Национальный исследовательский Томский государственный университет

Упрочнение силумина наночастицами тугоплавких соединений

Ворожцов С.А.
к.т.н., зав. лабораторией нанотехнологий металлургии

vorn1985@gmail.com

ТГУ сегодня

22 факультета

НИИ:

Сибирский физико-технический институт

Институт прикладной математики и механики

Институт биологии и биофизики

Сибирский ботанический сад

Научная библиотека

23 000 студентов

800 аспирантов

Партнеры лаборатории

Национальный исследовательский Томский государственный университет

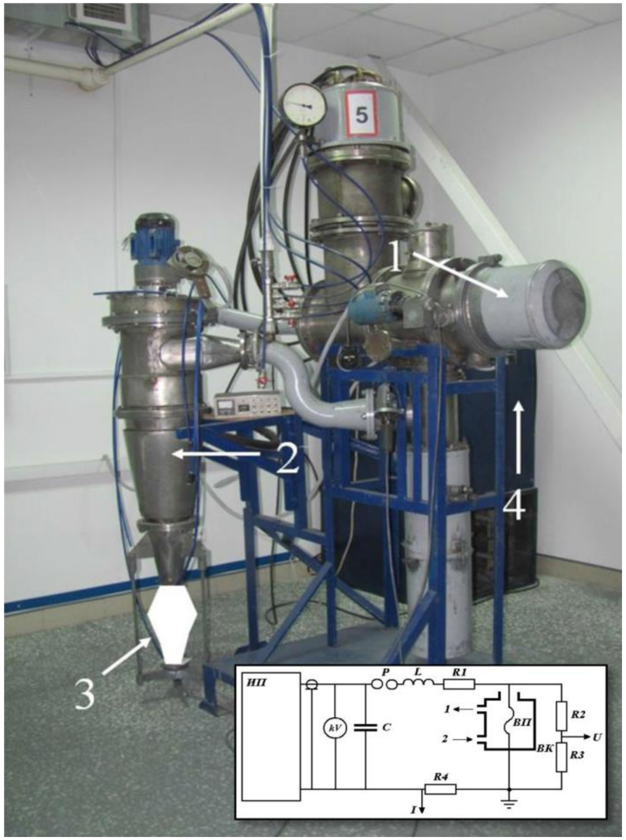
Лаборатория нанотехнологий в металлургии

- Brunel University London
- BCAST
- Helmholtz-Zentrum Geesthacht
  Centre for Materials and Coastal Research
- полюс
- ICT
- MANCHESTER 1824
  The University of Manchester
- UNIVERSITY OF BIRMINGHAM
- ФНПЦ «Алтай»
- СО РАН ИПХЭТ БИЙСК
- ИФПМ СО РАН
- esa

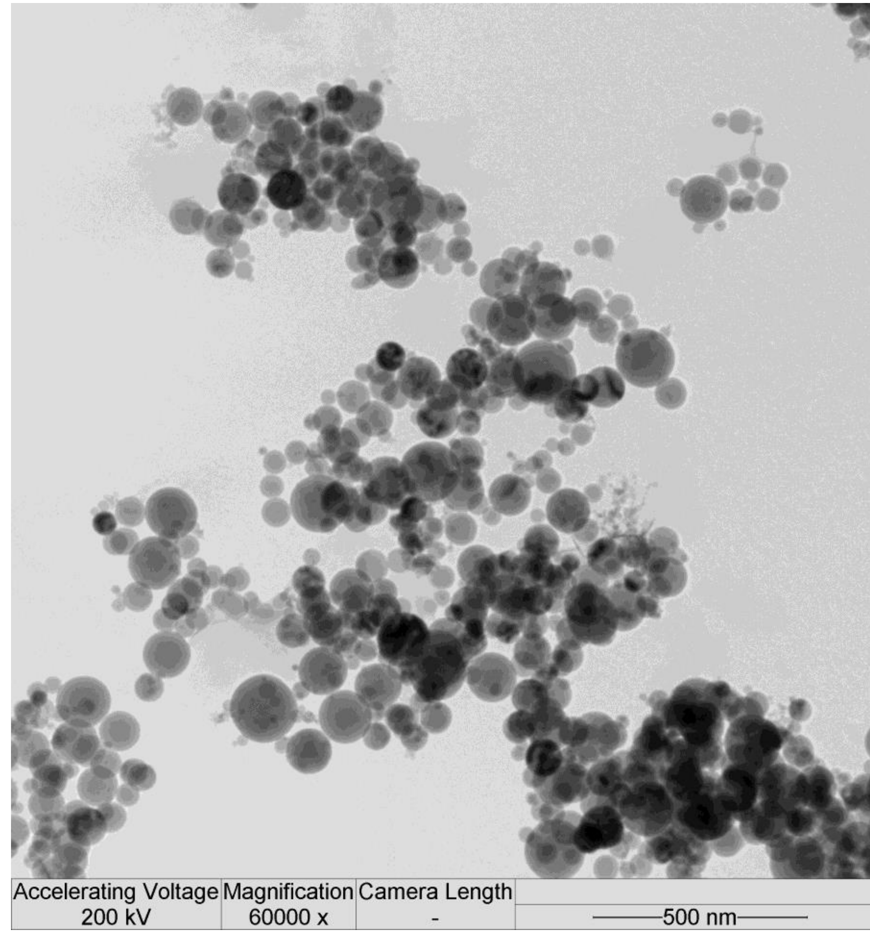
Основные задачи

- Синтез наноразмерных частиц (металлических и неметаллических) для последующего изготовления нанокомпозитов и легких сплавов на основе алюминия и магния;
- Всесторонняя характеризация наночастиц;
- Синтез нанокомпозитов, в том числе у партнеров в академических лабораториях и лабораториях за рубежом;
- Получение легких сплавов на основе алюминия и магния, упрочненных неметаллическими наночастицами, в том числе на участках иностранных партнеров;
- Анализ физико-механических свойств нанокомпозитов и легких сплавов на основе алюминия и магния;
- Исследование влияния внешних полей (ультразвук, электро-магнитные поля, вибрация, механическое перемешивание) на процессы формирования структуры и кристаллизацию легких сплавов;
- Исследование приложений для использования нанокомпозитов и легких сплавов.

