

MATERJALITEHNIKA INSTITUUT



TTÜ 1918

# TEADUS- JA ARENDUSTEgevuse AASTAARUANNE

# 2014

Läbi vaadatud:

*Vaadatakse läbi materjalitehnika instituudis peale arvandmete laekumist TTÜ teadusosakonnast*

*Renno Veinthal*

*29.02.15*

TALLINN  
2015

# 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
Other significant R&D projects.....	8
AR 12134 Advanced thin hard coatings in tooling (2012 – 2014).....	8
AR 12133 NanoCom – Nano-geometry and entanglement for design and prototyping of ceramic-based high-performance nano-composites (NanoCom) (2012 – 2014).....	8
AR 12131 Permanent magnets for sustainable energy application (MagMat) (2012 – 2014).....	9
AR 12132 Development of advanced coatings and polymer-ceramic composites for road construction machinery wear parts (WearHard) (2012 – 2014).....	9
2.2 Uurimisgrupi kuni 5 olulisemat publikatsiooni läinud aastal.....	9
2.3 Loetelu struktuuriüksuse töötajate rahvusvahelistest tunnustustest.....	10
2.4 Loetelu struktuuriüksuse töötajatest, kes on välisakadeemiate või muude oluliste T&A-ga seotud välisorganisatsioonide liikmed.....	10
2.5 Aruandeaasta tähtsamad T&A finantseerimise allikad.....	11
2.6 aruandeaastal saadud T&A-ga seotud tunnustusi (va punktis 2.3 toodud tunnustused), ülevaade teadlasmobiilsusest NING hinnang oma teadustulemustele.....	12
2.7 Instituudi teadus- ja arendustegevuse teemade ja projektide nimetused ( <i>Eesti</i> Teadusinfosüsteemi, edaspidi ETIS, andmetel).....	14
Struktuuriüksuse töötajate poolt avaldatud sihtfinantseeritava teadusteema taotlemisel arvestatavad eelretsenseeritavad teaduspublikatsioonid (ETIS klassifikaatori alusel).....	15

# 1. Instituudi struktuur

---

Instituudi direktor Renno Veinthal

- Metallide tehnoloogia õppetool, *Chair of Metals Processing*, Fjodor Sergejev
- 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*, 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, assistent R. Tarbe, teadurid D. Goljandin, E. Adoberg ja A. Surzhenkov, nooremteadurid L. Lind, Z. Mural, A. Bogatov, T. Simson.

ÕT õppe- ja uurimislaborid on järgmised:

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

## 1.2 METALLIDE TEHNOLOOGIA ÕPPETOOL

Õppetooli juhi kt on dotsent F. Sergejev. Akadeemilise personali moodustavad prof. J. Kübarsepp (alates 01.01.2014 taas õppeprorektori ülesannetes), juhtivteadur I. Hussainova, dotsent F. Sergejev (01.09.2012 ühtlasi mehaanikateaduskonna õppeprodekaan), dotsent E. Kimmari, lektor A. Laansoo ja vanemteadurid J. Pirso, L. Kommel, M. Antonov ja L. Kollo, teadur K. Juhani, nooremteadurid M. Aghayan, R. Ivanov, K. Kallip, M. Petrov, D.-L. Yung ning M. Drozdova.

ÕT õppe- ja teaduslaborid on järgmised:

- valulabor,
- keevituslabor,
- pulbermetallurgia labor.

## 1.3 TEADUSAPARATUURI JA LABORITE ISELOOMUSTUS

### RUUMID JA PAIKNEMINE:

---

Teaduslaborite infrastruktuur on heal tasemel ning olemasolev aparatuur võimaldab teostada rahvusvaheliselt arvestaval tasemel teadustööd. 2014 aastal toimus TTÜ 5- õppehoone remont, ruumid anti kasutajatele üle 2014. suvel ja sisustati 2014. sügisel.

Suur osa teadustegevusest on koondunud peale 6. õppehoone remonti 2013. aastal 6. ja 5b õppehoonesse ning 5. õppehoone rekonstrueerimisel ei olnud olulist mõju teadustegevuse tulemuslikkusele.

2014. a. lõpuks oli materjalitehnika instituudi käsutuses täielikult rekonstrueeritud 5. õppehoones 635 m<sup>2</sup> (sellest auditoorium 53 m<sup>2</sup>). 6. korpuses on instituudi käsutuses 1060 m<sup>2</sup> (sellest auditooriumid 48 m<sup>2</sup> ja seminariruumid 112 m<sup>2</sup>). 5b hoones on instituudi käsutuses u 200 m<sup>2</sup>, sellest suur osa mehaanika ja metroloogia katselaboriga ühiskasutuses.

#### 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;
- 5000 kN tehnoloogiline press (**2014**);
- 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.-Oriel 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;
- kõrgenergeetiline jahvatusseade (planetaarveski) *E-Max, Retsch (2014)*
- Juga-jahvatusseade *Micro-Macinazione SA Minimicro (MC 44IR, BD)*;
- Kuumisostaatpress *AIP HIP*;
- Vaakumpaagutussüsteem *SUPER VIII*, survepaagutussüsteem *FPW300/400-2-1600-110 ks/sp*, kõrgetemperatuurne vaakumahi *Red Devil RD Webb Inc*; erinevad muhvel- ja toruahjud (*Nabertherm*);
- Kindakamber *Jacomex GP*;
- Alalisvoolu toiteallikas *Elfa Distrelec 8 kW* koos solenoidiga kuni 1,5T magnetvälja loomiseks;
- 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 - ;
- Granulomeetriaseade *Analyzette 22 COMPACT*
- Pindamisseade õhukeste kõvapinnete saamiseks *PLATIT π80*, koos erinevate katoodidega (Ti, Al, Cr);
- Plasma-pealesulatusseade *Castolin Eurtonic GAP3001 DC SET* koos ajamiga (**2014**);
- Kiirleekpindamisseade *TAFA JP 5200 (HVOF-pihustus)* koos pöördajamiga leekpihustuse mehhaniseerimiseks *EMS Surface Technology Limited*;

- Pinnete paksuse mõõteseade *Kalotester*, pinnete eemaldamise seade *Stripping equipment*
- Mikroabrasiivtöötlus-seade *FerroCrtalic* ja BLASTOMAT 1 DVX, vaakum-degaseerimisseade (2014).

