnjimi v svojem jedru zelo tanko posrebrjeno kovinsko nit. Take tekstilije varujejo pred električnim poljem in elektromagnetnim valovanjem (elektrosmog) 40 do 60 dB, 90 do 99-odstotno.

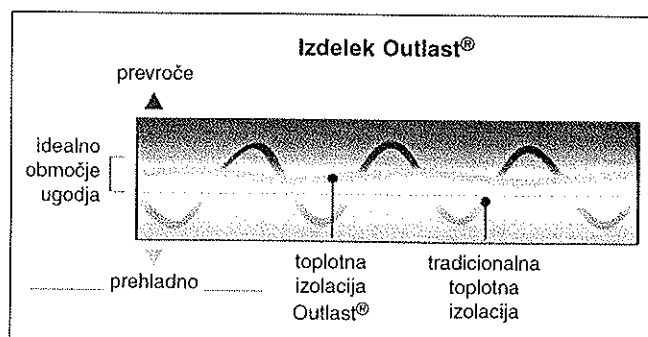
Med nova vlakna spadajo še biološko razgradljiva vlakna Clarette PL01 na osnovi koruze, preje Eviotex iz neke močvirne trave, vlakna Inego™ iz koruze, svili podobno vlakno iz bambusa, ki vsebuje antistatično delujoče silikone in polifenole, termoizolacijska lesna vlakna Lenpur® itd.

4.3.6.2 Površinske obdelave »wellness«

Raziskave o načinih prenosa koži prijaznih sestavin s tekstila na kožo so šele v začetni fazi. Med te sestavine spadajo olje čajevca (antibakterijsko delovanje), ginko

(proti motnjam delovanja možganov), aloe vera (blagodejni vpliv na kožo in vnetja), jojoba, šentjanževo olje, čebelji vosek itd. Vsa ta sredstva nanašajo na tekstilni material skupaj z mehčalci, njihova obstojnost pa je zelo majhna, vzdrži le nekaj pranj. Med površinske obdelave spada tudi plemenitenje tekstilij z mikrokapsulami. [53],[55] V blago so vdelane mikrokapsule, ki oddajajo različne vonjave začimb, sadja, lesa itd. Znanе so mikrokapsule PCM (*Phase Change Materials*) s kofeinom proti celulitisu PCM – Outlast® je poseben material, ki je vgrajen v oblačilo. Ima to sposobnost, da v sebi akumulira odvečno toploto, ki jo oddaja človeško telo; tako shranjena toplota pa se po potrebi, torej po ohlavitvi telesa, sprošča nazaj v telo. Tako izravnava ekstremne pogoje vročine in mraza ter jih obdrži v območju idealnega udobja (slika 21). [53]

Številne prednosti za dobro počutje ima tudi vgradnja ciklodekstrinov v oblačila (β -ciklodekstrin oz. vitamin E). Na blago ga je mogoče vezati z vezivnimi sredstvi ali s permanentno apreturo. Njihova glavna lastnost je kompleksiranje oz. akumulacija vonjav, ki na ta način preprečujejo privabljanje insektov, npr. komarjev. [56]



Slika 21: Delovanje materiala Outlast®[53]

4.3.6.3 Pametne tekstilije

Mednje prištevamo bolj ali manj fantazijske izdelke, kot so npr. glasbena oblačila z vgrajenim predvajalnikom, nogavice s C vitaminom, oblačila z vgrajenim telefonom, s sistemom za nadzor telesnih funkcij in kontrolo klime, nadržek iz alg pod masažnim oblačilom; sem spadajo tudi že omenjena oblačila s prilagodljivo toplotno izolacijo (PCM Outlast®), spalna srajca z vgrajeno budilko itd. Podrobnejši opis pametnih tekstilij in princip njihovega delovanja je mogoče najti v dostopni literaturi. [54]

5.0 SKLEP

Področja uporabe tehničnih tekstilij se zelo hitro širijo. Nove zahteve po specifičnih lastnostih teh materialov nezadržno silijo k razvoju vedno novih surovin, substratov, kemikalij, strojev in aplikativnih tehnologij. Potrebo po novih funkcionalnih lastnostih večplastnih ma-

terialov dopolnjujejo čedalje ostrejšje zahteve po ekološko čistejših in cenejših tehnoloških postopkih, kar se kaže v počasnem odmiranju klasičnih sistemov na podlagi organskih topil in drugih mokrih sistemov. V ospredje prihajajo suhi, fizikalno-kemični načini izdelave tehničnih tekstilij, kjer se je mogoče odpovedati ekološko spornim materialom, organskim topilom, dragoceni vodi in energetsko potratnim postopkom sušenja.

