

**Latvijas Universitātes aģentūras
„Latvijas Universitātes Polimēru mehānikas institūts”
gada publiskais pārskats**

2012.gads

Saturs

	Lpp.
1. DARBĪBAS ILGTERMIŅA UN VIDĒJĀ TERMIŅA MĒRĶI.....	3
2. GALVENĀS FUNKCIJAS UN UZDEVUMI.....	4
3. JURIDISKAIS STATUSS UN STRUKTŪRA.....	5
4. ZIŅAS PAR ZINĀTNISKĀS DARBĪBAS REZULTĀTIEM 2012.GADĀ.....	6
4.1. Īstenotie Latvijas Republikas finansēto pētījumu projekti (granti) un to rezultāti.....	6
4.1.1. Projekts 09.1543 „Heterogēnu materiālu deformāciju, bojājumu un izturības nelineārā analīze”, vad. V.Tamužs.....	6
4.1.2. Projekts 09.1545 „Jaunas paaudzes pultrudētu kompozītmateriālu ar uzlabotām ekspluatācijas īpašībām izstrāde un to pielietojums konstrukciju elementos ar paaugstinātu nestspēju”, vad. A.Aniskevičs.....	10
4.1.3. Projekts 09.1562 „Dažādas sīkdispersas, t.sk. nanoizmēru, pildvielas saturōšu jaunāko kompozītmateriālu fizikāli-mehāniskās īpašības un to prognozēšana”, vad. J.Jansons.....	14
4.2. Valsts pētījumu programma (VPP).....	20
4.2.1. Projekts „Nanokonstrukturēti modifikātoru saturoši pašarmēti polimēru kompozīti un to atbilstošo tehnoloģiju izstrāde pielietojumiem inteliģentajos materiālos un ierīcēs”, vad. J.Jansons.....	20
4.3. Eiropas Savienības struktūrfondu (ESF) un Eiropas Reģionālās attīstības fondu (ERAF) projekti.....	21
4.4. Zinātniskās publikācijas.....	22
4.4.1. Zinātniskās publikācijas, kas publicētas zinātniskajā periodikā, ir citētas zinātniskajā literatūrā, ņemot vērā to citēšanas indeksu Web of Knowledge, SCOPUS vai A&HCI, vai SSCI, vai nozaru vadošajās datubāzēs.....	22
4.4.2. Zinātniskās publikācijas, kas atrodamas anonīmi recenzētos un starptautiski pieejamās datubāzēs iekļautajos zinātniskajos izdevumos.....	25
4.4.3. Citas zinātniskās publikācijas.....	27
4.5. Promocijas, maģistru un bakalauru darbi.....	30
4.6. Dalība zinātniskajās konferencēs un sanāksmēs.....	30
4.7. Cita ar zinātnisko darbību saistīta informācija.....	31
4.7.1. Pētniecības infrastruktūra.....	31
4.7.2. Periodiskie izdevumi.....	31
4.7.3. Organizētās konferences.	31
4.8. Informācija par galvenajiem rezultātiem zinātnē un pētniecībā 2012.gadā	33
5. SAŅEMTAIS FINANSĒJUMS UN TĀ IZLIETOJUMS 2012.GADĀ.....	34
5.1. Valsts budžeta finansējums (bāzes finansējums) un tā izlietojums 2012.gadā.....	34
5.2. Pārskats par saņemto finansējumu un tā izlietojumu 2012.gadā	34
Pielikumi.....	35

1. DARBĪBAS ILGTERMIŅA UN VIDĒJĀ TERMIŅA MĒRĶI

Latvijas Universitātes aģentūras „Latvijas Universitātes Polimēru mehānikas institūts” darbības pamatmērķi ir sekojoši:

- nodrošināt zinātnisko darbību;
- nodrošināt zinātniskās kvalifikācijas iegūšanu un celšanu;
- nodrošināt valsts pasūtījumu izpildi materiālu mehānikā un materiālzinātnē;
- veicināt inovatīvo darbību materiālzinātņu jomā.

Institūts ir centrs, kurā tiek veikti starptautiski atzīta līmeņa pētījumi materiālu mehānikā, kā arī tādas inovatīvas pielietojamās izstrādnes, kas sekmē zināšanu ekonomikas attīstību un konkurētspējīgu produktu ar augstu pievienoto vērtību ražošanu Latvijā.

Kā vidējā termiņa mērķus varētu uzskatīt sekojošo:

- attīstīt Kompozīto materiālu tehnoloģiju sektoru. Šim sektoram varētu būt svarīga loma, lai celtu institūtā izstrādāto projektu konkurētspēju ES IeP, ES Struktūrfondu, EUREKA, TOP u.c. programmu konkursos;
- apzināt Latvijā pastāvošās kompozīto materiālu ražotnes, izzināt to vajadzības produkcijas un tehnoloģiju inovācijā, lai uzsāktu daudzpusīgu sadarbību;
- apzināt pie Institūta pastāvošos mazos un vidējos uzņēmumus (piem. SIA „Partneris L.V.”, SIA „Primekss”; SIA „Baltic Instruments”, SIA „Lat NDT”, u.c.) un iesaistīt tos Institūta *Inovāciju klasterī*;
- izveidot materiālu tehnoloģijas struktūrvienību, kura nodarbotos ar Institūta darbinieku izstrādņu ieviešanu, pilotiekārtu izgatavošanu;
- atbalstīt Institūta darbinieku iesaistīšanos tādu jauno uzņēmumu veidošanā, kuru darbība būtu saistīta ar Institūta pētniecisko tematiku;
- aktīvāk reklamēt Institūta sasniegumus, kā arī piedāvātās inovatīvās izstrādnes Institūta mājas lapā un informatīvajos materiālos, profesionālajās izstādēs Latvijā un ārpus tās u.c. Šīs aktivitātes veicināšanai jāparedz Institūta budžetā līdzekļi reklāmas materiālu sagatavošanai.

2. GALVENĀS FUNKCIJAS UN UZDEVUMI

Institūta pētnieciskā darba pamatvirziens – „Materiālu mehānika” atbilst LR MK definētajai (LR MK 2009.gada 31.augusta rīkojums Nr.594) prioritātei „Inovātievi materiāli un tehnoloģijas (informātika, informācijas un signālapstrādes tehnoloģijas, nanstrukturētie daudzfunkcionālie materiāli un nanotehnoloģijas)” fundamentālo un lietišķo pētījumu finansēšanai 2010. – 2013. gadā.

Institūts veic pētījumus šādos materiālu mehānikas virzienos:

- deformēšanās procesu, t.sk. ilglaicīgo, izpēte;
- materiālu mehāniskās integritātes pētījumi;
- kompozīto materiālu pielietojumi mašīnbūvē un būvniecībā;
- kompozīto materiālu konstrukciju aprēķini;
- ārējās vides faktoru ietekme uz materiālu mehāniskajām īpašībām;
- fizikālās metodes struktūras pētījumos materiālu mehānikā;
- ilglaicīgo īpašību prognozēšanas metodes;
- nesagraujošās pārbaudes metodes;
- kompozīto materiālu tehnoloģiju pētījumi.

Lai identificētu pētniecībā, kā arī tautsaimniecībā īpaši aktuālās un finansiāli atbalstāmās materiālzinātnes attīstības tēmas, Institūts sistemātiski seko jaunajiem virzieniem materiālzinātnēs Latvijas un Eiropas mērogā, kā arī Latvijā pieņemtajiem jaunajiem programmdokumenti zinātnes, pētniecības un inovāciju jomā. Institūta jaunie kā arī pastāvošie pētnieciskā darba virzieni tiek saistīti ar šīm tematikām.

3. JURIDISKAIS STATUSS UN STRUKTŪRA

Latvijas Universitātes aģentūra “Latvijas Universitātes Polimēru mehānikas institūts”, reģistrēts LR Izglītības un zinātnes ministrijas zinātnisko institūciju reģistrā 2006.gada 1.jūnijā.

Institūta struktūrā ir 4 zinātniski pētnieciskās laboratorijas, 9 zinātniskās pētniecības grupas, 1 specializētais sektors (mehānisko pārbaužu sektors), administrācija un ēku ekspluatācijas nodaļa.

Zinātniski pētnieciskās laboratorijas ir Institūta struktūras pamatelementi. Laboratorijas veidotas, lai apvienotu pētniecisko potenciālu darbam Institūtam definētajos pamatvirzienos ilglaicīgam laika periodam.

Zinātniskās pētniecības grupas izveidotas atsevišķu projekta izpildei un to darbības laiks ir ierobežots ar projekta izpildes termiņu.

Mehānisko pārbaužu sektors nodrošina Institūta zinātniskās infrastruktūras nozīmīgākās daļas – pārbaužu iekārtu ekspluatāciju.

Administrācija veicina Institūta pamatuzdevumu izpildi un tās sastāvā ietilpst direktors, direktora vietnieki, zinātniskais sekretārs, personāldaļas vadītājs, grāmatvedība un informācijas sektors (bibliotēka, kopētava).

Ēku ekspluatācijas nodaļa nodrošina Institūta ēku uzturēšanu, saglabāšanu, remontu un pilnveidošanu, atbild par pašlaik neizmantoto platību apsaimniekošanu, slēdzot sadarbības līgumus ar firmām un citām zinātniskām institūcijām, kā arī atbild par ugunsdrošības ievērošanu Institūtā un veic attiecīgos profilakses pasākumus.

4. ZIŅAS PAR ZINĀTNISKĀS DARBĪBAS REZULTĀTIEM 2012. GADĀ

4.1. LR finansēto tematisko pētījumu projekti (grantī) un to rezultāti

4.1.1. Projekts 09.1543 „Heterogēnu materiālu deformāciju, bojājumu un izturības nelineārā analīze”, vad. V.Tamužs

Projekts izpildīts laikā no 2009.gada līdz 2012.gadam četros posmos:

- 1.posms – 2009.gadā projekts 09.1230 „Cieto vielu deformāciju, bojājumu un izturības nelineārā analīze”, vad.V.Tamužs un projekts 09.1229 „Plaisu stabilitāte polimērkompozītos”, vad. J.Andersons;
- 2., 3., 4.posms – 2010.- 2012.gados projekts 09.1543 „Heterogēnu materiālu deformāciju, bojājumu un izturības nelineārā analīze”, vad. V.Tamužs.

Projektā izstrādē pievērsta uzmanība četriem praktiski svarīgiem virzieniem:

1. Slāņaino kompozītu plaisāšanas un integritātes analīze.
2. Plānu pārklājumu plaisāšanas mehānika.
3. Betona un kompozītmateriālu mijiedarbes pētījumi.
4. Kaulaudu izturības novērtējums atkarībā no bojājumu uzkrāšanās līmeņa (osteoporozes) tajos.

1.posms (projekts 09.1230):

1. Izveidots plastiska materiāla modelis, kurā deformāciju potenciāla virsma atšķiras no plastiskuma virsmas. Abas virsmas ir atkarīgas no hidrostatiskā spiediena. Šāds plastiskuma modelis atbilst ar kompozītu stiprināta betona deformēšanās īpatnībām.
2. Eksperimentāli pārbaudīta kompozīta aptinuma uzsprieguma efektivitāte palielinot konstrukciju stiprību. (E. Zīle, M. Daugevičius, V. Tamužs. "The effect of pretensioned FRP on the behavior of concrete columns in axial compression". *Mechanics of composite materials*, 2009, 45(5), 457-466.)
3. Pētīta kompozīta plaisāšana slāņos, kuri ir ortogonāli vai orientēti zem leņķa pret slogošanas virzienu. Modeļa prognoze apstiprināta eksperimentāli. (J. Andersons, R. Joffe, E. Spārniņš, O. Rubenis. Progressive cracking mastercurves of the transverse ply in a laminate. *Polymer Composites*, 30(8): 1175-1182 (2009) un V.Tamužs, E.Spārniņš "Cracking of cross-ply composite at off-axis loading" P.S. Theocarīs Symposium "Recent Advances in Mechanics", Athens, Greece, September 17-19, 2009.)

1.posms (projekts 09.1229):

1. Izstrādātas metodes plāna pārklājuma adhēzijas novērtēšanai, izmantojot fragmentācijas pārbaudē novēroto pārklājuma izkļaušanos un pārklājuma fragmentu malas atslāņojumu izplatīšanos. Novērtēta SiO_x/PET adhēzija un SiN_x/PI otrās modas sabrukšanas stīgrums. Publicēts viens raksts SCI [J. Andersons, S. Tarasovs, Y. Leterrier. Evaluation of thin film adhesion to a compliant substrate by the analysis of progressive buckling in the fragmentation test. *Thin Solid Films*, 2009, Vol. 517, 2007–2011] un viens raksts iesniegts [S. Tarasovs, J. Andersons, Y. Leterrier. Estimation of interfacial fracture toughness based on progressive edge delamination of a thin transparent coating on a polymer substrate. Submitted to *Acta Mater*].
2. Pētīta plaisu izplatīšanās stabilitāte ortogonāli stiegrota kompozīta šķērsslānī. Novērtētas stiprības un plaisu mehānikas kritēriju pielietojamības robežas transversās plaisāšanas modelēšanā. Publicēts SCI raksts [J. Andersons, R. Joffe, E. Spārniņš, O. Rubenis. Progressive cracking mastercurves of the transverse ply in a laminate. *Polymer Composites*, 2009, Vol. 30, 1175-1182] par plaisāšanas vienotajām līknēm ortogonāli stiegotam kompozītam pie stiepes šķiedru virzienā un raksts konferences materiālos [J. Andersons, E. Spārniņš, R. Joffe. Prediction of crack onset strain in composite laminates at mixed mode cracking. 5th Int. EEIGM/AMASE/FORGEMAT Conf. on Adv. Mater. Res. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 5 (2009) 012018 (doi:10.1088/1757-899X/5/1/012018).] par plaisāšanas prognozēšanu ortogonāli stiegotam kompozītam pie salikta slogojuma.

2.posms (projekts 09.1543):

1. 2010.gada 16.jūnijā sekmīgi aizstāvēts promocijas darbs "Ar kompozītmateriāliem pastiprinātu betona kolonnu mehāniskā uzvedība spiedē".
2. Pētīta kompozīta plaisāšana slāņos, kuri ir ortogonāli vai orientēti zem leņķa pret sloģošanas virzienu. Modeļa prognoze apstiprināta eksperimentāli.
3. Piedāvāts plastiskais potenciāls, kurš ievēro kompozīta aptinuma ietekmi uz betona nelineāro deformēšanos. Rezultāti publicēti rakstā [E. Zīle, V. Tamužs "Inelastic deformation of round concrete columns in triaxial compression", *Mechanics of composite materials*, 2010, 46(2), 173-182.].
4. Izstrādāta un aprobēta metode plāna pārklājuma adhēzijas novērtēšanai, izmantojot fragmentācijas pārbaudē novēroto pārklājuma fragmentu malas atslāņojumu izplatīšanos. Pielietojot šo metodi, novērtēts SiN_x/PI otrās modas sabrukšanas stīgrums. Publicēts raksts [S. Tarasovs, J. Andersons, Y. Leterrier. Estimation of interfacial fracture toughness based on progressive edge delamination of a thin transparent coating on a polymer substrate. *Acta Materialia*, 2010, 58, 2948–2956].

3.posms (projekts 09.1543):

1. Apskatīts plaisu izplatīšanas mehānisms kaulos. Eksperimentālie dati rāda, ka mikroplaisa, tuvojas osteonam, var apstāties, augt apkārt osteonam vai augt caur osteonu un tas ir atkarīgs no mikroplaisas garuma. Tika izstrādāts galīgo elementu modelis ar plaisu osteona tuvumā un kohezīvajiem elementiem kas ļauj plaisai augt divos virzienos. Aprēķinu rezultāti rāda, ka ir ierobežots osteona un cementa līnijas stiprības un plaisu izturības attiecību intervāls, pie kuras plaisu augšanas mehānisms ir līdzīgs eksperimentālam novērojumam – garas plaisas aug caur osteonu un plaisas ar vidējo garumu aug apkārt osteonam pa cementa līniju.
Sākts darbs ar daudzu plaisu vienlaicīgu augšanu modelēšanu vidē ar daudziem osteoniem. Šim nolūkam izmantots galīgo elementu modelis, kur kohezīvie elementi tika ievesti starp visiem trijstūra elastīgiem elementiem. Šāds modelis ļauj efektīvi modelēt plaisas augšanu heterogēnās vidēs ar iepriekš nezināmu plaisu ceļu, tai skaitā aprēķināt plaisāšanas mehānismu atkarībā no kaula, osteona un cementa līnijas sabrukšanas parametriem. Iesniegtas tēzes ECF-19.konferencei.
2. Lai modelētu pastiprināta betona nelineāro deformēšanos spiedē, galīgo elementu programmā ABAQUS, izmantojot FORTRAN apakšprogrammu tika ieviests betona plastiskuma modelis, kurš ir aprakstīts publikācijā [Peter Grassl et al., „Concrete in compression: a plasticity theory with a novel hardening law”, *International Journal of Solids and Structures*, 39 (20), 5205-5223, 2002.]. Šis betona plastiskuma modelis ir izstrādāts, balstoties uz trīsasīgas spiedes ar konstantu sānu spiedienu rezultātiem, tāpēc modeļa plastiskais potenciāls paredz tikai pozitīvas plastiskās jeb neatgriezeniskās tilpuma deformācijas. Ar kompozītmateriāliem pastiprināta betona gadījumā ir novērojams gan pozitīvas, gan negatīvas neatgriezeniskās tilpuma deformācijas, tāpēc Grassl modelis vāji apraksta ar kompozītmateriāliem pastiprināta betona uzvedību spiedē. Izmantojot PMI veikto pastiprināta betona kolonnu pārbaudžu rezultātus, piedāvāts plastiskais potenciāls, kas ņem vērā iepriekš aprakstīto pastiprināta betona mehāniskās uzvedības īpatnību. Grassl modelis tika modificēts, izmantojot plastisko potenciālu no iepriekšējā gada publikācijas [E. Zīle, V. Tamužs „Inelastic deformation of round concrete columns in triaxial compression”, *Mechanics of composite materials*, 46 (2), 173-182, 2010.].

4.posms (projekts 09.1543):

1. Iepriekšējie rezultāti rāda, ka plaisas ceļš kaulos ir atkarīgs no dažādiem parametriem, tādiem kā plaisas garums un osteona un cementa līnijas sabrukšanas stīgrumu attiecība. Plaisas augšanas kaula paraugā ar daudziem osteoniem skaitliska modelēšana ir sarežģīts process un šim nolūkam tika izstrādāts galīgo elementu modelis, kurā kohezīvie elementi tika ievesti starp visiem parastajiem elementiem. Šāds modelis ļauj efektīvi modelēt plaisas augšanu heterogēnās vidēs ar iepriekš nezināmu plaisu ceļu.

