

MATERJALITEHNIKA INSTITUUT



TTÜ 1918

**TEADUS- JA
ARENDUSTEGEVUSE
AASTAARUANNE**

2013

Läbi vaadatud:

Vaadatakse läbi materjalitehnika instituudis peale arvandmete laekumist TTÜ teadusosakonnast

R. Veinthal

01.03.2014

TALLINN
2014

Sisukord

Sisukord.....	1
1. Instituudi struktuur	2
1.1 Materjaliõpetuse ÕPPETOOL	2
1.2 Metallide tehnoloogia ÕPPETOOL.....	2
1.3 Teadusaparatuuri ja laborite iseloomustus	2
1.4 Personal.....	4
2. INSTITUUDI TEADUS- JA ARENDUSTEGEVUSE (EDASPIDI T&A) ISELOOMUSTUS.....	7
2.1 struktuuriüksuse koosseisu kuuluvate uurimisgruppide	7
teadustöö kirjeldus (<i>inglise keeles</i>).....	7
SF0140062s08 (T062) „Design and technology of multiphase tribomaterials“	7
SF0140091s08 (T091) „Hardcoatings and surface engineering“	8
Other significant R&D projects.....	9
AR 12134 Advanced thin hard coatings in tooling (2012 – 2014).....	9
AR 12133 NanoCom – Nano-geometry and entanglement for design and prototyping of ceramic-based high-performance nano-composites (NanoCom) (2012 – 2014).....	10
AR 12131 Permanent magnets for sustainable energy application (MagMat) (2012 – 2014).....	10
AR 12132 Development of advanced coatings and polymer-ceramic composites for road construction machinery wear parts (WearHard) (2012 – 2014)	11
2.2 Uurimisgrupi kuni 5 olulisemat publikatsiooni läinud aastal.....	11
2.3 Loetelu struktuuriüksuse töötajate rahvusvahelistest tunnustustest.....	11
2.4 Loetelu struktuuriüksuse töötajatest, kes on välisakadeemiade või muude oluliste T&A-ga seotud välisorganisatsioonide liikmed.	11
2.5 Aruandeaasta tähtsamad T&A finantseerimise allikad.	12
2.6 aruandeaastal saadud T&A-ga seotud tunnustusi (va punktis 2.3 toodud tunnustused), ülevaade teadlasmobiilsusest NING hinnang oma teadustulemustele.	13
2.7 Instituudi teadus- ja arendustegevuse teemade ja projektide nimetused (<i>Eesti</i> Teadusinfosüsteemi, edaspidi ETIS, andmetel).....	15
Struktuuriüksuse töötajate poolt avaldatud sihtfinantseeritava teadusteema taotlemisel arvestatavad eelretsenseeritavad teaduspublikatsioonid (ETIS klassifikaatori alusel).....	17

1. Instituudi struktuur

Instituudi direktor Renno Veinthal

- Metallide tehnoloogia õppetool, *Chair of Metals Processing*, Jakob Kübarsepp
- Materjaliõpetuse õppetool, *Chair of Materials Studies*, Priit Kulu
- Pulbertehnoloogia teaduslaboratoorium, *Research Laboratory of Powder Technology*, Lauri Kollo
- Triboloogia teaduslaboratoorium, *Research Laboratory of Tribology*, Maksim Antonov
- Materjalide taaskasutuse teadus- ja katselaboratoorium, *Research and Testing Laboratory of Materials Recycling*, Jaan Kers, alates 01.10.13 Dmitri Goljandin

1.1 MATERJALIÕPETUSE ÕPPETOOL

Õppetooli juhatab metalliõpetuse professor P. Kulu. Õppetooli akadeemilise personali moodustavad: komposiitmaterjalide professor R. Veinthal, dotsent M. Saarna, vanemteadurid V. Podgurski, P. Peetsalu ja J. Kers (viimane on alates 01.09.2012 ka polümeermaterjalide instituudi professor hõivega) assistent R. Tarbe, teadurid D. Goljandin, E. Adoberg ja A. Surzhenkov, nooremteadur L. Lind, insener R. Talalaev jt.

ÕT õppe- ja uurimislaborid on järgmised:

- metallograafialabor,
- materjalide katselabor,
- pinnete labor,
- desintegraatortehnoloogia labor
- triboloogia labor.

1.2 METALLIDE TEHNOLOOGIA ÕPPETOOL

01.09.12-31.12.13 on õppetooli juhiks prof. J. Kübarsepp, siirdudes seejärel (tagasi) õppeprorektori ametikohale TTÜ rektoraati. Akadeemilise personali moodustavad prof. J. Kübarsepp, juhtivteadur I. Hussainova, dotsent Fjodor Sergejev (01.09.2012 ühtlasi mehaanikateaduskonna õppeprodekaan), lektor A. Laansoo ja assistent E. Kimmari, vanemteadurid J. Pirso, L. Kommel, M. Antonov ja L. Kollo ning teadur K. Juhani.

ÕT õppe- ja teaduslaborid on järgmised:

- valulabor,
- keevituslabor,
- pulbermetallurgia labor.

1.3 TEADUSAPARATUURI JA LABORITE ISELOOMUSTUS

Teaduslaborite infrastruktuur on heal tasemel ning olemasolev aparatuur võimaldab teostada rahvusvaheliselt arvestaval tasemel teadustööd.

Instituudi unikaalne teadusaparatuur ja tarkvara:

- Optiline profilomeeter Bruker *Countour GT-KO*;
- Induktsioonsulatusseade proovide valmistamiseks *Linn HighTerm Lifumat-Met-3,3-VAC*;
- *ELTRA* täppisanalüsaator C, H, O, N jt elementide määramiseks pulbritest;
- Metallianalüsaator *SPECTROLAB M* Fe-, Al- ja Cu-baasil sulamite keemilise koostise määramiseks;
- Dünaamiline katsetussüsteem *INSTRON 8516* ja *INSTRON 8802* materjalide mehaaniliseks katsetamiseks koos tarkvaraga *WaveMaker, Bluehill*, sinna juurde kuuluv kõrge- ja madalatemperatuurne katsetussõlm;
- Metallograafia aparatuur (mikrolihvide valmistamise seadmekomplektid *STRUERS* ja *BÜHLER*, metallimikroskoobid, mikrokõvadusmõõtur, portatiivne metallograafia aparatuur), kujutise töötlemise süsteem *Omnimet Enterprice 5,4*, ultrahelivannid;
- Stereovalgusmikroskoop *Zeiss Discovery.V20*;
- Nanoindenteerimiskompleksi *L.O.T.-Oriol GmbH & Co. KG*;
- Skaneeriv elektronmikroskoop *Hitachi TM-1000*;
- Mikrokõvadusmõõtur *MICROMET2000* ja universaalkõvadusmõõtur *ZWICK 2.5TS*;
- Mittepurustava kontrolli aparatuur (ultrahelidefektoskoop, magnetpulberdefektoskoop, portatiivne kõvadusmõõtur, metalli paksusmõõtur);
- Desintegraatorjahvatusseadmed (*DESI, DSL-115, DSL-160, DSL-175, DSA, DS-349, DS-350* jt.), attriitorid ja kuulveskid materjalide peenestamiseks ja segamiseks;
- Juga-jahvatusseade *Micro-Macinazione SA Minimicro (MC 44IR, BD) (2013)*;
- Kiirleekpindamiseseade *TAFAP JP 5200* (HVOF-pihustus) koos pöördajamiga leekpihustuse mehhaniseerimiseks *EMS Surface Technology Limited*;
- Kuumisostaatpress *AIP HI*;
- Vaakumpaagutussüsteem *SUPER VIII*, survepaagutussüsteem *FPW300/400-2-1600-110* ks/sp, kõrgetemperatuurne vaakumahi *Red Devil RD Webb Inc*; erinevad muhvel- ja toruahjud (*Nabertherm*) **(2013)**;
- Kindakamber *Jacomex GP (2013)*;
- Alalisvoolu toiteallikas *Elfa Distrelec* 8 kW koos solenoidiga kuni 1,5T magnetvälja loomiseks **(2013)** ;
- Abrasioon ja erosioonkulutamisseadmed (*CUK*, kõrgetemperatuurne kulutamisseade jpt.), löökkulumise katseseade desintegraatori baasil;
- Multifunktsionaalne tribomeeter *CETR UMT-2* koos mitmesuguste katsetusrakistega (kõrgetemperatuurne sõlm, 4-kuuli katsesõlm õlide katsetamiseks- (neist viimane **2013**)) ;
- Granulomeetriaseade *Analyzette 22 COMPACT*
- Pindamiseseade õhukeste kõvapinnete saamiseks *PLATIT π80*, koos erinevate katoodidega (Ti, Al, Cr);
- Plasma-pealesulatusseade *Castolin Eurtonic GAP3001 DC SET (2013)*
- Pinnete paksuse mõõtesead *Kalotester*, pinnete eemaldamiseseade *Stripping equipment*
- Mikroabrasiivtöötlus-seade *FerroCrtalic (2013)*.