Ne nazadnje ponuja to neizčrpno področje tekstilni industriji nove tržne niše, nove izzive in morda tudi nove načine, kako iz životarjenja na področju modnega asortimaja preiti na področje obetavnega tehničnega tekstila – seveda z veliko poguma in brez iluzije o zunanji finančni pomoči.

VIRI

- [1] SCHINDER, W. in HAUSER, P. Chemical finishing of textiles : hand builders. *International Textile Bulletin*, 2003, no. 2, p. 68–71.
- [2] ZAVRŠNIK, T. Pomen in uporabnost poliuretanov v tekstilni tehnologiji plastenja. *Tekstilec*, 1984, let. 27, št. 10, str. 323–334.
- [3] BREDERECK, K. Textilbeschichtungen auf Basis derivatisierter Cellulose. *Melliand Textilberichte*, 2004, vol. 59, no. 1–2, p. 68–72.
- [4] MIECK, K.-P., LÜTZKENDORF, R., REUSMANN, T., NECHWATAL, A., EILERS, M. in BIEHL, D. Lyocel-faserverstärkte Kunststoffverbunde – Entwicklungsstand und Einsatzchancen. *Technische Textilien*, 2002, vol. 45, Mai, p. 86–89.
- [5] Entwicklung spezieller Lyocell – Armierungfasern für den Einsatz in Composites. *Technischen Textilien*, 2002, vol. 45, Mai, p. 89.
- [6] GLAWE, A., HAMSEN, K.-H. in BAUMGÄRTEL, K.-H. PVC-Pasten, Produktentwicklung und neue Technologien – Fachkonferenz in Würzburg. *Melliand Textilberichte*, 2004, vol. 59, no. 1–2, p. 73.
- [7] LUNDT, B., BLUMRICH, D. in HARDTKE, G. Wasserverdünnbare Polymere für die Beschichtung technischer Textilien als Substitut für PVC. *Technische Textilien*, 1996, vol. 39, Dezember, p. 210.
- [8] MÜLLER, J. Siliconbeschichtete Bautextilien. *Technische Textilien*, 2003, vol. 46, März, p. 62–63.
- [9] HEPPE, A. Chitosananwendung für technische Textilien. *Technische Textilien*, 2002, vol. 45, März, p. 53.
- [10] KNITTEL, D. in SCHOLLMMEYER, E. Chitosan und seine Derivate für die Textilveredlung. *Melliand Textilberichte*, 2002, vol. 57, no. 1–2, p. 53–61.
- [11] HARDTKE, G. in FUCHS, H. Polymergleiche Verbunde mittels Trockenkaschierung. *Technische Textilien*, 2002, vol. 45, November, p. 217–219.
- [12] BÖTTCHER, P. in WELLER, J. Klebstoffvliese. *Technische Textilien*, 2004, vol. 47, Mai, p. 92–94.
- [13] ALBERS, K., DE JONG, H. in KATZENMAYER, S. Reaktive Polyurethan – Schmelzklebstoffe für hochleistungsfähige Textil laminate und technische Verbundstoffe. *Technische Textilien*, 2003, vol. 46, März, p. 64–66.
- [14] TEXTOR, T., BAHNERS, TH. in SCHOLLMMEYER, E. Oberflächenmodifizierung von textilen Flächengebilden durch Beschichtung. *Melliand Textilberichte*, 1999, vol. 54, no. 10, p. 847–848.