Tika izstrādāts kaula parauga galīgo elementu modelis pie trīspunktu lieces, ar kuru, mainot kaula elastīgās un sabrukšanas īpašības, var skaitliski modelēt daudzu plaisu augšanu un mijiedarbi. Rezultāti rāda, ka gan plaisāšanas mehānisms, gan kritiskā slodze var būtiski mainīties atkarībā no osteona un cementa līnijas sabrukšanas stīgrumu attiecības.

2. Izstrādājot ar kompozītu aptītu betona kolonnu mehānisko modeli, pārbaudīta Grassla modeļa pielietojums apaļu un kvadrātisku kolonnu spiedes aprakstam. Par rezultātiem sagatavota publikācija žurnālam MCM.
3. Tika apskatīts plāna pārklājuma izkļaušanās un atslāņošanās mehānisms pie vienasīgas slodzes. Izmantojot trīsdimensionālo galīgo elementu modeli tika novērtēta pārklājuma adhēzija. Eksperimentālie rezultāti SiN_x/Kapton materiālam rāda, ka bojājumu uzkrāšanās notiek plašā deformācijas intervālā. Tāds process visticamāk ir saistīts ar pārklājuma adhēzijas nevienmērīgumu. Skaitliskās modelēšanas rezultāti ļauj novērtēt adhēzijas diapazonu, kurā skaitliski modelētais bojājumu uzkrāšanās process atbilst eksperimentāli nomērītajiem datiem. Skaitliskie rezultāti rāda, ka pie lielas slodzes ir iespējams arī cits bojājumu mehānisms – lokalizēta pārklājuma noturības zaudēšana bez atslāņošanās.

Projekta turpinājumā apstiprināts jauns projekts 2013.gadam **214/2012 „Kompozītā šķiedru betona analīze un optimizācija” („Analysis and optimization of fiber reinforced concrete composition”**.

Betons ir trausls materiāls ar mazu plīšanas stigrību stiepē. Projekta mērķis ir pētīt šķiedru izraušanas pretestību no cementa matricas, izstrādāt fibrobeta plaisāšanas modeli un eksperimentāli noteikt fibrobeta plaisāšanas pretestību, ja tas satur dažāda tipa šķiedras, izmantojot WST (wedge splitting test) metodi. Tiks izstrādātas rekomendācijas šķiedru un hibridizācijas metodes izvēlei atkarībā no betona tipa un sagaidāmā plaisas platuma. Tiks izstrādāta praktiska galīgo elementu metode, ar kuras palīdzību varēs modelēt plaisu sistēmu izplatīšanos trauslas matricas kompozītos. Ar šīs metodes palīdzību varēs noteikt optimālu šķiedru tilpuma sadalījumu fibrobeta elementos.

Disertācijas, maģistra un bakalaura darbi

Aizstāvēta doktora disertācija E.Zīle "Ar kompozītmateriāliem pastiprinātu betona kolonnu mehāniskā uzvedība spiedē", 2010.

Sagatavota un apstiprināta aizstāvībai doktora disertācija

Vilis Valdmanis

"Ar kompozītiem materiāliem aptītu apaļu betona kolonnu stiprība un noturība", 2012.

2011.gada jūnijā sekmīgi aizstāvēti 2 maģistra darbi:

- Jānis Modniks. Linu īsšķiedru kompozītu mehānisko īpašību matemātiskā modelēšana /Maģistra darbs, Latvijas Universitāte, Fizikas un matemātikas fakultāte, Fizikas nodaļa, Stud. apl. jm09008, Darba vadītājs - Dr. sc. ing. Jānis Andersons, RĪGA 2011/
- Inese Ciniņa. Bazalta šķiedru izmantošana betona kolonnu stiprināšanai Maģistra darbs, Latvijas Universitāte, Fizikas un matemātikas fakultāte, Fizikas nodaļa, Stud.apl. ir06014, Darba vadītājs - Dr. habil.sc.ing. Vitauts Tamužs RĪGA 2011/

2012.gada jūnijā sekmīgi aizstāvēts bakalaura darbs:

- Aigars Zesers. Trauslas matricas īsu šķiedru kompozīta integritātes novērtējums. Bakalaura darbs, Latvijas Universitāte, Fizikas un matemātikas fakultāte, Fizikas nodaļa, Stud. apl. Az09100, Darba vadītājs - Dr. habil.sc. Ing. Vitauts Tamužs, RĪGA 2012/

Zinātniskie raksti

1. E. Zīle, M. Daugevičius, V. Tamužs. The effect of pretensioned FRP on the behavior of concrete columns in axial compression. *Mechanics of composite materials*, 2009, 45(5), 457-466.
2. J. Andersons, S. Tarasovs, Y. Leterrier. Evaluation of thin film adhesion to a compliant substrate by the analysis of progressive buckling in the fragmentation test. *Thin Solid Films*, 2009, Vol. 517, 2007–2011.

3. J. Andersons, R. Joffe, E. Spārniņš, O. Rubenis. Progressive cracking mastercurves of the transverse ply in a laminate. *Polymer Composites*, 2009, Vol. 30, 1175-1182.
4. J. Andersons, E. Spārniņš, R. Joffe. Prediction of crack onset strain in composite laminates at mixed mode cracking. 5th Int. EEIGM/AMASE/FORGEMAT Conf. on Adv. Mater. Res. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 5 (2009) 012018 (doi:10.1088/1757-899X/5/1/012018).
5. E. Zīle, V. Tamužs. Inelastic deformation of round concrete columns in triaxial compression, *Mechanics of composite materials*, 2010, 46(2), 173-182.
6. S. Tarasovs, J. Andersons, Y. Leterrier. Estimation of interfacial fracture toughness based on progressive edge delamination of a thin transparent coating on a polymer substrate. *Acta Materialia*, 2010, 58, 2948–2956.
7. J. Andersons, S. Tarasovs, E. Spārniņš. Finite fracture mechanics analysis of crack onset at a stress concentration in a UD glass/epoxy composite in off-axis tension. *Composites Science and Technology*, 2010, Vol. 70, 1380–1385.
8. J. Andersons, Yu. Paramonov. Applicability of empirical models for evaluation of stress ratio effect on the durability of fiber-reinforced creep rupture-susceptible composites. *Journal of Materials Science*, 2011, Vol. 46, 1705–1713.
9. И.Цининя, Э.Зиле и О.Зиле. Механическое поведение бетонных колонн, упрочненных базальтовой нитью, *Механика композитных материалов*, 2012, т. 48, No. 5, с. 783-792.
10. И.Цининя, О.Зиле, Я.Андерсонс. Прогноз прочности однонаправленного базальтопластика, используемого для укрепления бетонных конструкций, *Механика композитных материалов*, 2012, т. 48, No. 6, с. 887-896.
11. В.П.Тамуж. О работе в механике, *Вестник ЧГПУ им. И.Я.Яковлева*. Серия: Механика предельного состояния. – 2012, № 1(11), с. 86-89.

Referāti konferencēs

1. V.Tamužs, E.Spārniņš "Cracking of cross-ply composite at off-axis loading" P.S. Theocaris Symposium "Recent Advances in Mechanics", Athens, Greece, September 17-19, 2009.
2. Y. Paramonov, J. Andersons, M. Kleinhofs. Modelling of tensile strength of fiber and composite using MinMaxDM distribution family. In: 6th St.Petersburg Workshop on Simulation. Proceedings, Vol. 2, Eds. S.M.Ermakov, V.B. Melas & A.N.Pepelyshev, 2009, 903-907.
3. R. Joffe, J. Andersons, E. Spārniņš. Applicability of Weibull Strength Distribution for Cellulose Fibers with Highly Non-Linear Behaviour. In: Proc. ICCM 17, 2009, Edinburgh, UK, 10 p. (CD).
4. E. Zīle, M. Daugevičius and V. Tamužs "Mechanical behavior of concrete columns confined by laterally pre-tensioned FRP" i CICE2010 5th International Conference on FRP Composites in Civil Engineering, Beijing, China, 27 - 29 September 2010.
5. S. Tarasovs, J. Andersons, Y. Leterrier. Estimation of interfacial fracture toughness of a thin transparent coating based on edge delamination evolution. Proc. of ECF-18, Dresden, 2010, 8 p.
6. V. Valdmanis, R. Tepfers. Some Special Features of Compressed Round CFRP Confined Concrete Columns, 13th International Congress on Polymers in Concrete, 10-12 February 2010, pp. 745-752, Funchal-Madeira, Portugal.
7. V. Tamuzs, S. Tarasovs, N. Romalis. Some Aspects of the Crack Propagation in Cortical Bones, 12th International Congress on Mesomechanics, Taipei, Taiwan, June 21-25, 2010 /Meso 2010 – Multiscaling of Synthetic and Natural Systems with Self-Adaptive Capability, Editors: G.C.Sih and C.K.Chao, National Taiwan University of Science and Technology/, pp.129-132.
8. V. Tamužs, V. Valdmanis. The Use of Composite for Strengthening and Rehabilitation of Concrete Columns, Proceedings of the Second International Conference "Topical Problems of Continuum Mechanics" 4-8 October 2010, Dilijan, Armenia, pp.348-350.

9. S.Tarasovs and A.Ghassemi. Propagation of a System of Cracks under Thermal Stress // CD: Symposium Proceedings: 45th US Rock Mechanics/Geomechanics Symposium, 26-29 June, 2011 / sponsored by the American Rock Mechanical Association; technical eds. G. S. Esterhuizen, A. N. Tutuncu, and A. T. Iannacchione. – San Francisco, California. – 6 p.
10. V.Tamužs, V.Valdmanis. Mechanical Behaviour of FRP-confined Concrete Columns Under Axial Compressive Load, Proceedings of the 18th International Conference on composite materials 21-26 August, 2011, Jeju Island, Korea.
11. Yu. Paramonov, R. Chatys, J. Andersons, M. Kleinhofs. Poisson process of defect initiation in fatigue of a composite material. In: Proc. of the 11th International Conference “Reliability and Statistics in Transportation and Communication” (RelStat'11), 19–22 October 2011, Riga, Latvia, p. 10-18.
12. S.Tarasovs and A.Ghassemi. On the Role of Thermal Stress in Reservoir Stimulation // Proceedings of 37th Workshop Geothermal Reservoir Engineering, Stanford, California, January 30-February 1, 2012. – [S. l.], [2012]. – 6 p.; [Stanford ERE](#).
13. E.Spārniņš, J.Modniks and J.Andersons. Stiffness, Strength, and Toughness Characteristics of a Unidirectional Flax-Fiber Composite // Book of Abstracts, Seventeenth International Conference, Mechanics of Composite Materials, Riga, Latvia, May 28-June 1, 2012. p. 203.
14. S.Tarasovs, E.Zīle and V.Tamužs. Influence of Fibers Orientation and Volume Content on the Fracture of Fiber-Reinforced Concrete // Book of Abstracts, Seventeenth International Conference, Mechanics of Composite Materials, Riga, Latvia, May 28-June 1, 2012. p. 213.
15. S.Tarasovs, E.Zīle, and V.Tamužs. Experimental and Numerical Investigation of Steel Fiber Reinforced Concrete Fracture // CD: 19th European Conference on Fracture, Kazan, Russia, 26-31 August, 2012. – 6p. – ISBN 978-5-905576-18-8.

4.1.2. Projekts 09.1545 „Jaunas paaudzes pultrūdētu kompozītmateriālu ar uzlabotām ekspluatācijas īpašībām izstrāde un to pielietojums konstrukciju elementos ar paaugstinātu nestspēju”, vad. A.Aniskevičs.

Projekta galvenais mērķis ir izstrādāt jaunas paaudzes pultrūdētus kompozītmateriālus ar uzlabotām ekspluatācijas īpašībām, lai tos varētu izmantot augstas nestspējas konstrukciju elementu radīšanai civilajā celtniecībā, pilsētas infrastruktūrā, kā arī esošu celtniecības objektu renovācijai un remontam. Sekojošie uzdevumi, kuru izpilde ir plānota 2012. gadam pieteiktajam projektam, daļēji ir to pētījumu turpinājums, kas iesākti 2009.- 2011. gg. trīs apvienojamo projektu ietvaros.

Šim nolūkam ir paredzēts veikt koordinētus pētījumus sekojošos virzienos:

1. Izstrādāt ar nanodaļiņām modificētas polimēru saistvielas.
2. Izpētīt pultrūdētu darinājumu izturību pret mitruma un cikliskas ārējās vides temperatūras iedarbību.
3. Optimizēt slodzes pārnēsi uz stingriem un lokaniem nesošiem pultrūdētiem konstrukciju elementiem.

Plānotā jaunas paaudzes pultrūdētu kompozītmateriālu izstrādi pavadīs kompleksi pētījumi, kā paaugstināt no tiem darināto celtniecības konstrukciju nestspēju, modificējot polimēro saistvielu ar nanodaļiņām, optimizējot darinājuma struktūru un pilnveidojot elementu sloģošanas veidu. Piedāvātā pētījuma tēma pilnā mērā atbilst Latvijas Ministru kabineta apstiprinātajam prioritārajam zinātnisko pētījumu virzienam „Inovatīvie materiāli un tehnoloģijas”.

Izpētīta nanokompozītu (epoksīda sveķi RIM135, Hexion, pildīti ar daudzsienu oglekļa nanocaurulītēm C150P, Baytubes, dažādās koncentrācijās 0%, 0.3wt%, 0.5wt% un 1wt.%) viskoelastīgā uzvedība, veicot īslaicīgās šķūdes pārbaudes stiepē. Noskaidrots, ka nanocaurulīšu ievadīšana polimērā praktiski neizmaina epoksīda sveķu viskoelastīgas īpašības plašā spriegumu diapazonā. Materiāliem ir raksturīga nelineārā šķūde pie spriegumiem lielākiem par 0.4 no stiprības. Viskoelastīgās deformācijas strauji pieaug nelineārajā diapazonā, taču atšķirības starp tīrā un pildītā ar nanocaurulītēm polimēra uzvedību ir neievērojamas. Pēc atgriezeniskās šķūdes

pārbaužu datiem noskaidrots, ka materiāliem piemīt ievērojamas neatgriezeniskās deformācijas pie spriegumiem lielākiem par 0.5 no stiprības, taču viennozīmīgas plastiskās deformācijas atkarība no nanokompozītu pildījuma satura nav atrasta.

Turpinās epoksīda sveķu pildītu ar oglekļa nanocaurulītēm mitruma sorbcijas un izplešanās kinētikas pētījumi atmosfērās ar dažādu relatīvo mitrumu ($RH = 0, 47, 77$ un 98%) un ūdenī pie istabas temperatūras. Pēc primārajiem datiem secināts, ka nanocaurulīšu ievadīšana polimērā neatkarībā no pildījuma satura nedaudz samazina sorbcijas ātrumu un ietilpību. Sorbcijas izotermām ir izteikts nelineārs raksturs. Aprēķināti materiālu mitruma izplešanās koeficienti un noteiktas to atkarības no nanokompozītu pildījuma satura un atmosfēras relatīvo mitrumu: atšķirības starp tīrā un pildītā ar nanocaurulītēm polimēra izplešanās kinētiku ir neievērojamas.

Izpētītas nanokompozītu termomehāniskās īpašības, veicot DMTA (dynamic thermomechanical analysis) pārbaudes. Noskaidrots, ka nanocaurulīšu ievadīšana līdz pat 1wt% koncentrācijai polimērā praktiski neietekmē epoksīda sveķu stiklošanas temperatūru; viskoelastīgā moduļa izmaiņas arī atrodas kļūdu izkliedes apgabalā.

Zinātniskais raksts, kas veltīts analītiska modeli izstrādāšanai nestspējas vērtējumam pie stiepes cilindrisko salieto enkuru stieņiem no augstas stiprības kompozītiem, ir publicēts starptautiskajā zinātniskajā žurnālā. Iegūti kvantitatīvie vērtējumi konkrētajiem materiāliem un iegūtiem rezultātiem ir praktiska nozīme.

Izstrādāta metode pultrūdētu siju stinguma aprēķināšanai stiepē, liecē un vērpe. To var izmantot kā ērtu praktisku paņēmieni, lai ātri novērtētu pultrūdētu siju stinguma raksturlielumus un tos optimāli projektētu. Šī metode ietver trīs posmi: sijas projektēšanu ņemot vērā tehnoloģiskos parametrus (1), elastības raksturlielumu aprēķināšana pa slāņiem, izmantojot kompozītmateriālu mikromehānikas modeļus (2), un sijas efektīva stinguma raksturlielumu izskaitļošana, izmantojot klasiskās slāņainu kompozītmateriālu teorijas (3). Izstrādāta metode, par paraugu ņemot kārbveida pultrūdētas sijas, ir prezentēta starptautiskajā konferencē kā mutisks referāts.

Veiktas trīspunktu lieces pārbaudes paraugiem, izgrieztiem no stiklaplasta divplākšņu sijas plāknēm pultrūzijas šķērsvirzienā. Pēc pārbaudes rezultātiem uzbūvētas slodze-deformācija līknes, aprēķināti elastības modulis un stiprība liecē. IZanalizētas sabrukuma modes pārbaudītiem paraugiem. Iegūtie eksperimentālie rezultāti ir prezentēti starptautiskajā konferencē kā stenda referāts.

Izstrādāta metode telpisku ģeometrisku modeļu konstruēšanai enkuram ar ieķīlējumu kompozītmateriāla stieņu. Konstruēšana tiek veikta ar enkura telpisko detaļu integrētu montāžu, izmantojot specializētu trīsdimensiju grafiku datorprogrammu SolidWorks 2007. Ir praktiski apgūta enkura galīgo elementu modeļa konstruēšana (galīgo elementu režģa konstruēšanu, enkura materiālu mehāniskās īpašības, robežnosacījumus, un ārējas slodzes) pamatoties uz datorprogrammā ANSYS Workbench 12.1 and ANSYS 12.1 classic importētajiem telpiskiem ģeometriskiem modeļiem. Ir veikts enkura galīgo elementu iepriekšējs aprēķins un trīsdimensijas sprieguma–deformācijas stāvokļa analīze.

Lai noprecizēt ūdens sorbcijas procesa aprakstu (modeļu) pultrūdētas divplaukta sijas kompozītmateriālam (uz poliestersveķu bāzes izgatavota slāņaina stiklaplasta), bija izanalizēti uzbūvēšanas tilpuma deformācijas atkarības no masas pieauguma. Novērtētas poru satura izmaiņas laikā kompozītmateriāla mitrināšanas procesā. Ir atrastas korelācijas starp elastīguma moduļa un stiprības izmaiņām.