Синтез наночастиц



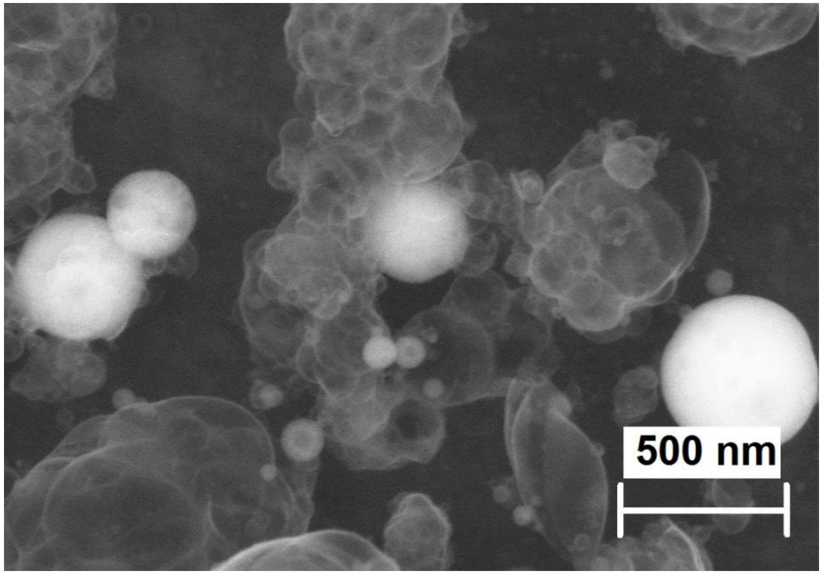
1 – реактор, 2 – транспортировочный узел порошков, 3 – емкость для осаждения продуктов реакции, 4 – высоковольтный генератор.



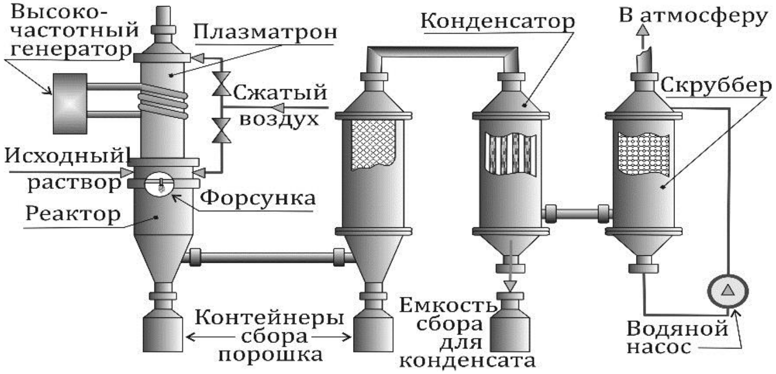
Al_2O_3

Установка электровзрыва проводника для синтеза нанопорошков нитридов, оксидов металлов производительностью 2т/год.