- [15] HARDTKE, G., CHARES, M., FUCHS, H. in REINHARD, M. Flüssigkeramik – neues Beschichtungssystem für funktionelle technische Textilien. *Technische Textilien*, 2003, vol. 46, März, p. 72–74.
- [16] AMBERG-SCHWAB, S. Spezifische Funktionalisierung von Chemiefasern durch neue Beschichtungsmaterialien. *Technische Textilien*, 2003, vol. 46, April, p. 137–140.
- [17] SCHULZE BÄING, J. Beschichtete Textilien für den innen liegenden Sicht- und Sonnenschutz. *Melliand Textilberichte*, 2003, vol. 58, no. 4, p. 288–293.
- [18] GLAWE, A. in REUSCHER, R. Neue Beschichtungstechnologien für Berufs- und Schutzbekleidung. *Textilveredlung*, 2002, vol. 37, no. 7/8, p. 14–16.
- [19] ZIMMER, MPJ. Neue Auftragstechniken bis 5,4 m Arbeitsbreite. *Technische Textilien*, 2003, vol. 46, März, p. 70–72.
- [20] Transferbeschichtung – Vorteile und Grenzen einer alten Technologie. *Technische Textilien*, 2003, vol. 46, August, p. 221–222.
- [21] VOGT, A. in ACHTER, V. Knitteranfälligkeit von kaschierten Automobiltextilien: Problembeschreibung und kritische Technologien. *Technische Textilien*, 1998, vol. 41, Juni, p. 80–84.
- [22] GLAWE, A., GIESSMANN, A. in KÖPPE, R. Doppelseitige Beschichten und vertikales Trocknen für funktionelle Erzeugnisse. *Melliand Textilberichte*, 2003, vol. 58, no. 5, p. 432–433.
- [23] GLAWE, A., REUSCHER, R. in GIESSMANN, A. Neue Technologien zur Beschichtung technischer Erzeugnisse. *Technische Textilien*, 2002, vol. 45, Mai, p. 102–103.
- [24] RICHTER, R. Extrusionsbeschichtung – eine alternative Technologie der Textilbeschichtung. *Technische Textilien*, 1996, vol. 39, Dezember, p. 206–209.
- [25] REUSCHER, R., GLAWE, A. in GIESSMANN, A. Moderne Hotmelt-Anwendungen für kaschierte und laminierte textile Erzeugnisse. *Technische Textilien*, 2002, vol. 45, November, p. 220–222.
- [26] KEMPER, P. Hotmelt-Beschichtung für thermoplastische Copolyamid – und Copolyester- Schmelzklebstoffe. *Technische Textilien*, 2003, vol. 46, Oktober, p. 276–278.
- [27] WELTER, CHR. Maschinen zur Herstellung textiler Verbundwerkstoffe mittels Hotmeltklebern. *Technische Textilien*, 1998, vol. 41, Februar, p. 27–30.
- [28] Caviflex Hotmelt Process firme Cavitec – Caratsch – Villars AG, Münchwilen – Švica, p. 1/11 – 11/11.
- [29] Neue Hotmelt – Technologie von Schaetti. *Technische Textilien*, 2002, vol. 45, Mai, p. 85.
- [30] DE MEYERE, T., MEYVIS, T. in JAMBERS, W. Neue semindustrielle Beschichtungsstrasse. *Technische Textilien*, 2003, vol. 46, März, p. 74–75.
- [31] OFFERMANN, P., JANSSEN, E. in GIESSMANN, A. Coatema : Universal – Beschichtungsanlage für die Textilindustrie. *Technische Textilien*, 1996, vol. 39, Dezember, p. 204–205.