IZanalizēti eksperimentālie rezultāti iegūti pie cikliskas temperatūras ietekmi izpētīšanas uz mehānisko un termisko īpašību izmaiņām. Atrastas korelācijas starp elastīguma moduļa un termiskas izplešanās koeficienta izmaiņām, kuras būs pielietotas paātrinātas prognozes metodikas izstrādāšanai.

Izveidoti telpiskie un galīgo elementu modeļi enkuram ar ieķīlējumu kompozītmateriāla stieņu, kuram bija dažādi taisnas enkura zonas garumi (200 mm, 50 mm, 5 mm un 5 mm). Ir veikti enkura trīsdimensiju spriegumu–deformāciju stāvokļa aprēķini ņemot vērā elastīga un elastīga plastiska uzvedība epoksīdsveķi. Iegūtie skaitliskie rezultāti iz apstrādāti un spriegumos epīras ir konstruēti un izanalizēti uz ogļplasta stieņu un epoksīdsveķi. Maksimālo spriegumu analīze atļauj konstatēt

svarīgu secinājumu, ka kīļa atrašanās vieta regulēšana praktiski nemaina kaitīgu spriegumu koncentrāciju enkurā noslogotajā galā, tāpēc jāmeklē citu strukturālu risinājumu.

Izanalizēti eksperimentālie dati, kas iegūti testējot profilētas satvērēju ar mainīgu liekumu. Šis satvērējs ir paredzēts, lai pārbaudītu no augstizturīgiem kompozītmateriāliem izgatavotas plakanas, lokanas lentes. Eksperimentāli izpētīta lieces parādīšanās plānā vienvirziena oglekļa lentē (platums 15 mm, biezums 0,5 mm), kura iespīlēta profila satvērējā un noslogota ar stiepes slodzi.

Ar mērķu paplašināt eksperimentālo datu bāzu jāizpētī pultrūdētu darinājumu izturību pret mitruma un cikliskas ārējās vides temperatūras iedarbību kārbā veida profilam no oglekļa epoksīda kompozītmateriāla.

Veiktie pētījumi atļauj konstatēt, kā tālāka optimizēšanas etaps, lai uzlabotu slodzes pārneši enkuram ar iekļājumu kompozītmateriāla pultrūdētu stieņu ir saistīts ar enkura konstrukcijas izmaiņu. Taisna enkura zona projektēta ar berzes spēku interfeisu, lai samazinātu spriegumu koncentrāciju enkurā noslogotajā galā. Šāda enkura konstrukcijas koncepcija jāatrisina nelineāra trīsdimensiju kontakta problēmu ar galīgo elementu metodi.

Projekta izpildes gaitā notika sadarbība ar:

- LZP grantiem Nr. 09.1562
- Valsts pētījumu programma 3.6. „Funkcionālo materiālu/nanokompozītu dizains, tehnoloģiju izstrāde un to īpašības”.

Projekta ietvaros veiktie pētījumi tika saskaņoti ar darbiem šādos projektos:

- ESF Nr.2009/0209/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/114, „Cilvēkresursu piesaiste moderno kompozītmateriālu kompleksiem pētījumiem”
- ERAF Nr. 2010/0296/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/049, “Jaunas stiprinājuma sistēmas no pultrūdētiem kompozītmateriāliem izstrāde un pielietošana konstrukcijas elementos ar paaugstinātu nestspēju”

Papildus jau minētajiem, jauni svarīgi zinātniski rezultāti ir iegūti arī zinātniskā sadarbībā ar:

- LU CFI,
- Pennsylvania State University (USA);
- National Research Council, Institute for Composite and Biomedical Materials, Naples (Itālija);
- South Ural State University, Chelyabinsk (Krievija);
- Metal-Polymer Research Institute NAS, Gomel (Baltkrieviju);
- Department of Mechanical Engineering and Industrial Management, Faculty of Engineering, University of Porto (Portugāli).

Pētījumu īstenošanā iesaistīti LU Fizikas un matemātikas fakultātes un RTU studenti, kuri mācās pēc maģistra programmām, kā arī tika gatavoti LU doktoranti.

Zinātniskie raksti

1. Glaskova T., Zarrelli M., Aniskevich A., Giordano M., Trinkler L., and Berzina B. ‘Quantitative optical analysis of filler dispersion degree in MWCNT-epoxy nanocomposite’. *Composites Science and Technology*, 2012, Vol. 72, No. 4, p. 477-481.
2. Янсон, Ю. О., Анискевич, А. Н., Паже Л. А., ‘Анализ обратимых и необратимых деформаций при ползучести нелинейно вязкоупругого полимера’, *Механика композитных материалов*, Т. 48, 2012, № 2, с. 303-314.
Jansons, J., Aniskevich, A., Pazhe, L., ‘Analysis of reversible and irreversible strains during the creep of nonlinear viscoelastic polymer’, *Mechanics of Composite Materials*, Vol. 48, No. 2, 2012, pp. 209–216.
3. Vidinejevs, S., Aniskevich, A., Gregor, A., Sjöberg, M., Alvarez, G. ‘Smart polymeric coatings for damage visualization in substrate materials’. *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 2012, Vol. 23, doi: 10.1177/1045389X12447289, No. 12, pp. 1371-1377.

4. Starkova, O., Buschhorn, S., Mannov, E., Schulte, K., Aniskevich, A. 'Creep and creep-recovery of epoxy/MWCNT nanocomposites'. *Composites: Part A*, doi: 10.1016/j.compositesa.2012.03.015, Vol. 43, No. 8, pp. 1212–1218.
5. Aniskevich, K., Aniskevich, A., Arnautov, A., Jansons, J. 'Mechanical properties of pultruded glass fiber-reinforced plastic after moistening'. *Composite Structures*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.compstruct.2012.04.030>, 2012, Vol. 94, pp. 2914–2919.
6. Видинеев, С., Стрекалова, О., Анискевич, А., 'Разработка композитного материала с функцией визуализации механического воздействия'. *Механика композитных материалов*, Т. 48, 2012, in press.
Vidinejevs, S., Strekalova, O., and Aniskevich, A., 'Development of a Composite with an Inherent Function of Visualization of a Mechanical Action'. *Mechanics of Composite Materials*, 2012, Vol. 48, in press.
7. Aniskevich, K., Starkova, O., Jansons, J., Aniskevich, A. *Long-Term Deformability and Aging of Polymer Matrix Composites*, New York: Nova Science Publishers, Inc., ISBN: 978-1-61470-291-7, 2012, 250 p.

Referāti konferencēs

1. Aniskevich, A., Kulakov, V., Arnautov, A., Portnov, G., 'Efficiency of Pultruded Composites in Constructions: Anchorage, Adhesion, and Durability', *The 6th International Conference on FRP Composites in Civil Engineering*, CICE-2012, 13-15 June 2012, Rome, Italy, Proceedings CD, 11-522, 6 p.
2. Akishin, P., Aniskevich, A., Aniskevich K., 'Numerical Modelling of Heat Diffusion in an Orthotropic I-Beam', *17th International Conference Mechanics of Composite Materials*, May 28 – June 1, 2012, Riga, Latvia, Book of Abstracts, p. 33.
3. Aniskevich, A. N., Guedes, R. M., Starkova, O., 'Linear Viscoelastic Approach to the Tensile Creep of Epoxy Resin With a Variable Moisture Content', *17th International Conference Mechanics of Composite Materials*, May 28 – June 1, 2012, Riga, Latvia, Book of Abstracts, p. 40.
4. Glaskova, T., Aniskevich, A., Zarrelli, M., Martone, A., Giordano, M., 'Mechanical Properties of Epoxy and an Epoxy-Based CFRP Filled with Carbon Nanotubes', *17th International Conference Mechanics of Composite Materials*, May 28 – June 1, 2012, Riga, Latvia, Book of Abstracts, p. 88.
5. Strekalova, O., Vidinejevs, S., Aniskevich, A., 'Self-Monitoring of Fibre-Reinforced Composites: Visual Response to the External Indentation', *17th International Conference Mechanics of Composite Materials*, May 28 – June 1, 2012, Riga, Latvia, Book of Abstracts, p. 208.
6. Aniskevich, A., Kulakov, V., Arnautov, A., Portnov, G., 'Efficiency of Pultruded Composites in Constructions: Anchorage, Adhesion, and Durability', *The 6th International Conference on FRP Composites in Civil Engineering*, CICE-2012, 13-15 June 2012, Rome, Italy, Proceedings CD, 11-522.
7. Aniskevich, A., Paze, L., 'Experimental Investigation and Modeling of Nonlinear Viscoelastic Plastic Behavior of Polyimide', *15th European Conference on Composite Materials (ECCM-15)*, June 24-28, 2012 Venice, Italy. ISBN 978-88-88785-33-2, USB_disk, Paper ID: 344.
8. Starkova, O., Buschhorn, S., Mannov, E., Schulte, K., Aniskevich, A., 'Creep behavior of epoxy/MWCNT composites', *15th European Conference on Composite Materials (ECCM-15)*, June 24-28, 2012 Venice, Italy.
9. Aniskevich, A., Starkova, O. 'Crosscoupled creep and moisture sorption processes in polymers'. *10th International Conference on Durability Analysis of Composite Systems, DURACOSYS – 2012*, September 17-19, 2012, Brussels (Belgium).
10. Starkova, A., Buschhorn, S.T., Mannov, E., Schulte, K., Aniskevich, A., 'Moisture sorption and swelling by epoxy/MWCNT composites'. *10th International Conference on*

4.1.3. Projekts 09.1543 „Dažādas sīkdispersas, t. sk. nanoizmēru, pildvielas saturošu jaunāko kompozītmateriālu fizikāli mehāniskās īpašības un to prognozēšana”, vad. J.Jansons.

Projekta izpildes gaitā darbi tika veikti atbilstoši pamatmērķim – izpētīt dažādas sīkdispersas, t.sk. nanoizmēru, pildvielas saturošu jaunāko kompozītmateriālu fizikāli mehāniskās īpašības, lai noskaidrotu to prognozēšanas iespējas. Pētīti polimēru kompozīti, kas satur dažādu pildvielu (slāņaino silikātu, oglekļa nanocaurulīšu, nanošķiedru, sīkdispersu pulveru u.c.) daļiņas. Noskaidrotas nanodaļiņu disperģēšanās likumsakarības materiālā, kā arī to ietekme uz polimēru matricu morfoloģiju. Veikti kompleksi (eksperimentāli un teorētiski) polimēru nanokompozītu mehānisko, barjeras un termisko īpašību pētījumi. Iegūtie dati izmantoti lai pilnveidotu zināmos un izstrādātu jaunus matemātiskos modeļus nanokompozītiem ar anizometrisko daļiņu plašu sortimentu, ievērojot dažādus iespējamus materiāla struktūras hierarhijas variantus. Īpaša vērība tika veltīta šo kompozītu ilglaicīgo ekspluatācijas īpašību prognozēšanai. Iegūtie rezultāti ļauj radīt zinātniski pamatotus priekšnosacījumus nanokompozītu materiālu praktiskai izmantošanai.

- Eksperimentāli un teorētiski izpētītas polimērsilikātu nanokompozītu barjeras īpašības. Par nanokompozītu pildvielu izmantoti nemodificēti un organiski modificēti montmorillonīta māli, bet par matricu – sintētisks polimērs un dabisks bioloģiski sadalāms polimērs. Eksperimentāli noteikti pētīto nanokompozītu ūdens tvaiku difūzijas, šķīdības un caurlaidības koeficienti. Iegūto datu rezultātā konstatēts, ka salīdzinoši neliels montmorillonīta daudzums, kura daļiņas orientētas noteiktā virzienā, būtiski uzlabo materiāla barjeras īpašības. Teorētiski analizēta slāņaino daļiņu orientācijas ietekme uz materiāla caurlaidību. Šim nolūkam izveidots matemātiskais modelis nanokompozītu barjerīpašību raksturlielumu (difūzijas un caurlaidības) noteikšanai. Šos lielumus raksturo otrā ranga tenzori, kas atkarīgi no nanodaļiņu formas un orientācijas materiālā. Iegūtas galīgas analītiskas sakarības šo tenzoru komponentu aprēķināšanai.

Šo pētījumu rezultāti apkopoti grāmatas sadaļā [1], izklāstīti trīs rakstos [2, 3, 4] un konferenču referātos [15, 16].

- Izstrādāta metode elastības (stinguma) konstanšu aprēķināšanai kompozītiem, kas satur dažādas anizometriskas pildvielas daļiņas. Daļiņu forma modelēta ar rotācijas elipsoīdu. Pilnveidotais modelis ļauj ņemt vērā daļiņu raksturīgos izmērus un to orientācijas sadalījumu materiālā. Šim nolūkam uzkonstruēta atbilstoša orientācijas sadalījuma funkcija. Iegūtas galīgas analītiskas sakarības ceturta ranga elastības tenzora komponentu aprēķināšanai. Izpildīta teorētiskā analīze un iegūti dati par pildvielas nanodaļiņu formas ietekmi uz kompozīta anizotropiju.

Rezultāti izklāstīti zinātniskā rakstā [5] un papildina priekšstatus par nanokompozītu īpašību anizotropiju.

- Eksperimentāli izpētītas fizikāli-mehāniskās īpašības nanokompozītiem uz polivinilacetāta (PVA) un oglekļa nanocaurulīšu (CNT) bāzes. Noskaidrota CNT ietekme uz materiāla termodestrukciju, elektrisko pretestību un ūdens tvaika sorbciju, kā arī uz mehānisko īpašību raksturlielumiem (tecēšanas robežspriegumu, stiprības robežspriegumu, elastības moduli un šļūdi).

Rezultāti izklāstīti zinātniskos rakstos [6, 7] un konferenču referātos [17, 18, 19].

- Piedāvāts matemātiskā modeļa variants, kas ļauj ņemt vērā ne tikai oglekļa nanocaurulīšu koncentrāciju, izmērus un orientāciju materiālā, bet arī (un tas ir svarīgi) to aglomerāciju kompozītā. Skaitliskajā analīzē iegūtie rezultāti liecina, ka CNT aglomerācija būtiski ietekmē nanokompozīta elastības konstantes; tas saskan ar literatūrā zināmajiem eksperimentālajiem datiem.

Piedāvātais modelis un analīzes rezultāti izklāstīti zinātniskā rakstā [6].

- Eksperimentāli un teorētiski izpētīta šķidri kristālisko polimēru (LCP) mikro fibrillu ietekme uz polietilēna mehāniskajām īpašībām (tecēšanas robežspriegumu, stiprības robežspriegumu, elastības moduli un ilglaicīgo šļūdi). Konstatēts, ka LCP fibrillas materiālā veidojas spiedliešanas procesā, t. i., īstenojas tā sauktais materiāla pašarmēšanas efekts. Ieteikts elastības konstanšu aprēķināšanas variants materiāliem ar LCP orientētām fibrillām, kuru elastības modulis atkarīgs no sastiepuma pakāpes. Eksperimentālie dati un analīzes rezultāti izklāstīti divos rakstos [8, 9] un konferenču referātos [20, 21].
- Iegūti teorētiski dati par starpfāžu slāņu ietekmi uz oglekļa nanocaurulītes (CNT) saturošu polimērkompozītu īpašībām. Piedāvāts attiecīgs algoritms un iegūtas matemātiskas izteiksmes, kas ļauj novērtēt starpfāžu slāņu ietekmi uz nanokompozīta elastības konstantēm. Teorētiski analizēta starpfāžu slāņu elastīgā stinguma izmaiņu ietekme uz elastības konstantēm nanokompozītiem ar vienvirziena un haotisku caurulīšu orientāciju. Ietekme izpētīta plašā izmaiņu diapazonā (no desmitkārtīga samazinājuma līdz desmitkārtīgam palielinājumam) attiecībā pret nemainīgu matricu. Konstatēts, ka, palielinoties pildītāja saturam, starpfāžu slāņu relatīvā ietekme uz kompozīta stingumu pieaug; to izraisa nanocaurulīšu lielā īpatnējā virsma un atbilstīga starpfāžu slāņu tilpuma daļas palielināšanās.
Iegūtie dati papildina mūsdienu priekšstatus par polimēru nanokompozītu īpašības ietekmējošiem faktoriem. Rezultāti izklāstīti zinātniskā rakstā [10].
- Sadarbībā ar RTU Polimērmateriālu institūtu un LU Ķīmijas fakultāti izpētīta šļūde trīs tipu kompozītiem ar polietilēna (PE) matricu un dažādām pildvielām: ar oglekļa nanocaurulītēm (PE/CNT), ar šķidri kristālisku polimēru (PE/LCP) un ar hlora polietilēnu (PE/CIPE). Šo darbu mērķis bija noskaidrot iespējas samazināt polietilēna šļūdes deformācijas, ilgstoši iedarbojoties mehāniskiem spriegumiem. Darbu rezultāti īsumā ir šādi:
 - Konstatēts, ka, palielinot oglekļa nanocaurulīšu saturu kompozītā PE/CNT, var ne tikai paaugstināt materiāla elastības moduli, bet arī ievērojami samazināt šļūdes deformācijas. Piemēram, pievienojot 5 masas % CNT, kompozīta šļūdes deformācijas samazinās par 30%, salīdzinot ar tīru PE. Jāatzīmē, ka eksperimenti veikti mazām sprieguma vērtībām lineārās viskoelastības apgabalā. Tādēļ iegūtie dati jāuzskata kā priekšizpēte.
 - Analizējot iegūtās eksperimentālās šļūdes līknes PE/LCP ar mazām (ne vairāk par 3 masas %) šķidri kristāliskā polimēra piedevām, noskaidrots materiāla armēšanas efekts ar LCP mikro fibrillām. 3 masas % LCP saturoša PE/LCP ilglaicīgās (līdz 1000 stundām) šļūdes deformācijas, salīdzinot ar tīru PE, samazinās 1,3 reizes.
 - PE/CIPE šļūde, kā jau varēja gaidīt, izrādījās visai ievērojama. Šajā gadījumā uzdevums bija pētīt iespējas samazināt šļūdes efektu, materiālu modificējot ar radiācijas palīdzību. Noskaidrots, ka starojuma dozas paaugstināšana izraisa likumsakarīgu šļūdes deformācijas samazināšanos.

Šļūdes pētījumu rezultāti izklāstīti zinātniskajos rakstos [11, 12, 13] un konferenču referātos [22, 23, 24].