Синтез наночастиц

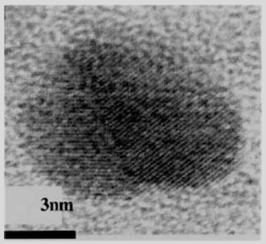


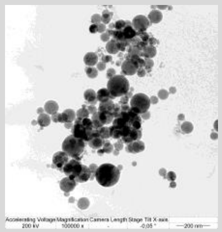
Al_2O_3



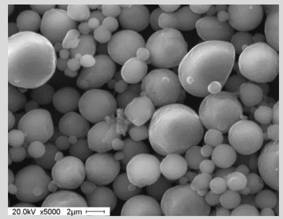
Пути решения проблем введения частиц

Неметаллические частицы + матричный алюминий



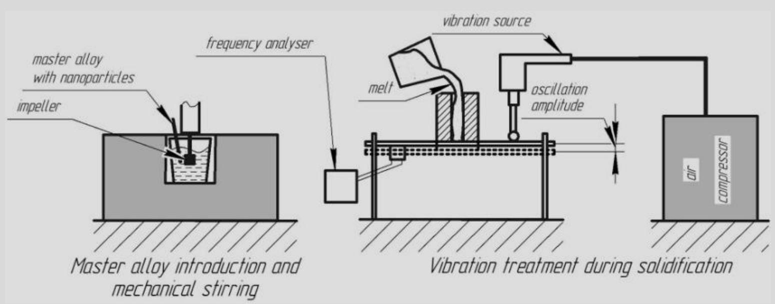


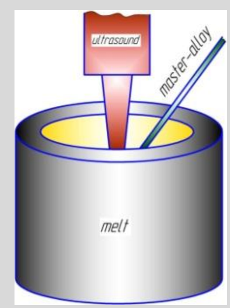
+



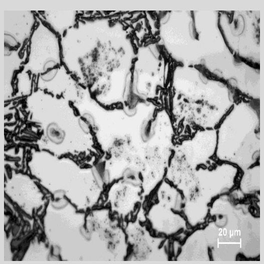
Лигатура

Введение лигатуры в расплав и его обработка внешним воздействием

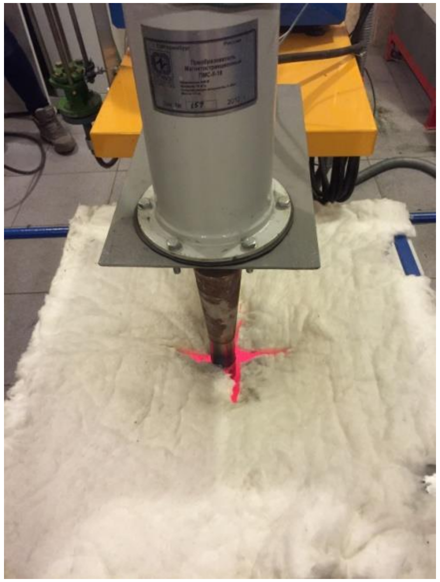




Слиток с частицами

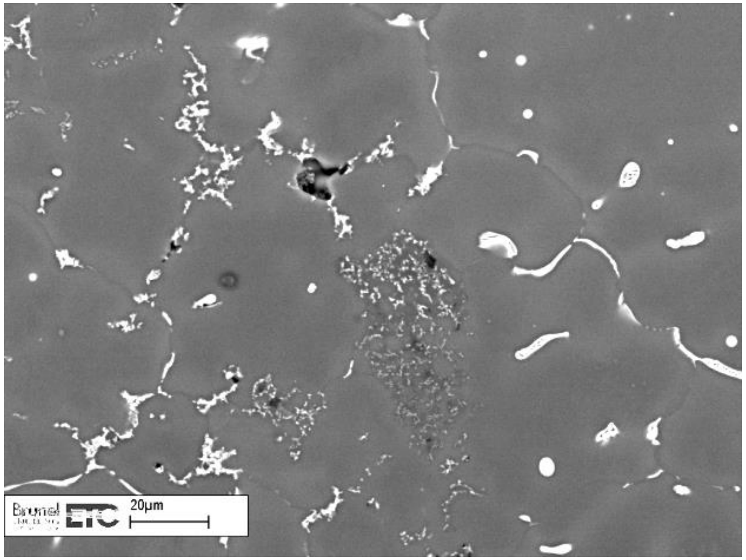


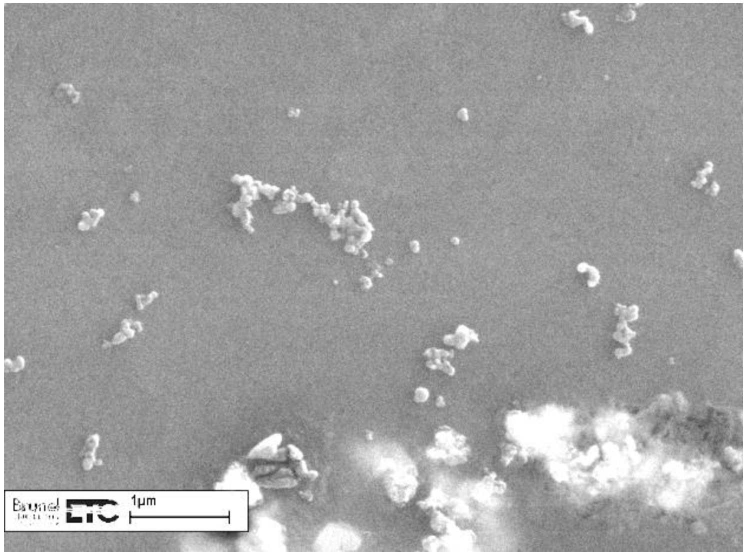
Внешние воздействия на расплав алюминия



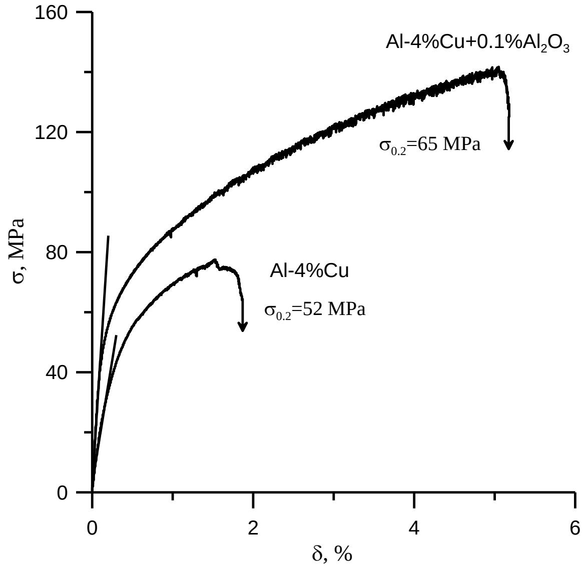
Введение лигатуры в расплав и обработка расплава механическими, ультразвуковыми, вибрационными воздействиями

