

## **1. Labori struktuur**

Labori juhataja Ülo Rudi

## **2. Labori teadus- ja arendustegevuse (edaspidi T&A) iseloomustus**

*(NB! punktid 2.1- 2.6 täidab struktuuriüksus)*

### **2.1 struktuuriüksuse koosseisu kuuluvate uurimisgruppide**

#### **2.1.1 teadustöö kirjeldus (*inglise keeles*);**

The main research activities are:

- development of the theory of the dispersed (gas-solid particles) flows;
- development of the numerical methods for the dispersed flows in jets, channels and boundary layers;
- analysis and mathematical modelling of the work processes in the technical equipment under the conditions of the dispersed media;
- determination of the properties of the dispersed flows (velocity, the turbulence parameters, concentration of solid particles) by means of the laser optic diagnostics and digital image processing;
- analysis of deposition of solid particles under the conditions of the dispersed flows;
- analysis of ejection of fluids and the development of numerical methods;
- mathematical modelling of the vortex structures.

#### **2.1.2 aruandeaastal saadud tähtsamad teadustulemused (*inglise keeles*).**

- A three-dimensional model of particulate flow in a horizontal pipe using the Reynolds Averaged Navier-Stokes method and implementing the finite volume numerical technique is worked out. The governing equations of the gas–solids flow are supplemented with appropriate closure equations to take into account all the relevant forces exerted on the solid particles, such as particle-turbulence interactions, turbulence modulation, particle–particle interactions, particle–wall interactions, as well as gravitational, viscous drag, and lift forces. For taking into account of the latter force evaluation, 3D particle rotation due to the particles interaction with walls is developed and incorporated into the model, which was verified for lower and high mass flow loadings.

(the result is published in article Kartushinsky, A.; Michaelides, E.; Rudi, Ü.; Shcheglov, I.; Tisler, S. (2011). Numerical Simulation of Three-Dimensional Gas-Solid Particle Flow in Horizontal Pipe. AICHE Journal, 57(11), 2977 - 2988.

- One of technical implementation of original particle collision closure model is found in numerical simulation of freeboard of CFB composed of polyfractional solid material with variation of the particle size and its densities (published in journal „Oil Shale” and in the book „Computational Simulations and Applications”)

- There has been elaborated numerical model of deposition of fine solid particles under the conditions of the laminar boundary layer developed near the flat plate surface. The advantage of the given model is that it considers the deposition to be the probabilistic process, which is determined both by the hydrodynamics of the flow past the plate and the adhesive properties of particles and the plate surface.  
The model is based on the two-fluid Euler-Euler approach and applies the interparticle collisions model by Kartushinsky and Michaelides.
- The estimation technique has been elaborated for the dispersion of solid particles occurring under the conditions of the turbulent particulate flow. This method is based on the registration of the particle's trajectories by the high-speed camera that is carried out in the different flow sections located at various distances from the point source of particles, and the processing of the obtained images.
- The modified model of a vortex ring which is able accurately predict the topology of the flow (increasing of the vortex core and bubble areas with  $Re$ ) is developed. The model introduces two non dimensional parameters that govern the shape of the vortex core:  $\lambda \geq 1$  and  $\beta \geq 1$ . Based on this modification, new expressions for the translation velocity, energy, circulation and stream function are derived for a wide range of section ellipticity that are specific to such vortices. The model is important both in practical applications requiring an estimate of the flow entrainment and in physical explanations of the inverse energy cascade in theory of turbulence (the result was presented on The Sixth International Conference on Fluid Mechanics: ICFM6 and will be published in Physics of Fluids, 2012, pp. 1 – 19).