- Izpētītas īpašības PE/CNT nanokompozītiem, kas izveidoti, izmantojot pulverveida CNT koncentrātu, kurš savukārt iegūts, polimerizējot PE *in situ* uz nanocaurulīšu virsmas. CNT saturs koncentrātā sasniedza ~32%. Iegūti dati par mazu (ne vairāk par 5%) CNT piedevu ietekmi uz PE/CNT kompozītu mehāniskajām īpašībām (stiprību, elastību, deformējamību un ilglaicīgo šļūdi). Secināts, ka līdzīgu CNT koncentrātu izmantošanu var uzskatīt par perspektīvu metodi, gatavojot kompozītus ar slikti savietojamām polimēru matricām.
Darba rezultāti izklāstīti rakstā [14] un konferences referātā [25].

Projekta iesāktie darbi tiks turpināti pie nosacījuma, ka tiks saņemts finansējums. Sagatavots tematiskā projekta pieteikums, tiek apzinātas iespējas pieteikt savu daļību IeP, pētnieku grupa gatavo pieteikumu ESF Cilvēkresursu projektu otrai kārtai.

Zinātniskā sadarbība

- Sadarbībā ar RTU Polimērmateriālu institūtu un LU Ķīmijas fakultāti izpētīta šļūde trīs tipu kompozītiem ar polietilēna (PE) matricu un dažādām pildvielām: ar oglekļa nanocaurulītēm (PE/CNT), ar šķidri kristālisku polimēru (PE/LCP) un ar hlora polietilēnu (PE/CIPE). Šo darbu mērķis bija noskaidrot iespējas samazināt polietilēna šļūdes deformācijas, ilgstoši iedarbojoties mehāniskiem spriegumiem. Darbu rezultāti īsumā ir šādi:
 - Konstatēts, ka, palielinot oglekļa nanocaurulīšu saturu kompozītā PE/CNT, var ne tikai paaugstināt materiāla elastības moduli, bet arī ievērojami samazināt šļūdes deformācijas. Piemēram, pievienojot 5 masas % CNT, kompozīta šļūdes deformācijas samazinās par 30%, salīdzinot ar tīru PE. Jāatzīmē, ka eksperimenti veikti mazām sprieguma vērtībām lineārās viskoelastības apgabalā. Tādēļ iegūtie dati jāuzskata kā priekšizpēte.
 - Analizējot iegūtās eksperimentālās šļūdes līknes PE/LCP ar mazām (ne vairāk par 3 masas %) šķidri kristāliskā polimēra piedevām, noskaidrots materiāla armēšanas efekts ar LCP mikrofibrillām. 3 masas % LCP saturoša PE/LCP ilglaicīgās (līdz 1000 stundām) šļūdes deformācijas, salīdzinot ar tīru PE, samazinās 1,3 reizes.
 - PE/CIPE šļūde, kā jau varēja gaidīt, izrādījās visai ievērojama. Šajā gadījumā uzdevums bija pētīt iespējas samazināt šļūdes efektu, materiālu modificējot ar radiācijas palīdzību. Noskaidrots, ka starojuma dozas paaugstināšana izraisa likumsakarīgu šļūdes deformācijas samazināšanos.

Šļūdes pētījumu rezultāti izklāstīti zinātniskajos rakstos [11, 12, 13] un konferenču referātos [22, 23, 24].

- Izpētītas īpašības PE/CNT nanokompozītiem, kas izveidoti, izmantojot pulverveida CNT koncentrātu, kurš savukārt iegūts, polimerizējot PE *in situ* uz nanocaurulīšu virsmas. CNT saturs koncentrātā sasniedza ~32%. Iegūti dati par mazu (ne vairāk par 5%) CNT piedevu ietekmi uz PE/CNT kompozītu mehāniskajām īpašībām (stiprību, elastību, deformējamību un ilglaicīgo šļūdi). Secināts, ka līdzīgu CNT koncentrātu izmantošanu var uzskatīt par perspektīvu metodi, gatavojot kompozītus ar slikti savietojamām polimēru matricām. Darba rezultāti izklāstīti rakstā [14] un konferences referātā [25].

Iespēju robežās šie kopējie pētījumi tiks turpināti pie nosacījuma, ka tam tiks atrasts finansējums.

Projekta patstāvīgu sadaļu veido teorētiski un praktiski pētījumi par signālapstrādes metožu pielietošanu relaksācijas un retardācijas spektru noteikšanai. Galvenie rezultāti sekojošie.

Balstoties uz ciparu funkcionālo filtrāciju ar ģeometrisku diskretizāciju, izstrādāta unificēta pieeja relaksācijas un retardācijas laiku sadalījuma (RRLS) noteikšanai no dažādām statiskām (laika apgabala) un dinamiskām (frekvences apgabala) materiālu funkcijām. Teorētiski pierādīts, ka RRLS noteikšanas problēma no astoņām materiālu funkcijām reducējās uz inversās filtrācijas uzdevumu ar trīs frekvences raksturlīknēm Melina pārveidojuma apgabalā, kas attiecas uz RRLS noteikšanu: (i) no statiskām funkcijām, (ii) no dinamisko funkciju reālām daļām un (iii) no dinamisko funkciju imaginārām daļām. Konstatēts, ka RRLS noteikšanai no astoņām materiāla funkcijām nepieciešami trīs algoritmi (ar variantiem ar pāra un nepāra skaita koeficientiem), kas pielietojami: (i) statiskām funkcijām, (ii) statisko funkciju atvasinājumiem pēc laika, (iii) dinamisko funkciju reālajām un imaginārajām daļām.

Piedāvāts RRLS noteikšanas uzdevuma nestabilitāti, kas izriet no RRLS noteikšanas uzdevuma nekorektā rakstura, kvantitatīvi novērtēt ar RRLS trokšņa dispersijas pastiprināšanas koeficientu. Atrasti nosacījumi optimālas precizitātes nodrošināšanai pie pieņemamiem trokšņa pastiprināšanas koeficientiem. Konstatēts, ka praksē pieļaujama trokšņa pastiprināšanas koeficienta, kas mazāks par 10, nodrošināšanai algoritmiem jāsaturs no 5 līdz 7 koeficientiem pie ģeometriskās diskretizācijas kvocienta robežās no 2.5 līdz 4. Balstoties uz mašīnāpmācību un kontrolējot trokšņa pastiprināšanu ar diskretizācijas ātruma maiņu, izstrādāta metode RRLS noteikšanas algoritmu

sintēzei, kas iepriekš definētiem materiālu funkciju intervāliem nodrošina vēlamu trokšņa pastiprināšanas koeficientu. Izstrādāta programmatūra RRLS sintēzei un sintezēti algoritmi RRLS noteikšanai no dažādām materiālu funkcijām. Izpētīta sintezēto algoritmu veiktspēja, konstatēts sintezēto algoritmu veiktspējas pārkāpums salīdzinājumā ar esošajiem algoritmiem.

Zinātniskie raksti

1. *Maksimov R. D.* Barrier properties of styrene-acrylate copolymer nanocomposites In: V. Mittal, editor. *Barrier properties of polymer clay nanocomposites*. N.Y.: Nova Science Publishers, Inc., 2009. – P. 213-230.
2. *Maksimov R. D., Lagzdins A., Lilichenko N., Plume E.* Mechanical properties and water vapor permeability of starch/MMT nanocomposites // *Polymer Eng. Sci.* – 2009. – Vol. 49, No. 12. – P. 2421–2429, DOI 10.1002/pen.21491.
3. *Ivanova T., Lilichenko N., Zicans J., Maksimov R.* Starch based biodegradable nanocomposites: structure and properties // *Solid State Phenomena*. – 2009. – Vol. 151. – P. 150–154.
4. *Elksnite I., Lilichenko N., Svinka R., Zicans J., Tupureina V., Maksimov R.* Sorptive and mechanical properties of the modified starch/montmorillonite nanocomposites // *Proceedings of Intern. Sci. Conf. “Material Science and Manufacturing Technology.”* – Prague, Czech Republic. – 25–26 June, 2009. – P. 67–70.
5. *Лагздинь А., Максимов Р. Д., Плуме Э.* Анизотропия упругости композита с разноориентированными анизометрическими частицами наполнителя // *Механика композит. материалов*. – 2009. – Т. 45, № 4. – С. 507–524.
Lagzdins A., Maksimov R. D., and Plume E. Anisotropy of elasticity of a composite with irregularly oriented anisometric filler // *Mechanics Compos. Mater.* – 2009. – Vol. 45, No. 4. – P. 345–358, DOI 10.1007/s11029-009-9096-3.
6. *Максимов Р. Д., Битениекс Ю., Плуме Э., Зицанс Я., Мерий-Мери Р.* Влияние добавок углеродных нанотрубок на физико-механические свойства поливинилацетата // *Механика композит. материалов*. – 2010. – Т. 46, № 3. – С. 345–362.
Maksimov R. D., Bitenieks J., Plume E., Zicans J., and Merijs Meri R. The effect of introduction of carbon nanotubes on the physicomachanical properties of polyvinylacetate // *Mechanics Compos. Mater.* – 2010. – Vol. 46, No. 3. – P. 237–350, DOI 10.1007/s11029-010-9142-1.
7. *Merijs Meri R., Bitenieks J., Kalnins M., and Maksimov R.* Modeling and stress-strain characteristics of mechanical properties of carbon nanotube reinforced polyvinylacetate nanocomposites // *Proceeding of Vth Intern. Conf. on Times of Polymers (TOP) and Composites*. – Ischia, Italy. – June 20–23, 2010. – P. 333– 335.
8. *Элксните И., Максимов Р. Д., Зицанс Я., Мерий Мери Р.* Влияние малых добавок жидкокристаллического полимера на механические свойства полиэтилена // *Механика композит. материалов*. – 2010. – Т. 46, №1. – С. 105–120.
Elksnite I., Maksimov R. D., Zicans J., and Merijs Meri R. The effect of small additions of a liquid-crystalline polymer on the mechanical properties of polyethylene // *Mechanics Compos. Mater.* – 2010. – Vol. 46, No. 1. – P. 77–88, DOI 10.1007/s11029-010-9128-z.
9. *Ivanova T., Zicans J., Elksnite I., Kalnins M., and Maksimov R.* Mechanical properties of injection moulded binary blends of polyethylene with small additions of a liquid crystalline polymer // *Proceeding of Vth Intern. Conf. on Times of Polymers (TOP) and Composites*. – Ischia, Italy. – June 20–23, 2010. – P. 310– 312.
10. *Максимов Р. Д., Плуме Э.* Влияние межфазных слоев на упругие свойства полимерного композита, армированного углеродными нанотрубками // *Механика композит. материалов*. – 2011. – Т. 47, № 3. – С. 377–388.

Maksimov R. D. and Plume E. Effect of interphase layers on the elastic properties of a carbon-nanotube-reinforced composite // *Mechanics Compos. Mater.* – 2011. – Vol. 47, No. 3. – P. 255–262, DOI 10.1007/s11029-011-9205-y.

11. *Merijs Meri R., Bitenieks J., Kalnins M., Maksimov R.* Modeling and stress-strain characteristics of the mechanical properties of carbon-nanotube-reinforced poly(vinyl acetate) nanocomposites // *J. Applied Polymer Sci.* – 2011. – Vol. 122. – P. 3569–3573, DOI: 10.1002/app.34767.
12. *Ivanova T., Zicans J., Elksnite I., Kalnins M., Maksimov R.* Mechanical properties of injection-molded binary blends of polyethylene with small additions of a liquid-crystalline polymer // *J. Applied Polymer Sci.* – 2011. – Vol. 122. – P. 3564–3568, DOI: 10.1002/app.34766.
13. *Рейнхолдс И., Калькис В., Максимов Р. Д., Зицанс Я., Мерий Мери Р.* Влияние радиационной модификации и постоянного магнитного поля на деформационные свойства смесового полимерного композита // *Механика композит. материалов.* – 2011. – Т. 47, № 5. – С. 707–716.
Reinholds I., Kalkis V., Maksimov R. D., Zicans J., and Merijs Meri R. The effect of radiation modification and of a uniform magnetic field on the deformation properties of polymer composite blends // *Mechanics Compos. Mater.* – 2011. – Vol. 47, No. 5. – P. 497–504, DOI 10.1007/s11029-011-9227-5.
14. *Максимов Р. Д., Битениекс Ю., Плуме Э., Зицанс Я., Мерий Мери Р.* Свойства композита, изготовленного с использованием концентрата углеродных нанотрубок в полиэтилене // *Механика композитных материалов.* – 2012. – Т. 48, № 1. – С. 67–82.
Maksimov R. D., Bitenieks J., Plume E., Zicans J., and Merijs Meri R. Properties of a composite prepared using a concentrate of carbon nanotubes in polyethylene // *Mechanics of Composite Materials.* – 2012. – Vol. 48, No. 1. – P. 47–56, DOI 10.1007/s11029-012-9250-1.

Konferenču referātu tēzes

15. *Lilichenko N., Zicans J., Ivanova T., Merijs Meri R., Dzene A., Maksimov R.* Mechanical and sorption properties of the organically modified clay reinforced biodegradable starch nanocomposites // *Intern. Baltic Sea Region Conf. “Functional materials and nanotechnologies, 2009.”* – Riga, 31 march – 3 april, 2009. – Book of Abstracts. – P. 83.
16. *Bartule M., Lilichenko N., Zicans J., Maksimov R., Tupureina V., Svinka V.* Elasticity, stress-strain characteristics and structure of the modified starch/clay nanocomposites // *“Baltic Polymer Symposium 2009”* – Ventspils, Latvia. September 22–25, 2009. – Programme and Proceedings. – P. 38.
17. *Bitenieks J., Zicans J., Maksimov R. D., Merijs Meri R., and Plume E.* Physicomechanical properties of polyvinylacetate reinforced with carbon nanotubes // *Conf. Mech. Compos. Mater. MCM-2010.* – Riga, May 24–28, 2010. – Book of Abstracts. – P. 51.
18. *Bitenieks J., Maksimov R., Ivanova T., Merijs Meri R., Grabis J.* Carbon nanotube / polyvinyl acetate composites: structure and stress-strain characteristics // *14th European Conf. Compos. Materials.* – Budapest, Hungary, June 7–10, 2010. – Abstracts. – P. 67.
19. *Bitenieks J., Merijs Meri R., Zicans J., Maksimov R.* Carbon nanotube containing polymer nanocomposites: structural, rheological and mechanical behaviour // *“Baltic Polymer Symposium 2010.”* – Palanga, Lithuania, September 8–11, 2010. – Programme and Abstracts. – P. 7.
20. *Elksnite I., Ivanova T., Kalnins M., Zicans J., Maksimov R.* Development of liquid crystal polymer modified polyethylene composites and investigation of its elastic properties // *Intern. Conf. “Functional materials and nanotechnologies-2010.”* Riga, March 16–19, 2010. – Book of Abstracts. – P. 159.

21. *Elksnite I., Bockov I., Zicans J., Kalnins M., Maksimov R.* Theoretical and practical considerations of the effects of minor amounts of thermotropic liquid crystal polymer on the mechanical properties of polyethylene // Proc. 14th European Conf. on Compos. Mater. – Budapest, Hungary. –June 7–10, 2010. – Abstracts. – P. 80.
22. *Zicans J., Merijs Meri R., Ivanova T., Bitenieks J., Maksimov R., Bledzki A. K.* Carbon nanotube/polyvinylacetate nanocomposites: selected structure- property relationships and modeling // Second Intern. Conf. on Multifunctional, Hybrid and Nanomaterials. – Strasbourg, France, 6–10 March 2011. – CD HYMA2011. – Abstract [B.3.5.2].
23. *Zicans J., Bitenieks J., Knite M., and Maksimov R.* Carbon nanotubes modified polyvinylacetate composite: theoretical and experimental aspects // 16th Intern. Conf. on Composite Structures. ICCS 16. – Porto, Portugal, June 28–30, 2011. – Programme and Abstracts.
24. *Reinholds I., Kalkis V., Maksimov R. D., Zicans J., Meri R. M., Ivanova T.* The effect of radiation modification and uniform magnetic field on deformation properties of polymer composite blends // Intern. Conf. “Functional materials and nanotechnologies–2011.” Riga, April 5–8, 2011. – Book of Abstracts. – P. 140.
25. *Bitenieks J., Merijs Meri R., Zicans J., Maksimov R. D., and Plume E.* Physicomechanical properties of a polyethylene/carbon nanotube composite prepared using concentrate of nanotubes in polyethylene // 17th Intern. Conf. “Mechanics of Composite Materials” MCM-2012. – Riga, May 28 – June 1, 2012. – Book of Abstracts. – P. 61.

Publikācijas par relaksācijas un retardācijas spektru noteikšanu

1. V. Shtrauss, A. Kalpinsh, U. Lomanovskis, Pragmatic approach to designing deconvolution filters, *Scientific Proceedings of RTU. Series 7. Telecommunications and Electronics*, vol. 9, pp. 86-95, 2009.
2. V. Shtrauss, A. Kalpinsh, U. Lomanovskis, Deconvolution filters for determination of the distribution of relaxation and retardation times, *Scientific Journal of RTU. Series 7. Telecommunications and Electronics*, 2010, vol. 10. pp. 26-31,
3. V. Shtrauss, Determination of relaxation and retardation spectrum by inverse functional filtering, *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics*, vol. 165, pp. 453-465, 2010.
4. V. Shtrauss, Determination of the relaxation and retardation spectrum – A view from the up-to-date signal processing perspective, *XVI International Conference on Mechanics of Composite Materials*, May 24 – 28, 2010, Riga, Latvia, Book of Abstracts, pp. 180, 2010.
5. Kalpinsh, V. Shtrauss, Measurement systems for distribution of relaxation and retardation times, *Proc. 15th WSEAS International Conference on Systems (Part of the 15th WSEAS CSCC Multiconference) RECENT RESEARCHES in SYSTEM SCIENCE*, Corfu Island, Greece, July 14-16, 2011, pp. 106-111,
6. V. Shtrauss, A. Kalpinsh, Recovery of distribution of relaxation and retardation times by measuring amplitudes to multi-harmonic excitations, *Proc. 15th WSEAS International Conference on Systems (Part of the 15th WSEAS CSCC Multiconference) RECENT RESEARCHES in SYSTEM SCIENCE*, Corfu Island, Greece, July 14-16, 2011, pp. 112-117,
7. V. Shtrauss, A. Kalpinsh, U. Lomanovskis, Intelligent materials characterization by using machine intelligence, *XVII International Conference Mechanics of Composite Materials*, May 28-June 1, 2012, Riga, Latvia: Book of Abstracts, p. 207, 2012.
8. V. Shtrauss, Determination of the relaxation and retardation spectra – A view from the up-to-date signal processing perspective, *Mechanics of Composite Materials*, vol. 48, No. 1, pp. 27-46, 2012, В. Штраус, Определение спектров релаксации и запаздывания: Перспективы современной обработки сигналов, *Механика композитных материалов*, Т. 48, Nr. 1, С. 37-66, 2012.