INSTITUUDI ÜHISSEADMEIKS TEISTE TTÜ ÜKSUSTEGA ON:

- mehaanika ja metroloogia katselabori seadmeparki kuuluvad löögipendel *Zwick RKP450R*, Rockwelli kõvadusmõõtur *Indentek*, *Buehler* metallograafialabori sisseseade (tükeldusseade, lihvipress, lihvimis-poleerimiseseadmed, mikroskoop), kõvadusmõõturid (Brinelli-Vickersi käsi-

ja elektroonne kõvadusmõõtur), *Zwick-Roell BFP300* (300 t. paindepress rööbaste katsetamiseks);

- FTIR-spektromeeter polümeermaterjalide instituudiga

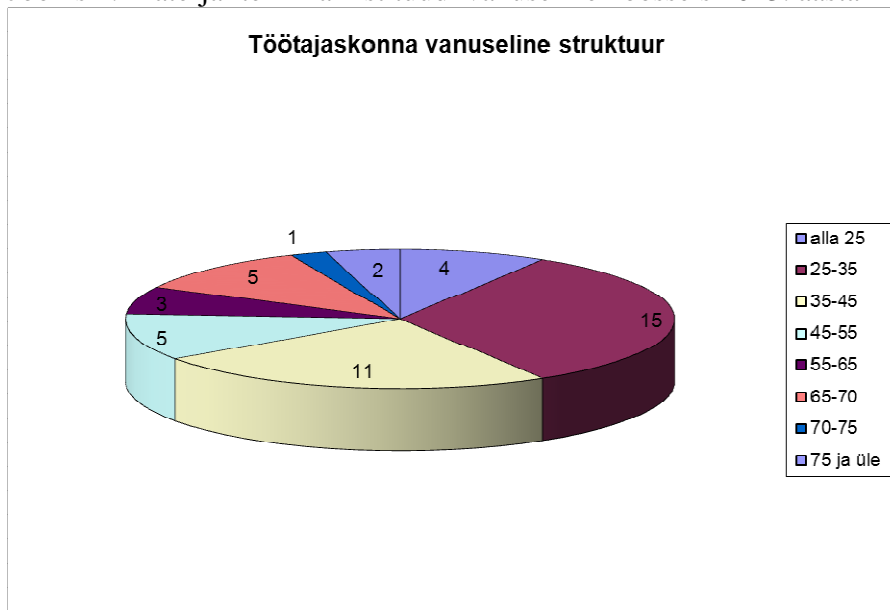
1.4 PERSONAL

Instituudi töötajaskond on 2013. aastal on võrreldes eelmise aastaga umbes sama. 2013. a lõpuks töötas instituudis 46 inimest, kusjuures nende summaarne hõive oli 36 (vt. Tabel 1). Olulisemad muudatused 2013 a.-l.:

1. Jätkusid SA Archimedese poolt kaasfinantseeritavad materjalitehnoloogia programmi projektid (2012-2014). Nende projektide elluviimiseks võeti 2012 aastal mh. vastu 9 doktoranti, kellest mitmed asusid tööle nooremteaduri ametikohtadel. 2013 aastal alustas õpingud 2 doktoranti. Aasta jooksul toimusid projektimeeskondade hõivetes korrektsioonid vastavalt projekti vajadustele
2. Mehaaniliste katsetuste valdkonnas asus insenerina tööle Endel Esinurm ja õhukeste kõvapinnete laboris asus tööle Heinar Vagiström.

Instituudi töötajate vanuseline struktuur on toodud joonisel 1.

Joonis 1. Materjalitehnika instituudi vanuseline koosseis 2013. aastal



Tabel 1. Teadus- ja arendustegevusega seotud töötajad 2013. aastal

Seisuga 31.12.2012					31.12.2013			
Z	Perenimi	Eesnimi	Nimetus	Hõive	Perenimi	Eesnimi	Nimetus	Hõive
1	Aava	Henrik	insener	0,5				
2	Adoberg	Eron	teadur	1	Adoberg	Eron	teadur	1
3	Aghayan	Marina	nooremteadur	0,5	Aghayan	Marina	nooremteadur	0,5
4	Antonov	Maksim	vanemteadur	1	Antonov	Maksim	vanemteadur	1
5	Aruniit	Aare	insener	0,5	Aruniit	Aare	insener	0,5
6					Drozdova	Maria	nooremteadur	0,5
7					Esinurm	Endel	tehnik	1
8	Gomon	Jaana-Kateriina	nooremteadur	0,25				
9	Goljandin	Dmitri	teadur	1	Goljandin	Dmitri	teadur	1
10	Hussainova	Irina	juhtivteadur	1	Hussainova	Irina	juhtivteadur	1
11					Ivanov	Roman	nooremteadur	0,5
12	Juhani	Kristjan	teadur	1	Juhani	Kristjan	teadur	1
13					Jõelett	Marek	insener	0,3
14	Kallip	Kaspar	nooremteadur	0,5	Kallip	Kaspar	nooremteadur	0,2
15	Kers	Jaan	vanemteadur	0,5	Kers	Jaan	vanemteadur	0,5
16	Kimmari	Eduard	assistent	1	Kimmari	Eduard	assistent	1
17	Kollo	Lauri	vanemteadur	1	Kollo	Lauri	vanemteadur	1
18					Kolnes	Märt	insener	0,3
19	Kommel	Lembit	vanemteadur	1	Kommel	Lembit	vanemteadur	1
20	Kriisa	Tiiu	juhiabi	1				
21	Kulu	Priit	professor	1	Kulu	Priit	professor	1
22	Kupchenko	Leonid	insener	0,5	Kupchenko	Leonid	nooremteadur	0,5
23	Kurissoo	Liisa	insener	0,25	Kurissoo	Liisa	insener	0,5
24	Kübarsepp	Jakob	professor	1	Kübarsepp	Jakob	professor	1
25	Laansoo	Andres	lektor	1	Laansoo	Andres	lektor	0,75
26	Lind	Liina	nooremteadur	1	Lind	Liina	assistent	1
27	Mens	Endel	insener	0,5	Mens	Endel	insener	0,5
28	Mural	Zorjana	nooremteadur	1	Mural	Zorjana	nooremteadur	1
29	Mürk	Tiiu	insener	0,25	Mürk	Tiiu	insener	0,75
30	Palmiste	Ülo	insener	0,75	Palmiste	Ülo	insener	0,75
31	Peetsalu	Priidu	vanemteadur	1	Peetsalu	Priidu	vanemteadur	1
32	Pirso	Jüri	vanemteadur	1	Pirso	Jüri	vanemteadur	1