Результаты исследований сплавов



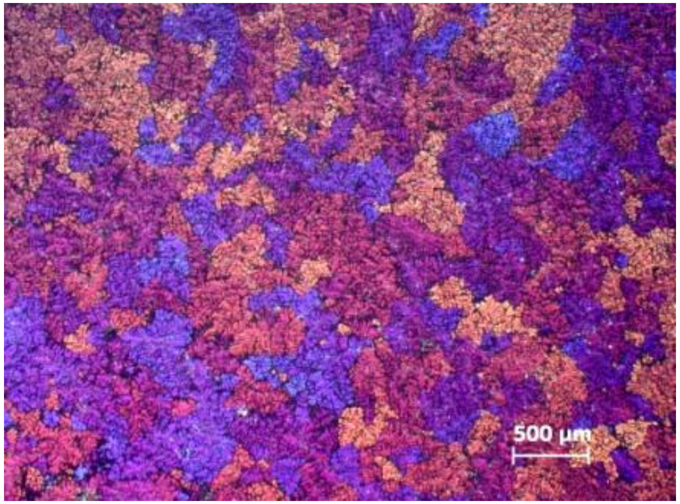


	Hardness, HV	Yield strength, MPa	Tensile strength, MPa	Elongation, %
Al reference	**570±10**	**52±5**	**77±10**	**1.5±1**
Al+0.1% Al_2O_3	**710±10**	**65±5**	**140±10**	**5.5±1**