9. V. Shtrauss, A. Kalpinsh, Determination of relaxation and retardation spectrum from modulus of complex frequency-domain material functions, *WSEAS Transactions on Applied and Theoretical Mechanics*, vol. 7, Issue 1, January, pp. 29-38, , 2012,
10. V. Shtrauss, A user-oriented approach to designing FIR deconvolution filters, *Proc. 12th WSEAS International Conference on Systems Theory and Scientific Computation (ISTASC'12). Advances in Systems Theory, Signal Processing & Computational Science*, Istanbul, Turkey, August 21-23, 2012, pp. 130-135, 2012,
11. V. Shtrauss, Chapter 2. Digital Interconversion between Linear Rheologic and Viscoelastic Material Functions. In: *Advances in Engineering Research. Volume 3*. Ed. Victoria M. Petrova. Nova Science Publishers, Inc., NY, pp. 91-170, 2012.

4.2. Valsts pētījumu programma (VPP)

4.2.1. Projekts „Nanostrukturēti modifikatorus saturoši pašarmēti polimēru kompozīti un to atbilstošo tehnoloģiju izstrāde pielietojumiem inteligētajos materiālos un ierīcēs” vad. J.Jansons.

Projekts ir Valsts pētījumu programmas “**Inovātīvu daudzfunkcionālu materiālu, signālapstrādes un informātikas tehnoloģiju izstrāde konkurētspējīgiem zinātņu ietilpīgiem produktiem**” sadaļa (programmas vadītājs A.Šternbergs).

Projekta mērķis ir izstrādāt pašarmētus daudzfunkcionālu polimēru kompozītus ar inovatīviem nanostrukturētiem modifikatoriem un to atbilstošās tehnoloģijas funkcionālo inženierkompozītu izgatavošanai superelastīgiem elektronikas un fotonikas elementiem, termonosēdmateriāliem un izstrādājumiem ar antistatiskām īpašībām

Pārskats sagatavots par 3.posma izpildi, pārskata periods no 2012.gada 1.marta līdz 2012.gada 30.novembrim.

Plānotās darbības un galvenie rezultāti

I.uzdevums. *Izstrādāt precizētu datorprogrammu elastības konstanšu noteikšanai nanokompozītiem ar komplānāri un haotiski izvietotām eksfoliētām un interkalētām slāņainām silikāta daļiņām. Teorētiski izanalizēt slāņaino silikāta pakešu interkalācijas pakāpes ietekmi uz nanokompozīta elastības konstantēm. Analīzes rezultātus salīdzināt ar eksperimentālajiem rezultātiem, tādējādi precizējot jaunveidojamo materiālu īpašību prognozēšanas teorētisko modeli.*

Atskaites gadā pirmām kārtām pilnveidota datorprogramma elastības īpašību prognozēšanai nanokompozītiem ar komplānāri un haotiski izvietotām pilnīgi eksfoliētām slāņainām silikāta daļiņām. Nanokompozīta struktūras modelī pildvielu pildvielu nanodaļiņu forma modelēta ar rotācijas elipsoīdu un, izmantojot Mori–Tanaka metodi un *Eshelby* risinājumu, iegūtas galīgas analītiskas sakarības ceturtā ranga elastības tenzora komponentu aprēķināšanai izotropiem un monotropiem nanokompozītiem. Tas ļauj precīzāk ņemt vērā tādus eksfoliēto polimērsilikātu nanokompozītu struktūras parametrus kā daļiņu anizometriju (*aspect ratio*), telpisko orientāciju un koncentrāciju kompozītā. Šī darba rezultāti sīki izklāstīti zinātniskajā rakstā:

Piedāvātais modelis izmantots kompozīta PET/MMT elastības īpašību analīzei (materiāla paraugi gatavoti RTU Polimērmateriālu institūtā). Konstatēts, ka, pieaugot koncentrācijai, MMT potenciālais armēšanas efekts krasi samazinās. Tātad ir nepieciešama pildvielas disperģēšanas (eksfoliācijas) tehnoloģijas tālāka pilnveidošana.

Lai būtu iespējams teorētiski noteikt slāņainā silikāta daļiņu sliktās eksfoliācijas ietekmi, augšminētā datorprogramma papildināta ar īpašu bloku pildvielas interkalēto slāņaino daļiņu fizikālo un ģeometrisko parametru iepriekšējai noteikšanai. Paredzēts ņemt vērā nanoslāņu skaitu paketē un to savstarpējo attālumu (galerijas biežumu). Transversāli izotropo slāņaino daļiņu neatkarīgās elastības konstantes tiek noteiktas atbilstoši slāņainas vides elastības teorijai. Ka piemērs parādīti elastības moduļa E un bīdes moduļa G aprēķinu rezultāti kompozītam, kas satur

slāņainas pildītāja daļiņas ar dažādu monoslāņu skaitu (no 1 līdz 10). Analīzes rezultāti liecina, ka, samazinoties silikāta pakešu eksfoliācijas pakāpei, ievērojami samazinās armēšanas efekts. Piemēram, ievadot vienu un to pašu pildītāja daudzumu, kas vienāds ar 10 svara %, MMT daļiņu nanoslāņu skaita palielināšana no 1 līdz 10 samazina haotiski armēta kompozīta elastīgo stingumu gandrīz divas reizes.

Darba rezultāti par eksfoliācijas efektiem tiks apkopoti un sīki izklāstīti zinātniskā rakstā nākamajā gadā.

2. uzdevums. Turpināt pētīt oglekļa nanocaurulītes saturošu epoksīdmatricas Hexcel RTM6 kompozītu sorbcijas, kvazistatiskās stiepes un lieces, kā arī cikliskās šļūdes īpašības.

Plānotais uzdevums izpildīts. Veikti eksperimenti un rezultātā iegūta unikālu datu kopa par epoksīdu matricas un oglekļa kompozīta mehāniskajām un šļūdes īpašībām un oglekļa nanocaurulīšu pildījuma ietekmi uz šīm īpašībām. Datu kopa var tikt izmantota izejas datu iegūšanai nanokompozītu materiālu deformēšanās modeļu izstrādei un verifikācijai.

3. uzdevums. Veikt nemodificētas epoksīda matricas Araldite LY 564 un ar Nanocyl nanocaurulītēm (nanocaurulīšu saturs: 0, 0,01, 0,27, 0,54, 1,09, 1,63 un 2,17% pēc masas) stiegrotu epoksīda nanokompozītu kvazistatiskos stiepes un šļūdes eksperimentus, pētīt to sorbcijas un termofizikālās īpašības, izvērtēt iegūtos rezultātus.

Uzdevums izpildīts. Veikti eksperimenti, lai noskaidrotu oglekļa nanocaurulīšu koncentrācijas epoksīdu matricā ietekmi uz nanokompozīta deformatīvajām un stiprības īpašībām. Konstatēts, Konstatēts, ka epoksīda sveķu mehāniskās īpašības nedaudz uzlabojas, pievienojot oglekļa nanocaurulītes, bet mehānisko raksturlielumu uzlabošanās absolūtās vērtībās ir niecīgs. Tam, ka netiek sasniegti sagaidāmie rezultāti no nanopildvielas, iemesls varētu būt saistīts ar nepietiekami homogēnu pildvielas sadalījumu, kas izraisa nehomogenitātes materiālā un tādējādi neļauj ONC darboties kā nanopildvielai. Ir zināms, ka pie lielākām ONC koncentrācijām mehānisko īpašību uzlabojumu līmenis ir ierobežots kompozīta lielas viskozitātes dēļ, kā rezultātā rodas aglomerāti, nehomogenitātes un citi defekti.

Iegūtie rezultāti iekļaujami kopējā datu kopā un kalpos par pamatu izvērtējot tālāko pētījumu virzienu lietderību.

Zinātniskie raksti

Р. Д. Максимов, Э. Плуме. Упругие свойства нанокompозита полиуретан/монтмориллонит. – Механика композитных материалов. – 2012. – Т. 48, № 5. – С. 713–728.

R. D. Maksimov and E. Plume. Elastic properties of a polyurethane/montmorillonite nanocomposite. – Mechanics of Composite Materials. – 2012. – Vol. 48, No. 5. – P. 487–498.

4.3. Eiropas Savienības struktūrfondu (ESF) un Eiropas Reģionālās attīstības fondu (ERAF) finansētie projekti

- 1) ESF projekts „Cilvēkresursu piesaiste moderno kompozītmateriālu kompleksiem pētījumiem” Nr.2009/0209/1DP/1.1.2.0/09/APIA/VIAA/114, vad. J.Jansons;
- 2) ERAF projekts „Atbalsts starptautiskās sadarbības projektiem polimēru kompozītmateriālu fizikas – mehānikas pētniecības jomā”, Nr.2010/0201/2DP/2.1.1.2.0/10/APIA/VIAA/005, vad. A.Aniskevičs;
- 3) ERAF projekts „Intelektuālas dielektrometrijas sistēmas un metodoloģijas izstrāde nemetālisku materiālu nesagraujošai testēšanai” Nr.2010/0213/2DP/2.1.1.2.0/10/APIA/VIAA/017, vad. V.Štrauss;
- 4) ERAF projekts „Jaunas stiprinājuma sistēmas no pultrūdētiem kompozītmateriāliem izstrāde un pielietošana konstrukcijas elementos ar paaugstinātu nestspēju” Nr.2010/0296/2DP/2.1.1.2.0/10/APIA/VIAA/049, vad. A.Aniskevičs;

- 5) ERAF projekts „Bioloģiski tīru mākslīgo matu ražošanas procesa izstrāde”
Nr.2010/0265/2DP/2.1.1.2.0/10/APIA/VIAA/170, vad. A.Arnautovs;
- 6) ERAF projekts „Ar dabīgiem materiāliem pildītu cieta poliizocianurāta bioputuplasi izstrāde”
Nr.2010/0290/2DP/2.1.1.2.0/10/APIA/VIAA/053, vad. J.Andersons;
- 7) ERAF projekts „Optimizālas struktūras fibrobeta izpēte un izveide”
Nr.2010/0293/2DP/2.1.1.2.0/10/APIA/VIAA/073, vad. V.Valdmanis;
- 8) ERAF projekts „Ceļu aizsargbarjeras no polimērkompozīta materiāla un to izgatavošanas tehnoloģija” Nr.2010/0282/2DP/2.1.1.2.0/10/APIA/VIAA/091, vad. V.Leitlands;
- 9) ERAF projekts „Nanostrukturēto un daudzfunkcionālo materiālu, konstrukciju un tehnoloģiju Valsts nozīmes pētniecības centra zinātniskās infrastruktūras attīstīšana”
Nr.2010/0041/2DP/2.1.1.3.1/11/IPIA/VIAA/004.

4.4. Zinātniskās publikācijas

4.4.1. Zinātniskās publikācijas, kas publicētas zinātniskajā periodikā, ir citētas zinātniskajā literatūrā, ņemot vērā to citēšanas indeksu Web of Knowledge, SCOPUS vai A&HCI, vai SSCI, vai nozaru vadošajās datu bāzēs.

1. **Andersons J., Joffe R., and Spārniņš E.** Evaluation of Interfacial Shear Strength by Tensile Tests of Impregnated Flax Fiber Yarns // Journal of Composite Materials. – Vol. 46, No. 3 (2012), p. 351-357; <http://jcm.sagepub.com/content/46/3/351.abstract> ; (Web of Knowledge, SCOPUS).
2. **Aniskevich K., Starkova O., and Aniskevich A.** Deformational Properties of Filled Rubber under Quasistatic Loading // Journal of Applied Polymer Science. – Vol. 123, Issue 3 (2012), p. 1621-1629; <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/app.34557/abstract>; (Web of Knowledge, SCOPUS).
3. **Aniskevich K., Korkhov V., Faitelone J., and Jansons J.** Mechanical Properties of Pultruded Glass Fiber Reinforced Plastic after Freeze–Thaw Cycling // Journal of Reinforced Plastics and Composites. – Vol. 31, No. 22 (2012), p. 1554-1563; <http://jrp.sagepub.com/content/31/22/1554.full.pdf+html>; (SCOPUS).
4. **Aniskevich K., Aniskevich A., Arnautov A., and Jansons J.** Mechanical Properties of Pultruded Glass Fiber-Reinforced Plastic after Moistening // Composite Structures. – Vol. 94 (2012), p. 2914-2919; <http://dx.doi.org/10.1016/j.compstruct.2012.04.030>; <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263822312002012>; (SCOPUS).
5. **Bitenijs J., Merijs Meri R., Maksimov R., Vasile C., and Musteata V. E.** Styrene-Acrylate/CNT Nanocomposites: Structure and Selected Exploitation Properties // Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. – Vol. 61, Issue 3 (2012), p. 172-177; http://www.kirj.ee/public/proceedings_pdf/2012/issue_3/Proc-2012-3-172-177.pdf; (Applied Mechanics Reviews, Cambridge Scientific Abstracts, Chemical Abstracts, Compendex (Elsevier Engineering Information), INSPEC Abstracts (The Institution of Electrical Engineers), Engineered Materials Abstracts, Metals Abstracts, Aluminium Industry Abstracts, and Academic Search Premier (EBSCO publishing database).
6. **Ciniņa I., Zīle E., and Zīle O.** Mechanical Behavior of Concrete Columns Confined by Basalt FRP Windings // Mechanics of Composite Materials – Vol. 48, No. 5 (2012), p. 539-546; <http://link.springer.com/journal/11029/48/5/page/1#page-1>; (Academic OneFile, Academic Search, Chemical Abstracts Service (CAS), ChemWeb, CSA, Current Abstracts, Current Contents/Engineering, Computing and Technology, Earthquake Engineering Abstracts, EBSCO, EI-Compendex, Engineered Materials Abstracts, Gale, Google Scholar, INIS Atomindex, INSPEC, Journal Citation Reports/Science Edition, Materials Science Citation Index, OCLC, Polymer Library, ProQuest, Reaction Citation Index, Science Citation Index Expanded (SciSearch), SCOPUS, Summon by Serial Solutions, VINITI - Russian Academy of Science).
7. **Ciniņa I., Zīle E., and Andersons J.** Predicting the Tensile Strength of a UD Basalt/Epoxy Composite Used for the Confinement of Concrete Structures // Mechanics of Composite Materials – Vol. 48, No. 6

- (2012), p. 611-618: (Academic OneFile, Academic Search, Chemical Abstracts Service (CAS), ChemWeb, CSA, Current Abstracts, Current Contents/Engineering, Computing and Technology, Earthquake Engineering Abstracts, EBSCO, EI-Compendex, Engineered Materials Abstracts, Gale, Google Scholar, INIS Atomindex, INSPEC, Journal Citation Reports/Science Edition, Materials Science Citation Index, OCLC, Polymer Library, ProQuest, Reaction Citation Index, Science Citation Index Expanded (SciSearch), SCOPUS, Summon by Serial Solutions, VINITI - Russian Academy of Science).
8. **Glaskova T., Zarrelli M., Aniskevich A., Giordano M., Trinkler L., and Berzina B.** Quantitative Optical Analysis of Filler Dispersion Degree in MWCNT-Epoxy Nanocomposite // *Composites Science and Technology*. – Vol. 72, No. 4 (2012), p. 477-481; http://pdn.sciencedirect.com/science?_ob=MiamiImageURL&_cid=271518&_user=4448922&_pii=S0266353811004210&_check=y&_origin=browse&_zone=rslt_list_item&_coverDate=2012-02-28&_wchp=dGLzVIV-zSkWA&_md5=0653bb81375c34bb4ce5b82801f0a333/1-s2.0-S0266353811004210-main.pdf; (Web of Knowledge, SCOPUS).
 9. **Jansons J., Aniskevich A., and Pazhe L.** Analysis of Reversible and Irreversible Strains in the Creep of a Nonlinear Viscoelastic Polymer // *Mechanics of Composite Materials* – Vol. 48, No. 2 (2012), p. 209-216: <http://www.springerlink.com/content/b2962qr5w73h65tw/>; (Academic OneFile, Academic Search, Chemical Abstracts Service (CAS), ChemWeb, CSA, Current Abstracts, Current Contents/Engineering, Computing and Technology, Earthquake Engineering Abstracts, EBSCO, EI-Compendex, Engineered Materials Abstracts, Gale, Google Scholar, INIS Atomindex, INSPEC, Journal Citation Reports/Science Edition, Materials Science Citation Index, OCLC, Polymer Library, ProQuest, Reaction Citation Index, Science Citation Index Expanded (SciSearch), SCOPUS, Summon by Serial Solutions, VINITI - Russian Academy of Science).
 10. **Maksimov R. D., Biteniaks J., Plume E., Zicans J., and Merijs Meri R.** Properties of a Composite Prepared Using a Concentrate of Carbon Nanotubes in Polyethylene // *Mechanics of Composite Materials* – Vol. 48, No. 1 (2012), p. 47-56: <http://www.springerlink.com/content/93480217rx8l630v/>; (Academic OneFile, Academic Search, Chemical Abstracts Service (CAS), ChemWeb, CSA, Current Abstracts, Current Contents/Engineering, Computing and Technology, Earthquake Engineering Abstracts, EBSCO, EI-Compendex, Engineered Materials Abstracts, Gale, Google Scholar, INIS Atomindex, INSPEC, Journal Citation Reports/Science Edition, Materials Science Citation Index, OCLC, Polymer Library, ProQuest, Reaction Citation Index, Science Citation Index Expanded (SciSearch), SCOPUS, Summon by Serial Solutions, VINITI - Russian Academy of Science).
 11. **Maksimov R. D. and Plume E.** Elastic Properties of a Polyurethane/Montmorillonite Nanocomposite // *Mechanics of Composite Materials* – Vol. 48, No. 5 (2012), p. 487-498: <http://link.springer.com/journal/11029/48/5/page/1#page-1>; (Academic OneFile, Academic Search, Chemical Abstracts Service (CAS), ChemWeb, CSA, Current Abstracts, Current Contents/Engineering, Computing and Technology, Earthquake Engineering Abstracts, EBSCO, EI-Compendex, Engineered Materials Abstracts, Gale, Google Scholar, INIS Atomindex, INSPEC, Journal Citation Reports/Science Edition, Materials Science Citation Index, OCLC, Polymer Library, ProQuest, Reaction Citation Index, Science Citation Index Expanded (SciSearch), SCOPUS, Summon by Serial Solutions, VINITI - Russian Academy of Science).
 12. **Modniks J., Poriķe E., Andersons J., and Joffe R.** Evaluation of the Apparent Interfacial Shear Strength in Short-Flax-Fiber/PP Composites // *Mechanics of Composite Materials* – Vol. 48, No. 5 (2012), p. 571-578: <http://link.springer.com/journal/11029/48/5/page/1#page-1>; (Academic OneFile, Academic Search, Chemical Abstracts Service (CAS), ChemWeb, CSA, Current Abstracts, Current Contents/Engineering, Computing and Technology, Earthquake Engineering Abstracts, EBSCO, EI-Compendex, Engineered Materials Abstracts, Gale, Google Scholar, INIS Atomindex, INSPEC, Journal Citation Reports/Science Edition, Materials Science Citation Index, OCLC, Polymer Library, ProQuest, Reaction Citation Index, Science Citation Index Expanded (SciSearch), SCOPUS, Summon by Serial Solutions, VINITI - Russian Academy of Science).