2. INSTITUUDI TEADUS- JA ARENDUSTEGEVUSE (EDASPIDI T&A) ISELOOMUSTUS

2.1 STRUKTUURIÜKSUSE KOOSSEISU KUULUVATE UURIMISGRUPPIDE

TEADUSTÖÖ KIRJELDUS (*INGLISE KEELES*)

In 2012 two main basic research topics were elaborated:

1. SF0140062s08 (TUT T062) „Design and technology of multiphase tribomaterials“ (01.01.08.-31.12.13), Prof. J. Kübarsepp;
2. SF0140091s08 (TUT T091) „Hardcoatings and surface engineering“ (01.01.08.-31.12.13), Prof. P. Kulu.

The main research topics:

- Wear resistant materials
- Wear resistant coatings
- Prognostication of wear and wear resistance

SF0140062s08 (T062) „Design and technology of multiphase tribomaterials“

Group leader: Prof. Jakob Kübarsepp

MAIN RESULTS

In the research of multiphase materials and materials technologies the main results were the following:

The peculiarities of regular and reaction sintering of cermets were studied. Technology of wear and corrosion resistant titanium-, tungsten- and chromium carbide- based cermets (TiC-FeCr, TiC-FeCrMn, WC – FeCrNi, TiC – Ti/Fe etc) technology using high-energy attritor milling and reaction sintering technologies was developed. The effect of alloying elements and carbon content on the microstructure and properties (mechanical, tribological) of cermets were specified.

It was proved that reliability of multiphase tribomaterials is not only determined by microstructural peculiarities but also by interphases separating phases of composites. Model to determine residual microstresses in composites was improved. The model enables to define geometrical parameters of composite structure to gain maximum wear resistance and resistance to fracture.

Tribocomposites, particularly WC-(3Y)ZrO₂-Ni of high resistance to fracture was under investigation. ZrO₂ nano-particles influence on strength and toughness indicators of WC-based hardmetals with nickel-, cobalt- and iron-based binders was studied.

Research to develop ultrafine and nanostructural cermets and ceramic matrix composites (CMC) using sol-gel technology was continued. Further research of Al-based metal-matrix composites (MMC) strengthened by nanoparticles and -whiskers was carried out.

Main results in the field of materials characterization:

- A device to investigate abrasion wear at high temperatures (up to 450 °C) was built and tested. A new experimental device for high-temperature adhesive wear investigation was developed.
- Wear resistance and wear mechanism of nanogradient structured PVD coatings on tool steels and composites in different wear conditions was determined. Influence of thin PVD coatings on wear resistance and durability of metal plastic working tools was determined.
- Wear mechanism at abrasive-erosion, sliding and adhesion wear of cermets with different structural characteristics at normal and high temperatures were studied in detail. Research of fatigue behavior of titanium and tungsten carbide cermets in surface fatigue conditions was continued. Using surface indentation method peculiarities of structural changes in cermets surface layer in conditions of abrasive, erosive and impact wear were determined.
- Study results enabled to produce prototypes from nanostructured metals (Cu, Nb) with improved mechanical (tensile strength, hardness, toughness), physical (conductivity, Young modulus) and tribological characteristics.

Main results in the field of development of advanced technologies:

- The sol-gel process for cermets (W-C-Co and Ti-C-Ni-Mo) and toughened by nanowhiskers ceramic matrix composites (CMC) was improved;
- Technology of reaction sintering of carbide composites (cermets) based on WC, Cr₃C₂ and TiC was refined. Of particular interest were corrosion resistant Ni and Co – free cermets.
- In the field of recycling technology of tribocomposites two novel technologies of WC-Co and TiC-NiMo waste recycling were refined:
 - oxidation of waste, product compacting from oxidized powder, hot isostatic pressing;
 - method of electroerosion dispergation of WC- Co waste.

In 2013 13 scientific articles were published in journals (category 1.1 – 11 and category 1.2 – 1). Several papers were presented on conferences (category 3.1 – ca 12).

IMPLEMENTATION OF RESULTS

- Research results in the field of TiC- and WC-based cermet technology were implemented in the production of tool blanks at Sumar OÜ and Norma AS

SF0140091s08 (T091) „Hardcoatings and surface engineering“

Group leader: Prof. Priit Kulu

MAIN RESULTS:

In 2013 research was conducted under the following subtopics:

- spraying and deposition coatings;
- testing and properties of tribosystems;
- functional testing of coated tools.

In the field of thermal sprayed coatings main attention is paid to the production of Cr₃C₂-Ni and TiC-NiMo cermet powders and composite spray powders on their base. From the deposition methods research was focused on PTA-welded and HVOF sprayed coatings. PTA deposition system was implemented at TUT.

Abrasive wear resistance of coatings at different wear modes (abrasion, erosion and impact wear) was studied. The best compositions and PTA-welding technology were applied for strengthening of wear parts of snowploughs.

The influence of surface parameters of as substrate as well PVD coatings (TiAlN, TiCN, etc) surface on the coefficient of friction were investigated.

Development of diamond and DLC films deposition technology including using ceramic based material (WC-Co) as a substrate. Investigation of growth process and tribological properties of diamond and DLC films.

Development of a new impact wear device for tribosystems testing was continued. Wear tests of composite materials and coatings at different abrasive wear conditions were performed. Comparison of residual stresses determined by various methods in coatings was carried out.

5 researchers and 3 professors from TUT and 3 lecturers from elsewhere were engaged in implementation of the main topic. 5 doctoral students were engaged and 2 PhD thesis were defended (D. Goljandin, A. Zikin), one is unfortunately stopped for now (E. Adoberg).

In 2013 15 scientific articles were published in journals 6 – 1.1, 1 – 1.2, in conference proceedings 8 –3.1. At various conferences 12 presentations were given.

IMPLEMENTATION OF RESULTS

- Thin hard coatings (multilayered TiAlN and composite coatings TiCN) have been used at Norma AS and other enterprises – applied research project „HardCoat“ AR 12134 was initiated.
- Collaboration project between Paide Masinatehase AS and Meiren OÜ to use coating technologies to enforce snowplough wear parts was launched– applied research project „WearHard“ AR 12132 was initiated.
- PTA welding system was installed and commissioned.

Other significant R&D projects

AR 12134 Advanced thin hard coatings in tooling (2012 – 2014)

Project leader – Senior Researcher Priidu Peetsalu

objectives: Implementation of PVD and CVD coatings with different for increasing of working reliability of cutting tools by studying processes of advanced coatings pre- and post-treatment and wear mechanisms.