#### INSTITUUDI ÜHISSEADMEIKS TEISTE TTÜ ÜKSUSTEGA ON:

- mehaanika ja metroloogia katselabori seadme parki kuuluvad lõõgipendel *Zwick RKP450R*, Rockwelli kõvadusmõõtur *Indentek*, *Buehler* metallograafialabori sisse seade (tükeldusseade, lihvipress, lihvimis-poleerimisseadmed, mikroskoop), kõvadusmõõturid (Brinelli-Vickersi käsi- ja elektroonne kõvadusmõõtur), *Zwick-Roell BFP300* (300 t. paindepress rööbaste katsetamiseks);
- FTIR-spektromeeter polümeerimaterjalide instituudiga

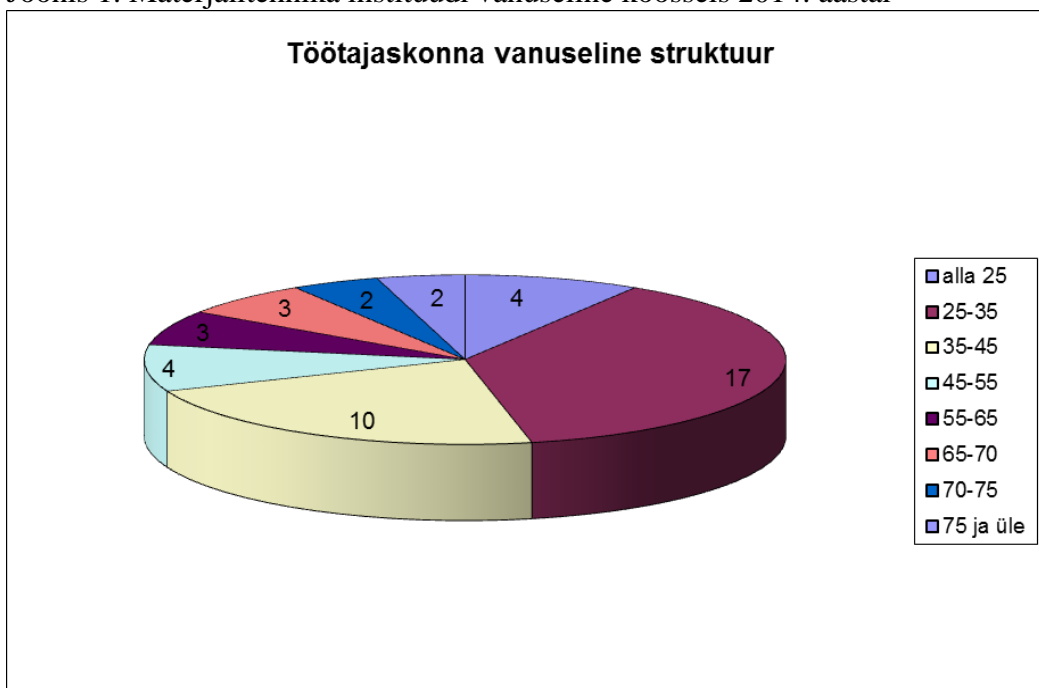
### 1.4 PERSONAL

Instituudi töötajaskond on 2014. aastal on võrreldes eelmise aastaga umbes sama. 2014. a lõpuks töötas instituudis 45 inimest, kusjuures nende summaarne hõive oli 34 (vt. Tabel 1). Olulisemad muudatused 2014. a.-l.:

1. Pikendati SA Archimedese poolt kaasfinantseeritavaid materjalitehnoloogia programmi projekte poole aasta võrra (2012-2015). Nende projektide elluviimiseks võeti 2012 aastal mh. vastu 9 doktoranti, kellest mitmed asusid tööle nooremteaduri ametikohtadel. 2014 aastal alustas õpingud 2 doktoranti. Aasta jooksul toimusid projektimeeskondade hõivetes korrektsioonid vastavalt projekti vajadustele.
2. Suurenenud on välisdoktorantide arv, samuti lühiajaliselt õppe- ja teadustööd tegevate üliõpilaste arv.

Instituudi töötajate vanuseline struktuur on toodud joonisel 1.

Joonis 1. Materjalitehnika instituudi vanuseline koosseis 2014. aastal



**Tabel 1. Teadus- ja arendustegevusega seotud töötajad 2014. aastal**

Seisuga 31.12.2013				31.12.2014				
Z	Perenimi	Eesnimi	Nimetus	Hõive	Perenimi	Eesnimi	Nimetus	Hõive
1.	Adoberg	Eron	teadur	1	Adoberg	Eron	teadur	1
2.	Aghayan	Marina	nooremteadur	0,5	Aghayan	Marina	nooremteadur	0,5
3.	Antonov	Maksim	vanemteadur	1	Antonov	Maksim	vanemteadur	1
4.	Aruniit	Aare	insener	0,5	Aruniit	Aare	insener	0,75
5.	Drozdova	Maria	nooremteadur	0,5	Drozdova	Maria	nooremteadur	0,5
6.	Esinurm	Endel	tehnik	1	Bogatov	Andrei	nooremteadur	1
7.					Çakmakoğlu	Ilke	insener	0,75
8.					Esinurm	Endel	tehnik	1
9.	Goljandin	Dmitri	teadur	1	Goljandin	Dmitri	teadur	1
10.	Hussainova	Irina	juhtivteadur	1	Hussainova	Irina	juhtivteadur	1
11.	Ivanov	Roman	nooremteadur	0,5	Ivanov	Roman	nooremteadur	0,5
12.	Juhani	Kristjan	teadur	1	Juhani	Kristjan	teadur	1
13.	Jõelegt	Marek	insener	0,3	Jõelegt	Marek	insener	0,3
14.	Kallip	Kaspar	nooremteadur	0,2	Kallip	Kaspar	nooremteadur	0,2
15.	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	Kolnes	Märt	insener	0,3
19.	Kommel	Lembit	vanemteadur	1	Kommel	Lembit	vanemteadur	0,5
20.	Kulu	Priit	professor	1	Kulu	Priit	professor	1
21.	Kupchenko	Leonid	nooremteadur	0,5				
22.	Kurisoo	Liisa	insener	0,5	Kurisoo	Liisa	insener	0,75
23.	Kübarsepp	Jakob	professor	1	Kübarsepp	Jakob	professor	1
24.	Laansoo	Andres	lektor	0,75	Laansoo	Andres	lektor	0,75
25.	Lind	Liina	assistent	1	Lind	Liina	nooremteadur	1
26.	Mens	Endel	insener	0,5	Mens	Endel	insener	0,5
27.	Mural	Zorjana	nooremteadur	1	Mural	Zorjana	nooremteadur	1
28.	Mürk	Tiiu	insener	0,75	Mürk	Tiiu	insener	0,75
29.	Palmiste	Ülo	insener	0,75	Palmiste	Ülo	insener	0,75
30.	Peetsalu	Priidu	vanemteadur	1	Peetsalu	Priidu	vanemteadur	1
31.					Petrov	Mihhail	nooremteadur	0,25
32.	Pirso	Jüri	vanemteadur	1	Pirso	Jüri	vanemteadur	0,75
33.	Podgurski	Vitali	vanemteadur	1	Podgurski	Vitali	vanemteadur	1

