

Композиты и наноструктуры (Composites and Nanostructures)

Научно-технический журнал

<http://www.issp.ac.ru/journal/composites/>

ISSN 1999-7590

Издаётся с 2009 г.

Учредители:

ИФТТ РАН

ООО «Научно-техническое предприятие

«Выраж-Центр»

Редакция: ИФТТ РАН

Россия, 142432, г. Черноголовка Московской обл.

Тел./Факс: +7(49652)22493

<http://www.issp.ac.ru>

Ведущий редактор: Нелли Анатольевна Прокопенко

Издательство:

ООО НТП «Выраж-Центр»

Россия, 105264, Москва, ул. Верхняя Первомай-
ская, д. 49, корп. 1 офис 401.

Почтовый адрес: Россия, 105043, Москва, а/я 29

Тел.: 7 495 780-94-73

<http://www.machizdat.ru>

e-mail: virste@dol.ru

Директор журнала

М.А.Мензуллов

Вёрстка

А.А.Мензуллов

Отпечатано: ООО «РПЦ ОФОРТ» г. Москва, пр-кт

Будённого, 21

Заказ №

Тираж 100

Цена – договорная

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по
надзору в сфере связи и массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации средства массовой ин-
формации № ФС77-33449 от 08.10.2008.

*Авторы опубликованных материалов несут полную ответствен-
ность за достоверность приведённых сведений, а также за нали-
чие в них данных, не подлежащих открытой публикации. Матери-
алы рецензируются.*

*Перепечатка, все виды копирования и воспроизведения матери-
алов, публикуемых в журнале, осуществляются только с
разрешения редакции.*

На первой стр. обложки: Рис. 3. Изображение соединительно
тканых структур на титановых волокнах имплантата, получен-
ное в сканирующем электронном микроскопе. Рис. 4. Изображе-
ние отрисков титановых волокон на фрагменте костной ткани зоны
дефекта, полученное в сканирующем электронном микроскопе.

РЕГЕНЕРАЦИЯ КОСТНОЙ ТКАНИ ПРИ ЗАПОЛНЕНИИ ЕЕ
ДЕФЕКТА КОМПОЗИТОМ «ТИТАНОВОЕ ВОЛОКНО-КО-
СТНОПЛАСТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ»

Главный редактор

С.Т. Милейко

д-р техн. наук, проф., ИФТТ РАН, Россия

Редакционная коллегия

М.И. Алымов

чл.-корр. РАН, ИМЕТ РАН, Россия

Р. А. Андриевский

д-р физ.-мат. наук, ИПХФ РАН, Россия

Ю.О. Бахвалов

д-р техн. наук, ГКНПЦ им. Хруничева, Россия

С.И. Бредихин

д-р физ.-мат. наук, ИФТТ РАН, Россия

Л.Р. Вишняков

д-р техн. наук, ИПМ НАНУ, Украина

В. В. Видулин

проф., ФГУП ОНПП «ТЕХНОЛОГИЯ»

В.М. Кийко

канд. техн. наук, ИФТТ РАН, Россия

Ю.Р. Колобов

д-р физ.-мат. наук, проф., БелГУ, Россия

В.И. Костиков

чл.-корр. РАН, МИСИС, Россия

А.М. Куперман

д-р техн. наук, ИХФ РАН им. Н.Н. Семёнова, Россия

С.А. Лурье

д-р физ.-мат. наук, ВЦ РАН, Россия

Б.Е. Победра

д-р физ.-мат. наук, проф., МГУ им. М.В. Ломоносова, Россия

В.Г. Севастьянов

д-р хим. наук, ИОНХ РАН, Россия

А.В. Серебряков

д-р техн. наук, проф., ИФТТ РАН, Россия

A.R. Bunsell

проф., Франция

K. Chawla

проф., США

T-W. Chou

проф., США

George C. Sih

проф., США

Shanyi Du

проф., Китай

T. Ishihara

проф. Япония

A. Kelly

проф., Великобритания

A. Koyama

проф. Япония

W.M. Kriven

проф., США

L.M. Manocha

проф., Индия

V.M. Orera

проф., Испания

H. Schneider

проф., Германия

K. Schulte

проф., Германия

M. Singh

проф., США

H.D. Wagner

проф., Израиль

Composites and Nanostructures

<http://www.issp.ac.ru/journal/composites/>

ISSN 1999-7590

Editor-in-Chief:

Professor **S.T. Mileiko**,
Institute of Solid State Physics of RAS, Russia

Editorial Board:

Professor **M.I. Alymov**

A.A. Baikov

Institute of Metallurgy and Materials Science of RAS, Russia

Professor **R. A. Andriyevskii**

Institute of Problem of Chemical Physics of RAS, Russia

Dr **Yu.O. Bakhvalov**

Khrunichev State Research and Production Space Center, Russia

Dr **S.I. Bredikhin**

Institute of Solid State Physics of RAS, Russia

Professor **A.R. Bunsell**

Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, France

Professor **K. Chawla**

University of Alabama, USA

Professor **T-W. Chou**

University of Delaware, USA

Professor **T. Ishihara**

Japan

Professor **Shanyi Du**

Harbin Institute of Technology, China

Professor **A. Kelly**

University of Cambridge, UK

Dr **V.M. Kiiko**

Institute of Solid State Physics of RAS, Russia

Professor **A. Koyama**

Kyoto University, Japan

Professor **Yu.R. Kolobov**

Belgorod State University, Russia

Professor **V.I. Kostikov**

State Technological University «Moscow Institute of Steel and Alloys»,
Russia

Professor **W.M. Kriven**

The University of Illinois at Urbana-Champaign, USA

Dr **A.M. Kuperman**

Institute of Chemical Physics of RAS, Russia

Professor **S.A. Lurie**

Dorodnicyn Computing Centre of RAS, Russia

Professor **L.M. Manocha**

Sardar Patel University, India

Professor **V.M. Orera**

Instituto de Ciencia de Materiales, Spain

Professor **B.E. Pobyedrya**

Lomonosov Moscow State University, Russia

Professor **H. Schneider**

Institute of Crystallography, University of Koeln, Germany

Professor **K. Schulte**

Technical University Hamburg – Hamburg, Germany

Professor **George C. Sih**

Lehigh University, Bethlehem, USA

Professor **A.V. Serebryakov**

Institute of Solid State Physics of RAS, Russia

Professor **V.G. Sevastyanov**

Institute of General and Inorganic Chemistry of RAS, Russia

Dr **M. Sing**

NASA Glenn Centre, USA

Professor **V.V. Vikulin**

FSUE ORPE «TEKhnOLOGIYA» State Research Centre of the Russian
Federation, Russia

Dr **Leon Vishnyakov**

Frantsevich Institute for Problems of Materials Science, Ukrain

Professor **H.D. Wagner**

Weizmann Institute of Science, Israel

Established by:

Solid State Physics Institute

Russian Academy of Sciences

(ISSP RAS)

and

Science Technical Enterprise

«Virag-Centre» LTD

ISSP RAS:

2, Institutskaya str., Chernogolovka, Moscow district., Russia,
142432

Tel./Fax: +7(49652)22493

<http://www.issp.ac.ru/journal/composites/>

Editor: Nelli Prokopenko

Publishing House:

STE Virag-Centre LTD

49/1, Verchnyaya Pervomayskaya str., Moscow,
Russia, 105264.

Phone: 7 495 780 94 73

<http://www.mashizdat.ru>

Director of journal

M.A. Menzullov

Making-up

A.A.Menzullov

*Subscriptions: please apply to one of the partners
of JSC «MK-Periodica» in your country or to JSC
«MK-Periodica» directly:*

39, Gilyarovsky Street, Moscow Russia, 129110;

Tel: +7(495) 681-9137, 681-9763;

Fax +7(495) 681-3798

E-mail: info@periodicals.ru

<http://www.periodicals.ru>

(Inquire Komposity i nanostruktury)

Photo on the cover: Fig. 3. SEM micrograph of the connective-tissue structures on the titanium fibers of an implant. Fig. 4. SEM micrograph of the titanium fiber's prints on a fragment of bone tissue in the area of a defect.

BONE TISSUE REGENERATION AFTER FILLING ITS DEFECT WITH
COMPOSITE «TITANIUM FIBER – OSTEOPLASTIC MATERIAL»

СОДЕРЖАНИЕ

И.С.Деев, Л.П.Кобец, А.Ф.Румянцев

ФРАКТОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭПОКСИДНЫХ УГЛЕПЛАСТИКОВ ПОСЛЕ ИСПЫТАНИЙ НА ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ ПО МОДЕ I	5
---	---

Методом электронной сканирующей микроскопии проведены фрактографические исследования образцов углепластиков после испытаний на трещиностойкость по моде I (нормальный отрыв) и установлена глубокая реорганизация микроструктуры матрицы в процессе нагружения. Показано, что адгезионно-когезионный механизм превалирует при усталостном разрушении углепластика. По результатам измерений периодичности расположения дисперсных структур в граничных слоях матрицы рассчитан эффективный диаметр углеродных фибрилл поверхности волокна и угол их осевого вращения.