Topics:

- Development of methods for the selection of proper architecture of coatings for specific tooling applications
- Description of wear mechanisms of advanced coatings in specific industrial application with the aim to develop measures to prevent wear of tools
- Selection of proper substrate material for specific tooling applications

Partners: Estonian University of Life Sciences, AS Metaprint, AS Norma, MP & Partners Engineering OÜ, Terätoimituse Eesti OÜ, AS Kitman

AR 12133 NanoCom – Nano-geometry and entanglement for design and prototyping of ceramic-based high-performance nano-composites (NanoCom) (2012 – 2014)

Project leader – Professor Jakob Kübarsepp

objectives: elaboration of novel materials based on industry's needs – the ceramic-based composites to overcome the intrinsic brittleness and mechanical unreliability of monolithic ceramics by using ceramic fibers and carbon nanotubes as the reinforcements.

Topics:

- elaboration of constituents of ceramic-based composites
- Precursors: mixing, milling and functionalisation of components
- Consolidation of the constituents
- Characterization of elaborated composites

Partners: University of Tartu, Metallurg Engineering OÜ, Sumar OÜ, Desintegraator Tootmise OÜ

AR 12131 Permanent magnets for sustainable energy application (MagMat) (2012 – 2014)

Project leader– Professor Renno Veinthal

Objectives: Gain of deeper insights into the magnetic properties of NdFeB magnets; design of materials with comparable or even better magnetic properties to materials commercially available today, with lower reduced cost and impact on the environment; develop criteria's for the selection of suitable alloy compositions and microstructures.

Topics:

- Development PM alloys with controlled composition and microstructure based on NdFeB induction melting and melt-spinning
- Development magnets with improved performance at high operation temperatures (up to 150 °C) and/or combined mildly corrosive environments
- Prototyping of several new grades of permanent magnets with reduced content of Nd and Dy providing alternatives to those of manufactured by conventional compositions and methods
- Design of new materials and grades for wind generators

Partners: Molycorp Silmets AS, ABB Estonia AS

AR 12132 Development of advanced coatings and polymer-ceramic composites for road construction machinery wear parts (WearHard) (2012 – 2014)

Project leader – Professor Priit Kulu

Objectives: Creation of new cost-efficient products with higher wear resistance, increased service life and new enhanced engineering designs.

Topics:

- PTA strengthening technology for wear parts
- Hardmetal based tribocomposites for wear parts
- Polymer-cermet composite materials for wear parts

Partners: Meiren Engineering OÜ, Paide Masinatehas AS

2.2 UURIMISGRUPI KUNI 5 OLULISEMAT PUBLIKATSIOONI LÄINUD AASTAL.

Zikin, A.; Badisch, E.; Hussainova, I.; Tomastik, C.; Danninger, H. (2013). Characterisation of TiC-NiMo reinforced Ni-based hardfacing. *Surface & Coatings Technology*, 236, 36 - 44.

Zikin, A.; Antonov, M.; Hussainova, I.; Katona, L.; Gavrilovic, A. (2013). High temperature wear of cermet particle reinforced NiCrBSi hardfacing. *Tribology International*, 68, 45 - 55.

Aghayan, M.; Hussainova, I.; Gasik, M.; Kutuzov, M.; Friman, M. (2013). Coupled thermal analysis of novel alumina nanofibers with ultrahigh aspect ratio. *Thermochimica Acta*, 574, 140 - 144.

Veinthal, R.; Sergejev, F.; Zikin, A.; Tarbe, R.; Hornung, J. (2013). Abrasive impact wear and surface fatigue wear behaviour of Fe-Cr-C PTA overlays. *Wear*, 301(1-2), 102 - 108.

Antonov, M.; Veinthal, R.; Huttunen-Saarivirta, E.; Hussainova, I.; Vallikivi, A.; Lelis, M.; Priss, J. (2013). Effect of oxidation on erosive wear behaviour of boiler steels. *Tribology International*, 68, 35 - 44.

2.3 LOETELU STRUKTUURIÜKSUSE TÖÖTAJATE RAHVUSVAHELISTEST TUNNUSTUSTEST.

2.4 LOETELU STRUKTUURIÜKSUSE TÖÖTAJATEST, KES ON VÄLISAKADEEMIADE VÕI MUUDE OLULISTE T&A-GA SEOTUD VÄLISORGANISATSIOONIDE LIIKMED.

2.5 ARUANDEAASTA TÄHTSAMAD T&A FINANTSEERIMISE ALLIKAD.

Tabelis 2 on toodud materjalitehnika instituudi olulisemad teadus- ja arendustöö lepingud.

Tabel 2. MTI olulisemad TA lepingud

Objekti kood	Projekti nimetus
T062	Mitmefaasiliste tribomaterjalide arendamine ja tehnoloogia 2009-2013
T091	Kõvapinded ja pinnatehnika 2009-2013
AR12129	High-tech anti-wear coatings based in nanoparticles/ionic liquid combination for metal and engineering industries (TRIBOFILM)" (2012-2014)
AR12131	Permanent magnets for sustainable energy application (MagMat) (2012 – 2014)
AR12133	NanoCom – Nano-geometry and entanglement for design and prototyping of ceramic-based high-performance nano-composites (NanoCom) (2012 – 2014)
AR12134	Advanced thin hard coatings in tooling (2012 – 2014)
AR12312	Development of advanced coatings and polymer-ceramic composites for road construction machinery wear parts (Wear Hard) (2012 – 2014)
G8211	Suurendatud sitkusega ülikõva keramiliste komposiitmaterjalide disain 2010-2013
G8696	Teemantilaadse süsiniku pinde omaduste hindamine ning optimeerimine 2011-2013
G8817	Developing novel methods to enhance the reliability of WC-Co and TiC-NiMo cermets 2011-2013
G8850	Isesobituvad adaptiivsed tribomaterjalid mineraalide baasil 2011-2014
LEP11025	Isotermkarastuse ja silelõike stantsimisega seotud materjali analüüs,, Norma AS
LEP9111	Keevitustehnoloogia arendamine ja keevitusprotsesside automatiseerimine, IMECC OÜ;
V361	Cermets for wear parts (2009-2013)
VE472	Advanced multiphase tribo-functional materials, COMET, Austria
VFP566	" New Technologies for Tunnelling and Underground Works " NMP.2011.4.0-2: Advanced underground technologies for intelligent mining and for inspection, maintenance and excavation, EL 7. RP. Renno Veinthal (2012-2016)
GERA219	Shift of the phase equilibria in nanograined materials, (2012 – 2013)
LKM12179	„Kergsoomuspaneelid transpordivahendite soomustamiseks”, (2012-2015)
VA580	Corrosion resistant Ni-free ceramic-metallic composites

2.6 ARUANDEAASTAL SAADUD T&A-GA SEOTUD TUNNUSTUSI (VA PUNKTIS 2.3 TOODUD TUNNUSTUSED), ÜLEVAADE TEADLASMOBIILSUSEST NING HINNANG OMA TEADUSTULEMUSTELE.

SISERIIKLIKUD TUNNUSTUSED JA TTÜ TUNNUSTUSED:

Irina Hussainovat tunnustati parima teadlase tiitliga mehaanikateaduskonnas ja esitati nominendina TTÜ parima teadlase konkursile

PARIM ARTIKKEL

Zikin, A.; Badisch, E.; Hussainova, I.; Tomastik, C.; Danninger, H. (2013). Characterisation of TiC-NiMo reinforced Ni-based hardfacing. *Surface & Coatings Technology*, 236, 36 - 44.