- Citation Index Expanded (SciSearch), SCOPUS, Summon by Serial Solutions, VINITI - Russian Academy of Science).
13. **Paramonov Yu., Chatys R., Andersons J., and Kleinhofs M.** Markov Model of Fatigue of a Composite Material with the Poisson Process of Defect Initiation // *Mechanics of Composite Materials* – Vol. 48, No. 2 (2012), p. 217-228: <http://www.springerlink.com/content/r676647813113838/>; (Academic OneFile, Academic Search, Chemical Abstracts Service (CAS), ChemWeb, CSA, Current Abstracts, Current Contents/Engineering, Computing and Technology, Earthquake Engineering Abstracts, EBSCO, EI-Compendex, Engineered Materials Abstracts, Gale, Google Scholar, INIS Atomindex, INSPEC, Journal Citation Reports/Science Edition, Materials Science Citation Index, OCLC, Polymer Library, ProQuest, Reaction Citation Index, Science Citation Index Expanded (SciSearch), SCOPUS, Summon by Serial Solutions, VINITI - Russian Academy of Science).
 14. **Polyakov V. A.** Acoustic Conductance of an Anisotropic Spherical Shell Submerged in a Liquid. 1. Wave Model of Contact Interaction between a Solid Hollow Sphere and a Liquid. Degenerate Solutions // *Mechanics of Composite Materials* – Vol. 48, No. 4 (2012), p. 449-466: <http://www.springerlink.com/content/gv441427qg701706/>; (Academic OneFile, Academic Search, Chemical Abstracts Service (CAS), ChemWeb, CSA, Current Abstracts, Current Contents/Engineering, Computing and Technology, Earthquake Engineering Abstracts, EBSCO, EI-Compendex, Engineered Materials Abstracts, Gale, Google Scholar, INIS Atomindex, INSPEC, Journal Citation Reports/Science Edition, Materials Science Citation Index, OCLC, Polymer Library, ProQuest, Reaction Citation Index, Science Citation Index Expanded (SciSearch), SCOPUS, Summon by Serial Solutions, VINITI - Russian Academy of Science).
 15. **Polyakov V. A.** Acoustic Conductance of an Anisotropic Spherical Shell Submerged in a Liquid. 2. A Parametric Analysis of Frequency Characteristics // *Mechanics of Composite Materials* – Vol. 48, No. 5 (2012), p. 559-570: <http://link.springer.com/journal/11029/48/5/page/1#page-1>; (Academic OneFile, Academic Search, Chemical Abstracts Service (CAS), ChemWeb, CSA, Current Abstracts, Current Contents/Engineering, Computing and Technology, Earthquake Engineering Abstracts, EBSCO, EI-Compendex, Engineered Materials Abstracts, Gale, Google Scholar, INIS Atomindex, INSPEC, Journal Citation Reports/Science Edition, Materials Science Citation Index, OCLC, Polymer Library, ProQuest, Reaction Citation Index, Science Citation Index Expanded (SciSearch), SCOPUS, Summon by Serial Solutions, VINITI - Russian Academy of Science).
 16. **Shtrauss V. and Kalpinsh A.** Determination of Relaxation and Retardation Spectrum from Modulus of Complex Frequency-Domain Material Functions // *WSEAS Transactions on Applied and Theoretical Mechanics*. – Vol. 7, Issue 1 (January, 2012), pp. 29-38; <http://www.wseas.us/e-library/transactions/mechanics/2012/54-080.pdf>; (SCOPUS).
 17. **Shtrauss V.** Determination of the Relaxation and Retardation Spectra – a View from the Up-To-Date Signal Processing Perspective // *Mechanics of Composite Materials* – Vol. 48, No. 1 (2012), p. 27-46: www.springerlink.com/index/j288465258k8u363.pdf; (Academic OneFile, Academic Search, Chemical Abstracts Service (CAS), ChemWeb, CSA, Current Abstracts, Current Contents/Engineering, Computing and Technology, Earthquake Engineering Abstracts, EBSCO, EI-Compendex, Engineered Materials Abstracts, Gale, Google Scholar, INIS Atomindex, INSPEC, Journal Citation Reports/Science Edition, Materials Science Citation Index, OCLC, Polymer Library, ProQuest, Reaction Citation Index, Science Citation Index Expanded (SciSearch), SCOPUS, Summon by Serial Solutions, VINITI - Russian Academy of Science).
 18. **Spärniņš E., Nyström B., and Andersons J.** Interfacial Shear Strength of Flax Fibers in Thermoset Resins Evaluated via Tensile Tests of UD Composites // *International Journal of Adhesion & Adhesives*, Vol. 36 (2012), p. 39-43; <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143749612000486> (SCOPUS).
 19. **Starkova O., Buschhorn S. T., Mannov E., Schulte K., and Aniskevich A.** Creep and Recovery of Epoxy/MWCNT Nanocomposites // *Composites A*. – Vol. 43 (2012), p. 1212-1218; (Web of Knowledge, SCOPUS).
 20. **Tarasovs S. and Andersons J.** Competition between the Buckling-Driven Delamination and Wrinkling in Compressed Thin Coatings // *Microelectronics Reliability*. – Vol. 52, No. 1 (2012), p. 296-299; <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0026271411003970>; (SCOPUS).
 21. **Varna J., Spärniņš E., Joffe R., Nättinen K., and Lampinen J.** Time-Dependent Behavior of Flax/Starch Composites // *Mechanics of Time-Dependent Materials*. – Vol. 16 (2012), p. 47-70;

- <http://www.springerlink.com/content/828287421144206h/>; (Ceramic Abstracts, Chemical Abstracts, COMPENDEX Plus, Current Contents/Engineering, Computing and Technology, DKLit: Engineered Materials Abstract, Information Technology and the Law, INSPEC Information Services, The ISI Alerting Services, Material Science Citation Index, METADEX (Metal Abstracts), Science Citation Index Expanded and PASCAL-INIST/CNRS, SCOPUS).
22. **Vidinejevs S., Aniskevich A. N., Gregor A., Sjöberg M., and Alvarez G.** Smart Polymeric Coatings for Damage Visualization in Substrate Materials // *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*. – Vol. 23, No. 12, (2012), p. 1371-1377; DOI:10.1177/1045389X12447289; <http://jim.sagepub.com/content/23/12/1371.abstract>; (Academic Search Premier, Aluminium Industry Abstracts, Applied Mechanics Reviews, Applied Mechanics Reviews, Biotechnology & Bioengineering Abstracts, Business Source Corporate, Business Source Premier, Chemical Abstracts Service (CAS), Compendex, Computer Literature Index, Computer Science Index, Corrosion Abstracts, CSA Biological Science Abstract, Current Contents, Engineering, Comp, & Tech, Engineered Materials Abstracts, Health Source, Inspec, ISI Alerting Services, MasterFILE Premier, Material Science Citation Index, Metals Abs./METADEX, Paperchem, Polyme Library / Rapra Abstracts, Rapra Polymer Library Database, Research Alert, SciSearch, Solid State & Superconductivity Abstracts, Vocational Search).
 23. **Цининя И., Зиле Э., Зиле О.** Механическое поведение бетонных колонн, упрочненных базальтовой нитью // *Механика композитных материалов* – Т. 48, N 5 (2012), с. 783-792; (eLibrary.ru).
 24. **Цининя И., Зиле Э., Андерсонс Я.** Прогноз прочности однонаправленного базальтопластика, используемого для укрепления бетонных конструкций // *Механика композитных материалов* – Т. 48, N 6 (2012), с. 887-896; (eLibrary.ru).
 25. **Янсон Ю. О., Анискевич А. Н., Паже Л. А.** Анализ обратимых и необратимых деформаций при ползучести нелинейно-вязкоупругого полимера // *Механика композитных материалов* – Т. 48, N 2 (2012), с. 303-314; (eLibrary.ru).
 26. **Максимов Р. Д., Битениекс Ю., Плуме Э., Зицанс Я., Мерий Мери Р.** Свойства композита, изготовленного с использованием концентрата углеродных нанотрубок в полиэтилене // *Механика композитных материалов* – Т. 48, N 1 (2012), с. 67-82; (eLibrary.ru).
 27. **Максимов Р. Д., Плуме Э.** Упругие свойства нанокompозита полиуретан/монтмориллонит // *Механика композитных материалов* – Т. 48, N 5 (2012), с. 713-728; (eLibrary.ru).
 28. **Модникс Я., Порике Е., Андерсонс Я., Иоффе Р.** Оценка сдвиговой адгезионной прочности в композитах на основе полипропиленовой матрицы, армированной короткими льняными волокнами // *Механика композитных материалов* – Т. 48, N 5 (2012), с. 825-834; (eLibrary.ru).
 29. **Парамонов Ю., Хатыс Р., Андерсонс Я., Клейнхофс М.** Марковская модель усталости композитного материала при пуассоновском процессе возникновения дефектов // *Механика композитных материалов* – Т. 48, N 2 (2012), с. 315-330; (eLibrary.ru).
 30. **Поляков В. А.** Акустическая проводимость полой анизотропной сферы, погруженной в жидкость. 1. Волновая модель контактного взаимодействия твердой полой сферы и жидкости. Вырожденные решения // *Механика композитных материалов* – Т. 48, N 4 (2012), с. 653-678; (eLibrary.ru). **Поляков В. А.** Акустическая прводимость полой анизотропной сферы, погруженной в жидкость. 2. Параметрический анализ частотных характеристик // *Механика композитных материалов* – Т. 48, N 5 (2012), с. 807-824; (eLibrary.ru).
 31. **Штраус В.** Определение спектров релаксации и запаздывания перспективы современной обработки сигналов // *Механика композитных материалов* – Т. 48, N 1 (2012), с. 37-66; (eLibrary.ru).

4.4.2. Zinātniskās publikācijas, kas ir atrodamas anonīmi recenzētos un starptautiski pieejamās datubāzēs iekļautajos zinātniskajos izdevumos

1. **Andersons J. and Joffe R.** Mechanical Damage Characteristics of Elementary Hemp Fibers and Scale Effect of Fiber Strength // *High Performance Structure and Materials VI* / eds. W. P. De Wilde, C. A. Brebbia & S. Hernandez. – WIT Press, 2012. – (WIT Transactions on the Built Environment; Vol. 124). – P. 157-167; <http://library.witpress.com/>

2. **Andersons J., Modniks J., Cābulis U., and Stirna U.** Modeling the Effect of Short-Fiber Filler on the Stiffness of Polyisocyanurate Foams // CD: Proc. of 5th IC-SCCE: 5th International Conference from Scientific Computing to Computational Engineering, Athens, Greece, 4-7 July, 2012. – Vol. II, p. 343-348.
3. **Andersons J., Spārniņš E., and Modniks J.** Probabilistic Strength Modeling of Flax-Fabric-Reinforced Polymer Composite // Proc. SMTDA2012 (2nd Stochastic Modeling Techniques and Data Analysis International Conference, 5-8 June 2012, Chania, Crete, Greece). – P. 9-15; <http://www.smta.net/smta2012proceedings.html>
4. **Aniskevich A., Kulakov V., Arnautov A., and Portnov G.** Efficiency of Pultruded Composites in Constructions: Anchorage, Adhesion, and Durability // CD: The 6th International Conference on FRP Composites in Civil Engineering, CICE-2012, 13-15 June 2012, Rome, Italy: Proceedings. – 11-522. – 6 p.
5. **Aniskevich A. and Paze L.** Experimental Investigation and Modeling of Nonlinear Viscoelastic Plastic Behavior of Polyimide // USB disk: Proc. of ECCM15: EUROPEAN CONFERENCE ON COMPOSITE MATERIALS, Venice, Italy, 24-28 June, 2012. – Paper ID: 344. – ISBN 978-88-88785-33-2.
6. **Aniskevich K., Starkova O., Jansons J., and Aniskevich A.** Long-Term Deformability and Aging of Polymer Matrix Composites. – New York: Nova Science Publishers, Inc., 2012. – 192 p. – (Polymer Science and Technology). – ISBN 978-1-61470-291-7; https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=26698
7. **Guadagnini M., Serbescu A., Ceroni F., Palmieri A., Matthys S., Czaderski C., Olia S., Bilotta A., Niaro E., Szabo Z., Balazs G., Mazzotti C., Barros J., Costa I., Sas G., Täljsten B., and Tamuzs V.** [Bond of FRP Strengthening Systems for Concrete Structures: A Round Robin Test](#) // CD: Proceedings of the Sixth International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management. Stresa, Lake Maggiore, Italy, July 8-12, 2012 / F. Biondini & D. M. Frangopol (eds.). – Boca Raton: CRC Press, [2012]. – P. 1179-1186.
8. **Beverte I. and Lagzdins A.** Computational Modelling and 3-D Reconstruction of Highly Porous Plastic Foams // Proceedings of the International Symposium COMPIMAGE 2012, Rome, Italy, 5-7 September, 2012: Computational Modelling of Objects Represented in Images: Fundamentals, Methods and Applications III / ed. P. Di Giamberardino & D. Iacoviello, R. M. N. Jorge & J. M. R. S. Tarvares. – Boca Raton; London; New York; Leiden: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2012. – P. 397-401. – ISBN 978-0-415-62134-2 (Hbk); ISBN 978-0-203-07537-1 (e-Book).
9. **Cabulis U., Stirna U., Beverte I., and Andersons J.** Production Technology, Structure and Properties of Polyisocyanurate Foams Produced Using Rapeseed Oil and Filled with Chopped Flax or Carbon Fibers // CD: Proc. of CellMat2012 (Cellular Materials, Dresden, Germany, 7-9 November 2012). – 4 p. – ISBN 978-3-00-039965-7.
10. **Modniks J., Poriķe E., and Andersons J.** Apparent IFSS in Misoriented Flax/PP Composites: the Effect of Fiber Volume Fraction // CD: Proc. of ECCM15: EUROPEAN CONFERENCE ON COMPOSITE MATERIALS, Venice, Italy, 24-28 June, 2012. – 7 p.
11. **Paramonov Y., Chatys R., Andersons J., Cimanis V., and Kleinhofs M.** Markov Models for Tensile and Fatigue Reliability Analysis of Unidirectional Fiber Composite // Reliability: Theory & Applications. – Vol. 7 (2012), p. 53-65; http://gnedenko-forum.org/Journal/2012/032012/RTA_3_2012-07.pdf
12. **Paramonov Yu., Andersons J., and Varickis S.** MinMaxDM Distribution Family for a Series of Parallel Systems with Defects and the Tensile Strength of a Composite Material // International Journal of Performability Engineering. – Vol. 8, No. 3 (2012), p. 299-309; <http://www.ijpe-online.com/may-2012-p7-minmaxdm-distribution-family-for-a-series-of-parallel-systems-with-defects-and-the-tensile-strength-of-a-composite-material.html#axzz2Dc1Wdqhu>
13. **Reinholds I., Kalkis V., and Maksimov R. D.** The Effect of Ionizing Radiation and Magnetic Field on Deformation Properties of High Density Polyethylene/Acrylonitrile-Butadiene Composites // Journal of Chemistry and Chemical Engineering. – Vol. 6 (2012), p. 242-249; http://www.davidpublishing.com/journals_show_abstract.html?4699-0
14. **Shtrauss V.** A User-Oriented Approach to Designing FIR Deconvolution Filters // Proc. 12th WSEAS International Conference on Systems Theory and Scientific Computation (ISTASC'12), Advances in Systems Theory, Signal Processing & Computational Science, Istanbul, Turkey, August 21-23, 2012. – p. 130-135, <http://www.wseas.us/e-library/conferences/2012/Istanbul/ISTISC/ISTISC-19.pdf>

15. **Shtrauss V.** Digital Interconversion between Linear Rheologic and Viscoelastic Material Functions // Advances in Engineering Research / ed. Victoria M. Petrova. Nova Science Publ., Inc., 2012. – Vol. 3, Ch. 2: p. 91-170. – ISBN 978-1-62100-069-3; <https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=34008>https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=34008
16. **Spārniņš E., Modniks J., and Andersons J.** Experimental Study of the Mechanical Properties of Unidirectional Flax Fiber Composite // CD: Proc. of ICEM15: 15th International Conference on Experimental Mechanics, Porto, Portugal, 22-27 July, 2012. – 7 p.
17. **Tarasovs S., Zile E., and Tamuzs V.** Experimental and Numerical Investigation of Steel Fiber Reinforced Concrete Fracture // CD: 19th European Conference on Fracture, Kazan, Russia, 26-31 August, 2012. – 6 p. – ISBN 978-5-905576-18-8.
18. **Tarasovs S. and Ghassemi A.** On the Role of Thermal Stress in Reservoir Stimulation // Proceedings of 37th Workshop Geothermal Reservoir Engineering, Stanford, California, January 30-February 1, 2012 – 6 p.; <http://pangea.stanford.edu/ERE/pdf/IGAstandard/SGW/2012/Tarasovs.pdf>
19. **Tarasovs S. and Ghassemi A.** Radial Cracking of a Borehole by Pressure and Thermal Shock // CD: Proc. of 46th US Rock Mechanics / Geomechanics Symposium Chicago, IL, USA, 24-27 June, 2012. – 5 p.