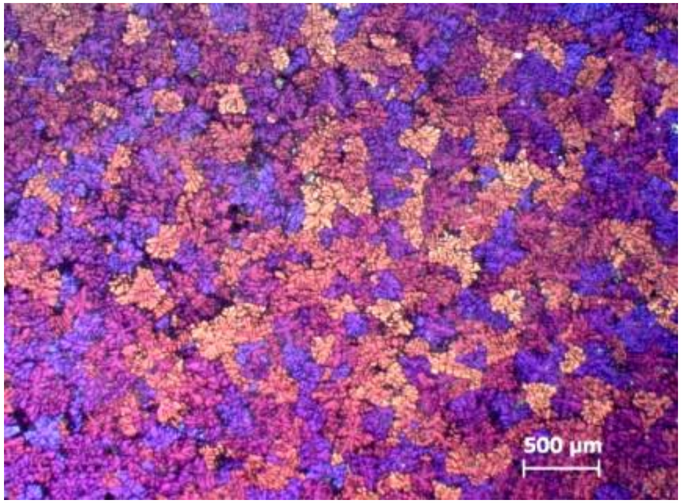


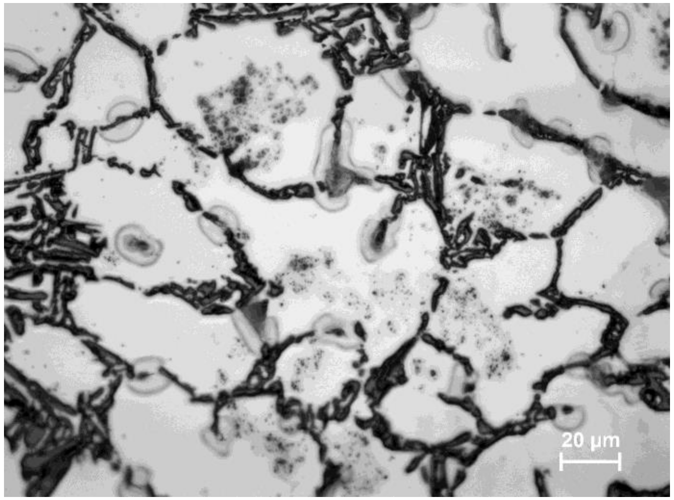
Результаты исследований сплавов

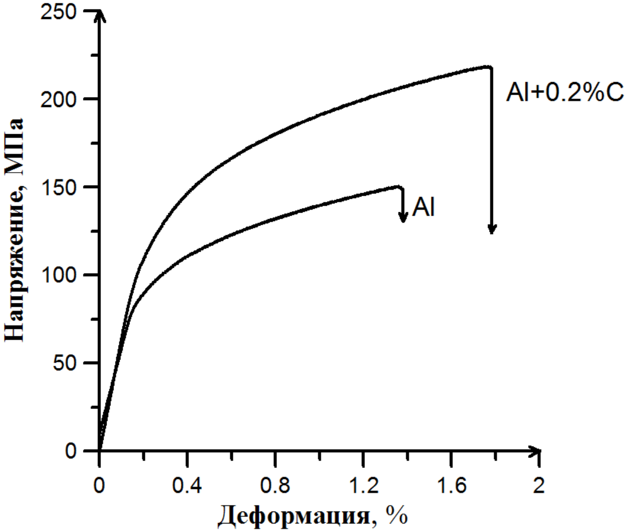
Al исходный



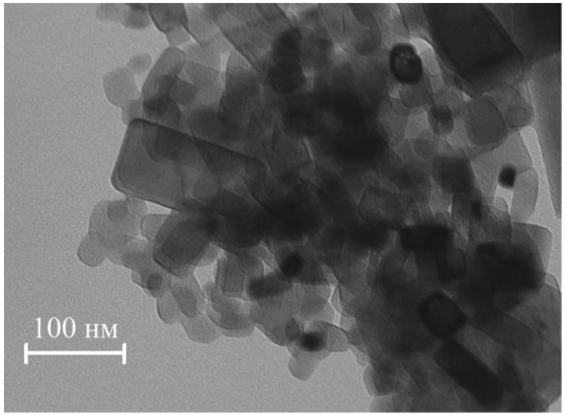
Al+0.2% C



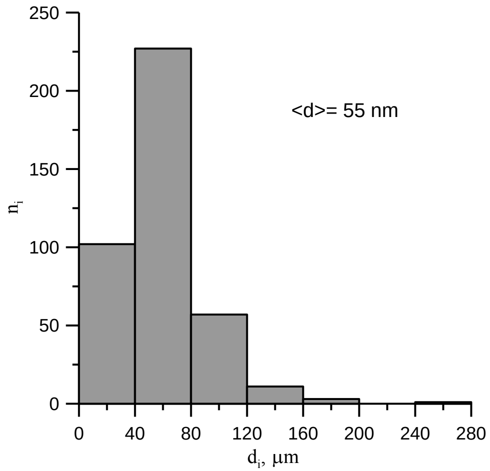


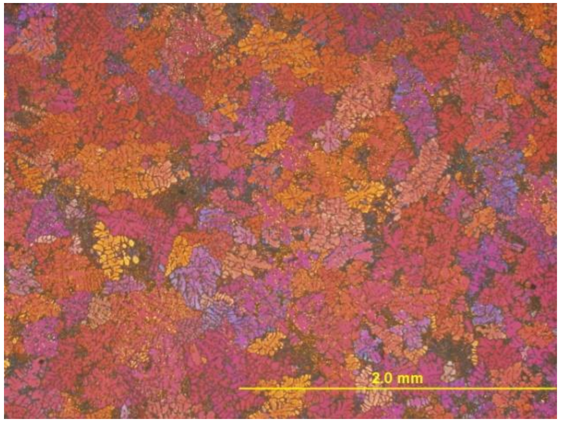


Результаты исследований сплавов

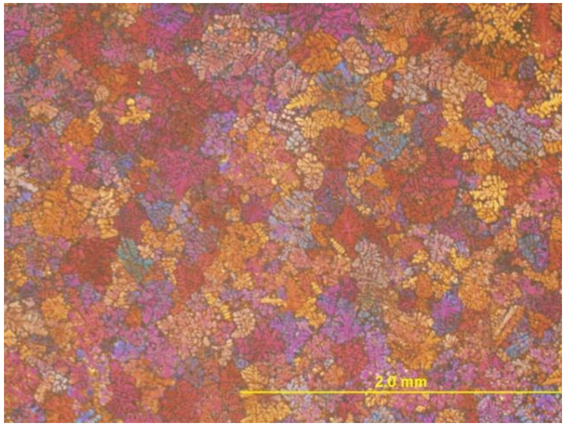


Наночастицы ScF_3

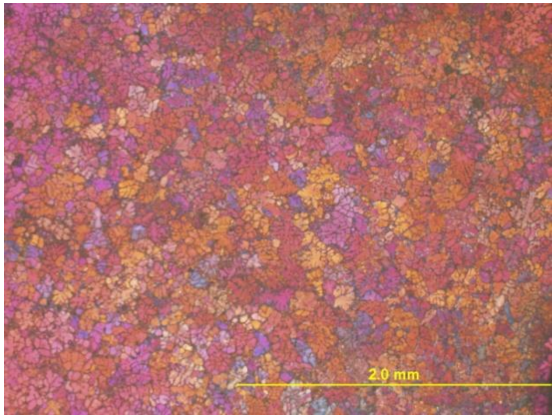




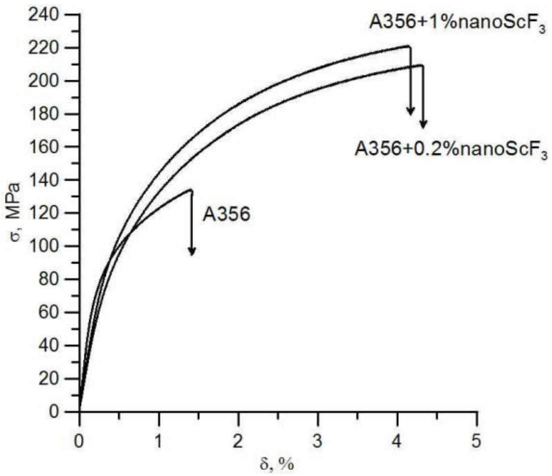
Al исходный



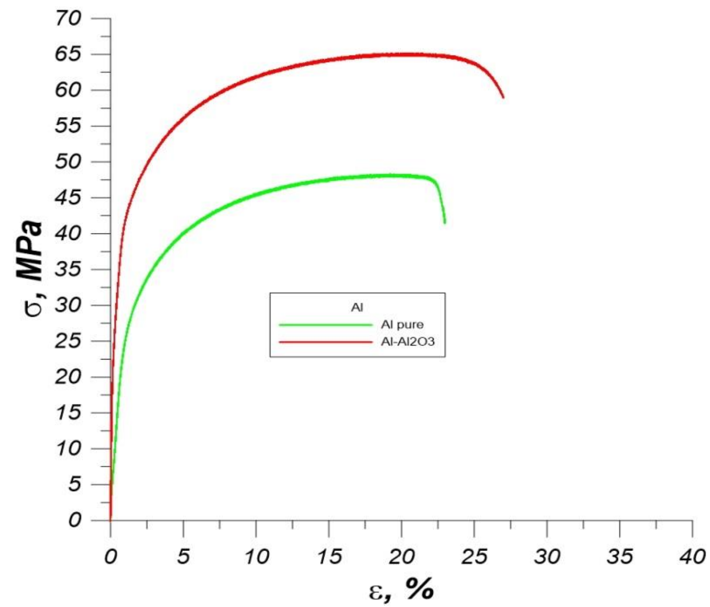
Al + 0.2% ScF_3

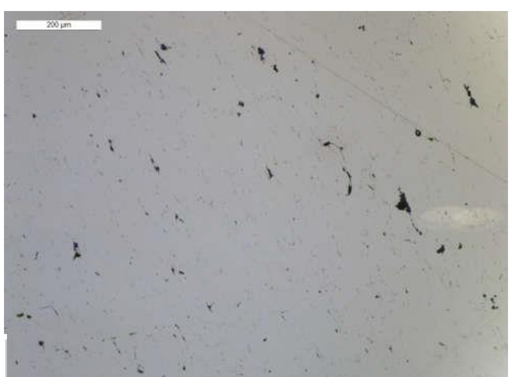


Al + 1% ScF_3



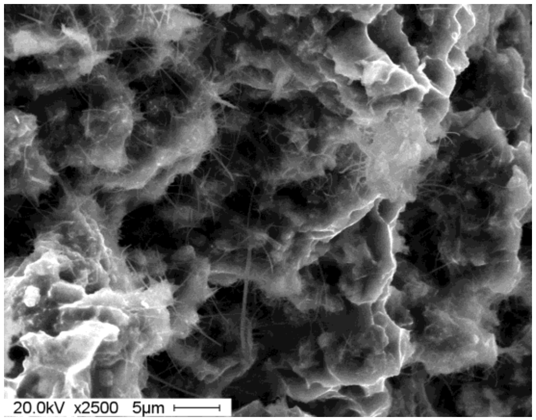
Al кабель с наночастицами Al_2O_3

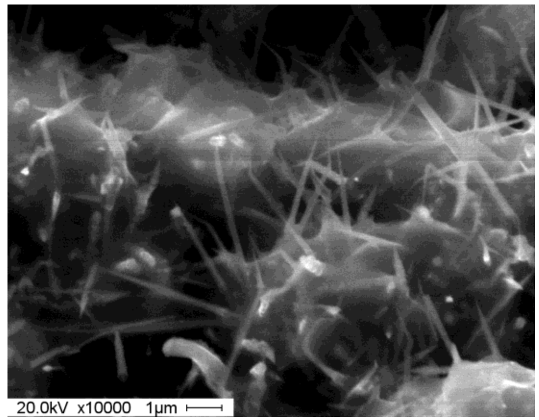