34.	Päärsoo	Riho	laborijuhataja	0,5	Päärsoo	Riho	laborijuhataja	0,5
35.	Roosme	Sirje	sekretär-juhiabi	0,8	Roosme	Sirje	sekretär-juhiabi	0,8
36.	Saarna	Mart	dotsent	1	Saarna	Mart	dotsent	1
37.	Sergejev	Fjodor	dotsent	1	Sergejev	Fjodor	dotsent	1
38.					Simson	Taavi	nooremteadur	0,4
39.	Surženkov	Andrei	teadur	1	Surženkov	Andrei	teadur	1
40.	Štrik-Ott	Mari-Liis	projektiassistent	0,5	Štrik-Ott	Mari-Liis	projektiassistent	0,5
41.	Talalaev	Robert	insener	1				
42.					Taleb	Masoud	nooremteadur	0,5
43.	Tali	Rauno	insener	0,25				
44.	Tarbe	Riho	teadur	1	Tarbe	Riho	assistent	1
45.					Tarraste	Marek	insener	0,75
46.	Trei	Mariliis	sekretär	0,4	Trei	Mariliis	sekretär	0,4
47.	Vagiström	Heinar	tehnik	1	Vagiström	Heinar	tehnik	1
48.	Vallikivi	Ahto	insener	0,5				
49.	Vallner	Hans	insener	1	Vallner	Hans	insener	1
50.	Veinthal	Renno	professor	1	Veinthal	Renno	professor	1
51.	Väljaots	Georg	tehnik	1				
52.	Yung	Der-Liang	nooremteadur	1	Yung	Der-Liang	nooremteadur	1
			<b>Kokku täishõiveid</b>	<b>36</b>			<b>Kokku täishõiveid</b>	<b>34</b>

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

---

### 2.1 STRUKTUURIÜKSUSE KOOSSEISU KUULUVATE UURIMISGRUPPIDE

#### TEADUSTÖÖ KIRJELDUS *(INGLISE KEELES)*

---

In 2014 one main institutional research topic (IUT) was elaborated:

1. IUT19-29 „**Multi-scale structured ceramic-based composites for extreme applications**“ (01.01.2014-31.12.2019), Prof. J. Kübarsepp;

The research program in the frame of IUT19-29 has been subdivided into three subprograms. The overview of current research activities and main achievements follows the scheme determined by project description:

#### **1. TRIBO-MATERIALS FOR A WIDE RANGE OF TEMPERATURES.**

The overall goal of this subprogram is design and development of tribo-materials (wear resistant materials) of enhanced performance in conditions of complex mechanical loading, corrosive media and/or high temperatures. The main research areas included into the sub-project implementation are as following:

1. Increase of corrosion resistance and durability of cemented carbides. A new field of development and characterization of biocompatible Ni – and Co- free composites has focused on four compositions: TiC-FeCr (ferrite binder); TiC-FeCrMn (austenite binder); TiC-Fe3Al (intermetallic binder) and Cr3C2-FeTi/TiFe.
2. Increasing performance and reliability of cermets, ceramic matrix and metal matrix composites at high temperatures. The main focus is pointed to WC-, ZrC-, HfC-, and TiC – based composites. To enhance composite performance at tribo-conditions and high temperatures, the approach of strengthening of a binder metal is exploited.
3. Development and optimisation of technology for composites fabrication. Effect of the processing parameters on mechanical and tribo-reliability of the produced materials have been studying by application of different technological processes, such as reactive sintering, plasma-enhanced sintering, high-pressure sintering, etc., to the production line.
4. Development of technology of cermet particles preparation for production of wear resistant plasma transferred arc (PTA) hardfacings.

#### **2. MULTI-MATERIALS SYSTEMS**

The overall objective of this subprogram is development of technology for gradient structured materials to be used either for thin and/or thick coatings deposition or joining processes.

In the area of thick coatings development, the following studies have been conducted:

1. Development of the technological process for production of plasma transferred arc (PTA) hardfacings based on hardmetals/cermet granules.
2. Deposition of the coatings based on hardmetal particles, which were produced by MAS and RTS methods, by novel HVOF method.
3. Studying of wear resistance and wear mechanisms of the produced coatings. Development of effective methods for abrasive wear studying.
4. Adaptation of PM/PTA technology to the thick coatings (up to 5 mm) deposition.

In the area of thin tribo-coatings development and studying, the following can be reported:

1. Studying adhesion of diamond particles to a surface by scratching.



2. Making suspension of diamond nanoparticles (4 – 5 nm) with the help of an ultrasonic bath.
3. Application of PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) for production of the diamond coatings of high quality.

### **3.HIERARCHICALLY STRUCTURED MULTIFUNCTIONAL COMPOSITES**

The overall goal of this subtopic is design and development of ceramic-based composites reinforced/toughened by nanofillers.

The main focus of the research is toughened ceramic-matrix materials (such as alumina, zirconia, etc.) with alumina nanofibers.

The main directions of the research are as following:

1. Elaboration of mixing procedure for homogeneous additives distribution within the matrix material.
2. Modification/functionalization of the nanofibers by chemical precipitation, metals infiltration, etc.
3. Development and optimization of the technological parameters for fabrication of nanofibers reinforced ceramic-based composites. For composite fabrication both traditional and recently developed (such as SPS, for example) methods are continuously used.
4. Modelling of interphases for better understanding of strengthening/toughening mechanisms.

---

#### 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.

---

Hussainova, I.; Voltsihhin, N.; Cura, E.; Hannula, S.-P. (2014). Densification and characterization of spark plasma sintered ZrC–ZrO<sub>2</sub> composites. Materials Science and Engineering A-Structural Materials Properties Microstructure and Processing, 597, 75 - 81.

Kübarsepp, J.; Pirso, J.; Juhani, K. (2014). Developments in cermet design, technology and performance. *International Journal of Materials & Product Technology*, 49(2/3), 160 - 179.

Podgursky, V.; Hantschel, T.; Bogatov, A.; Kimmari, E.; Antonov, M.; Viljus, M.; Mikli, V.; Tsigkourakos, M.; Vandervorst, W.; Buijnsters, J.; Raadik, A.; Kulu, P. (2014). Rippling on Wear Scar Surfaces of Nanocrystalline Diamond Films After Reciprocating Sliding Against Ceramic Balls. *Tribology Letters*, 55(3), 493 - 501.

Kulu, P.; Käerdi, H.; Surzenkov, A.; Tarbe, R.; Veinthal, R.; Goljandin, D.; Zikin, A. (2014). Recycled hardmetal-based powder composite coatings: optimisation of composition, structure and properties. *International Journal of Materials and Product Technology*, 49(2/3), 180 - 202.

Jõeleht, M.; Pirso, J.; Juhani, K.; Viljus, M.; Traksmäa, R. (2014). The formation of reactive sintered (Ti,Mo)C-Ni cermet from nanocrystalline powders. *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*, 41, 284 - 290.

