

Īpaši vieglie mūsdienu materiāli ar paaugstinātu stiprību arhitektūrā un dizainā

Andra Ulme, Rīgas Tehniskā universitāte, Dizaina tehnoloģiju institūts

Kopsavilkums. Rakstā dots ieskats topošo materiālu tehnoloģijās un to apraksts, kā arī vadošo arhitektu gatavības apliecinājums tos integrēt savos projektos. Pētījuma mērķis ir apskatīt jaunus materiālus ar paaugstinātu stiprību, kas būtu izmantojami gan mūsdienu arhitektūrā, gan aktuāla dizaina mēbeļu izstrādājumos. Darbā izmantotas analīzes, sintēzes un prognozēšanas pētījuma metodes, monogrāfiskā un kvalitatīvā zinātniskā darba metodoloģija. Būtiskākie secinājumi, rezultāti un ieteikumi izklāstīti raksta noslēgumā. Nanostrukturētā keramika ir viens no perspektīvākajiem nākotnes materiāliem.

Atslēgas vārdi: nanostrukturētās keramikas materiāli, paaugstinātas stiprības materiāli, īpaši viegli materiāli.

I. IEVADS

Jaunās paaudzes materiāli ir zinātniski izstrādāti, lai no tiem veidotu mūsdienu dizaina prasībām atbilstošas mēbeļu kolekcijas. Rakstā tiks apskatīti pēdējo gadu laikā radīti materiāli, kuri ieguvuši dizaineru ievērību un var tikt piemēroti mēbeļu ražošanai. Raksta aktualitāti nosaka nosacīti maz pieejamie zinātnisko darbu tulkojumi latviešu valodā par īpaši vieglajiem jaunajiem materiāliem, kuriem raksturīga paaugstināta izturība un kuri būtu izmantojami gan arhitektūrā, gan iekštelpu dizainā, gan mēbeļu rūpniecībā.

Rakstā tiks apskatīta tikai neliela daļa no pēdējo gadu sasniegumiem, kas varētu kalpot mēbeļu rūpniecībā un interjera dizaina veidošanā. Pēdējos 10 gados nanotehnoloģijas ir ļoti strauji attīstījušās un nanozinātne ieņem arvien pārliecinošāku vietu gan arhitektūrā, gan jauno materiālu ražošanā, un jau ir novēroti to ekspluatācijas rezultāti.

Mēbeļu rūpniecībai mūsdienās tiek piedāvāti materiāli, kas apmierinātu augošās patērētāju vajadzības un būtu saražojami ar minimālu kaitējumu dabai. Zinātnieki un dizaineri ir nodarbināti ar tādu materiālu izstrādi, kas palīdzētu atvieglot ikdienas kopšanu, būtu estētiski, viegli pielāgojami dizaineru idejām, finansiāli izdevīgi, īpaši izturīgi un viegli vienlaikus. Tādi materiāli, kas ir atkārtoti pārstrādājami un nenodara kaitējumu dabai, ir īpaši populāri. Zinātnieki orientējas uz eko materiāliem, pārstrādājamiem un nanostrukturētiem materiāliem. Dabīgie materiāli, lai arī vēl joprojām ir populāri, bet tiek atbīdīti otrā plānā, lai pasargātu dabas resursus. Turklāt patērētāju vajadzības pēc ātri iegūstamiem materiāliem, kas nebūtu atkarīgi no dabas cikla, ir nemiēģīgi jāapmierina. Tas ir jaunā laikmeta zinātnes attīstības dzinulis.

Katru gadu starptautiskajās dizaina izstādēs tiek piedāvāti arvien jauni dizaina izstrādājumi, kuros ir izmantoti pēdējos gados izveidoti materiāli, jaunākās tehnoloģijas, intelligentie tehnoloģiju pielāgojumi ikdienas dzīves uzlabošanai un jaunākās dizaina tendences. Tādas dizaina izstādes kā *100 % Design* Londonā, Beļģijas *Biennale Interieur 2014*, *Decorex*

International London, *JapanTex 2014*, *Salone Internazionale del Mobile Milano*, *Architect@work*, *Maison & Objet* Francijā, *Stockholm Design Week*, *Ambiente Frankfurt*, *Surface Design 2015* Londonā, u.c. ir kļuvušas par pieprasītākajām tikšanās vietām dažādu nozaru speciālistiem.