## 2.2 Uurimisgrupi kuni 5 olulisemat publikatsiooni läinud aastal.

- Kartushinsky, A.; Michaelides, E.; Rudi, Ü.; Shcheglov, I.; Tisler, S. (2011). Numerical Simulation of Three-Dimensional Gas-Solid Particle Flow in Horizontal Pipe. *AICHE Journal*, 57(11), 2977 - 2988.
- Kartushinsky, A.; Siirde, A. (2011). Mathematical Modelling of the Motion of Dust-Laden Gases in the Freeboard of CFB Using the Two-Fluid Approach. Jianping Zhu (Toim.). *Computational Simulations and Applications* (143 - 158). INTECH
- Kartushinsky, A.; Siirde, A.; Rudi, Ü.; Shablinsky, A. (2011). Mathematical model of two-phase flows loaded with light and heavy particles to analyze cfb processes. *Oil Shale*, 28(1s), 169 - 180.
- Kaplanski, F; Fukumoto, Y; Rudi, Y. (2011). Reynolds-number effect on vortex ring evolution in viscous fluid. *Physics of Fluids*, 1 - 19. [ilmumas]
- Kaplanski, F; Fukumoto, Y; Rudi, Y. (2011). Reynolds-number Effect on Vortex Ring Evolution. In: *RECENT PROGRESSES IN FLUID DYNAMICS RESEARCH : Proceedings of the Sixth International Conference on Fluid Mechanics: ICFM6*, June 30-July 3, 2011, Guangzhou, China. (Toim.) Jiachun Li. American Institute of Physics, 2011, (AIP Conference Proceedings ; 1376), 57 - 60.

## 2.3 Loetelu struktuuriüksuse töötajate rahvusvahelistest tunnustustest.

## 2.4 Loetelu struktuuriüksuse töötajatest, kes on välisakadeemiate või muude oluliste T&A-ga seotud välisorganisatsioonide liikmed.

## 2.5 Aruandeaasta tähtsamad T&A finantseerimise allikad.

T&A tegevuse finantseerimine toimus 100% Eesti riigieelarvest Haridus-ja Teadusministeeriumi kaudu.

2.6 Soovi korral lisada aruandeaastal saadud T&A-ga seotud tunnustusi (va punktis 2.3 toodud tunnustused), ülevaate teaduskorralduslikust tegevusest, teadlasmobiilsusest ning anda hinnang oma teadustulemustele. Laboratooriumi töötajatest osalesid rahvusvaheliste organisatsioonide töös järgmiselt: Ülo Rudi, ajakirja Oil Shale nõustajate kogu liige; ajakirja Polityka Energetyczna (Energy Policy Journal, Poola Teaduste Akadeemia.) toimetuskolleegiumi liige; Maaailma Energeetikanõukogu WEC Eesti Rahvuskomitee juhatuse liige; International Centre on Energy and Environment Policy liige; International Energy Foundation, liige. Aleksander Kartušinski EÜ COST programmi projekti juhtkomitee liige; International Journal Computers and Fluids referent. Feliks Kaplanski, European Mathematical Information Service (EMIS) referent; European Mechanics Society (Euromech) liige.

### Laboratooriumi enesehinnang

2011. aastal oli laboratooriumi tulemuslikkus suhteliselt hea. Publitseeriti 8 artiklit, mida arvestatakse sihtfinantseeritava teadusteema taotlemisel. Neist 6 publikatsiooni kuulub kategooriasse 1.1. Heaks tulemuseks saab pidada ka osalemist rahvusvahelise monograafia „Computational Simulations and Applications” koostamisel. Laboratooriumi teadustulemuste põhjal kirjutati omaette peatükk. Kolmel korral on laboratooriumi teadlased osalenud kõrgetasemelistel teaduskonverentsidel USA-s, Hiinas ja Itaalias. Jätkus heal tasemel rahvusvaheline koostöö Jaapani, USA ja Itaalia teadlastega. Riigieelarvest finantseeritava ülemineva sihiteema 2011. aasta tulemusi hindas Kompetentsi Nõukogu hindega väga hea ja teema finantseerimist jätkatakse samas mahus ka 2012. aastal. Tänu 2011. aasta headele teadustulemustele eraldati laboratooriumi infrastruktuuri kaasajastamiseks 2012. aastaks 63 tuhat eurot, mis oluliselt tõstab meie teadustulemuste kvaliteeti ja laiendab rahvusvahelise koostöö võimalusi..

Eesti Teadusfondi grante taotleti 2, neist üks saab finantseerimise aastatel 2012-2014. Negatiivse momendina tuleb märkida finantsallikate vähesust. Eesti ministeeriumitelt ja ettevõtelt ei õnnestunud saada lepinguid..