### 2.3 LOETELU STRUKTUURIÜKSUSE TÖÖTAJATE RAHVUSVAHELISTEST TUNNUSTUSTUSTEST.

---

### 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**

<b>Objekti kood</b>	<b>Projekti nimetus</b>
IUT19-29	Mitmeastmeliselt struktureeritud keraamika baasil komposiitmaterjalid kasutamiseks ekstreemtingimustes/ Multiscale structured ceramic based composites for extreme applications, J. Kübarsepp (2014-2019)
AR12129	High-tech anti-wear coatings based in nanoparticles/ionic liquid combination for metal and engineering industries (TRIBOFILM) R. Veinthal (2012-2014),
AR12131	Permanent magnets for sustainable energy application (MagMat) R. Veinthal (2012 - 2015)
AR12133	NanoCom - Nano-geometry and entanglement for design and prototyping of ceramic-based high-performance nano-composites (NanoCom) J. Kübarsepp(2012 - 2015)
AR12134	Advanced thin hard coatings in tooling P. Peetsalu (2012 - 2015)
AR12312	Development of advanced coatings and polymer-ceramic composites for road construction machinery wear parts (Wear Hard) P. Klu (2012 - 2015)
G8850	Isesobituvad adaptiivsed tribomaterjalid mineraalide baasil (2011-2014)
LEP11025	Isotermkarastuse ja silelõike stantsimisega seotud materjali analüüs,, Norma AS P. Peetsalu (2010-2015)
LEP9111	Keevitustehnoloogia arendamine ja keevitusprotsesside automatiseerimine, IMECC OÜ R. Veinthal (2010-2014);
VE472	Advanced multiphase tribo-functional materials, COMET, Austria I. Hussainova (2010-2014)
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)
LKM12179	„Kergsoomuspaneelid transpordivahendite soomustamiseks”, J. Kers (2012-2015)
VA580	Corrosion resistant Ni-free ceramic-metallic composites J. Kübarsepp (2013-2014)
VA683	Development of TiC-Fe alloy type cermets , J. Kübarsepp (2014-2015)
TAP46-2	Komposiitmaterjalide tehnoloogia kaasajastatud labor J. Kübarsepp (2014-2015)
Lep14013	Ülevaade superkondensaatorite konstruktsioonidest ja kondensaatorites kasutatavatest materjalidest /Overview on possibility of supercapacitors design and development I. Hussainova (2014).

---

## 2.6 ARUANDEAASTAL SAADUD T&A-GA SEOTUD TUNNUSTUSI (VA PUNKTIS 2.3 TOODUD TUNNUSTUSED), ÜLEVAADE TEADLASMABIILSUSEST 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

---

Hussainova, I.; Voltsihhin, N.; Cura, E.; Hannula, S.-P. (2014). Densification and characterization of spark plasma sintered ZrC–ZrO<sub>2</sub> composites. *Materials Science and Engineering A*, 597, 75 - 81.

Esitati TTÜ parima artikli konkursile mehaanikateaduskonna poolt. Konkursile esitatud artiklis on uuritud sädeplasma paagutuse teel valmistatud ZrC–ZrO<sub>2</sub> komposiitmaterjali omadusi. ZrC on juba tuntud ja kirjeldatud tehnokeraamika esindaja, mida kasutatakse tänu tema suurele kõvadusele ja normaalelastsusmoodulile tribo-rakendustes. ZrC võiks olla väga sobilik materjal just kõrgetemperatuursetes rakendustes. Ulatuslikum kasutus on piiratud seoses raskustega ZrC paagutamisel (poorivabade detailide saamine eeldab paagutamist ülikõrgel temperatuuril suurel rõhul). Kasutust piirab ühtlasi kõnealuse keraamilise materjali suhteliselt madal sitkus (suhteline haprus). Võimalik lahendus tehnoloogiliste omaduste parendamiseks seisneb sobivate lisandite kasutamises. Käesolevas töös uuriti ZrO<sub>2</sub> kasutamise võimalusi. ZrO<sub>2</sub> muudab eriliseks see, et teatavatel tingimustel võib see lisand toimida tänu materjali koormamisel toimuvale faasimuutusele ka materjali sitkust suurendavalt. Keraamiliste komposiitide valmistamiseks kasutati sädeplasma paagutust (SPS – *spark plasma sintering*). Tegu on innovatiivse paagutustehnoloogiaga, mille suurimaks eeliseks võrreldes tavapaagutusega on suhteliselt lühike protsessi kestus, mis teeb võimalikuks ülipeene struktuuriga materjalid (tavapaagutusel toimub reeglina tera kasv). Saadud materjale analüüsiti kasutades kaasaegseid pinnauurimise mikroröntgen analüüsimeetodeid (SEM, EDS, XRD). Töös demonstreeriti, et ülalnimetatud põhimõtteid ja SPS tehnoloogiat kasutades on võimalik saada väga madala poorsusega materjale, mille sitkusomadused on märksa kõrgemad võrreldes referentsmaterjaliga (lisandivaba ZrC keraamika), kasutades sealjuures tunduvalt madalamat paagutustemperatuuri (2300 °C asemel 1900 °C). Töö on toimunud viljakas koostöös Aalto Ülikooli teadlastega, ühtlasi valmistas see ette suurinvesteeringu SPS tehnoloogiasse (oodatav seadme paigaldus toimub TTÜ materjalitehnika instituudi pulbermetallurgia laborisse 2015 a veebruaris). Artikkel kuulub Nikolai Voltsihhini doktoritöö juurde, mille ta kaitses 08.12.2014.

Ajakiri „*Materials Science and Engineering A*“ kuulub antud uurimisvaldkonna (materjalide tehnoloogia) paremikku (5-aasta mõjufaktor: 2,59).

Teadusteemade registreerimisnumbrid: grant ETF 8211, SF 0140062s08.

### TULEMUSLIKUM TEADUSPROJEKT

---

AR12134     Advanced thin hard coatings in tooling (HardCoat) (2012 – 2015)

TEADLASMobiilsus

1. Nooremteadur Kaspar Kallip stažeerib 01.09.2013-31.12.2014 EMPA, Šveits (jätkub 2015)
2. Nooremteadur Der-Liang Yung stažeerib 15.10.14-15.03.15 Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, Hispaania.

KONVERENTSIDE KORRALDAMINE

PÕHIÜLESANDED TEADUS- JA ARENDUSTEGEVUSE EDENDAMISEKS 2015. AASTAL  
(VÄLJAVÕTE TEGEVUSKAVAST)