4.4.3. Citas zinātniskās publikācijas

1. **Akishin P., Aniskevich A., and Aniskevich K.** Numerical Modelling of Heat Diffusion in an Orthotropic I-Beam // Seventeenth International Conference Mechanics of Composite Materials, May 28-June 1, 2012, Riga, Latvia: Book of Abstracts / eds. **V. Tamužs, K. Cīrule, and V. Kulakovs**; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – Riga, 2012. – P. 33.
2. **Aniskevich A. N., Guedes R. M., and Starkova O.** Linear Viscoelastic Approach to the Tensile Creep of Epoxy Resin with a Variable Moisture Content // Seventeenth International Conference Mechanics of Composite Materials, May 28-June 1, 2012, Riga, Latvia: Book of Abstracts / eds. **V. Tamužs, K. Cīrule, and V. Kulakovs**; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – Riga, 2012. – P. 40.
3. **Aniskevich K. K., Korkhov V. P., and Faitelson E. A.** Mechanical Properties of a Layered Glass-Fiber-Reinforced Plastic after a Freeze-Thaw Cycling // Seventeenth International Conference Mechanics of Composite Materials, May 28-June 1, 2012, Riga, Latvia: Book of Abstracts / eds. **V. Tamužs, K. Cīrule, and V. Kulakovs**; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – Riga, 2012. – P. 41.
4. **Arnautov A., Korhov V., and Faitelson E.** Study on the Mechanical Properties of Shellac Films Grafted with Acrylic Monomers 2-Hydroxyethyl Methacrylate (HEMA) by Ultraviolet (UV) // Seventeenth International Conference Mechanics of Composite Materials, May 28-June 1, 2012, Riga, Latvia: Book of Abstracts / eds. **V. Tamužs, K. Cīrule, and V. Kulakovs**; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – Riga, 2012. – P. 46.
5. **Arnautov A. K., Kulakov V. L., Kovalovs A., and Portnov G. G.** A Wedge-Type Anchorage System for FRP Composite Tendons // Seventeenth International Conference Mechanics of Composite Materials, May 28-June 1, 2012, Riga, Latvia: Book of Abstracts / eds. **V. Tamužs, K. Cīrule, and V. Kulakovs**; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – Riga, 2012. – P. 47.
6. **Beverte I. and Zilaucs A.** Restoration of the Spatial Structure of Highly-Porous Polyurethane Foams // Seventeenth International Conference Mechanics of Composite Materials, May 28-June 1, 2012, Riga, Latvia: Book of Abstracts / eds. **V. Tamužs, K. Cīrule, and V. Kulakovs**; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – Riga, 2012. – P. 56.
7. **Biteniņš J., Meriņš Meri R., Zicans J., Maksimov R. D. and Plume E.** Physicomechanical Properties of a Polyethylene/Carbon Nanotube Composite Prepared Using a Concentrate of Nanotubes in Polyethylene // Seventeenth International Conference Mechanics of Composite Materials, May 28-June 1, 2012, Riga, Latvia: Book of Abstracts / eds. **V. Tamužs, K. Cīrule, and V. Kulakovs**; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – Riga, 2012. – P. 61.
8. **Borisova A., Glaskova T., Aniskevich A., Kundzins K., and Faitelson E.** Mechanical Properties and Structure of a MWCNT/Epoxy Resin Nanocomposite // Seventeenth International Conference Mechanics of Composite Materials, May 28-June 1, 2012, Riga, Latvia: Book of Abstracts / eds. **V. Tamužs, K. Cīrule, and V. Kulakovs**; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – Riga, 2012. – P. 63.

9. **Chatys R. and Orman L. J.** Heat Transfer Enhancement of Composite Metal Heat-Exchanging Surfaces // Seventeenth International Conference Mechanics of Composite Materials, May 28-June 1, 2012, Riga, Latvia: Book of Abstracts / eds. V. Tamužs, K. Cīrule, and V. Kulakovs; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – Riga, 2012. – P. 65.
10. **Chatys R.** The Effect of the Distribution of Static Strength and Fatigue Life on the Destruction of a Fiber Composite Using the Markov Chains Theory // Seventeenth International Conference Mechanics of Composite Materials, May 28-June 1, 2012, Riga, Latvia: Book of Abstracts / eds. V. Tamužs, K. Cīrule, and V. Kulakovs; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – Riga, 2012. – P. 66.
11. **Gaidukov S., Gromilova K., Maksimov R. D., Tupureina V., Cabulis U., and Fridrihsone A.** Preparation and Properties of Nanocomposites from Polyurethane Reinforced with Montmorillonite // Seventeenth International Conference Mechanics of Composite Materials, May 28-June 1, 2012, Riga, Latvia: Book of Abstracts / eds. V. Tamužs, K. Cīrule, and V. Kulakovs; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – Riga, 2012. – P. 84.
12. **Glaskova T., Aniskevich A. Zarrelli M., Martone A., and Giordano M.** Mechanical Properties of Epoxy and an Epoxy-Based CFRP Filled with Carbon Nanotubes // Seventeenth International Conference Mechanics of Composite Materials, May 28-June 1, 2012, Riga, Latvia: Book of Abstracts / eds. V. Tamužs, K. Cīrule, and V. Kulakovs; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – Riga, 2012. – P. 88.
13. **Japins G., Zicans J., Merijs Meri R., Ivanova T., Berzina R., and Maksimov R.** Recycled Polycarbonate Based Nanocomposites // Baltic Polymer Symposium 2012: BPS 2012, September 19-22, 2012, Liepaja, Latvia: Programme and Proceedings / Riga Technical University. Institute of Polymer Materials. – Riga, 2012. – P. 235.
14. **Lagzdins A., Zilaucs A., Beverte I., and Andersons J.** Determination of Elasticity Constants of Highly-Porous Plastic Having an Oriented Structure // Baltic Polymer Symposium 2012: BPS 2012, September 19-22, 2012, Liepaja, Latvia: Programme and Proceedings / Riga Technical University. Institute of Polymer Materials. – Riga, 2012. – P. 155.
15. **Lagzdins A., Zilaucs A., Beverte I., and Andersons J.** Orientational Averaging in Modelling the Elastic Properties of Highly Porous Plastic Foams // Book of Abstracts / ed. Gerhard A. Holzapfel and Ray W. Ogden; CD: 8th European Solid Mechanics Conference ESMS-2012, Graz, Austria, July 09-12, 2012. – ISBN 978-3-85125-223-1.
16. **Leitlands V. and Viderkers N.** Mechanical Testing of Prototypes of Road Safety Barriers Made from Reinforced Polyethylene // Seventeenth International Conference Mechanics of Composite Materials, May 28-June 1, 2012, Riga, Latvia: Book of Abstracts / eds. V. Tamužs, K. Cīrule, and V. Kulakovs; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – Riga, 2012. – P. 136.
17. **Merijs Meri R., Zicans J., Berzina R., Japins G., Maksimov R., and Ločs J.** Recycled Polyethylene Terephthalate/Montmorillonite Clay Nanocomposites: Manufacturing, Structure and Properties // CD: XI Int. Conference on Nanostructured Materials, Rodos Palace Convention Center, Rhodes – Greece, August 26-31, 2012: Abstracts. – 1 p.
18. **Modniks J., Poriķe E., and Andersons J.** Evaluation of IFSS in Short-Flax-Fiber/PP Composites // Seventeenth International Conference Mechanics of Composite Materials, May 28-June 1, 2012, Riga, Latvia: Book of Abstracts / eds. V. Tamužs, K. Cīrule, and V. Kulakovs; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – Riga, 2012. – P. 155.
19. **Paramonov Yu., Chatys R., Andersons J., and Kleinhofs M.** Markov Model of Fatigue of a Composite Material with Poisson Process of Defect Initiation // Seventeenth International Conference Mechanics of Composite Materials, May 28-June 1, 2012, Riga, Latvia: Book of Abstracts / eds. V. Tamužs, K. Cīrule, and V. Kulakovs; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – Riga, 2012. – P. 163.
20. **Pavelko I., Smolyaninov M., and Zhigun V.** Change in the Shear Stiffness of 3D-Reinforced Carbon Plastics at a Low-Velocity Impact // Seventeenth International Conference Mechanics of Composite Materials, May 28-June 1, 2012, Riga, Latvia: Book of Abstracts / eds. V. Tamužs, K. Cīrule, and V. Kulakovs; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – Riga, 2012. – P. 166.
21. **Polyakov V.** Wave Transmission in Hollow Anisotropic Spherical Shell Submerged in an Incompressible Liquid // Seventeenth International Conference Mechanics of Composite Materials,

- May 28-June 1, 2012, Riga, Latvia: Book of Abstracts / eds. V. Tamužs, K. Cīrule, and V. Kulakovs; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – Riga, 2012. – P. 173.
22. **Portnov G., Kulakov V. and Arnautov A.** Gripping Device for Transmission of Tensile Load to FRP Strip // Seventeenth International Conference Mechanics of Composite Materials, May 28-June 1, 2012, Riga, Latvia: Book of Abstracts / eds. V. Tamužs, K. Cīrule, and V. Kulakovs; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – Riga, 2012. – P. 176.
 23. **Reinholds I., Kalkis V., and Maksimov R. D.** The Effect of a Uniform Magnetic Field and Radiation Modification on the Mechanical Properties of Blends of a High-Density Polyethylene with Chlorinated Polyethylene // Seventeenth International Conference Mechanics of Composite Materials, May 28-June 1, 2012, Riga, Latvia: Book of Abstracts / eds. V. Tamužs, K. Cīrule, and V. Kulakovs; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – Riga, 2012. – P. 180.
 24. **Shtrauss V., Kalpinsh A., and Lomanovskis U.** Intelligent Characterization of Materials by Using Machine Intelligence // Seventeenth International Conference Mechanics of Composite Materials, May 28-June 1, 2012, Riga, Latvia: Book of Abstracts / eds. V. Tamužs, K. Cīrule, and V. Kulakovs; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – Riga, 2012. – P. 207.
 25. **Smirnova K., Skadins E., Gaidukov S., Tupureina V., Cabulis U., and Maksimov R. D.** Influence of MMT and MWCNT Additives on the Properties of Polyurethane Prepared from the Rapeseed Oil Polyols // Baltic Polymer Symposium 2012: BPS 2012, September 19-22, 2012, Liepaja, Latvia: Programme and Proceedings / Riga Technical University. Institute of Polymer Materials. – Riga, 2012. – P. 121.
 26. **Spārniņš E., Modniks J., and Andersons J.** Stiffness, Strength, and Toughness Characteristics of a Unidirectional Flax-Fiber Composite // Seventeenth International Conference Mechanics of Composite Materials, May 28-June 1, 2012, Riga, Latvia: Book of Abstracts / eds. V. Tamužs, K. Cīrule, and V. Kulakovs; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – Riga, 2012. – P. 203.
 27. **Starkova O., Buschhorn S. T., Prado L. A. S. A., and Schulte K.** Effect of Nanotube Addition on Tensile, Thermal and Transport Properties of Poly(Ethylene-Vinyl Acetate) Copolymers // Seventeenth International Conference Mechanics of Composite Materials, May 28-June 1, 2012, Riga, Latvia: Book of Abstracts / eds. V. Tamužs, K. Cīrule, and V. Kulakovs; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – Riga, 2012. – P. 205.
 28. **Strekalova O., Vidinejevs S., and Aniskevich A.** Self-Monitoring of Fibre-Reinforced Composites: Visual Response to the External Indentation // Seventeenth International Conference Mechanics of Composite Materials, May 28-June 1, 2012, Riga, Latvia: Book of Abstracts / eds. V. Tamužs, K. Cīrule, and V. Kulakovs; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – Riga, 2012. – P. 208.
 29. **Tarasovs S., Zīle E., and Tamužs V.** Influence of Fibers Orientation and Volume Content on the Fracture of Fiber-Reinforced Concrete // Seventeenth International Conference Mechanics of Composite Materials, May 28-June 1, 2012, Riga, Latvia: Book of Abstracts / eds. V. Tamužs, K. Cīrule, and V. Kulakovs; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – Riga, 2012. – P. 213.
 30. **Timchenko K., Bondon A., Glaskova T., and Borisova A.** Effect of Small Concentrations of Multiwall Carbon Nanotubes on Mechanical and Thermophysical Properties of Epoxy Nanocomposite // Seventeenth International Conference Mechanics of Composite Materials, May 28-June 1, 2012, Riga, Latvia: Book of Abstracts / eds. V. Tamužs, K. Cīrule, and V. Kulakovs; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – Riga, 2012. – P. 215.
 31. **Viderkers N. and Leitlands V.** Mechanical Testing of Prototypes of Road Safety Barrier Made from Reinforced Polyethylene // Baltic Polymer Symposium 2012: BPS 2012, September 19-22, 2012, Liepaja, Latvia: Programme and Proceedings / Riga Technical University. Institute of Polymer Materials. – Riga, 2012. – P. 155.
 32. **Zicans J., Merijs Meri R., Ivanova T., Berzina R., Kalkis V., and Maksimov R.** Recycled Polycarbonate Blend as Matrix for Smart Nanocomposite // 11th Int. Symposium “Polymer Blends”, San Sebastian, Spain, March 25-28, 2012: Abstracts. – P. 317.

4. 5. Promocijas, maģistru un bakalauru darbi

1. **Borisova A.** Epoksīda sveķu-oglekļa nanocaurulīšu kompozītmateriāla struktūra un mehāniskās īpašības. Maģistra darbs. Latvijas Universitāte, Fizikas un matemātikas fakultāte, Fizikas nodaļa, darba vad. Dr.sc.ing. T. Glaskova. – Rīga: Latvijas Universitāte, 2012. – 65 lpp.

2.. **Strekalova O.** Polimēru kompozītmateriāla biomimētiskā mehānisku bojājumu indikācija. Maģistra darbs. Rīgas Tehniskā universitāte, Transporta un mašīnzinību fakultāte, Biomedicīnas inženierzinātņu un nanotehnoloģiju institūts, darba vad. Dr. sc.ing. A. Aniskevičs. – Rīga, 2012. – 57 lpp.

3. **Zesers A.** Trauslas matricas īsu šķiedru kompozīta integritātes novērtējums. Bakalaura darbs, Latvijas Universitāte, Fizikas un matemātikas fakultāte, Fizikas nodaļa, darba vadītājs - Dr. habil sc.ing. V. Tamužs. – Rīga, 2012. – 45. lpp.

4.6. Dalība zinātniskajās konferencēs un sanāksmēs

1. Konference „XVII International Conference on Mechanics of Composite Materials”, 28.05.2012.-01.06.2012., Latvija (32 dalībnieki – P.Aniškins, J.Andersons, K.Aniskeviča u.c.),
2. Konference „International Conference Stochastic Modeling Techniques and Data Analysis”, 04.06.2012.-12.06.2012., Grieķija (1 dalībnieks – J.Andersons),
3. Konference „The 6th International Conference on FRP Composites in Civil Engineering – CICE 2012” , 12.06.2012.-17.06.2012., Itālija (1 dalībnieks – A.Aniskevičs),
4. Konference „15th European Conference on Composite Materials”, 23.06.2012.-30.06.2012., Itālija (3 dalībnieki – A.Aniskevičs, O.Starkova, J.Modņiks),
5. Konference „5th International Conference from Scientific Computing to Computational Engineering”, 02.07.2012. – 08.07.2012., Grieķija (1 dalībnieks – J.Andersons),
6. Konference „The 8th European Solid Mechanics Conference”, 09.07.2012. – 13.07.2012., (1 dalībnieks – I.Beverte),
7. Konference „15th International Conference on Experimental - ICEM15”, 22.07.2012.-28.07.2012., Portugāle (1 dalībnieks - E.Spārniņš).
8. Konference „12th WSEAS International Conference on Systems Theory and Scientific Computation – ISTASC12”, 20.08.2012.-24.08.2012., Grieķija (1 dalībnieks – V.Štrauss),
9. Konference „ 19th European Conference on Fracture ECF-19”, 25.08.2012.-31.08.2012., Krievija (1 dalībnieks – S.Tarasovs),
10. Konference „Computational Modeling of Objects Presented in Images: Fundamentals, Methods and Applications – ComplIMAGE 2012”, 04.09.2012. – 07.09.2012., Itālija (1 dalībnieks – I.Beverte),
11. Konference „10th Edition of the International Conference on Durability of Composite Systems – Duracosys-2012”, 16.09.2012. – 20.09.2012., Beļģija (2 dalībnieki – A.Aniskevičs, O.Starkova),
12. Konference „11th International Conference on Fracture and Damage Mechanics – FDM 2012”, 16.09.2012. 23.09.2012., Ķīna (1 dalībnieks – J.Andersons),
13. Simpozījs „Baltic Polymer Symposium”, 20.09.2012. – 20.09.2012., Latvija (1 dalībnieks - I.Beverte),

4.7. Cita ar zinātnisko darbību saistīta informācija

4.7.1. Pētniecības infrastruktūra

Institūtā ir eksperimentālā mašīnzāle materiālu un konstrukciju mehānisko īpašību noteikšanai un pētīšanai. Institūtā darbojas akreditēta Konstrukciju materiālu mehāniskās testēšanas laboratorija, kas izpilda uzņēmumu un citu organizāciju pasūtījumus materiālu un izstrādājumu testēšanā, veicot kā standarta, tā nestandarta pārbaudes. Eksperimentālās mašīnzāles un testēšanas laboratorijas aprīkojumā ir servohidrauliskā materiālu pārbaudes sistēma MTS 809.40, servohidrauliskā materiālu pārbaudes sistēma MTS 5T, hidrauliskā prese ИПС 500, pārbaudes mašīna Zwick – 2,5, pārbaudes mašīna ZD – 40, elektromehāniskā pārbaudes mašīna 2166 P – 5 un ilglaicīgo eksperimentu stendi speciāli aprīkotās telpās.

4.7.2. Periodiskie izdevumi

Žurnāls: "**Механика композитных материалов / Mechanics of Composite Materials**" / 2012/ Т. 48 / V.48, Nr.Nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6 (lpp. 1 – 1040). Metiens 400. Žurnāls tiek izdots krievu un angļu, izdevējs LU Polimēru mehānikas institūts. Žurnāla tulkojumam angļu valodā izdevējs ir Springer Science + Business Media, Inc. (ASV, ISSN 0191-5665).

Žurnāls tiek anotēts vai indeksēts starptautiski atzītās datu bāzēs: Academic OneFile, Academic Search, Chemical Abstracts Service (CAS), ChemWeb, CSA, Current Abstracts, Current Contents/Engineering, Computing and Technology, Earthquake Engineering Abstracts, EBSCO, El-Compendex, Engineered Materials Abstracts, Gale, Google Scholar, INIS Atomindex, INSPEC, Journal Citation Reports/Science Edition, Material Science Citation Index; \OCLC, Polymer Library, ProQuest, Reaction Citation Index, Science Citation Index Expanded (SciSearch), SCOPUS, Summon by Serial Solutions, VINITI – Russian Academy of Science..

4.7.3. Organizētās konferences

2012.gadā no 28.maija līdz 01.jūnijam Rīgā tika organizēta XVII starptautiskā konference par kompozīto materiālu mehāniku „Seventeenth International Conference Mechanics of Composite Materials” (<http://www.pmi.lv/html/ConfInf.htm>). Organizētāji un atbalstītāji – Latvijas Universitātes Aģentūra „LU Polimēru mehānikas institūts”, Latvijas Zinātņu Akadēmija, Latvijas Zinātnes padome, Latvijas Nacionālā Mehānikas komiteja, Latvijas Universitāte, Rīgas Tehniskā universitāte, žurnāla “Mechanics of Composite Materials” redakcija, kompānija „Centre Composite” (Latvija).