Получены нанокомпозиты на основе модифицированных полианилином исходных и функционализированных углеродных нанотрубок (УНТ). Исследовано влияние предварительной функционализации УНТ, мольных соотношений реагентов окислительной полимеризации анилина под действием персульфата аммония на морфологию, термическую стабильность и электропроводящие свойства полученных материалов (с. 5-15; ил. 7).

Г.В.Абагян, Г.Р.Бадалян, А.А.Матнишян, Т.Т.Хачатрян

ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОКОМПОЗИТОВ ПОЛИАНИЛИНА С ОКСИДАМИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ РАЗНЫМИ МЕТОДАМИ СИНТЕЗА	16
--	----

Исследованы морфология, состав и электропроводность нанокомпозитов полианилина с оксидами Nd_2O_3 , Er_2O_3 и Yb_2O_3 редкоземельных элементов (РЭ), полученные двумя разными методами. В предложенных новых методах получения высокопроводящего нанокомпозита поликонденсация анилина и синтез nano частиц оксидов редкоземельных элементов совмещены в одном реакторе, что позволяет, в зависимости от условий синтеза (температура, pH и концентрация реагентов) регулировать размеры частиц в пределах от 50 до 300 нм (с. 16-21; ил. 3).

А.В.Алексахин

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО КОМПОЗИТНОГО ПОКРЫТИЯ «НИКЕЛЬ – ДЕТОНАЦИОННЫЕ НАНОАЛМАЗЫ»	22
--	----

Исследовано влияние режимов формирования гальванического композитного покрытия «никель – детонационные наноалмазы» на его физико-механические характеристики. Установлено, что значимое влияние на абразивную износостойкость, микротвердость и коэффициент трения гальванических композитных никелевых покрытий оказывают, главным образом, концентрация детонационных наноалмазов в электролите и плотность анодного тока. Показано, что введение в никелевую матрицу детонационных наноалмазов вызывает измельчение микроструктуры гальванического покрытия.(с. 22-29; ил. 5).

Е.А.Прянишникова, Н.А.Беляева, А.М.Столин, Д.Е.Кобзев

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА НА СВОЙСТВА ЭКСТРУДИРУЕМОГО КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА	30
--	----

Представлены результаты численного анализа влияния ультразвуковой волны на динамику течения структурированного сжимаемого композитного материала в процессе экструзии. Изменение вязкости среды и плотности материала приводят к изменению времени выдавливания материала. Результаты подтверждаются опубликованными экспериментальными данными (с. 30-41; ил. 5).

М.И.Душин, А.В.Хрульков, Д.И.Коган, Р.Р.Мухаметов, Р.Ю.Каравасев

УГЛЕПЛАСТИКИ, ПОЛУЧЕННЫЕ МЕТОДОМ ИНФУЗИИ РАСПЛАВА СВЯЗУЮЩЕГО	42
--	----

Приводятся данные по исследованию свойств углетканей, связующего и полученных методом инфузии углепластиков. Физико-механические свойства аналогичны свойствам углепластиков, отформованных из препрегов в автоклаве (с. 42-50; ил. 5).

А.Е.Сычев, D.Vrel, Ю.Р.Колобов, И.Д.Ковалев, Е.В.Голосов, А.С.Щукин, С.Г. Вадченко

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРО- И ФАЗООБРАЗОВАНИЯ В СИСТЕМЕ Ni-AL-W В ПРОЦЕССЕ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА	51
--	----

Исследованы особенности структуро- и фазообразования в системе Ni-Al-W в процессе самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). При температуре СВС 1500-1700 °С наблюдается развитие диффузионных процессов на границе раздела фаз синтезированного интерметаллида NiAl и частиц W с образованием интерметаллидов на основе никеля и вольфрама: W_2Ni и WNi .(с. 51-58; ил. 4).

Б.В.Трифонов, С.В.Надеждин, Ю.Р.Колобов, Г.В.Храмов, М.М.Серов, А.Е.Лигачев, Е.А.Олейник, И.В.Овчинников

РЕГЕНЕРАЦИЯ КОСТНОЙ ТКАНИ ПРИ ЗАПОЛНЕНИИ ЕЕ ДЕФЕКТА КОМПОЗИТОМ «ТИТАНОВОЕ ВОЛОКНО – КОСТНОПЛАСТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ»	59
--	----

Проведено изучение остеointеграционной способности нового композитного материала при замещении костной ткани в области искусственного дефекта. Дана характеристика композитного материала, приведено описание хода эксперимента по имплантации материала лабораторным животным. Проведена оценка остеointеграционной способности композитного материала на основе гистологических методов и сканирующей электронной микроскопии. По результатам первичных испытаний сделаны выводы и даны рекомендации для совершенствования структуры разработанных композитных материалов (с. 59-64; ил. 5).