- [32] PRASCHAK, D., TEXTOR, T., BAHNERS, T. in SCHOLLMMEYER, E. Photochemisch aktivierte Oberflächen, ein Weg zu neuen oder verbesserten Verbundwerkstoffen. *Technische Textilien*, 1998, vol. 41, September, p. 136–138.
- [33] FISCHER, S. in HÄNSEL, R. Einsatz der Gasphasen fluorierung zur Oberflächenmodifizierung. *Technische Textilien*, 2003, vol. 46, März, p. 81–83.
- [34] GODAU, E. Using plasma technology. *Textile Technology International*, 1996, p. 109–110.
- [35] VOHRER, V., HEGEMANN, D. in OEHR, CHR. Hydrofobierung polymerer Materialien mittels Plasma. *Textilveredlung*, 2002, vol. 37, no. 9/10, p. 5–11.
- [36] FUCHS, H., BOCHMANN, R., POLL, H.-V. in SCHREITER, S. Plasmabehandlung cellulosischer Fasermaterialien. *Textilveredlung*, 1999, vol. 34, no. 3/4, p. 23–28.
- [37] Plasmabehandlung von Cellulose – Möglichkeiten und Effekte bei der Vorbehandlung. *Maschen-Industrie*, 1999, no. 11, p. 34–38.
- [38] Haftverbesserung durch Niederdruck-Plasma-Technologie. *Technische Textilien*, 1999, vol. 42, August, p. 204.
- [39] STEGMAIER, T., VON ARNIM, V., DINKELMANN, A. in SCHNEIDER, P. Behandlung von laufenden Textilbahnen im Atmosphärendruckplasma. *Melliand Textilberichte*, 2004, vol. 59, no. 6, p. 476–481.
- [40] OPWIS, K., BAHNERS, T., SCHOLLMMEYER, E., GESCHEWSKI, A., THOMAS, H. in HÖCKER, H. Tiefenwirkung physikalischer Verfahren zur Modifizierung textiler Substrate. *Technische Textilien*, 2002, vol. 45, November, p. 215–217.
- [41] BAHNERS, T., SCHLOSSER, U., OPWIS, K., TEXTOR, T. in SCHOLLMMEYER, E. Effekt von Oberflächenmodifizierung auf die Alterungsbeständigkeit von Hochleistungsfasern. *Technische Textilien*, 2003, vol. 46, März, p. 78–80.
- [42] GRYNÆUS, P.S. Kleben im Bereich von Bekleidungstextilien. *Technische Textilien*, 2004, vol. 47, Mai, p. 101–103.
- [43] KRINGS, W., HÄNSCH, M. in KRINGS, M. Point – in-Point – Technologie (PiP), Laminierung und Kaschierung dreilagiger Textilverbunde und atmungsaktiver Folien. *Technische Textilien*, 2003, vol. 46, März, p. 66–69.
- [44] *Vorschungskuratorium Textil*, 2004, Bericht 51. (Poročila po zaporednih številkah 42, 51, 62, 119, 165, 166, 167 in 168).
- [45] LEUCHT, T. Vernetzung von Beschichtungen und Klebstoffe mittels UV- und sichtbarem Licht. *Technische Textilien*, 2003, vol. 46, April, p. 153–155.
- [46] KABIR, H., OFFERMANN, P., MATTHESS, J., MATTHESS, K., NOCKE, G. in SIMON, F. Neue Möglichkeit der Textilveredlung durch PVD-Schichten. *Technische Textilien*, 2003, vol. 46, Oktober, p. 282–284.
- [47] DIETZEL, Y., OFFERMANN, P., SCHOLZ, J. in NOCKE, G. Beschichtung : Zukunftspotential von PVD-Beschichtung. *Textilveredlung*, 2002, vol. 37, no. 9/10, p. 12–16.
- [48] VON ARNIM, V., GÜNDISCH, W., STEGMAIER, TH. in PLANCK, H. Alterungsverhalten beschichteter technischer Textilien mit Top-Coat-Schlusslackierung. *Technische Textilien*, 2002, vol. 45, Mai, p. 104–107.
- [49] SEEGER, M., ARNOLD, R., HERRMANN, U. in THIELE, E. Technische Textilien mit haftender Oberfläche. *Technische Textilien*, 2003, vol. 46, März, p. 76–77.
- [50] Definition gewirkter Multiaxialgelege. *Technische Textilien*, 2002, vol. 45, November, p. 211.
- [51] DINI, M. Herstellung und Einsatzgebiete Tetra-axialer Gewebe. *Technische Textilien*, 1998, vol. 41, Juni, p. 84–86.
- [52] WÜST, M. Wellness – resen trend v tekstilni industriji. V *BEZEMA simpozij*, September 2004.
- [53] Outlast® – The Technology. prospekt firme Outlast Europe GmbH, Nemčija, Oktober 2004.
- [54] CELCAR, D. in GERŠAK, J. Intelligentne tekstilije in oblačila. *Tekstilec*, 2004, let. 47, št. 7–8, str. 232–242.
- [55] *SPT™ Sensory Perception Technology™* : prospekti Firme The Woolmark Company, 2005.
- [56] BUSCHMANN, H.-J. in SCHOLLMMEYER, E. Textilien mit Cyclodextrinen als passiver Schutz vor Stechmücken. *Melliand Textilberichte*, 2004, vol. 59, no. 10, p. 790–792.

Prispelo/Received: 11-2004; sprejeto/accepted: 02-2005