2014. gada *100 % Design* izstādes ietvaros notika tikšanās ar dizaina gada balvu ieguvējiem, tai skaitā ar daudzu starptautisko balvu ieguvēju, britu arhitektu Rosu Lovengrovu (*Ross Lovegrove*), kurš ir pazīstams ar savu inovatīvo dizainu un inteligento materiālu izmantošanu savos izstrādājumos. Viņa darbi ir izstādīti tādos muzejos kā Modernās mākslas muzejs Ņujorkā, Gugenheima muzejs Ņujorkā, MOMA Ņujorkā, Axis Centre Japāna, Pompidū centrs Parīzē un Dizaina muzejā Londonā. Par šo autoru būs vairāk izklāstīts raksta noslēgumā.

Viens no piemēriem, kurš ilustrē nanomateriālu izmantošanu praksē un ir devis uzskatāmus rezultātus, ir pazīstams kā Moisa materiāls. 2004. gadā Japānā bija iekārtota dzīvojamā ēka, kurā tika izmantots Moiss — gaisa attīrīšanas celtniecības dēļi. Tie tika izmantoti gan grīdu segumā, gan kāpnēs, gan iebūvēto mēbeļu plauktos. Izmantojot nelakotos koka un gaisa attīrīšanas celtniecības dēļus, kas novērš gaisa piesārņotāju koncentrāciju telpās, arhitekts varēja samazināt sliktā gaisa problēmu.

II. RAKSTĀ IZMANTOTĀS METODES

Pētījumā izmantotās metodes:

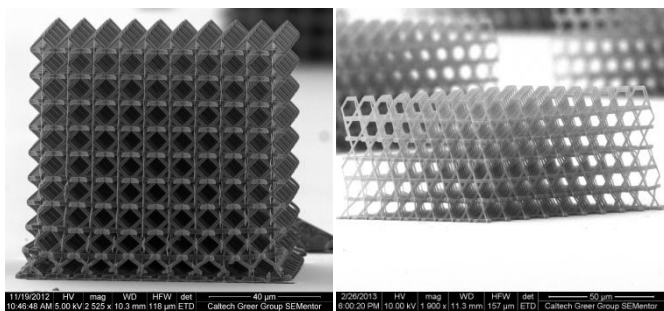
- 1) analīzes, sintēzes un prognozēšanas pētījuma metodes. Šīs metodes ļauj iepazīt jaunākos zinātnes sasniegumus, saprast to kopsakarības un prognozēt iespējamo virzību rūpniecības attīstībā;
- 2) monogrāfiskās un kvalitatīvās zinātniskā darba metodes.

III. JAUNĀS PAAUDZES MATERIĀLI

Jaunā veida materiāls ir nanostrukturētā keramika, kas sastāv no savstarpēji sakrustotiem nano statņiem un patreiz ir viena no izturīgākajām un vieglākajām vielām, kāda jebkad radīta (1). Julia Greer, 32, materiālzinātnes zinātniece, uz atklājumu brīdi (2011) docente Kalifornijas zinātniskajā institūtā (ASV), ievērojami vienkāršoja un uzlaboja procesu, ieviešot tādu tehniku kā testus ar nano pīlāru, lai izpētītu materiālu, to saspiežot un izvelkot vienā dimensijā, nevis deformējot visu režģa struktūru. 1. attēlā redzamais polimēra statnis pārklāts ar titāna nitrīda nanolīmeņa pārklājumu, pēc tam polimēru izņemot iegūst struktūru no nano/micro caurulītēm trīsdimensiju režģa formā, kas sastāv gandrīz tikai no gaisa (~85%), bet, pateicoties režģa elementu ģeometriskajam izkārtojumam, režģim piemīt izcila mehāniska

stiprība un spēja atgriezties pie sākotnējās struktūras pēc slodzes līdz pat 50 % no sagraušanas slodzes (16). Zinātnieki apgalvo, ja izveidota polimēra režģa oktagonāla struktūra, to var pārklāt ar dažādu materiālu plānu kārtiņu, piem., ar zeltu. Lielākā pašreiz iegūtā detaļa ir 1 mm³ liels kubs.

Nanostrukturētā keramika ir viens no perspektīvākajiem nākotnes materiāliem, ko varētu izmantot gan avio, gan auto rūpniecībā, lai izgatavotu paaugstinātas stiprības īpaši vieglas detaļas, gan mēbeļu rūpniecībā, kur varētu aizvietot smagos plātņu materiālus ar jaunās paaudzes kompozītmateriāliem.