Esitamise põhjendus: Käesolevas töös uuritakse titaankarbiidkermiste (TiC-kermiste) baasil loodud pealesulatuspinnete abrasiionkulumist. TiC-NiMo kermistel on võrreldes traditsiooniliste (WC-Co) kermistega märkimisväärsed eelised just kõrgetel temperatuuridel ja korrosiivses keskkonnas. See on üsna hästi teada ja uuritud muuhulgas varasemalt TTÜ materjalitehnika instituudi uurimisrühma poolt. Konkreetse töös vaadeldi plasma-pealesulatus (*Plasma Transfer Arc*, PTA) abil loodud iseräbustuva NiCrSiB maatriksiga pakse pindeid. Nanoindenteerimise abil uuriti armeeriva faasi, sideaine ja üleminekupindade mehaanilisi omadusi (nanokõvadus, kraapekatse), kirjeldati armeeriva faasi ja sideaine adhesiooni. Uuriti PTA pealesulatuspinde kulumiskindlust 3-keha abrasiionkulumise tingimustes nii suurte kui väikeste kontaktpingete tingimustes. Saadud pindeid ning tulemusi analüüsiti kasutades kaasaegseid pinnauurimise mikroröntgen analüüsimeetodeid (SEM, EDS, XRD). Toodud järeldused seovad mikromehaaniliste uuringute käigus kogutud katseandmed süsteemsel viisil kulumiskatses saadud tulemustega. Näidati, et TiC-NiMo kermiste baasil saadud armeeriv faas kujutab endast väga efektiivset armatuuri, ning PTA pinnete saamine selle armatuuri kasutamisega on võimalik. Näidati, et võrreldes kommertsiaalselt saadaval olevate materjalidega (WC/W2C baasil) annab TiC-NiMo armatuur oluliselt paremaid tulemusi (suurema kulumiskindluse). Artikkel sisaldab kokkuvõtvalt selle valdkonna saavutusi maailmas, eksperimentaalset uurimust ning kaalukaid järeldusi. Töö toimus heas koostöös TTÜ materjalitehnika instituudi, Austria Triboloogia Kompetentsikeskuse (*Excellence Center for Tribology*, *AC2T research GmbH*), Viini Tehnikaülikooli vahel. Arkadi Žikin on TTÜ juhtivateaduri Irina Hussainova ja Viini TÜ professori Herbert Danningeri juhendatav doktorant, kes kaitses 2013 TTÜ-s doktorikraadi. Töö jätkub Šveitsi firma Castolin'iga materjalide kommertsialiseerimise suunal.

Ajakiri „Surface and Coating Technology“ kuulub antud uurimisvaldkonna (pinnete tehnoloogia) tippajakirjade hulka (5-aasta mõjufaktor: 2,102).

Teadusteemade registreerimisnumbrid: grant ETF 8211, SF 0140062s08.

TULEMUSLIKUM TEADUSPROJEKT

T062, Mitmefaasiliste tribomaterjalide arendamine ja tehnoloogia, Kübarsepp Jakob (2008 – 2013)

TEADLASMOBIILSUS

1. Nooremteadur Kaspar Kallip stažeeris 01.09-31.12.2013 EMPA, Šveits (jätkub 2014)

KONVERENTSIDE KORRALDAMINE

Konverentsi NT13: Fourteenth International Conference on the Science and Application of Nanotubes, Helsinki, Finland, 2013 held in Tallinn in June 29 – 30, 2013 kaaskorraldaja

PÕHIÜLESANDED TEADUS- JA ARENDUSTEGEVUSE EDENDAMISEKS 2014. AASTAL (VÄLJAVÕTE TEGEVUSKAVAST)

Teadustegevus	
Teaduslaborite infrastruktuur	
1. Materjaluuriringute keskuse (MUK) integreerimine MTI-ga	Veinthal/Kallavus
a. Ligipääs XRD süsteemile või oma süsteemi soetamine	Veinthal/ projektide juhid
b. <i>AFM- idee tasandil, vajab analüüsi/selget põhjendust</i>	Podgurski
c. <i>Raman spektroskoopia SEM-le- idee tasandil, vajab analüüsi/selget põhjendust</i>	Hussainova
2. VB II korruse ruumide sisustamine silmas pidades MML arenguperspektiive ja MUK-i integreerimist (metallograafia laiendamine II korrusele)	Veinthal/Päärsoo
<i>Uute seadmete soetamine:</i>	
a. 400 t. pressi konstrueerimine ja ehitamine (seoses KM projektiga)	Kers
b. SPS (<i>spark plasma sintering</i>) – Asutuse infra projekt	Kübarsepp/Kollo
c. <i>Kindakamber – idee tasandil, vajab analüüsi/selget põhjendust</i>	Hussainova
d. Planetaarveski	Kübarsepp/Kollo
e. Vaakum-degaseerimise seade (Hardcoat)	Peetsalu
f. Kliimakamber (LKM projekt)	Kers
<i>Soetatud seadmete efektiivne kasutamine:</i>	
a. Keevituse ja pinnatehnoloogia labori sisustamine V korpuses, sh. PTA pealesulatus käivitamine, sobiliku ajami või roboti soetamine, HVOF käivitamine;	Kulu/ Surzhenkov
b. CVD pindamissüsteemi käivitamine ja kasutamine (koostöös Artech Carbon OÜ).	Podgurski
3. Ohutusjuhendid ja kasutuskord kõikides laborites ja kõikide seadmete kohta;	Kollo, Antonov, Goljandin, Päärsoo
4. Archimedese kaasrahastatavate projektide elluviimine (kõikide VMT-de rahuldamine 100%);	vastavate projektide juhid
5. PVD pindamislabori teenuste arendamine ettevõtetele;	Peetsalu
6. VI korpuses paikneva komposiitmaterjali tehnoloogia labori võimaluste laiendamine (koostöös polümeerimaterjalide instituudi, masinaehituse instituudi ja ettevõtetega);	Kers
7. Ettevalmistus Baltmatttrib konverentsi / IFHTSE kongressi läbiviimiseks 2015 sügisel;	Veinthal
8. PUT taotlus magnetmaterjalide temaatika jätkamiseks;	Veinthal
9. Süsinikupõhiste kilede tehnoloogia teema rahastusele lahenduse leidmine;	Podgurski
10. Spetsaaltarakvara (Orange, EndNote, jt) vajaduse analüüs, soetus	Veinthal, Kollo
11. Liitumine üle-üliskoolilise arvutipargi hooldus/haldussüsteemiga (Campus-litsents)- – idee tasandil, vajab analüüsi/selget põhjendust	Veinthal, Saarna

2.7 INSTITUUDI TEADUS- JA ARENDUSTEGEVUSE TEEMADE JA PROJEKTIDE
NIMETUSED (EESTI Teadusinfosüsteemi, edaspidi ETIS, andmetel)

HARIDUS- JA TEADUSMINISTEERIUM

SIHTFINANTSEERITAVAD TEEMAD:

T091, Kõvapinded ja pinnatehnika , Kulu Priit (2008 – 2013)

T062, Mitmefaasiliste tribomaterjalide arendamine ja tehnoloogia, Kübarsepp Jakob (2008 – 2013)