CONTENS

I.S. Deev, L.P. Kobets, A.F. Rumyantsev

A STUDY OF THE FRACTURE SURFACE OF CARBON-FIBRE/EPOXY-MATRIX COMPOSITES AFTER TESTING MEASURE FRATURE TOUGHNESS (MODE I) 5

An observation by scanning electron microscopy of carbon-fibre/epoxy-matrix composites tested to measure fracture toughness (mode I) led to a conclusion that the matrix had subjected to an essential reorganization during loading. It was shown that adhesion – cohesion mechanisms prevailed during long-time loading of dispersion structures in an interphase around the fibre gives input data to calculate an effective diameter of the outer fibrilles of carbon fibres and their slope relative to the fibre axis.(p. 5-15; fig. 7).

G.V.Abaghyan, G.R.Badalyan, H.A.Matnishyan, T.T.Khachatryan

INVESTIGATIONS NANOCOMPOSITES OF POLYANILINE WITH OXIDES OF RARE-EARTH ELEMENTS OBTAINED BY DIFFERENT METHODS OF SYNTHESIS 13

The morphology, composition and conductivity nanosized, highly conductive composites of polyaniline with oxides of Nd_2O_3 , Er_2O_3 and Yb_2O_3 obtained by two different methods of synthesis were investigated. In the offered new methods polycondensation of aniline and the synthesis of composites with oxides of rare-earth (RE) elements alligned in the same reactor, which allows to adjust the particle size in the range of 50 to 300 nm, depending on synthesis conditions (temperature, pH and concentration of reactants). (p. 16-21; fig. 3).

A.V.Aleksahin

A STUDY OF PHYSICAL–MECHANICAL CHARACTERISTICS OF GALVANIC COMPOSITE COATING COMPOSED OF NICKEL CONTAINING DIAMOND NANO-PARTICLES OBTAINED BY A DETONATION PROCESS 22

An effect of fabrication regimes of composite «nickel-nanodiamonds» galvanic coating on its physical and mechanical properties has was studied.

It was found that abrasive wear resistance, microhardness and friction coefficient of the coating are determined by both the concentration of nanodiamonds in the electrolyte and anode current density.

It is shown that introducing nanodiamonds in a nickel coating reduces the grain size of the coating (p. 22-29; fig. 5).

E.A. Pryanishnikova, N.A. Belyaeva, A.M.Stolin, D.E. Kobzev

EFFECT OF ULTRASOUND ON THE PROPERTIES OF THE EXTRUDED COMPOSITE MATERIAL 30

Results of the numerical analysis of an effect of ultrasonic waves on dynamics of compressible flow of a structured composite material during extrusion are presented. Changing viscosity and density of the material leads to a change in the time squeezing out the material. The results are confirmed by recent experimental data published in the press.(p. 30-41; fig. 5).

M.I.Dushin, A.V.Hrulkov, D.I.Kogan, R. R. Mukhametov, R.Y.Karavaev

UGLEPLASTIKI, THE INFUSIONS RECEIVED BY METHOD RASPLAVA THE BINDING 42

Experimental data on properties of carbon fabric, binders and composites obtained by VaRTM. Physical and mechanical properties similar to those of materials obtained in the autoclave from prepreps (p. 42-50; fig. 5).

A.E.Sytshev, D.Vrel, Yu. R.Kolobov, D. Yu. Kovalev, E.V. Golosov, A.S. Shchukin, S. G. Vadchenko

STRUCTURAL FEATURES AND PHASE FORMATION IN THE NI-AL-W SYSTEM DURING SELF-PROPAGATING HIGH-TEMPERATURE SYNTHESIS 51

A micro-structure and phase formation in the Ni-Al-W system after the self-propagating high-temperature synthesis (SHS) were studied. At 1500–1700 °C in SHS diffusion-control processes at the interface between synthesized NiAl and W particles were observed, which yielded formation of W_2Ni and WNi intermetallics phases. (p. 51-58; fig. 4).

B.V.Trifonov, S.V.Nadezhdin, Y.R.Kolobov, G.V.Khramov, M.M.Serov, A.E.Ligachev, E.A.Oleinik, I.V.Ovchinnikov

BONE TISSUE REGENERATION AFTER FILLING ITS DEFECT WITH COMPOSITE «TITANIUM FIBER – OSTEOPLASTIC MATERIAL» 59

A study of osteointegrative ability of a new composite material during bone tissue substitution in the area of artificial defect has been conducted. The composite material is characterized and a description of the experiment on implantation of the material to laboratory animals is presented. The evaluation of composite material's osteointegration is carried out with the use of histological methods and scanning electron microscopy. Conclusions and recommendations for improvement of structure of developed composite materials are given based on results of the experiments (p. 59-64; fig. 5).