<b>Teadustegevus</b>	
Teaduslaborite infrastruktuur	
1. Materjaliuuringute keskuse (MUK) integreerimine MTI-ga	Veinthal/Kallavus
a. Ligipääs XRD süsteemile või oma süsteemi soetamine	Veinthal/ projektide juhid
b. Motiveeritud ettepanekud teadustaristu uuendamiseks ja täiendamiseks	Kõik töötajad
2. VB II korruse ruumide sisustamine silmas pidades MML arenguperspektiive ja (termotöötuslabori sisustamine II korrusele)	Peetsalu
<i>Uute seadmete soetamine:</i>	
a. SPS ( <i>spark plasma sintering</i> ) – TAP46-2	Kollo, Veinthal
b. Kliimakamber (LKM12179)	Kers
c. O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> gaasisüsteem (ÜLKAP)	Kollo, Veinthal
d. Kiirprototüüpimisseade (ÜLKAP)	Kollo, Veinthal
e. CVD süsteem (AP-IUT19-29)	Podgurski
f. 4-kuuli katse tribomeetri arenduse lõpuleviimine	Antonov
<i>Soetatud seadmete efektiivne kasutamine:</i>	
a. Keevituse ja pinnatehnoloogia, sh. PTA pealesulatus arendamine, HVOF arendamine;	Kulu/ Surzhenkov
b. CVD pindamissüsteemi kasutamine (koostöös Artech Carbon OÜ) ning teiste ettevõtetega	Podgurski
3. Ohutusjuhendid ja kasutuskord kõikides laborites ja kõikide seadmete kohta (jätkuv tegevus)	Kollo, Antonov, Goljandin, Peetsalu
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);	Aruniit, Veinthal
7. Ettevalmistus Baltmatrib konverentsi / IFHTSE kõrgetasemeliseks läbiviimiseks 2015 sügisel;	Veinthal, Kulu, Hussainova
8. Twinning projekt kiirprototüüpimise valdkonnas Fraunhofer jt doonorpartneriga, mai 2015	Veinthal
9. Spetsaaltarakvara (Orange, EndNote, jt) vajaduse analüüs, soetus	Veinthal, Kollo
10. Liitumine üle-ülikoolilise arvutipargi hooldus/haldussüsteemiga (Campus-litsents)- – idee tasandil, vajab analüüsi/selget põhjendust	Veinthal, Saarna

## HINNANG INSTITUUDI TEADUSTULEMUSTELE: 5 (EESKUJULIK)

---

Kvantitatiivsete ja kvalitatiivsete näitajate poolest on 2014. aasta instituudi lähiajaloo edukaimate hulgas. Seoses mitmete mahukate projektide lõppemisega võib prognoosida teadustegevusest laekuvate tulude alanemist 2015 aastal.

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

---

#### HARIDUS- JA TEADUSMINISTEERIUM

##### SIHTFINANTSEERITAVAD TEEMAD:

---

IUT 19-29 Mitmeastmeliselt struktureeritud keraamikabaasil komposiitmaterjalid kasutamiseks ekstreemtingimustes /Multiscale structured ceramic based composites for extreme applications J. Kübarsepp (2014-2019)

AP IUT19-29 Väikesemahulise teaduse infrastruktuuri kaasajastamine teadusteema IUT1929 Raames: Mitmeastmeliselt struktureeritud keraamika-baasil komposiitmaterjalid kasutamiseks ekstreemtingimustes Multi-scale structured ceramic-based composites for extreme applications, J. Kübarsepp (2014-2015)

#### SA EESTI TEADUSFOND/EESTI TEADUSAGENTUUR

##### GRANDID:

---

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

– ühisgrandid välisriigiga:

GERA219, Shift of the phase equilibria in nanograined materials, L. Kommel (2012 – 2014)

– järeldoktorite grandid (SA ETF ja Mobilitas):

– tippteadlase grandid (Mobilitas):

#### SA ARCHIMEDESEGA SÕLMITUD LEPINGUD

---

AR12129 High-tech anti-wear coatings based in nanoparticles/ionic liquid combination for metal and engineering industries (TRIBOFILM) R. Veinthal (2012-2014)

AR12131 Permanent magnets for sustainable energy application (MagMat) R. Veinthal (2012 – 2015)

AR12312 Development of advanced coatings and polymer-ceramic composites for road construction machinery wear parts (Wear Hard) p. Kulu (2012 – 2015)

- AR12133 NanoCom – Nano-geometry and entanglement for design and prototyping of ceramic-based high-performance nano-composites (NanoCom) J. Kübarsepp (2012 – 2015)
- AR12134 Advanced thin hard coatings in tooling (HardCoat) P. Peetsalu (2012 – 2015)

---

#### MUUD T&A LEPINGUD:

---

TAP46-2 Komposiitmaterjalide tehnoloogia kaasajastatud labor J. Kübarsepp (2014-2015)

---

#### SISERIIKLIKUD LEPINGUD

---

Lep11025, Isotermkarastuse ja silelöike stantsimisega seotud materjali analüüs, P. Peetsalu (1.04.2011 - 31.12.2016)

---

#### EL RAAMPROGRAMMI PROJEKTID

---

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

---

#### VÄLISRIKLIKUD LEPINGUD

---

VE472, Kaasaegsed mitmefaasilised tribomaterjalid, R. Veinthal (1.04.2010 - 31.03.2014)

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

VA683 Development of TiC-Fe alloy type cermets, J. Kübarsepp (2014-2015)

---

#### STRUKTUURIÜKSUSE TÖÖTAJATE POOLT AVALDATUD SIHTFINANTSEERITAVA TEADUSTEEMA TAOTLEMISEL ARVESTATAVAD EELRETSENSEERITAVAD TEADUSPUBLIKATSIOONID (ETIS KLASSIFIKAATORI ALUSEL).

---

##### 1.1

1. Hussainova, I.; Ivanov, R.; Stamatina, S.N.; Skou, E.M.; Anoshkin, I.V.; Nasibulin, A.G. (2014). A few layered graphene closed shells on alumina nanofibers for electrochemical energy conversion. *Nano Energy*, xx - xx. [ilmumas]
2. Jõgiaas, T.; Arroval, T.; Kollo, L.; Kozlova, J.; Käämbre, T.; Mändar, H.; Tamm, A.; Hussainova, I.; Kukli, K. (2014). Atomic layer deposition of alumina on  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanofibers. *Physica Status Solidi A - Applications and Materials Science*, 211(2), 403 - 408.
3. Hussainova, I.; Ivanov, R.; Anoshkin, I.; Nasibulin, A. (2014). Catalyst-free direct CVD growth of hybrid nanostructures of multi-layer-graphene closed shells and carbon nanoflakes on alumina nanofibers. *Carbon*, xx - xx. [ilmumas]
4. Hussainova, I.; Voltsihhin, N.; Cura, E.; Hannula, S.-P. (2014). Densification and characterization of spark plasma sintered ZrC–ZrO<sub>2</sub> composites. *Materials Science and Engineering A-Structural Materials Properties Microstructure and Processing*, 597, 75 - 81.