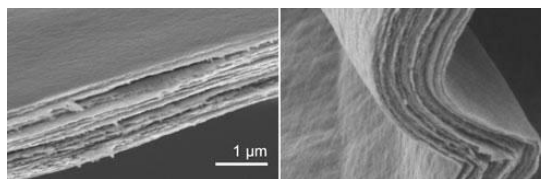
1. att. Īpaši viegls polimēra statnis, pārklāts ar titāna nitrīda nanolīmeņa pārklājumu (attēla autors D. Jang) (2).

Pateicoties J. Greera vadītās zinātniskās grupas atklājumiem nanomehānikā, pētot elastību un izturību materiāliem ļoti mazā mērogā, tika atklāts, ka šie materiāli uzvedas ļoti atšķirīgi pie lielākiem mērogiem. Svarīgi bija izprast, cik būtiskas ir atšķirības, lai tos veidotu uzticamus un izturīgus ar īpaši mazām un precīzām ierīcēm. Tikko kā pieminētie viņas vadītās zinātniskās grupas jaunie atklājumi publicēti daudzos zinātniskajos žurnālos un atrodami starptautiskajās zinātnisko darbu datubāzēs.

Cits atklājums ir Žaklīnas Burghardes un Joahima Bila keramiskais papīrs. Šie zinātnieki savu atklājumu kompozītmateriālu zinātnē realizējuši Vācijā, Štutgartes Universitātes Materiālzinātnes institūtā, kas izveidots Maksa Planka institūtā Štutgartes Max Planck inteligēnto sistēmu pilsētiņā. Kopā ar saviem kolēģiem no Cietvielu pētniecības Maksa Planka institūta savienības, viņi no keramikas vanādija peroksīda cietā, bet trauslā materiāla iegūst elastīgu un elektrību vadošu papīru (2. att.). Visu materiālu īpašību pārbaudei tikuši lietoti nanoinstrumenti. Piemēram, Vācijas zinātnieki īpaši lielu uzmanību pievērš materiālu atomu nanoskopiskajai uzvedībai mikroskopisko apjomu deformācijas iespējām, elastības uzlabošanai un citām jauno materiālu mehāniskajām īpašībām.

Turpmākā uzmanība grupas pētījumos ir tendēta uz saskarsmes pētījumiem starp nanotehnoloģijām un bioloģiju, piemēram, šūnu uzvedību uz dažādām virsmām. Daudzas no paradībām tiek pētītas, kā tās rodas, ja materiāls tiek konvertēts no vienas valsts uz otru vai arī saskarsmē starp

diviem materiāliem. Lai veidotu izpratni par to, kas notiek šādu saskarsmju rezultātā, jāveic turpmākie pētījumi, kas varētu palīdzēt radīt daudz stabilākus materiālus un piešķirt tiem mērķtiecīgas īpašības.



2. att. Keramiskais papīrs īpaši lielā palielinājumā (3).

IV. NANOMATERIĀLI NANOARHITEKTŪRĀ

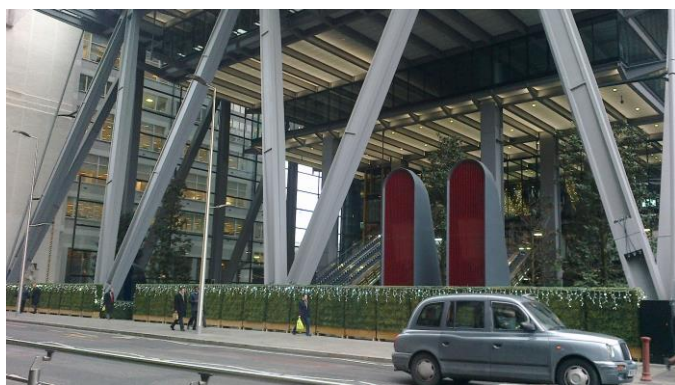
Molekulārās Nanotehnoloģijas (MNT) pārstāv jaunu posmu cilvēka radītu struktūru attīstībā. Centrālā tēze, ka nanotehnoloģijas “*spēj saražot gandrīz jebkuru ķīmiski stabilu struktūru, kas var būt norādīts*” pirmo reizi tika uzlabota 1945. gadā, kad fiziķa-dizainera Viljama (William) Katavolos pamudināts fiziķis Ričards Feinmans paplašināja izpēti par MNT izaugsmes iespējām arhitektūrā, paredzot ražošanu lielai peldošai pilsētai. Katavolos piezīmes: “*Mēs strauji gūstam nepieciešamās zināšanas par šo vielu molekulāro struktūru ar nepieciešamajiem tehniskajiem paņēmieniem, kas novedīs pie darbiem ar materiālu un ka būs īpaša programma, kura varēs pētīt to uzvedību.*” (4). Tālāk sekoja pētījumi DNS iespēju pielāgošanai arhitektūrā, radot mākslīgo intelektu. Fiziķis K. Ēriks Drekslers (K. Eric Drexler) apkopojis fizikas, ķīmijas, datortehnoloģijas un sistēminženierijas principus un izveidojis pieeju, kā tos izmantot. Molekulāro struktūru ietvaros izvēlēti atomi dažādu ķīmisko savienojumu uzlabošanai tiek montēti īpašos moduļos ieprogrammējot šo procesu atkārtojumus pēc vajadzības, tādējādi ļaujot ražot gandrīz jebkura dizaina produktus. Molekulārā struktūra rada enerģiju no ķīmiskajām vielām un to savienojumiem, kas aizvieto cilvēku darbu un tradicionālos enerģijas avotus.