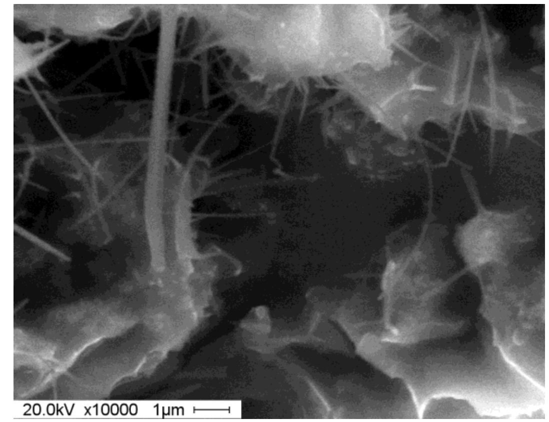


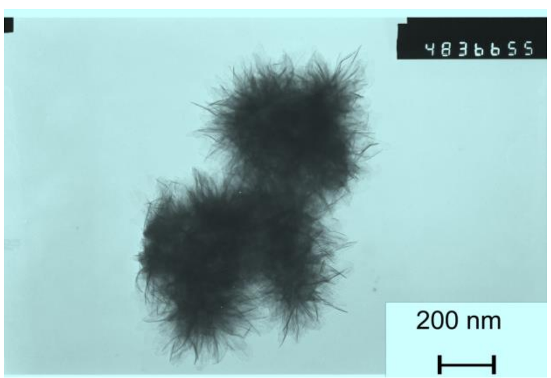
	Yield strength, MPa	Tensile strength, MPa	Young's Modulus, GPa	Elongation, %	Electrical Resistivity, Ω·m
Al pure	21	48	29	22	$2,7 \cdot 10^{-8}$
Al-Al_2O_3	28	65	82	24	$3,7 \cdot 10^{-8}$

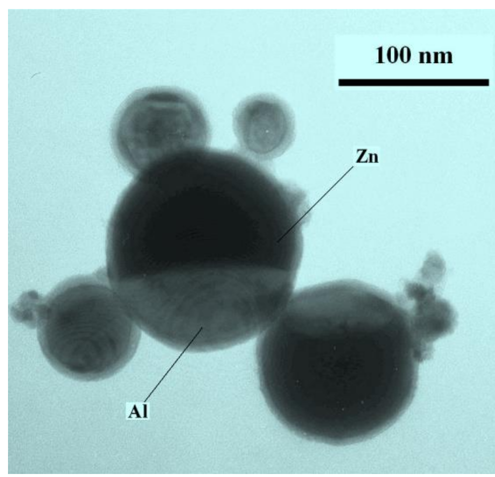
Перспективные наноструктуры для введения в легкие сплавы

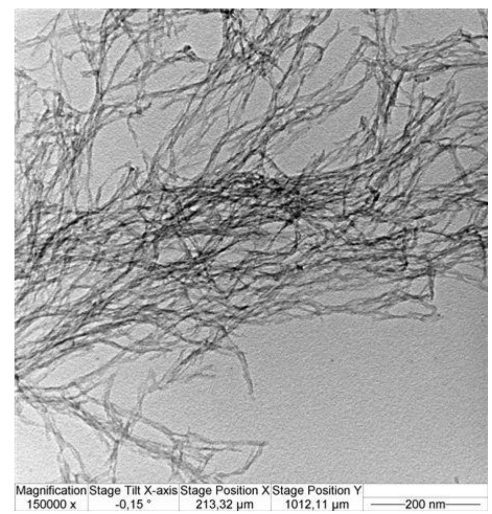












Проекты лаборатории

1. Проект ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы «Разработка и совершенствование способов получения высокопрочных легких сплавов и металломатричных нанокомпозитов с повышенными эксплуатационными характеристиками». Соглашение №14.578.21.0025 (45 млн. руб.)