5. Kübarsepp, J.; Pirso, J.; Juhani, K. (2014). Developments in cermet design, technology and performance. *International Journal of Materials & Product Technology*, 49(2/3), 160 - 179.
6. Zhao, G.; Hussainova, I.; Antonov, M.; Wang, Q.; Wang, T. (2014). Effect of temperature on the tribological properties of the polyimide composites reinforced with different fibers in sliding and erosive conditions. *Tribology International*, xx - xx. [ilmumas]
7. Kolesnikova, A.L.; Orlova, T.S.; Hussainova, I.; Romanov, A.E. (2014). Elastic models of defects in two dimensional structures. *Упругие модели дефектов в двумерных кристаллах. . Физика Твёрдого Тела*, 56(12), 2480 - 2485.
8. Kolesnikova, A.L.; Orlova, T.S.; Hussainova, I.; Romanov, A.E. (2014). Elastic models of defects in two-dimensional crystals. *Physics of the Solid State*, 56(12), 2573 - 2579.
9. Aghayan, M.; Voltsihhin, N.; Rodriguez, M.A.; Marcos, F.R.; Dong, M.; Hussainova, I. (2014). Functionalization of gamma-alumina nanofibers by alpha-alumina via solution combustion synthesis. *Ceramics International*, 40(8, A), 12603 - 12607.
10. Bradbury, R. C.; Gomon, J-K.; Kollo, L.; Kwon, H.; Leparoux, M. (2014). Hardness of Multi Wall Carbon Nanotubes reinforced aluminium matrix composites. *Journal of Alloys and Compounds*, 585, 362 - 367.
11. Voltsihhin, N.; Rodriguez, M.; Hussainova, I.; Aghayan, M. (2014). Low temperature spark plasma sintering behaviour of zirconia added by a novel type of alumina nanofibers . *Ceramics International*, 40, 7235 - 7244.
12. Kulu, P.; Käerdi, H.; Surzenkov, A.; Tarbe, R.; Veinthal, R.; Goljandin, D.; Zikin, A. (2014). Recycled hardmetal-based powder composite coatings: optimisation of composition, structure and properties. *International Journal of Materials and Product Technology*, 49(2/3), 180 - 202.
13. Podgursky, V.; Hantschel, T.; Bogatov, A.; Kimmari, E.; Antonov, M.; Viljus, M.; Mikli, V.; Tsigkourakos, M.; Vandervorst, W.; Buijnsters, J.; Raadik, A.; Kulu, P. (2014). Rippling on Wear Scar Surfaces of Nanocrystalline Diamond Films After Reciprocating Sliding Against Ceramic Balls. *Tribology Letters*, 55(3), 493 - 501.
14. Jõelett, M.; Pirso, J.; Juhani, K.; Viljus, M.; Traksmäa, R. (2014). The formation of reactive sintered (Ti, Mo)C-Ni cermet from nanocrystalline powders. *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*, 41, 284 - 290.
15. Aghayan, M.; Gasik, M.; Hussainova, I.; Rubio-Marcos, F.; Kubarsepp, J. (2014). Thermal and microstructural analysis of doped alumina nanofibers. *Thermochimica Acta*, xx - xx. [ilmumas]

## 1.2

1. Филиппов, Р.; Фрейдin, А.В.; Hussainova, I.; Vilchevskaja, L. (2014). Критический радиус включений диоксида циркония в эффекте трансформационного упрочнения керамик. *Физическая мезомеханика*, 17(2), 55 - 64.

### 3.1

2. Surzhenkov, Andrei; Adoberg, Eron; Antonov, Maksim; Sergejev, Fjodor; Mikli, Valdek; Viljus, Mart; Latokartano, Jyrki; Kulu, Priit (2014). Influence of Laser Hardening to the Sliding Wear Resistance of the PVD (Al, Ti)N-G and nACo® Coatings. Key Engineering Materials, 604, 28 - 31.
3. Tarbe, R.; Kulu, P.; Zikin, A.; Surzhenkov, A. (2014). Abrasive Wear Resistance of HVOF Sprayed and PTA-welded Hardmetal Hard Phase Reinforced Metal-Matrix Based Coatings. D. Loca (Toim.). Engineering Materials & Tribology XXII (3 - 7).Trans Tech Publications Ltd
4. Lille, H.; Kõo, J.; Ryabchikov, A.; Reitsnik, R.; Sergejev, F.; Mikli, V. (2014). Comparative Analysis of Residual Stresses Determined by Various Methods in Brush-Plated Hard Gold and Silver Coatings. Loča, D. (Toim.). Engineering Materials and Tribology XXII (8 - 11).Trans Tech Publications Ltd
5. Aruniit, A.; Antonov, M.; Kers, J.; Krumme, A. (2014). Determination of Resistance to Wear of Particulate Composite. D. Loca (Toim.). Engineering Materials & Tribology XXII (188 - 191).Trans Tech Publications Ltd
6. Yung, D.-L.; Dong, M.; Hussainova, I. (2014). Effect of grain growth inhibitors VC/Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub> on WC-ZrO<sub>2</sub>-Ni composite mechanics. D. Loca (Toim.). Engineering Materials & Tribology XXII (106 - 109).Trans Tech Publications Ltd
7. Umanskyi, O.; Hussainova, I.; Storozenko, M.; Terentyev, O.; Antonov, M. (2014). Effect of oxidation on sliding wear behaviour of NiCrSiB-TiB<sub>2</sub> plasma sprayed coatings. . Dagnija Loca (Toim.). Engineering Materials & Tribology XXII (16 - 19).Trans Tech Publications Ltd
8. Herranen, H.; Kers, J.; Preden, J.S.; Talalaev, R.; Eerme, M.; Majak, J.; Lend, H.; Allikas, G. (2014). Embedded Electronics Influence on the Strength of Carbon Fiber Laminate. Brendan Gan, Y. Gan and Y. Yu (Toim.). Advances in Applied Materials and Electronics Engineering III (239 - 243).Trans Tech Publications Ltd
9. Tarraste, M.; Juhani, K.; Pirso, J.; Viljus, M. (2014). Erosion Wear of Reactive Sintered WC-TiC-Co Cermets. D. Loca (Toim.). Engineering Materials & Tribology XXII (63 - 66).Trans Tech Publications Ltd
10. Kupchenko, L.; Tali, R.; Adoberg, E.; Mikli, V.; Podgursky, V. (2014). Evolution of TiN Coating Surface Roughness During Physical Vapor Deposition on High Speed Steel Substrate. D. Loca (Toim.). Engineering Materials & Tribology XXII (67 - 70).Trans Tech Publications Ltd
11. Hussainova, I.; Drozdova, M.; Aghayan, M.; Ivanov, R.; Pérez-Coll, D. (2014). Graphene Covered Alumina Nanofibers as Toughening Agent in Alumina Ceramics. P. Vincenzini (Toim.). 13th International Ceramics Congress (49 - 53).Trans Tech Publications Ltd
12. Hussainova, I.; Drozdova, M.; Aghayan, M.; Ivanov, R.; Perez-Coll, D. (2014). Graphene Covered Alumina Nanofibers as Toughening Agent in Alumina Ceramics. Key Engineering Materials (xx - xx).Trans Tech Publications Ltd [ilmumas]