SA EESTI TEADUSFOND/EESTI TEADUSAGENTUUR

GRANDID:

ETF8850, Isesobituvad adaptiivsed tribomaterjalid mineraalide baasil, Antonov Maksim (2011 – 2014)

ETF8211, Suurendatud sitkusega ülikõva keramiliste komposiitmaterjalide disain, Hussainova, Irina (2010 – 2013)

ETF8817, Developing novel methods to enhance the reliability of WC-Co and TiC-NiMo cermets, Juhani Kristjan (2011 – 2013)

ETF8696, Teemantilaadse süsiniku pinde omaduste hindamine ning optimeerimine, Podgurski Vitali (2011 – 2013)

– ühisgrandid välisriigiga:

GERA219, Shift of the phase equilibria in nanograined materials, Kommel Lembit (2012 – 2013)

– järel doktorite grandid (SA ETF ja Mobilitas):

– tippteadlase grandid (Mobilitas):

SA ARCHIMEDESEGA SÕLMITUD LEPINGUD

– infrastruktuur (nn „mini-infra“, „asutuse infra“):

AP091A, Kõvapinded ja pinnatehnika, Kulu Priit (1.01.2012 - 31.12.2013)

AP062A, Mitmefaasiliste tribomaterjalide arendamine ja tehnoloogia, Kübarsepp Jakob (1.01.2012 - 31.12.2013)

MUUD T&A LEPINGUD:

- AR12129 High-tech anti-wear coatings based in nanoparticles/ionic liquid combination for metal and engineering industries (TRIBOFILM)" (2012-2014)
- AR12131 Permanent magnets for sustainable energy application (MagMat) (2012 – 2014)
- AR12133 NanoCom – Nano-geometry and entanglement for design and prototyping of ceramic-based high-performance nano-composites (NanoCom) (2012 – 2014)
- AR12134 Advanced thin hard coatings in tooling (HardCoat) (2012 – 2014)
- AR12312 Development of advanced coatings and polymer-ceramic composites for road construction machinery wear parts (Wear Hard) (2012 – 2014)

SISERIIKLIKUD LEPINGUD

Lep11025, Isotermkarastuse ja silelõike stantsimisega seotud materjali analüüs, Peetsalu Priidu (1.04.2011 - 31.12.2016)

Lep9111, Keevitustehnoloogia arendamine ja keevitusprotsesside automatiseerimine, Veinthal Renno (21.09.2009 - 30.06.2012)

EL RAAMPROGRAMMI PROJEKTID

VFP566, Uued tehnoloogiad tunneli- ja kaevandustööde jaoks, Veinthal Renno (1.09.2012 - 28.02.2017)

VÄLISRIIKLIKUD LEPINGUD

VE472, Kaasaegsed mitmefaasilised tribomaterjalid, Veinthal Renno (1.04.2010 - 31.03.2014)

VA580, Korrosioonikindlad Ni-vabad kermised, Jakob Kübarsepp (2013-2014)

1.1

- Veinthal, R.; Sergejev, F.; Zikin, A.; Tarbe, R.; Hornung, J. (2013). Abrasive impact wear and surface fatigue wear behaviour of Fe-Cr-C PTA overlays. *Wear*, 301(1-2), 102 - 108.
- Jõgiaas, T.; Arroval, T.; Kollo, L.; Kozlova, J.; Käämbre, T.; Mändar, H.; Tamm, A.; Hussainova, I.; Kukli, K. (2013). Atomic layer deposition of alumina on γ -Al₂O₃ nanofibers. *Physica Status Solidi A - Applications and Materials Science*, x
- Zikin, A.; Badisch, E.; Hussainova, I.; Tomastik, C.; Danninger, H. (2013). Characterisation of TiC-NiMo reinforced Ni-based hardfacing. *Surface & Coatings Technology*, 236, 36 - 44.
- Aghayan, M.; Hussainova, I.; Gasik, M.; Kutuzov, M.; Friman, M. (2013). Coupled thermal analysis of novel alumina nanofibers with ultrahigh aspect ratio. *Thermochimica Acta*, 574, 140 - 144.
- Antonov, M.; Hussainova, I.; Adoberg, E. (2013). Effect of loading system inertia on tribological behaviour of ceramic-ceramic, ceramic-metal and metal-metal dry sliding contacts. *Tribology International*, 65, 207 - 214.
- Antonov, M.; Veinthal, R.; Huttunen-Saarivirta, E.; Hussainova, I.; Vallikivi, A.; Lelis, M.; Priss, J. (2013). Effect of oxidation on erosive wear behaviour of boiler steels. *Tribology International*, 68, 35 - 44.
- Gutsev, D.; Antonov, M.; Hussainova, I.; Grigoriev, A.Y. (2013). Effect of SiO₂ and PTFE additives on dry sliding of NiP electroless coating. *Tribology International*, 65, 295 - 302.
- Zhao, G.; Hussainova, I.; Antonov, M.; Wang, Q.; Wang, T. (2013). Friction and wear of fiber reinforced polyimide composites. *Wear*, 301(1-2), 122 - 129.
- Zikin, A.; Antonov, M.; Hussainova, I.; Katona, L.; Gavrilovic, A. (2013). High temperature wear of cermet particle reinforced NiCrBSi hardfacing. *Tribology International*, 68, 45 - 55.
- Voltsihhin, N.; Rodriguez, M.; Hussainova, I.; Aghayan, M. (2013). Low temperature, spark plasma sintering behaviour of zirconia added by novel type of alumina nanofibers. *Ceramics International*, xx - xx. [ilmumas]
- Hanschmidt, K.; Tätte, T.; Hussainova, I.; Part, M.; Mändar, H.; Roosalu, K.; Chasiotis, I. (2013). Optimization of mechanical strength of titania fibers fabricated by direct drawing. *Applied Physics A-Materials Science & Processing*, 113(3), 663 - 671.
- Kommel, L.; Kimmari, E.; Saarna, M.; Viljus, M. (2013). Processing and properties of bulk ultrafine-grained pure niobium. *Journal of Materials Science*, 48(13), 4723 - 4729.

Hussainova, I.; Voltsihhin, N.; Cura, M.E.; Hannula, S-P. (2013). Processing and properties of zirconia toughened hardmetals. *Composite Science and Technology*, xx - xx. [ilmumas]

Hussainova, I.; Voltsihhin, N.; Cura, E.; Hannula, S-P. (2013). Spark plasma sintering of ZrC-ZrO₂ composites. *Journal of the European Ceramic Society*, 1 - 12. [ilmumas]

Kimmari, E.; Podgursky, V.; Simunin, M.; Adoberg, E.; Surženkov, A.; Viljus, M.; Hartelt, M.; Wäsche, R.; Sildos, I.; Kulu, P. (2013). Tribological behavior of carbon nanofibers deposited on hard nanocomposite (nc-Ti_(1-x)Al_xN)/(a-Si₃N₄) coating. *Surface & Coatings Technology*, 225, 21 - 25.

Hvizdoš, P.; Besterci, M.; Kulu, P.; Kavačkaj, T. (2013). Tribological Characteristics of Copper Based Composites with Al₂O₃ Particles at Various Temperatures. *High Temperature Materials and Processes*, 32(5), 437 - 442.