Tas viss kalpoja par iedvesmu Džonam M. Johansenam (John M. Johansen) iecerēt māklīgā intelekta pilsētu, kas bāzēta uz būvniecībā izmantojamiem jaunās paaudzes nanomateriāliem un inteligēnto māju robotiku (4). Lai arī viņa projekts šobrīd šķiet utopisks, tā kā tajā paredzēts robotu radītu, īpaši izturīgu, ultraplānu un caurspīdīgu, ar dimanta stiprību esošu materiālu lietojums ēku būvniecībā, kā arī mākslīgā intelekta kodētu DNS un daudz vienlaicīgi darbojošos ieprogrammētu iekārtu, kas palīdzēs uzturēt, apkalpot, vadīt un aizsargāt ēkas bez cilvēka iejaukšanās. Tomēr jau pašlaik redzams, ka zinātne palīdz attīstīt un pielāgot ikdienas vajadzībam gan materiālus, gan iekārtas. Arhitekti Džons Johansens (John M Johansen) un Ričards Rodžers (Richard Rogers) savas idejas nanoarhitektūrā aktīvi realizē un turpina šīs jomas progresu (3. att).



3. att. Džons M. Johansens (*John M. Johansen*) (no labās) kopā ar Ričardu Rodžersu (*Richard Rogers*), apspriežot nanoarhitektūru, 2010. gada novembris (4).

2014. gadā Londonā tika atklāts kārtējais lorda Ričarda Rodžera projekts *Leadenhall Building*, kurā izmantoti gan nanopārklājumi stikla fasādēs, kas būtiski palīdz to pašattīrīšanās funkcijai, gan tērauda stingrību sekmējošie nanopārklājumi ēkas konstrukcijās. Ņemot vērā, ka pilsētas būvinspekcijas uzstādījums lika arhitektam atstāt iedzīvotājiem brīvu vietu zaļajai zonai, bet Londonas centrā šādu uzstādījumu realizēt ir samērā sarežģīti, īpaši, ja ir saprotamas pasūtītāja vēlmes izmantot katru kvadrātmilimetru ultradārgajā pasaules finanšu centrā. R. Rodžers izlēma pacelt 50 stāvu augsto biroju ēku 6 stāvus no zemes līmeņa, atstājot apakšējo stāvu brīvu gan zaļajai zonai, gan pilsētas iedzīvotājiem. 4. attēlā redzama ēkas fasāde ar galveno ieeju.



4. att. *Leadenhall Building* centrālā ieeja, Londona, 2014, arhitektu birojs *Rogers Stirk Harbour + Partners* (*autora foto).

Tas bija izaicinājums būvkonstruktoriem izmantot jaunus materiālus praksē. Šajā projektā izmantotās jaunākās tehnoloģijas un uzlabotie materiāli nebija pieejami arhitektam iepriekšējos gados. R. Rodžers atzīst, ka daudzas idejas bijušas summētas no tādiem iepriekšējiem plaši pazīstamiem viņa projektiem, kā Lloyds biroju ēka Londonā, Pompidu mākslas centrs Parīzē, One Hyde Park dzīvojamais komplekss Londonā.