13. Voltsihhin, N.; Hussainova, I.; Hannula, S.-P.; Viljus, M. (2014). Influence of precursor ZrC powders on the properties of the spark plasma sintered ceramic composite materials. W. M. Kriven, J. Wang, Y. Zhou, A. L. Gyekenyesi, S. Kirihaara, S. Widjaja (Toim.). *Developments in Strategic Materials and Computational Design IV: Ceramic Engineering and Science Proceedings* (297 - 308). American Ceramic Society
14. Bogatov, A.; Podgursky, V.; Raadik, T.; Kamjula, A. R.; Hantschel, T.; Tsigkourakos, M.; Kulu, P. (2014). Investigation of morphology changes on nanocrystalline diamond film surfaces during reciprocating sliding against Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> balls. D. Loca (Toim.). *Engineering Materials & Tribology XXII* (126 - 129). Trans Tech Publications Ltd
15. Ryabchikov, A.; Lille, H.; Toropov, S.; Reitsnik, R.; Surženkov, A.; Kulu, P. (2014). Investigation of residual stresses in flame sprayed Ni-based wear resistant coatings by the hole-drilling and X-ray methods. *Materials Science Forum* (144 - 149). Trans Tech Publications Ltd
16. Lille, H.; Kõo, J.; Valgur, J.; Ryabchikov, A.; Reitsnik, R.; Veinthal, R. (2014). Measurement of residual stresses in the cold-rolled Fe-Ni-Mn/Invar thermo-bimetallic plate. *Materials Science Forum* (101 - 106). Trans Tech Publications Ltd
17. Voltsihhin, N.; Hussainova, I.; Kübarsepp, J.; Traksmaa, R. (2014). Processing and mechanical properties of ZrC-ZrO<sub>2</sub> composites. Dagnija Loca (Toim.). *Engineering Materials & Tribology XXII* (258 - 261). Trans Tech Publications Ltd
18. Hussainova, I.; Voltsihhin, N.; Cura, E.; Hannula, S.-P. (2014). Processing and properties of zirconia toughened WC-based cermets. T. Ohji, M. Singh, S. Kirihaara, S. Widjaja (Toim.). *Advanced Processing and Manufacturing Technologies for Structural and Multifunctional Materials VII* (97 - 103). USA: John Wiley & Sons Ltd
19. Lille, H.; Kõo, J.; Ryabchikov, A.; Reitsnik, R.; Sergejev, F.; Dong, M. (2014). Relaxation of residual stresses in brush-plated gold and silver coatings on copper and on brass substrates. *Advanced Materials Research* (866 - 871). Trans Tech Publications Ltd
20. Mural, Z.; Kollo, L.; Traksmaa, R.; Kallip, K.; Link, J.; Veinthal, R. (2014). Structure and Magnetic Properties of NdFeB Powder Prepared by Hydrogen Decrepitation and High-energy Ball Milling. D. Loca (Toim.). *Engineering Materials & Tribology XXII* (262 - 268). Trans Tech Publications Ltd
21. Juhani, K.; Pirso, J.; Tarraste, M.; Viljus, M.; Suurkivi, T. (2014). Three-Body Abrasive Wear of Reactive Sintered WC-Co Hardmetals with Grain Growth Inhibitors. D. Loca (Toim.). *Engineering Materials & Tribology XXII* (277 - 282). Trans Tech Publications Ltd
22. Taaber, Triinu; Põhako-Esko, Kaija; Joost, Urmas; Külasalu, Kadi; Antsov, Mikk; Antonov, Maksim; Veinthal, Renno; Saal, Kristjan; Lõhmus, Rünno; Mäeorg, Uno. (2014). Covalent coupling of ionic liquid to carbon nanotubes: preparation and tribological properties. In: *MRS Proceedings "Semiconductor Nanowires—Synthesis, Properties and Applications"*: MRS Spring Meeting, San Francisco, California, April, 2014. (Toim.) Yong Zhu. Materials Research Society, 2014, UU06 - 30.

23. Drozdova, M.; Ivanov, R.; Aghayan, M.; Hussainova, I.; Dong, M.; Rodrigez, M.A. (2014). Fabrication of alumina nanocomposites reinforced by a novel type of alumina nanofibers and graphene coated nanofibers. In: Proceedings of the 9th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering: 24-26st April 2014, Tallinn, Estonia: 9th international conference of DAAAM Baltic industrial engineering; April 24 -26, 2014; Tallinn, Estonia. (Toim.) Otto. T. Estonia: TUT, 2014.
24. Ivanov, R.; Hussainova, I.; Aghayan, M.; Petrov, M. (2014). Graphene coated alumina nanofibers as zirconia reinforcement. In: Proceedings of the 9th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering: 24-26st April 2014, Tallinn, Estonia: 9th international conference of DAAAM Baltic industrial engineering; April 24 -26, 2014; Tallinn, Estonia. Estonia: TUT, 2014.
25. Lille, H.; Ryabchikov, A.; Lind, L.; Sergejev, F.; Adoberg, E.; Peetsalu, P. (2014). On determination of residual stresses in some PVD coatings by the curvature method. In: Proceedings of the 9th International Conference of DAAAM Baltic INDUSTRIAL ENGINEERING: 9th International DAAAM Baltic Conference, Tallinn, Estonia, 24-26 April 2014. (Toim.) T. Otto. Tallinn: Tallinn University of Technology, 2014, 378 - 382.
26. Aruniit, A.; Kers, J.; Krumme, A.; Peetsalu, P. (2014). Particle size and proportion influence to impact properties of particulate polymer composite. In: Proceedings of the 9th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering: 24-26st April 2014, Tallinn, Estonia: 9th international conference of DAAAM Baltic industrial engineering; April 24 -26, 2014; Tallinn, Estonia. TUT, 2014.
27. Pirso, J.; Juhani, K.; Tarraste, M., Viljus, M.; Letunoviš, S. (2014). The effect of VC, TIC and Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub> on the microstructure and properties of WC-15CO hardmetals fabricated by the reactive sintering. In: Proceedings of the 9th International DAAAM Baltic Conference "INDUSTRIAL ENGINEERING", 24-26th April 2014, Tallinn, ESTONIA: 9th International DAAAM Baltic Conference "Industrial Engineering", Tallinn, Estonia, 24-26. April 2014. (Toim.) Otto, T. Tallinn University of Technology, 2014, 383 - 388.

### 3.2

1. Kulu, P.; Surzhenkov, A.; Tarbe, R.; Saarna, M.; Tarraste, M.; Viljus, M. (2014). Hardfacings for Extreme Wear Applications. T.S. Sudarshan, P. Vuoristo, H. Koivuluoto (Toim.). Proceedings of the XXVIII International Conference on Surface Modification Technologies (xxxx - xxxxx). Tampere University of Technology [ilmumas]
2. Shishkin, A.; Mironovs, V.; Zemchenkov, V.; Hussainova, I. (2014). Metal powder/fly ash cenosphere-modified clay composite. In: Proceedings of the EURO PM2014 Congress: Euro PM2014-PM Functional materials: EURO PM2014 Congress, September, 21 – 24, 2014; Salzburg. Austria: EMPA, 2014.
3. Kulu, P.; Tarbe, R.; Saarna, M.; Surzenkov, A.; Peetsalu, P.; Viljus, M. (2014). Steels, hardmetals and hardfacings for abrasive wear applications. European Conference on Heat Treatment and 21st IFHTSE Congress, Munich, Germany, 12-15 May 2014. IFHTSE , 2014, 449 - 456.