1.2

Surzhenkov, A.; Antonov, M.; Goljandin, D.; Vilgo, T.; Mikli, V.; Viljus, M.; Latokartano, J.; Kulu, P. (2013). Sliding wear of TiC-NiMo and Cr₃C₂-Ni cermet particles reinforced FeCrSiB matrix HVOF sprayed coatings. *Estonian Journal of Engineering*, 19(3), 203 - 211.

Filippov, R.; Freidin, A.B.; Hussainova, I.; Vilchevskaja, L. (2013). Критический радиус включений диоксида циркония в эффекте трансформационного упрочнения керамик. *Физическая мезомеханика*, 1 [ilmumas]

3.1

Kulu, P.; Tarbe, R.; Žikin, A.; Sarjas, H.; Surženkov, A. (2013). Abrasive Wear Resistance of Recycled Hardmetal Reinforced Thick coating. Hussainova, I. (Toim.). *Engineering Materials and Tribology* (185 - 190). Trans Tech Publications Ltd

Käerdi, H.; Goljandin, D.; Kulu, P.; Sarjas, H.; Mikli, V. (2013). Characterization of Mechanically Milled Cermet Powders Produced by Disintegrator Technology. Hussainova, I. (Toim.). *Engineering Materials and Tribology* (148 - 153). Trans Tech Publications Ltd

Freidin, A.B.; Filippov, R.A.; Hussainova, I.; Vilchevskaya, E.N. (2013). Critical radius in the effect of transformation toughening of zirconia doped ceramics and cermets. Hussainova, I. (Toim.). *Engineering Materials and Tribology* (68 - 73). Trans Tech Publications Ltd

Voltsihhin, N.; Hussainova, I.; Cura, M. E.; Hannula, S-P.; Traksmaa, R. (2013). Densification and Microstructure Development in Zirconia Toughened Hardmetals. Hussainova, I. (Toim.). *Engineering Materials and Tribology* (50 - 55). Trans Tech Publications Ltd

Kommel, L.; Tamm, T.; Metsavahi, R. (2013). Effects of New Superhard Phases Formation on Properties of Composite Processed by SHS. Hussainova, I. (Toim.). *Engineering Materials and Tribology* (137 - 142). Trans Tech Publications Ltd

Surzhenkov, A.; Adoberg, E.; Põdra, P.; Sergejev, F.; Mere, A.; Viljus, M.; Mikli, V.; Antonov, M.; Kulu, P. (2013). Impact and Sliding Wear Properties of Single Layer, Multilayer and Nanocomposite Physical Vapour Deposited (PVD) Coatings on the Plasma Nitrided Low-Alloy

42CrMo4 Steel. Hussainova, I. (Toim.). Engineering Materials and Tribology (223 - 228).Trans Tech Publications Ltd

Kübarsepp, J.; Klaasen, H.; Tšinjan, A.; Juhani, K.; Kollo, L.; Viljus, M. (2013). Influence of pressurized sintering on performance of TiC-based cermets. Hussainova, I. (Toim.). Engineering Materials and Tribology (56 - 61).Trans Tech Publications Ltd

Podgursky, V.; Bogatov, A.; Freund, M.; Kulu, P. (2013). Influence of surface morphology on the tribological behavior of diamond- like carbon coating. Accepted for publication. Hussainova, I. (Toim.). Engineering Materials and Tribology (83 - 91).Trans Tech Publications Ltd

Lille, H.; Kõo, J.; Ryabchikov, A.; Reitsnik, R.; Veinthal, R.; Mikli, V.; Sergejev, F. (2013). Investigation of residual stresses and some elastic properties of brush-plated gold and silver coatings. Hussainova, I. (Toim.). Engineering Materials and Tribology (125 - 130).Trans Tech Publications Ltd

Hussainova, I.; Voltsihhin, N.; Cura, E.; Hannula, S-P. (2013). Processing and properties of zirconia toughened WC-based cermets. T. Ohji, M. Singh, S. Kiriwara, S. Widjaja (Toim.). Advanced Processing and Manufacturing Technologies for Structural and Multifunctional Materials VII (1 - 8). USA: John Wiley & Sons Ltd

Yung, D.-L.; Kollo, L.; Hussainova, I.; Zikin, A. (2013). Reactive sintering of ZrC-TiC composites. Hussainova, I. (Toim.). Engineering Materials and Tribology (20 - 25).Trans Tech Publications Ltd

Saarna, M.; Sergejev, F.; Gomon, J.K.; Kollo, L.; Leparoux, M. (2013). Surface Fatigue of Al-Metal Matrix Composites at Impact Loading. Hussainova, I. (Toim.). Engineering Materials and Tribology (119 - 124).Trans Tech Publications Ltd

Umalas, M; Reedo, V; Lõhmus, A; Hussainova, I; Juhani, K. (2013). Synthesis of ZrC-TiC Blend by Novel Combination of Sol-gel Method and Carbothermal Reduction . Hussainova, I. (Toim.). Engineering Materials and Tribology (62 - 67).Trans Tech Publications Ltd

Michalczewski, R.; Piekoszewski, W.; Szczerek, M.; Tuszynski, W.; Antonov, M. (2013). The Rolling Contact Fatigue of PVD Coated Spur Gears. Hussainova, I. (Toim.). Engineering Materials and Tribology (77 - 82).Trans Tech Publications Ltd

Hvizdoš, P.; Kulu, P.; Besterce, M. (2013). Tribological Parameters of Copper-Alumina Composite. Hussainova, I. (Toim.). Engineering Materials and Tribology (191 - 196).Trans Tech Publications Ltd

Zikin, A.; Hussainova, I.; Katsich, C.; Kulu, P.; Goljandin, D. (2013). Wear behavior of recycled hard particle reinforced NiCrBSi hardfacings deposited by plasma transferred arc (PTA) process. Hussainova, I. (Toim.). Engineering Materials and Tribology (179 - 184).Trans Tech Publications Ltd

Yung, DL.; Dong, M.; Hussainova, I. (2013). Comparing tungsten carbide based composites reinforced by alumina nanofibers or zirconia. In: Proceedings of the PM13 International Conference on Powder Metallurgy and Particulate Materials: International Conference on

Powder Metallurgy and Particulate Materials, June 24 - 27, 2013, Chicago, USA. USA: MPIF/APMI Metal Powder Industry Publications, USA, 2013, 24 - 35.

3.2

Lille, H.; Kõo, J.; Ryabchikov, A.; Reitsnik, R.; Mikli, V.; Sergejev, F. (2013). Investigation of some properties of brush-plated gold and silver galvanic coatings. J. Lellep, E. Puman (Toim.). Proceedings of the 2nd International Conference on Optimization and Analysis of Structures (101 - 107). Tartu, Estonia: University of Tartu Press

Surzhenkov, A.; Antonov, M.; Mikli, V.; Latokartano, J.; Vilgo, T.; Kulu, P. (2013). Sliding wear of HVOF sprayed self-fluxing alloy matrix cermet particles reinforced composite coatings. J. Padgurskas, R. Rukuiža, R. Krevaitis, V. Jankauskas (Toim.). Proceedings of the VII International Scientific Conference BALTTTRIB'2013 (62 - 66). Kaunas, Lithuania: ASU Leidybos centras

Kübarsepp, J. (2013). Ülikoolid ja teadlased ühiskonda teenimas. Mõtus, L. (Toim.). Eesti Teaduste Akadeemia Aastaraamat (233 - 236). Tallinn: Eesti Teaduste Akadeemia Kirjastus

Hussainova, I.; Antonov, M.; Kübarsepp, J. (2013). Advanced cermets as tribomaterials. In: Proceedings of the 5th World Tribology Congress: 5th World Tribology Congress; WTC13, September 8 - 13, 2013; Torino, Italy. Italy: Italian Tribology Association, 2013.