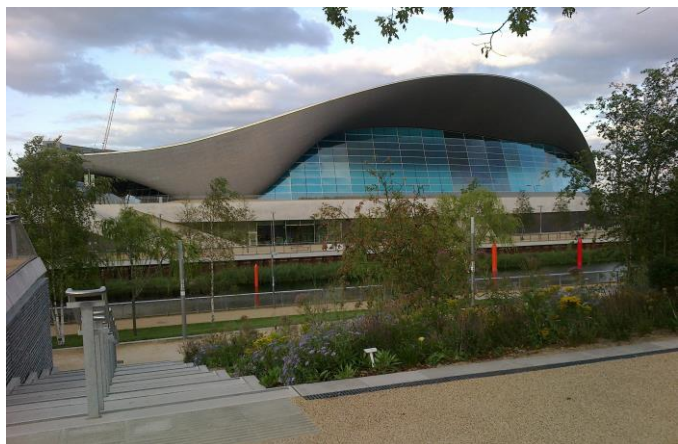
Lai arī patreiz tiek izmantoti nanopārklājumi, ir sagaidāms, ka no oglekļa nanocaurulītēm veidota pašlīmejoša jaunā viela

būs dimanta cieta, ~ piecdesmit reizes izturīgāka par tēraudu un ar mazāku svaru, pateicoties augstākam molekulārajam blīvumam. Dimanta ārkārtas skaidrība un izturība dos ideālu celtniecības materiālu, kas nanorobota ražots, atbilstu jebkuras formas prasībām. Jaunais materiāls no viegli pieejamā oglekļa varētu būt tikpat lēts kā stikls. Strukturālie elementi būs variējami no ļoti blīviem līdz azūri porainiem, un tie būs īpaši viegli. Jaunie materiāli, kas tiek nepārtraukti uzlaboti, pēc testu rādītāju nolasīšanas, viegli reaģē uz galējām slodzēm, pārbaudītām ar smagajām iekārtām, transportlīdzekļos vai pat ēkās. Šādas lielas oglekļa struktūras arhitektūras mērogā ļaus veidot uzskatāmu pārredzamību pilsētas ainavā. Nanorobots radīs caurspīdīgas, dimantam līdzīgas, dažus milimetrus biezas materiāla loksnes, lai veidotu ēkām ārējo membrānu. Šīs membrānas varētu būt tumšas, vai ar elektromolekulāro programmēšanu ietonējamas, tās varētu kļūt arī daļēji vai pilnīgi kristāldzidri caurspīdīgas. Šāda pārsteidzoša daudzpusība (angļu val. – *morphability*) ir viens no molekulārajiem produktiem piemītošajiem aspektiem. Raksta sākumā minētie zinātnieki jau praksē pārbauda jaunā materiāla īpašības. Savukārt pašlaik jau plaši tiek izmantoti tādi jaunie materiāli kā Nano Vent-Skin, kas darbojas kā nanosensors un var kontrolēt temperatūru, mitrumu un toksīnus ēkas gaisā, tās vibrāciju, bojāšanos un citus apdraudējumus veikspējas būvelementiem, kas varētu tikt pakāpeniski sagrauti agresīvas atmosfēras iedarbībā. Šādi materiāli izmantoti būvējot 2008. gada Olimpiskajām spēlēm paredzēto Nacionālo peldēšanas centru Pekinā, Ķīna (5. attēls) un 2012. gada Olimpisko spēļu objektus Londonā, Lielbritānija (6. attēls).



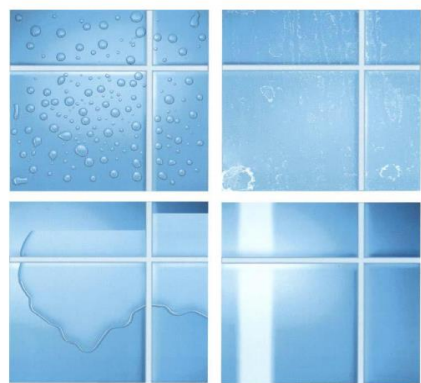
5. att. ETFE (etilēna tetrafluoretilēna) izmantošana peldēšanas centra fasādē Pekinā, Ķīna (12).

Etilēna tetrafluoretilēna plastikāts (ETFE) ir caurspīdīgs, un tam ir tikai 1 % no stikla svara, bet tas pārvada labāk gaismu, ir labāks izolators un tā ražošanas izmaksas ir par 24 % līdz 70 % mazākas. Tas spēj izturēt 400 reizes lielāku slodzi par savu svaru, nodrošina aptuveni 50 gadu dzīves ilgumu, ir pašattīrošs un pārstrādājams (13).



6. att. Zahas Hadidas (*Zaha Hadid*) projektētais Aqua centrs Londonā, AK, 2010, vizualizācija. Būvniecība pabeigta 2012 (*autora foto).