Starptautisko programmas komiteju konferencē pārstāvēja profesori L. A. Agalovjans (Armēnija), S. D. Akbarovs (Turcija), H. Altenbahs (Vācija), A. N. Anoškins (Krievija), Č. Bakis (ASV), V. Hvangs (Koreja), V. V. Kovriga (Krievija), A. Kvedaras (Lietuva), J. Lelleps (Igaunija), A. B. Mitkevičs (Krievija), V. G. Piskunovs (Ukraina), J. M. Pleskačevskis (Baltkrievija), J. V. Sokolkins (Rusija), R. Talreja (ASV), V. Tamužs (Latvija), R. Tepfers (Zviedrija), J. Vārna (Zviedrija), un A. D. Zamanovs (Azerbaidžāna)

Kompozīto materiālu mehānikas konferences ir tradicionālas zinātnieku sanāksmes, ko Polimēru mehānikas institūts regulāri organizē kopš 1965.gada. Šo konferenču mērķis ir apspriest jaunos pētījumu rezultātus kompozīto materiālu mehānikā, kā arī apmainīties domām par iespējamiem turpmākiem pētījumu virzieniem.

Pēdējos gados ir paplašinājušās tendences kompozītu pielietošanā. Joprojām svarīga ir efektīvu materiālu radīšana aviakosmiskai tehnikai. Tā, piemēram, jaunajā Airbus lidmašīnā trešā daļa no konstrukcijas ir kompozīti, bet tuvāko gadu laikā jaunajā konstrukcijā kompozīti pēc apjoma aizņems vairāk kā pusi. Interesi par minēto tematiku apliecināja arī Boeing kompānijas pārstāvja PhD P. P. Martina uzstāšanās ar paplašinātu referātu „Boeing kompānijas

kompozītmateriālu izmantošanas lidaparātos vēsture un evolūcija – Pārskats: The 787 Dreamliner”. Turpina pieaugt kompozītu izlietojums būvju nostiprināšanā un rehabilitācijā.

Konference tika organizēta 7 sekcijās: „Struktūra un īpašības”, „Laika un vides atkarīgas īpašības”, „Stiprība, plīšana, bojājumi un nogurums”, „Konstrukcijas no kompozītiem”, „Kompozīto materiālu pielietošana lidaparātos un kosmosā”, „Kompozīti celtniecībā un infrastruktūrā” un „Materiālu raksturojums”.

Konferences sagatavošanas laikā bija saņemtas 218 tēzes ar 477 autoriem un pieteikumi uz piedalīšanos konferences darbā no 36 valstīm (Alžīra, ASV, Azerbaidžāna, Baltkrievija, Beļģija, Bulgārija, Čehu Republika, Dānija, Francija, Grieķija, Igaunija, Indija, Irāna, Itālija, Izraēla, Jordana, Kazahstāna, Koreja, Krievija, Latvija, Lielbritānija, Lietuva, Luksemburga, Malaizija, Malta, Polija, Portugāle, Rumānija, Sauda Arābija, Skotija, Spānija, Turcija, Ukraina, Ungārija, Vācija, Zviedrija).

Konferences darbā ar referātiem piedalījās 174 dalībnieki no 24 valstīm – Alžīras, ASV, Azerbaidžānas, Baltkrievijas, Beļģijas, Čehu Republikas, Dānijas, Igaunijas, Kazahstānas, Korejas, Krievijas, Latvijas, Lielbritānijas, Lietuvas, Maltas, Polijas, Portugāles, Skotijas, Spānijas, Turcijas, Ukrainas, Ungārijas, Vācijas un Zviedrijas.

Tika nolasīti 4 plenārie referāti un 91 referāts 7 sekcijās, kā arī 72 referāti bija pārstāvēti stenda formā. Plenārajā referātā, kuru pārstāvēja Prof. K. Fridrihs (K. Friedrich, Germany), bija izskatīta sakarība apstrāde-struktūra-īpašība izmantojamiem berzes un nodiluma apstākļos termoplastiskiem nanokompozītiem. Prof. J. Dzeņa (Yu. Dzenis, USA) plenārais referāts bija veltīts nepārtrauktām nanošķiedrām, kuras izmanto konstrukciju kompozītos. Prof. A. N. Anoškina (A. N. Anoshkin, Russia) stāstīja par kompozīto materiālu un konstrukciju stiprības aprēķinu modeļiem un metodēm. Prof. S. D. Akabarova (S. D. Akbarov, Turkey, Azerbaijan) plenārais referāts bija veltīts ļodzes atslāņošanai viskoelastīgo kompozītmateriālu plātnēs ar plaisām. Paplašinātu sekcijas referātu, veltītu stiegroto materiālu uguns izturības skaitliskam novērtējumam un lokanām konstrukcijām no uguns izturīgiem stiegrotiem materiāliem, no autoru kolektīva prezentēja Vl. O. Kaledins (Vl. O. Kaledin, Russia). Prof. N. K. Miškina (N. K. Myshkin, Belarus) paplašināts sekcijas referāts bija veltīts kontakta mehānikai un polimērkompozītu triboloģijai.

Četru stenda referātu prezentācijas tika atzītas par labākajām: K. C. Bae (Republic of Korea) pārstāvētais referāts par FeAl/ZrC intermetāliskās matricas kompozīta mikrostruktūru un mehāniskajām īpašībām (autori K. C. Bae, J. M. Choi, I. M. Park and Y. H. Park), P. Hutara (P. Hutař, Czech Republic) pārstāvētais referāts par sašūta polimēra, pildīta ar alumīnija oksīda daļiņām, skaitlisko modelēšanu (autori B. Máša, L. Náhlík, and P. Hutař), L. Rozītes (Sweden) pārstāvētais referāts par bio-bāzes polimēru ar linu šķiedru stiegrojumu nelineārās uzvedības analīzi (autori L. Rozite and R. Joffe), S. Gluhih (Latvija) pārstāvētais referāts par kompozītmateriālu paneļu ar palielinātu stingumu lidmašīnu spārniem optimālo konstrukciju (autori S. Gluhih, O. Mitrofanov, and A. Sorokin, Latvia, Russia).

Atlasītu referātu pilni teksti pēc recenzēšanas tiek publicēti žurnālā *Mechanics of Composite Materials/Механика композитных материалов*.

Konferences dalībnieki pozitīvi novērtēja notikušo konferenci un nolēma nākošo konferenci organizēt Rīgā 2014. gada maijā un veltīt to Polimēru mehānikas institūta dibināšanas 50. gadadienai.

4.8. Informācija par galvenajiem rezultātiem zinātnē un pētniecībā 2012.gadā

1. Īstenoto LR finansēto projektu skaits (granti)	3
2. Valsts pētījumu programmu skaits	1
3. Īstenoto starptautisko projektu skaits	9
4. Nopublicēto zinātnisko rakstu skaits	50
tajā skaitā raksti starptautiski citējamos (SCI) zinātniskajos izdevumos	31
5. Aizstāvēto promocijas darbu skaits	-
6. Aizstāvēto maģistru darbu skaits	2
7. Doktorantu skaits	5
8. Citi rezultāti (uzskaitīt būtiskākos)	
8.1. Noorganizēta starptautiska zinātniska konference par kompozīto materiālu mehāniku „XVII International Conference on Mechanics of Composite Materials”	1
8.2. Izdots periodisks izdevums – žurnāls „Механика композитных материалов / Mechanics of Composite materials”/2012/ Т.48 / V.48	1

5. SAŅEMTAIS FINANSĒJUMS UN TĀ IZLIETOJUMS 2012.GADĀ

5.1.Valsts budžeta finansējums (bāzes finansējums) un tā izlietojums 2012.gadā

Nr.p. k.	Finanšu līdzekļi	Iepriekšējā 2011.gadā (faktiskā izpilde)	Pārskata gadā	
			Apstiprināts Likumā	Faktiskā izpilde
1	Finanšu resursi izdevumu segšanai (kopā)	111 974	107 005	107 005
1.1	dotācija no vispārējiem ieņēmumiem	111 974	107 005	107 005
1.2	maksas pakalpojumi un citi pašu ieņēmumi	0	0	0
1.3	ārvalstu finanšu palīdzība	0	0	0
2	Izdevumi (kopā)	111 974	107 005	107 005
2.1	uzturēšanas izdevumi	111 974	107 005	107 005
2.1.1	subsīdijas un dotācijas, tai skaitā iemaksas starptautiskās organizācijās	0	0	0
2.2	izdevumi kapitālieguldījumiem	0	0	0

5.2. Pārskats par saņemto finansējumu un tā izlietojumu 2012. gadā

1. Institūta kopējais finansējums	Ls	1 080 393
Tajā skaitā:		
1.1. grantu un programmu finansējums	Ls	61 880
1.2.finansējums no valsts budžeta		
1.2.1. bāzes finansējums	Ls	107 005
1.3. ienākumi no telpu nomas	Ls	85 555
1.4. pārējie ienākumi no ārpusbudžeta avotiem (testēšanas laboratorijas pakalpojumi, līgumdarbi u.c.)	Ls	381
1.5.Eiropas savienības struktūrfondu finansējums	Ls	750 572
1.6.finansējums no starptautiskiem avotiem	Ls	0
1.7.ziedojumi	Ls	0
2. Institūta kopējie izdevumi	Ls	1 181 734
Tajā skaitā:		
2.1. algu fonds	Ls	632 730
2.2.darba devēja sociālās apdrošināšanas obligātās iemaksas	Ls	141 576
2.3. infrastruktūras uzturēšana (ēku ekspluatācijas izdevumi, apkure, elektroenerģija, ūdens, gāze, telefons u.c.)	Ls	89 094
2.4. izdevumi zinātniskajai aparatūrai, instrumentiem u.c.	Ls	5 563
2.5. pārējie izdevumi (komandējumi u.c.)	Ls	12 771

2.1. Zinātniskās institūcijas LU aģentūras "LU Polimēru mehānikas institūts" zinātniskās darbības finansējums

Gads		Rindas kods	Kopā	Tai skaitā	
				zinātniskie darbi veikti zinātniskajā institūcijā	zinātniskie darbi pasūtīti citās zinātniskās institūcijās
A	B	C	1	2	3
2010.gads	Finansējums kopā (1100.+1200.+1300.+1400.+1500.+1600.rinda)	1000	992.2	992.2	
	tai skaitā				
	Valsts budžeta finansējums- kopā (1110.+1120.+1130.+1140.+1150.+1160.+1170.+ 1180.rinda)	1100	853.9	853.9	
	no tā – Eiropas Savienības struktūrfondu finansējums zinātniskajai darbībai	1110	646.2	646.2	
	tai skaitā VPD 2.5.1.aktivitātes projektu finansējums	1111	0	0	
	- Latvijas Zinātnes padomes (LZP) granti un cits LZP finansējums	1120	46.9	46.9	
	- zinātniskās darbības bāzes finansējums	1130	128.1	128.1	
	- valsts pētījumu programmu finansējums	1140	14.7	14.7	
	- zinātniskās darbības attīstības finansējums	1150	0	0	
	- valsts pārvaldes institūciju pasūtītie pētījumi	1160	12	12	
	- tirgus orientētie pētījumi	1170	6	6	
	- pārējais valsts budžeta finansējums (piemēram, pašvaldību finansējums)	1180	0	0	
	Augstskolas finansējums zinātnei	1200	0	0	
	Finansējums no starptautiskiem avotiem - kopā	1300	0	0	
	no tā – ieņēmumi no līgumdarbiem ar ārvalstu juridiskām personām	1310	0	0	
	Ieņēmumi no līgumdarbiem ar Latvijas Republikas juridiskām personām	1400	17.5	17.5	
	Cits finansējums zinātniskai darbībai	1500	120.8	120.8	
no tā – ieņēmumi no citām saimnieciskām darbībām	1510	129.4	129.4		
Zinātniskā institūta – komercsabiedrības vai nodibinājuma finansējums zinātniskai darbībai	1600	0	0		
A	B	C	1	2	3

2011. gads

Finansējums kopā (1100.+1200.+1300.+1400.+1500.+1600.rinda)	1000	1252.2	1252.2
tai skaitā			
Valsts budžeta finansējums- kopā (1110.+1120.+1130.+1140.+1150.+1160.+1170.+ 1180.rinda)	1100	174.6	174.6
no tā – Eiropas Savienības struktūrfondu finansējums zinātniskajai darbībai	1110	0	0
tai skaitā VPD 2.5.1.aktivitātes projektu finansējums	1111	0	0
- Latvijas Zinātnes padomes (LZP) granti un cits LZP finansējums	1120	46.9	46.9
- zinātniskās darbības bāzes finansējums	1130	112	112
- valsts pētījumu programmu finansējums	1140	15.7	15.7
- zinātniskās darbības attīstības finansējums	1150	0	0
- valsts pārvaldes institūciju pasūtītie pētījumi	1160	0	0
- tirgus orientētie pētījumi	1170	0	0
- pārējais valsts budžeta finansējums (piemēram, pašvaldību finansējums)	1180	0	0
Augstskolas finansējums zinātnei	1200	0	0
Finansējums no starptautiskiem avotiem - kopā	1300	958.9	958.9
no tā – ieņēmumi no līgumdarbiem ar ārvalstu juridiskām personām	1310	24.3	24.3
no tā – Eiropas Savienības struktūrfondu finansējums zinātniskai darbībai	1320	934.6	934.6
Ieņēmumi no līgumdarbiem ar Latvijas Republikas juridiskām personām	1400	23.7	23.7
Cits finansējums zinātniskai darbībai	1500	95	95
no tā – ieņēmumi no citām saimnieciskām darbībām	1510	89.3	89.3
Zinātniskā institūta – komercsabiedrības vai nodibinājuma finansējums zinātniskai darbībai	1600	0	0

A	B	C	1	2	3
2012.gads	Finansējums kopā (1100.+1200.+1300.+1400.+1500.+1600.rinda) tai skaitā	1000	1 080.4	1 080.4	
	Valsts budžeta finansējums- kopā (1110.+1120.+1130.+1140.+1150.+1160.+1170.+ 1180.rinda)	1100	168.8	168.8	
	no tā – Eiropas Savienības struktūrfondu finansējums zinātniskajai darbībai	1110	0	0	
	- Latvijas Zinātnes padomes (LZP) granti un cits LZP finansējums	1120	46.8	46.8	
	- zinātniskās darbības bāzes finansējums	1130	107	107	
	- valsts pētījumu programmu finansējums	1140	15	15	
	- zinātniskās darbības attīstības finansējums	1150	0	0	
	- valsts pārvaldes institūciju pasūtītie pētījumi	1160	0	0	
	- tirgus orientētie pētījumi	1170	0	0	
	- pārējais valsts budžeta finansējums (piemēram, pašvaldību finansējums)	1180	0	0	
	Augstskolas finansējums zinātnei	1200	0	0	
	Finansējums no starptautiskiem avotiem - kopā	1300	750.6	750.6	
	no tā – ieņēmumi no līgumdarbiem ar ārvalstu juridiskām personām	1310	0	0	
	no tā – Eiropas Savienības struktūrfondu finansējums zinātniskajai darbībai	1320	750.6	750.6	
	Ieņēmumi no līgumdarbiem ar Latvijas Republikas juridiskām personām	1400	3.3	3.3	
	Cits finansējums zinātniskai darbībai	1500	157.7	157.7	
	no tā – ieņēmumi no citām saimnieciskām darbībām	1510	85.6	85.6	
	Zinātniskā institūta – komercsabiedrības vai nodibinājuma finansējums zinātniskai darbībai	1600	0	0	

2.2. Zinātniskās institūcijas LU aģentūras "LU Polimēru mehānikas institūts" ar saimniecisku darbību nesaistīta finansējuma izlietojums pa budžeta ekonomiskās klasifikācijas kodiem

	Ieņēmumu, izdevumu, finansēšanas klasifikācijas kods	Apgūtais finansējums KOPĀ	Apgūtais finansējums 2010.gadā	Apgūtais finansējums 2011.gadā	Apgūtais finansējums 2012.gadā
A	B	1=2+3+4	2	3	4
Izdevumi kopā (1000-4000; 6000-7000. + 5000;9000.rinda)	1000-9000	3336.0	536.1	1198.6	1601.3
Uzturēšanas izdevumi	1000-4000;	3299.0	532.3	1170.9	1595.8
Kārtējie izdevumi (1000. + 2000.rinda)	1000-2000	3299.0	532.3	1170.9	1595.8
Atlīdzība	1000	1866.0	310.3	817.8	737.9
no tā – zinātniskai darbībai	1100	1398.1	310.3	553.6	534.2
Preces un pakalpojumi	2000	898.8	222.0	353.1	323.7
no tā – zinātniskai darbībai	2100	898.8	222.0	353.1	323.7
Kapitālie izdevumi (5000.rinda)	5000;9000	37.1	3.8	27.7	5.6
Pamatkapitāla veidošana	5000	37.1	3.8	27.7	5.6
no tā – zinātniskai darbībai	5100	37.1	3.8	27.7	5.6

2.3. Zinātniskās institūcijas LU aģentūras "LU Polimēru mehānikas institūts" ar saimniecisku darbību saistīta finansējuma izlietojums pa budžeta ekonomiskās klasifikācijas kodiem

	Īeņēumu, izdevumu, finansēšanas klasifikācijas kods	Apgūtais finansējums KOPĀ	Apgūtais finansējums 2010.gadā	Apgūtais finansējums 2011.gadā	Apgūtais finansējums 2012.gadā
	(rindas kods)				
A	B	1=2+3+4	2	3	4
Izdevumi kopā (1000-4000; 6000-7000. + 5000;9000.rinda)	1000-9000	580.4	323.7	142.2	114.5
Uzturēšanas izdevumi	1000-4000;	555.4	318.8	122.1	114.5
Kārtējie izdevumi (1000. + 2000.rinda)	1000-2000	555.4	318.8	122.1	114.5
Atlīdzība	1000	407.4	290.2	80.8	36.4
no tā – zinātniskai darbībai	1100	0.0	0.0	0.0	0.0
Preces un pakalpojumi	2000	148.1	28.6	41.4	78.1
no tā – zinātniskai darbībai	2100	148.1	28.6	41.4	78.1
Kapitālie izdevumi (5000.rinda)	5000;9000	25.0	4.9	20.1	0.0
Pamatkapitāla veidošana	5000	25.0	4.9	20.1	0.0
no tā - zinātniskai darbībai	5100	25.0	4.9	20.1	0.0

LU Polimēru mehānikas institūta direktors

E.Plūme

Institūta galvenā grāmatvede
24.05.2013.

M.Škaunace