Kübarsepp, J.; Pirso, J.; Juhani, K. (2013). Influence of sintering technology on cermet performance. BALTTTRIB'2013, Kaunas, Lithuania 14-15 nov 2013. Aleksandras Stulginskis University; Akademiija, Kaunas, Lithuania, 2013, 56 - 61.

Katušin, Dmitri; Vu, Trieu Minh; Antonov, Maksim; Yung, Der-Liang (2013). Laboratory Testing of Materials for Tunnel Boring Machine Drag Bits. In: Proc. of 13th International Symposium, Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering: 13th International Symposium, Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering, Estonia, Pärnu, 2013. (Toim.) Zakis, J.. Tallinn: Elektriavam, 2013, 300 - 303.

Tarraste, M.; Juhani, K., Pirso, J.; Viljus, M.; Traksmäa, R.; Letunovitš, S. (2013). Microstructure Evolution of WC-TiC-Co Cemented Carbides During Reactive Sintering. In: Proceedings of the 18th Plansee Seminar: 18th Plansee Seminar, International Conference on Refractory Metals and Hard Materials; Reutte, Austria; 3-7. juuni 2013. PLANSEE SE, 2013, HM 70/1 - HM 70/7.

Hussainova, I.; Voltsihhin, N.; Cura, E.; Hannula, S.-P.. (2013). Processing and properties of zirconia toughened WC-based cermets. In: Proceedings of the 37th Int'l Conf & Expo on Advanced Ceramics & Composites (ICACC 2013): 37th Int'l Conf & Expo on Advanced Ceramics & Composites (ICACC 2013); Daytona Beach, FL, USA; Jan.27 - Feb.1, 2013. (Toim.) The American Ceramic Society. USA: The American Ceramic Society, 2013, 1 - 7.

Kulu, P.; Žikin, A.; Surženkov, A.; Tarbe, R. (2013). Structure and properties of HVOF-sprayed and PTA-welded cermet hard phase reinforced Fe-matrix based coatings. 2nd Mediterranean Conference & New Challenges on Heat Treatment and Surface Engineering, Dubrovnik-Cavtat, Croatia, 11-14 June 2013. Zagreb : Croatian Society for Heat Treatment and Surface Engineering, 2013, 37 - 44.

Jõelet, M.; Pirso, J.; Juhani, K.; Viljus, M. (2013). The Influence of TiC Powder to Reactive Sintered TiC-NiMo Cermets Microstructure and Mechanical Properties. In: Proceedings of the 18th Plansee Seminar: 18th Plansee Seminar, International Conference on Refractory Metals and Hard Materials; Reutte, Austria; 3-7. juuni 2013. PLANSEE SE, 2013, HM 71/1 - HM 71/7.

Aruniit, A.; Kers, J.; Krumme, A.; Antonov, M.; Allikas, G.; Herranen, H.; Pabut, O. (2013). Wear resistance influencers of particle reinforced polymer composite. In: Proceedings of 19th International Conference on Composite Materials (ICCM19): The 19th International Conference on Composite Materials, Montreal, Canada, July 28 - August 2 2013. (Toim.) S. Van Hoa, P. Hubert. Canadian Association for Composite Structures and Materials, 2013.

3.3

Kübarsepp, J.; Kulu, P.; Laansoo, A.; Karjust, K.; Saarna, M. (2013). Materjalitehnika seletav sõnaraamat. Eesti - inglise - vene. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus

3.4

Herranen, H.; Lend, H.; Kuusik, A.; Czichon, S.; Kers, J.; Piirlaid, M. (2013). Foreign Object Induced Fiber Undulation Influence On Mechanical Properties Of Composite Laminate. In: Proceedings of 19th International Conference on Composite Materials (ICCM19): ICCM19, Montreal, August 2013. , 2013.

Antonov, Maksim; Goljandin, Dmitri; Andreev, Alexey; Voltsihhin, Nikolai; Hussainova, Irina. (2013). Sliding wear behaviour of basalt containing composites with additions of either metallic and/or ceramic phases . In: BaltTrib 2013 VII International Scientific Conference Proceedings: BaltTrib 2013, Kaunas, 14-15 November 2013. , 2013, 67 - 72.

5.2

Ivanov, R.; Anoshkin, I.; Nasibulin, A.; Hussainova, I.; Kauppinen, E. (2013). A novel alumina-nanocarbon hybrid material. In: NT13: Fourteenth Int. Conference on the Science and Applications of Nanotubes: NT13: Fourteenth Int. Conference on the Science and Applications of Nanotubes; 24-28 June, 2013, Espoo, Finland. Finland: AALTO University Foundation, 2013, 309.

6.6

Kübarsepp, J.; Kulu, P. (2013). Terminoloogiaarendus tehnikavaldkonnas.

6.7

Kozlova, Jekaterina; Arroval, Tõnis; Kollo, Lauri; Mändar, Hugo; Käämbre, Tanel; Tamm, Aile; Hussainova, Irina; Kukli, Kaupo (2013). Atomic layer deposition of Al₂O₃ on gamma-Al₂O₃ nanofibers., 2013.

2.9 STRUKTUURIÜKSUSES KAITSTUD DOKTORIVÄITEKIRJADE LOETELU

1. **Arkadi Zikin**, materjalitehnika instituut

Teema: *Advanced Multiphase Tribo-Functional PTA Hardfacings* (Mitmefaasilised kulumiskindlad PTA-keevispinded)

Juhendaja: juhtivteadur Irina Hussainova

Kaitses: 13.06.2013

Omistatud kraad: filosoofiadoktor (materjalitehnika)

2. **Dmitri Goljanin**, materjalitehnika instituut

Teema: *Desintegrator Milling System Development and Milling Technologies of Different Materials* (Desintegraatorjahvatussüsteemi arendus ja erinevate materjalide desintegraatorjahvatustehnoloogiad)

Juhendaja: prof. priit Kulu, prof. Jaan Kers

2.10 STRUKTUURIÜKSUSES JÄRELDOKTORINA T&A-S OSALENUD ISIKUTE LOETELU (ETIS-E KAUDU ESITATUD TAOTLUSTE ALUSEL)

2.11 STRUKTUURIÜKSUSES LOODUD TÖÖSTUSOMANDI LOETELU

3. STRUKTUURIÜKSUSE INFRASTRUKTUURI UUENDAMISE LOETELU (SUMMA EURODES)

PV007545	Toruahi Nabertherm elektriline	15.02.13	8 485,00
PV007556	Plasmaseade	13.03.13	49 820,00
PV007599	Kindakamber Jacomex GP	08.04.13	42 493,00
PV007622	Muffel ahi N1565 HA	25.04.13	3 490,00
PV007699	Vaakumpump skan.elektronmikros	26.06.13	2 370,00
PV007680	Jugaveski Jet Mill MC44	04.07.13	32 300,00
PV007722	Filtreerimisstend	30.08.13	7 416,37
PV007765	Toiteallikas EA-PS 8600-70 3U	16.10.13	6 758,00
PV007786	Ultraheliseade	04.11.13	4 465,00
PV007876	Mikroabrasiivtöötlusseade	28.11.13	40 750,00