Londonas *Aquatic* centra projektā izmantotās jaunākās tehnoloģijas 160 m garā vienlaidu jumta konstrukcijas veidošanā un par šo projektu 2010. gadā arhitekta Zaha Hadida un konstruktoru birojs *Arup, Rowecord Engineering Ltd* un *Balfour Beatty Group Ltd* godalgoti ar balvu 'The Structural Steel Design Awards' (14). Jumta konstrukcijas atvieglošanai izmantots nanostrukturizēta tērauda materiāls. Ēkas interjerā izmantotie nanopārklājumi uzlabo flīžu grīdas pretslīdes īpašības. Turklāt šīs tehnoloģijas palīdz cīnīties ar mikrobiem un padara visas virsmas viegli kopjamas, pateicoties pašattīrīšanās (*Lotus-Effect®*) efektam, ko plaši izmanto sanitārtehnisko iekārtu un materiālu rūpniecībā kopš 2000. gada. Uz neapstrādātām flīzēm ūdens atstāj nogulsnes pilienu projekciju formā, savukārt uz fotokatalītiski apstrādāto flīžu virsmām tiek veidots filtrs, kas palīdz vienmērīgi novadīt ūdeni (7. att.).



7. att. Pašattīrošs pārklājums iekštelpu apdares flīzēm (11).

2013. gadā no 16. septembra līdz 1. oktobrim Londonā Temzas krastmalā blakus Dizaina muzejam bija apskatāms Rosa Lovengrova (*Ross Lovengrovs*) veidotais konceptuālais pilsētas Renault automašīnas modelis no oglekļa šķiedras kompozīta *Twin'Z* ar elektromotoru (8. att.). Koncepta auto interjers izstrādāts gan dizaina jomā ultramoderni, gan lietotājam draudzīgi, atkarojot virsbūvē iestrādātās līnijas, bet



8. att. Rosa Lovengrova dizainētais kompozītmateriālu Renault koncepta auto (2013) (15).

interjera apdarē pievienotās fluorescējošās dzeltenās joslas uzsvēr kontūru dizainu. "Interjers netiek sadalīts atsevišķos elementos, un visi pasažieri izjūt lielu daļu no ceļošanas pieredzes," viņš saka. "Aizmugurējā sēdekļa atzveltnes ir integrētas grīdas pamatnē, lai radītu komfortablu telpu un jaunu, neformālu estētiku." (15) Stikla jumts paredzēts, lai salonā iegūtu vairāk gaismas un ērtāk būtu apskatāma apkārtnē. Tomēr lielākais uzsvars tiek likts uz dizainu un jaunākajiem kompozītmateriāliem.

Viens no būtiskiem pieteikumiem nanozinātnē un nanotehnoloģijās ir nanomateriāli. Tā nanozinātne izrāda bažas par molekulāro struktūru atomu savienojumiem. Jau iepriekš apskatītā Teksasas materiālu institūta zinātnieki izmanto sijas režģi tik maziem savienojumiem kā 25 nanometri metālam, silīcijai un oglekļa bāzes materiāliem. Nanostrukturās var izveidot reakcijā ar ķīmikāliju šķīdriem un gāzēm, lai radītu nanošķiedras, nanokristālus un kvantu punktus, daži no tiem ir tikai vienu nanometru lieli. Suktas par nanoelektromehāniskajām ierīcēm (*NEMS*), tās varētu kādu dienu izmantot, piemēram, mikroskopiskajiem robotiem. Protams, ka visi šie ultra jaunie materiāli un tehnoloģijas ir ļoti nepieciešami arī mēbeļu rūpniecības attīstībā.

Antibakteriālie un pašattīrošie materiāli tiek arvien plašāk izmantoti gan sanitārtehnisko iekārtu un mēbeļu ražošanā, gan virtuves mēbelēs un iekārtās, gan realizēti tādās publiskās telpās, kā, piemēram, viesnīcās, slimnīcās, skolās un bērnu pirmsskolas iestādēs. Ļoti progresīvas valstis jauno tehnoloģiju ražošanā un ieviešanā ir Vācija, Lielbritānija, ASV, Ķīna, Koreja un Japāna.

Latvijā būtu jārosina informācijas aprīte par jaunajiem materiāliem. Tas būtu uzdevums tieši dizaineriem, jo viņu radošās domāšanas izpausmes jaunos objektos ļautu materiālu ražotājiem saprast, kā vēl viņu produkciju varētu izmantot. Veicinot sadarbību starp inovatīvo materiālu ražotājiem un dizaineriem, iespējams, tieši profesionālajām organizācijām vajadzētu vairāk iesaistīties jauno projektu popularizācijā un sekmīgā virzīšanā tirgū. Tādā veidā Latvijā tiktu veicināta jauno materiālu apgūšana un pielāgošana vietējām vajadzībām, daba tiktu pasargāta no pārmērīgas ekspluatācijas, iedzīvotāji ar mazāku skepsi skatītos uz jaunumiem un būtu

labāk informēti par iespējām uzlabot savu ikdienas dzīvi, dizaineri varētu radošāk darboties un ražotājiem paplašinātos tirgus.