2. Проект ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы «Разработка прототипов технологических решений синтеза наноструктурных лигатур и их использование для получения легких сплавов с повышенными эксплуатационными свойствами». Соглашение № 14.578.21.0098 (15 млн. руб.)

3. Проект 7 Европейской рамочной программы FP7-NMP-2011-LARGE-5 EXOMET. Крупномасштабный интегрированный проект «Физическая обработка литых легких сплавов при внешних воздействиях», CP-IP 280421-2 (EXOMET is co-funded by the European Commission in the 7th Framework Programme (contract FP7-NMP3-LA-2012-280421), by the European Space Agency and by the individual partner organisations) (300 000 €, общий бюджет 19 000 000 €)

4. Проект ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы «Научные основы технологии синтеза и применения нового класса лигатур для производства нанокомпозитов на основе легких сплавов для их использования в авиакосмической и транспортной отраслях» Соглашение № 14.587.21.0019 (13 млн. руб.)

Physical processing of molten light alloys under the influence of external fields

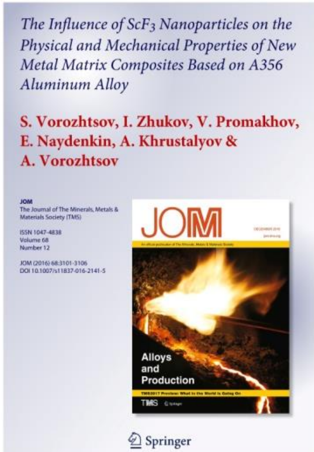
Physical processing of molten light alloys under the influence of external fields

Large-scale integrating project

Work programme topics addressed: NMP-2011-4.0-1 **New technologies based on physical processing of materials for mechanical or electro-technical applications**
Proposal No:280421-2
EXOMET CP-IP
Grant agreement under negotiations

Participants	Participants
European Space Agency	Tecnalia INASMET
AVIO Group	M2i, Delft
EADS Innovation Works (serving Airbus, Astrium and Eurocopter)	GKSS Magnesium Innovation Centre
Centro Ricerche FIAT (serving Fiat, Alfa Romeo, Lancia, Chrysler)	Fundación IMDEA Materiales
Jaguar Land Rover	SZFKI Budapest
Volvo Group (Tech & Aero)	SIMAP, INP-Grenoble
Precer	Imperial College of Science, Technology and Medicine
Hydro Aluminium	NTNU, Trondheim
Magnesium Elektron	Université de Rouen
London & Scandinavian Metal. Co.	BCAST, Brunel University
Brabant Alucast International	University of Greenwich
Stone Foundries Ltd.	Politecnico di Torino
ALD Vakuum	IRC, University of Birmingham
ESI Group	Tomsk State University
Meridian Lightweight Technologies	CAST, University of Queensland

Публикации


The Influence of ScF_3 Nanoparticles on the Physical and Mechanical Properties of New Metal Matrix Composites Based on A356 Aluminum Alloy

S. Vorozhtsov, I. Zhukov, V. Promakhov, E. Naydenkin, A. Khrustalyov & A. Vorozhtsov

JOM (2016) 68:3101-3106

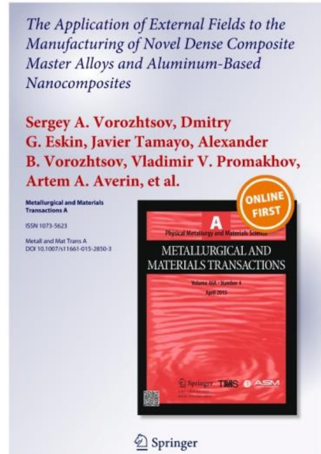
Springer


On the Mechanism of Ultrasound-Driven Deagglomeration of Nanoparticle Agglomerates in Aluminum Melt

Olga Kudryashova & Sergey Vorozhtsov

JOM (2016) 68:1307-1311

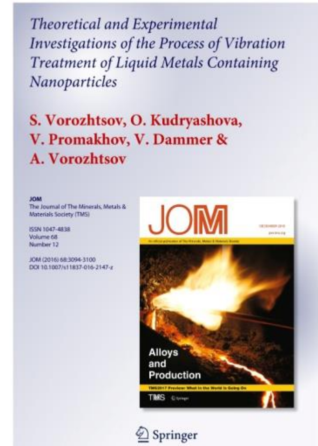
Springer


The Application of External Fields to the Manufacturing of Novel Dense Composite Master Alloys and Aluminum-Based Nanocomposites

Sergey A. Vorozhtsov, Dmitry G. Eskin, Javier Tamayo, Alexander B. Vorozhtsov, Vladimir V. Promakhov, Artem A. Averin, et al.