## 2.7 Labori teadus- ja arendustegevuse teemade ja projektide nimetused (*Eesti Teadusinfosüsteemi, edaspidi ETIS, andmetel*)

- Haridus- ja Teadusministeerium

sihtfinantseeritavad teemad:

- T070, Kolmemõõtmelised mudelid aerosoolsete kanal-, gradient-ja keerisvooluste modelleerimiseks ning rakendused tehnoloogilistes protsessides, Kartušinski Aleksander

baasfinantseerimise toetusfondist rahastatud projektid (sh TTÜ tippkeskused):  
riiklikud programmid:

- Teiste ministeeriumide poolt rahastatavad riiklikud programmid:

- Uuriija-professori rahastamine:

- SA Eesti Teadusfond

grandid:

ühisgrandid välisriigiga:

järeldoktorite grandid (SA ETF ja Mobilitas):

tippteadlase grandid (Mobilitas):

- Ettevõtluse Arendamise SA

eeluuringud:

arendustoetused:

- SA Archimedeselega sõlmitud lepingud

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

Eesti tippkeskused:

riiklikud programmid:

muud T&A lepingud:

- SA Keskkonnainvesteeringute Keskusega sõlmitud lepingud:
- Siseriiklikud lepingud:
- EL Raamprogrammi projektid: COST project: Fibre Suspension Flow, Action number FP1005
- Välisriiklikud lepingud:

**2.8** Struktuuriüksuse töötajate poolt avaldatud sihtfinantseeritava teadusteema taotlemisel arvestatavad eelretsenseeritavad teaduspublikatsioonid (*ETIS klassifikaatori alusel 1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 3.3, 4.1 ja 5.1*).

### 1.1

Tatte, T.; Hussainov, M.; Paalo, M.; Part, M.; Talviste, R.; Kiisk, V.; Mandar, H.; Pohako, K.; Pehk, T.; Reivelt, K.; Natali, M.; Gorauskis, J.; Lohmus, A.; Maeorg, U. (2011). Alkoxide-based precursors for direct drawing of metal oxide micro- and nanofibres. *Science and Technology of Advanced Materials*, 12(3), 1 - 12.

Siirde, A.; Roos, I.; Martins, A. (2011). Estimation of Carbon Emission Factors for the Estonian Shale Oil Industry. *Oil Shale*, 28(1S), 127 - 139.

Kartushinsky, A.; Siirde, A.; Rudi, Ü.; Shablinsky, A. (2011). Mathematical model of two-phase flows loaded with light and heavy particles to analyze cfb processes. *Oil Shale*, 28(1s), 169 - 180.

Kartushinsky, A.; Michaelides, E.; Rudi, Ü.; Shcheglov, I.; Tisler, S. (2011). Numerical Simulation of Three-Dimensional Gas-Solid Particle Flow in Horizontal Pipe. *AIChE Journal*, 57(11), 2977 - 2988.

Kaplanski, F; Fukumoto, Y; Rudi, Y. (2011). Reynolds-number effect on vortex ring evolution in viscous fluid. *Physics of Fluids*, 1 - 19. [ilmumas]

Hussainov, M.; Tätte, T.; Paalo, M.; Gorauskis, J.; Mandar, H.; Lohmus, A. (2011). Structure and Rheological Behavior of Alkoxide-Based Precursors for Drawing of Metal Oxide Micro- and Nanofibres. *Advanced Materials Research*, 214, 354 - 358.

1.2

1.3

2.1

2.2

3.1

Kaplanski, F; Fukumoto, Y; Rudi, Y. (2011). Reynolds-number Effect on Vortex Ring Evolution. In: RECENT PROGRESSES IN FLUID DYNAMICS RESEARCH : Proceedings of the Sixth International Conference on Fluid Mechanics: ICFM6, June 30-July 3, 2011, Guangzhou, China. (Toim.) Jiachun Li. American Institute of Physics, 2011, (AIP Conference Proceedings ; 1376), 57 - 60.

3.2

Kartushinsky, A.; Siirde, A. (2011). Mathematical Modelling of the Motion of Dust-Laden Gases in the Freeboard of CFB Using the Two-Fluid Approach. Jianping Zhu (Toim.). Computational Simulations and Applications (143 - 158).INTECH

3.3

4.1

5.1

**2.9** Struktuuriüksuses kaitstud doktoriväitekirjade loetelu (*NB! struktuuriüksus lisab struktuuriüksuse töötaja juhendamisel mujal kaitstud doktoriväitekirjade loetelu*)

**2.10** Struktuuriüksuses järel doktorina T&A-s osalenud isikute loetelu (*ETIS-e kaudu esitatud taotluste alusel*)

**2.11** Struktuuriüksuses loodud tööstusomandi loetelu

**3. Struktuuriüksuse infrastruktuuri uuendamise loetelu**