V. SECINĀJUMI

1. Nanostrukturētā keramika ir viens no perspektīvākajiem nākotnes materiāliem, kuru varētu izmantot gan avio, gan auto rūpniecībā, lai izgatavotu paaugstinātas stiprības īpaši vieglas detaļas, gan mēbeļu rūpniecībā, kur varētu aizvietot smagos plātņu materiālus ar jaunās paaudzes kompozītmateriāliem.

2. Zinātnieki un dizaineri ir nodarbināti ar tādu materiālu izstrādi, kas palīdzētu atvieglot ikdienas izstrādājumu un/vai telpu uzkopšanu, būtu estētiski, viegli pielāgojami dizaineru idejām, finansiāli izdevīgi, īpaši izturīgi un vienlaikus viegli. Tādi materiāli, kas ir atkārtoti pārstrādājami un nenodara kaitējumu dabai, ir īpaši populāri.

3. Jauno materiālu straujāka ieviešana un adaptēšana Latvijas mēbeļu ražotāju iespējām, sniegtu dinamiskāku attīstību Latvijas rūpniecībā. Sadarbība starp ražotājiem un zinātniekiem sniedz iespējas gan jauno materiālu integrēšanā ražošanā, gan mūsdienu arhitektūras prasībām atbilstošu mēbeļu ražošanu vietējā tirgū, gan dizaineru radošā potenciāla attīstībai.

LITERATŪRAS SARAKSTS

1. MIT tehnoloģiju apskats. A Super-Strong and Lightweight New Material [tiešsaiste]. [skatīts 18.11.2014]. Pieejams: <http://www.technologyreview.com/news/530611/a-super-strong-and-lightweight-new-material>
2. Greer grupas interneta vietne [tiešsaiste]. [skatīts 18.11.2014]. Pieejams: <http://www.jrgreer.caltech.edu/content/home/trussAfter.png>
3. Vācijas zinātnisko institūtu sabiedrība Max Plank [tiešsaiste]. [skatīts 19.11.2014]. Pieejams: http://www.mpg.de/5713405/Research_Reports
4. Arhitekts Džons M. Johansens [tiešsaiste]. [skatīts 20.11.2014]. Pieejams: <http://johnmjohansen.com/Nanoarchitecture.html>
5. Materiālzinātņu eksperte Jūlija Grīra. Pētījumu apskats [tiešsaiste]. [skatīts 21.09.2014]. Pieejams: <http://www.jrgreer.caltech.edu/home.php>
6. Ozarska, B., Harris, G. Effect of cyclic humidity on creep behavior of wood-based furniture panels. *Electronic Journal of Polish Agricultural University*. 2007, 10 (3).
7. Meza, L.R., Das, S., Greer, J.R. Strong, lightweight, and recoverable three-dimensional ceramic nanolattices. *Science*, vol. 345. pp. 1322 – 1326, 2014. <http://doi.org/vmz>

Andra Ulme. The Ultra Light Modern Materials With High Strength

The aim of the paper is to show the possibilities of new nanomaterials for new generation architecture and furniture design. The author in this article describes the examples of the creation of structural metamaterials composed of nanoscale ceramics which possess all the following properties – they are ultra light, strong, and energy-absorbing and can recover their original shape after compressions in excess of 50 % strain. Nanostructured ceramic materials have already been demonstrated to be stronger and stiffer than bulk ceramics, but their brittleness has remained a major problem that can lead to catastrophic failure. Now, a team of researchers at the California Institute of Technology have successfully produced a structural ceramic metamaterial offering ultralow density along with high strength and energy absorption, as well as the ability to recover its original shape after compressions. It has been also explained how new generation materials are used in the contemporary architecture, interior design, auto manufacture and the examples and recommendations are presented for their use in furniture design. Further research should comprise some quantitative experiments and surveys and also investigate other ways of improving the design of the Latvian furniture. The research objective has been achieved, as new materials with high strength have been obtained, which would be used for both modern architecture and for designing furniture products. The following research methods were used: the analysis, synthesis and prediction research methods, as well as monographic and qualitative research methodology. Key findings, results and recommendations set out in the paper conclude, that, for example, nanostructured ceramics is one of the most promising future materials for architecture and furniture production.