Metallurgical and Materials Transactions A

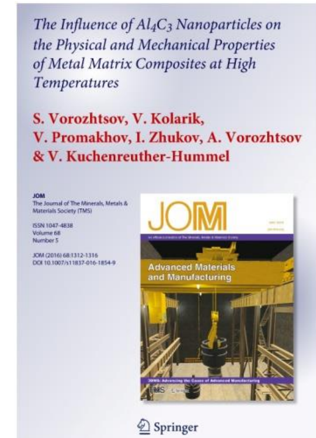
Springer


Theoretical and Experimental Investigations of the Process of Vibration Treatment of Liquid Metals Containing Nanoparticles

S. Vorozhtsov, O. Kudryashova, V. Promakhov, V. Dammer & A. Vorozhtsov

JOM (2016) 68:3094-3100

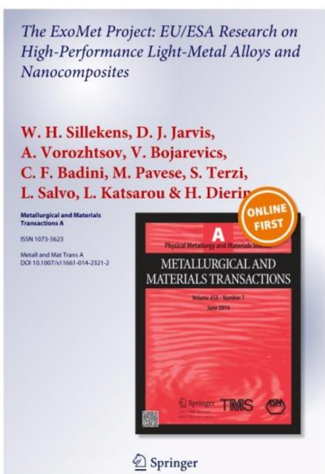
Springer


The Influence of Al_4C_3 Nanoparticles on the Physical and Mechanical Properties of Metal Matrix Composites at High Temperatures

S. Vorozhtsov, V. Kolarik, V. Promakhov, I. Zhukov, A. Vorozhtsov & V. Kuchenreuther-Hummel

JOM (2016) 68:1312-1316

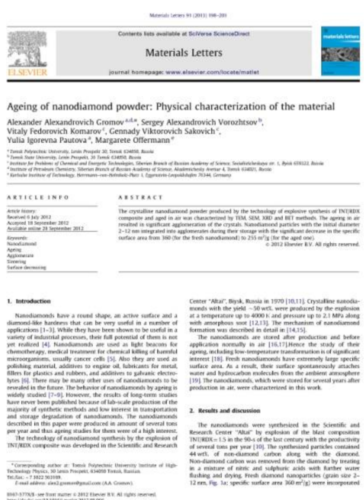
Springer


The ExoMet Project: EU/ESA Research on High-Performance Light-Metal Alloys and Nanocomposites

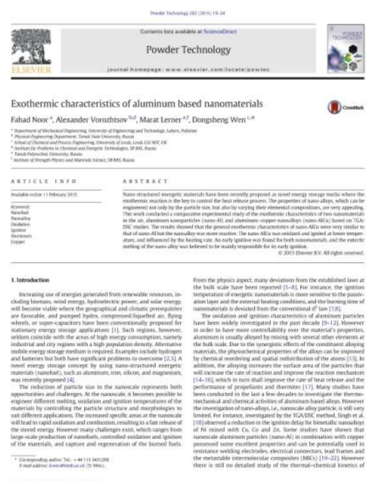
W. H. Sillekens, D. J. Jarvis, A. Vorozhtsov, V. Bojarevics, C. F. Badini, M. Pavese, S. Terzi, L. Salvo, L. Katsarou & H. Dierin

Metallurgical and Materials Transactions A

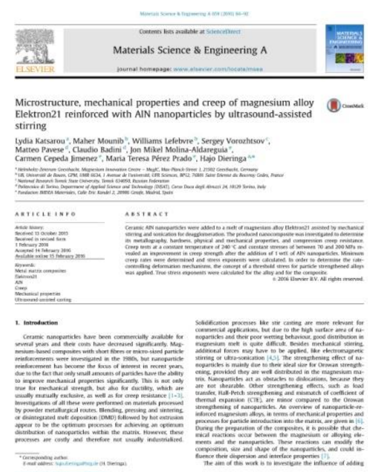
Springer


Materials Letters

Ageing of nanodiamond powder: Physical characterization of the material


Powder Technology

Exothermic characteristics of aluminum based nanomaterials


Materials Science & Engineering A

Microstructure, mechanical properties and creep of magnesium alloy Elektron21 reinforced with AlN nanoparticles by ultrasound-assisted stirring


Accepted Manuscript

Structural and mechanical properties of aluminium-based composites processed by explosive compaction

Sergey Vorozhtsov, Alexander Vorozhtsov, Olga Kudryashova, Ilya Zhukov, Vladimir Promakhov

PII: S0032-5910(17)30233-4
DOI: doi:10.1016/j.powtec.2017.03.027
Reference: PTEC 12432

To appear in: Powder Technology

Received date: 19 January 2017
Revised date: 1 March 2017
Accepted date: 7 March 2017

Патенты лаборатории

EU Патент. Metallischer Werkstoff und Verfahren zu dessen Herstellung. Patententanmeldung **/** Nr. 10 2009 039 323.4. Anmeldetag: 31.08.2009

Патент РФ №2425163, "Способ введения упрочняющих частиц в алюминиевые сплавы". Опубл. 27.07.2011 г.

Патент РФ №2487186 "Способ упрочнения легких сплавов". Опубл. 10.07.2013 г.

Патент РФ №2542044 «Способ получения упрочненных сплавов на основе алюминия» Опубл. 19.01.2015 г.

Патент РФ №2567779 «Способ получения модифицированных алюминиевых сплавов» Опубл. 12.10.2015 г.

Национальный
исследовательский
Томский
государственный
университет

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Национальный исследовательский
Томский государственный университет

634050, г. Томск, пр. Ленина, 36
+7 (3822) 52-98-52, +7 (3822) 52-95-85 (факс)
rector@tsu.ru

www.tsu.ru