### 3.4

1. Veinthal, R.; Peetsalu, P.; Saarna, M.; Talkop, A. (2014). Durability of Complex Shape Punch in Thick Sheet Metal Fine-blanking. In: Proceedings of European Conference on Heat Treatment and 21st IFHTSE Congress, May 12th-15th, Munich, Germany: (Toim.) H-W. Zoch, R. Schneider, T. Lübber. Munich, Germany: Arbeitsgemeinschaft Wärmebehandlung und Werkstofftechnik e.V (AWT); www.awt-online.org, 2014, 399 - 406.
2. Mural, Z.; Kollo, L.; Veinthal, R. (2014). Jet Milling of the Powders for the Nd-Fe-B Sintered Magnets. In: 2014 International Conference on NdFeB Magnets: Supply Chain, Critical Properties & Applications: 2014 International Conference on NdFeB Magnets: Supply Chain, Critical Properties & Applications, Ningbo, China, 02-05.03.2014. (Toim.) S. Gu; C. H. Chen. Ningbo, China: 2014, 181 - 183.

### 5.2

1. Shishkin, A.; Mironovs, V.; Zemchenkov, V.; Hussainova, I. (2014). Alumina-silica hollow microspheres in metallo-ceramic matrix composite. . In: Proceedings of the CellMAT 2014: CellMAT 2014. Dresden, Germany, 2014.
2. Aghayan, Marina; Hussainova, Irina; Gasik, Michael; Kollo, Lauri (2014). Influence of Interphases on the Mechanical Properties of Alumina Nanofibers Reinforced Alumina Nanocomposite. In: Proceedings of the 1st International Symposium on Nanoparticles/Nanomaterials and Applications.: 1st International Symposium on Nanoparticles/Nanomaterials and Applications , 2014.
3. Hussainova, I.; Anoshkin, I.; Ivanov, R.; Kübarsepp, J. (2014). Novel alumina–nanocarbon hybrids. In: Book of abstracts of 38th International Conference & Exposition on Advanced Ceramics & Composites: 38th International Conference & Exposition on Advanced Ceramics & Composites, Daytona beach, FL, USA; 25.01 - 31.01.2014. USA: American Ceramic Society, 2014, 117.
4. Aghayan, M.; Gasik, M.; Kollo, L.; Hussainova, I.; Rodriguez, M.A. (2014). The influence of Alumina and Zirconia coats on the tribological properties of Alumina NanoFibers. In: Book of abstracts on 13th International Ceramic Congress: 13th International Ceramic Congress, CIMTEC, 8 - 14 June, 2014, Montecatini Terme, Italy. 2014.
5. Hussainova, I.; Gasik, M.; Aghayan, M. (2014). Ultrahigh aspect ratio alumina nanofibers as reinforcements. In: Book of abstract of the 38th International Conference & Exposition on Advanced Ceramics & Composites: 38th International Conference & Exposition on Advanced Ceramics & Composites, Daytona beach, FL, USA; 25.01 - 31.01.2014. USA: American Ceramic Society, 2014, 117.
6. Madis Umalas, Maarja Pohl, Ants Lõhmus, Rünno Lõhmus and Irina Hussainova (2014). Elaboration of TiC/CNT composites by sol-gel technique.

### 6.2

1. Laansoo, A. (2014). Keevitamine. MIG/MAG-keevitus. Tallinn: Argo Kirjastus.

## 6.7

1. Jõgiaas, Taivo; Kozlova, Jekaterina; Arroval, Tõnis; Käämbre, Tanel; Mändar, Hugo; Kollo, Lauri; Tamm, Aile; Hussainova, Irina, Kukli, Kaupo (2014). Atomic Layer Deposition for Hard Nanocoatings. In: Baltic ALD 2014: Baltic ALD 2014 12th International Baltic Conference on Atomic Layer Deposition, May 12-13, 2014, Helsinki, Finland. , 2014, 91 - 92.

## 2.9 STRUKTUURIÜKSUSES KAITSTUD DOKTORIVÄITEKIRJADE LOETELU

1. **Aare Aruniit**, materjalitehnika instituut  
Teema: Thermoreactive Polymer Composite with High Particulate Filler Content (Suure pulbrilise täiteaine sisaldusega termoreaktiivne polümeerkomposiit)  
Juhendaja: prof. Jaan Kers, prof. Priit Kulu  
Kaitses: 26.06.2014  
Omistatud kraad: filosoofiadoktor (materjalitehnika)
2. **Liina Lind**, materjalitehnika instituut  
Teema: Wear of PVD Coatings on Fineblanking Punches (PVD pinnete kulumine sileloikestantsi templitel)  
Juhendaja: Priidu Peetsalu, Renno Veinthal  
Kaitses: 25.06.2014  
Omistatud kraad: filosoofiadoktor (materjalitehnika)
3. **Nikolai Voltšihhin**, materjalitehnika instituut  
Teema: Design and Technology of Oxides-Containing Ceramic Based Composites (Oksiide sisaldava komposiikeraamika tehnoloogia)  
Juhendaja: Irina Hussainova, Maksim Antonov  
Kaitses: 08.12.2014  
Omistatud kraad: filosoofiadoktor (materjalitehnika)

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

### 2.11 STRUKTUURIÜKSUSES LOODUD TÖÖSTUSOMANDI LOETELU

1. Katseseade materjalide abrasiivkulumise uurimiseks; Omanik: Tallinna Tehnikaülikool; Autorid: Maksim Antonov, Renno Veinthal, Irina Hussainova; Prioriteedinumber: P20140022.
2. A substrate and a method for purification and analysis of fluids; Omanik: Tallinna Tehnikaülikool; Autorid: Irina Hussainova, Michael Gasik; Prioriteedinumber: US62/032015; Prioriteedikuupäev: 01.08.2014.
3. Method and system for nickel aluminate nanofibers; Omanik: Tallinna Tehnikaülikool; Autorid: Marina Aghayan, Irina Hussainova – taotlus 2014. aasta detsembris.

#### 4. STRUKTUURIÜKSUSE INFRASTRUKTUURI UUENDAMISE LOETELU (SUMMA EURODES)

PV007916	Press Atlas kindakambrisse	09.01.14	9 800,00
PV007936	ME204 analüütiline kaal	20.01.14	2 499,00
PV007998	Muhvelahi Nabertherm L 9/13	27.03.14	3 495,00
PV008067	Vaakum-degaseerimisseade	07.07.14	85 300,00
PV008119	Plasmaseadme manipulaator,	05.09.14	32 250,00
PV008202	Hüdrauliline press-kasutatud	19.09.14	41 070,00
PV008291	Kuulveski Emax sn:1214101003	05.12.14	21 160,00

Kokku soetusmaksumus: 211 097,35

Väikevahendeid soetatai 2015 aastal 20,87 tuh EUR väärtuses, sellest:

- IT vahendeid 4,27 tuh EUR,
- üleülikoolilistest vahenditest seoses 5. korpuse auditooriumide sisustamisega (tahvlid, projektorid) 3,0 tuh EUR