Андрa Улма. Особо лёгкие современные материалы с высокой прочностью

Цель работы – показать максимальные возможности новых нано-материалов для конструирования и дизайна мебели нового поколения. В этой статье автор показал примеры, как созданные структурных мета-материалы, состоящие из керамических материалов нано-размеров, являются одновременно сверхлегкими, прочными и энергосберегающими и могут восстановить свою первоначальную форму после сжатия свыше 50 % деформации. Также в статье приведены примеры того, как материалы нового поколения используются в современной архитектуре, дизайне интерьера, в автопроизводстве и приведены примеры и рекомендации по их использованию при проектировании мебели. В дальнейших исследованиях могут быть проведены некоторые эксперименты и опросы населения по использованию новейших материалов в улучшении конструкции и дизайна латвийской мебели. Цель исследования была достигнута, так как в этой статье показаны новые материалы с высокой прочностью, которая будет использоваться как для современного конструирования, так и для актуального дизайна мебельной продукции. В этой работе были использованы следующие методы

8. Landau, P., Guo, Q., Hosemann, P., Wang, Y., Greer, J.R. Deformation of as-fabricated and helium implanted 100 nm-diameter iron nanopyllars. *Materials Science and Engineering*. vol. 612, pp. 316–325, 2014. <http://doi.org/22v>
9. Julia, R. Greer. Perspective: Nanoframe Catalysts. *Science*. vol. 343, no. 6177, pp. 1319–1320, 2014. <http://doi.org/22w>
10. Tucker, G. J., Aitken, Z.H., Greer, J.R., Weinberger, C.R. The mechanical behavior and deformation of bicrystalline nanowires. *Modelling and Simulation in Materials Science and Engineering*. vol. 21, Issue 1, pp. 015004–015022, 2012. <http://doi.org/22x>
11. Nano materials for architecture [tiešsaiste]. [skatīts 09.09.2014] Pieejams: <http://goo.gl/EgXu7n>
12. Peldēšanas centra fasāde Ķīnā [tiešsaiste]. [skatīts 21.11.2014]. Pieejams: <http://inhabitat.com/bubble-building-national-swim-center-in-beijing>
13. Fabric structures for the new millenium [tiešsaiste]. [skatīts 21.11.2014]. Pieejams: <https://oecotextiles.wordpress.com/2010/03/10/fabric-structures-for-the-new-millennium>
14. Structural Steel Design Awards 2010, Zaha Hadid [tiešsaiste]. [skatīts 20.11.2014]. Pieejams: <http://www.archdaily.com/category/building-technology-and-materials/page/2>
15. Renault koncepta auto (2013) [tiešsaiste]. [skatīts 22.11.2014]. Pieejams: <http://www.dezeen.com/2013/04/10/twinz-concept-car-by-ross-lovegrove-for-renault/>
16. Fesenmaier, K. *Light as a Feather, Stiffer Than a Board* [tiešsaiste]. [skatīts 29.11.2014]. Pieejams: <http://www.caltech.edu/content/light-feather-stiffer-board#sthash.f6mtFs5S.dpuf>



Andra Ulme holds the *Dr. arch.* degree and is an Assistant Professor with the Institute of Design Technologies, Riga Technical University.

She received the Diploma with distinction and the Master degree in Material Design and Technology in 2004. In 2007, she defended the Doctoral thesis and received the Doctoral degree in Architecture. In 2014, she graduated from London School of Management Education and received the Diploma in Teaching in the Lifelong Learning Sector (DTLLS).

She is an experienced, enthusiastic and focused scientist and lecturer, committed to safeguarding and promoting the education and well-being of young people and adults, conscientious and professional. She has been with Riga Technical University for more than 10 years working as an Assistant Professor. She has written 37 scientific articles and one monogram, and has supervised students in their Master and Professional degree studies. She has the experience of working in urban planning projects, as well as in interior design. She is participating in 3 to 5 projects a year.

Address: Institute of Design Technologies, Riga Technical University, Azenes iela 18, Riga, LV-1048, Latvia.
Phone: + 371 67089816,
E-mail: andra.ulme@rtu.lv

исследования: анализ, синтез и методы прогнозирования научно-исследовательских работ, монографические исследования и качественная методология. Основные выводы, результаты и рекомендации изложены в резюме статьи, как например, наноструктурированные керамические материалы являются одними из самых перспективных материалов будущего для этой отрасли.