

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 Первомайская, 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 информации № ФС77-33449 от 08.10.2008.

Авторы опубликованных материалов несут полную ответственность за достоверность приведённых сведений, а также за наличие в них данных, не подлежащих открытой публикации. Материалы рецензируются.

Перепечатка, все виды копирования и воспроизведения материалов, публикуемых в журнале, осуществляются только с разрешения редакции.

На первой стр. обложки: Рис. 8. Поверхность когезионного разрушения клеевого соединения на основе клеевой композиции «Sikadur 330», модифицированной УНТ «Таунит».

Влияние углеродных нанотрубок и солей металлов в наномасштабе на структуру эпоксидной матрицы и свойства композитов на её основе.

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 nanostructure)

Photo on the cover: Fig. 8. Fracture surface (cohesive) of the adhesive
joint based on «Sikadur 330» adhesive composition modified with
«Taunit» carbon nanotubes.

**An effect of carbon nanotubes and nano-inclusions of metal
salts on the structure of epoxy matrix and properties of based
composites**

СОДЕРЖАНИЕ

С.Н.Гальшев, Н.Г.Зарипов, В.А.Попов, П.М.Бакин, А.М.Столин

ПОЛУЧЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МАХ-ФАЗЫ Ti_2AlC МЕТОДАМИ СВС 5

Проведено экспериментальное изучение влияния технологических режимов СВС на процессы фазо- и структурообразования металлокерамического материала системы Ti-Al-C. Установлено, что матрица синтезированного материала представляет собой МАХ-фазу, соответствующей составу Ti_2AlC , а включения представляют собой карбид титана с различной степенью стехиометрии. Показано, что в режиме СВС-прессования с предварительным подогревом исходных образцов удастся получить материал с наименьшей пористостью (5,8 %) (с. 5-10; ил. 3).

М.И.Алымов, Е.В.Евстратов

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ 11

Рассмотрены основные методы и технологии получения и обработки конструкционных наноматериалов. Определены основные виды и области применения перспективных конструкционных наноматериалов. Эффекты от внедрения наноструктурированных конструкционных материалов позволят создать новый реальный сектор наукоемкой продукции с высокой добавленной стоимостью. (с. 11-17; ил. 3).

Р.Ш.Асхадуллин, О.Г.Комлев, П.Н.Мартьянов, А.А.Осипов, М.М.Тревгода, С.Т.Милейко

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ КОМПОЗИТЫ - МАТЕРИАЛЫ ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК С ТЯЖЕЛЫМИ ЖИДКОМЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯМИ 18

В краткой статье описывается материаловедческий задел, который может служить основой для разработки композитов, работающих в перспективных высокотемпературных ядерных реакторах с тяжелыми жидкометаллическими теплоносителями (с. 18-23; ил. 4).

В.В.Дешевых, В.Г.Кульков, Л.Н.Коротков, Д.П.Тарасов

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ ФОН ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ В НАНОКОМПОЗИЦИОННОМ МАТЕРИАЛЕ 24

Предлагается модель высокотемпературного фона внутреннего трения в наноконпозиционном материале типа ферромагнетик-сегнетоэлектрик с гранулированными включениями. Зависимость внутреннего трения от температуры и частоты найдена из решения двумерной диффузионной задачи для зернограницных вакансий (с. 24-34; ил. 4).

Л.И.Тучинский

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПЕНОМАТЕРИАЛЫ С КОНТРОЛИРУЕМОЙ СТРУКТУРОЙ ПОР 35

Предложена технология получения металлических пеноматериалов (МПМ), включающая первоначальное изготовление заготовок из «зеленых» композитов, армированных дискретными волокнами, последующее удаление волокон из матрицы и её спекание, в результате чего формируются МПМ с канальной структурой пор. Под термином «зеленый» понимаются композиты, матрица и волокна которых изготовлены из смесей металлических порошков с пластифицирующими полимерными связками. Технология позволяет получать МПМ с порами строго определённого размера и с заданной анизотропией свойств, что существенно повышает надёжность МПМ и расширяет области их применения (с. 35-43 ил. 9).

А.Н.Сонина, О.М.Симаненкова, Г.А.Вихорева, Л.С.Гальбрайт

СВОЙСТВА ФОРМОВОЧНЫХ РАСТВОРОВ ХИТОЗАНА, ПВС И ИХ СМЕСЕЙ И ПЕРЕРАБОТКА ИХ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ 44

В работе приведены результаты исследования влияния состава на свойства хитозансодержащих растворов и успешность их электроформования бескапиллярным способом на установке Nanospider (с. 44-50 ил. 6).

А.Е.Ушаков, Ю.Г.Кленин, Т.Г.Сорина, Т.В.Пенская, К.Г.Кравченко

ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И СОЛЕЙ МЕТАЛЛОВ В НАНОФОРМЕ НА СТРУКТУРУ ЭПОКСИДНОЙ МАТРИЦЫ И СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ НА ЕЁ ОСНОВЕ 51

Исследованы физико-механические и структурные характеристики композиционного материала и клеевой композиции, модифицированных нанодобавками.

Установлено, что введение углеродных нанотрубок (УНТ) в клеевую композицию приводит к измельчению и уплотнению дисперсной фазы эпоксидной матрицы, повышению ее удлинения при разрыве на 25 % и, как следствие, повышению прочности клеевого соединения на 16 % по сравнению с базовой рецептурой.

Введение солей металлов в наноформе в композит на основе эпоксидной матрицы сопровождается формированием новой структурной фазы и повышением исследуемых упруго-прочностных характеристик: прочности при сжатии и сдвиге, а также трещиностойкости при сжатии (с. 51-58 ил. 8).

РАЗРАБОТКИ 59

CONTENS

S.N.Galyshev, N.G.Zaripov, V.A.Popov, P.M.Bazhin, A.M.Stolin

FABRICATION OF MATERIALS BASED ON Ti_2AlC MAX-PHASE

BY USING SHS - METHODS 5

An experimental study of an effect of technological regimes of SHS on the phase formation and microstructure of a ceramic-metal composite containing Ti_2AlC was performed. It was found that the composite obtained is composed of a Ti_2AlC matrix (MAX-phase) and inclusions of titanium carbide of various degrees of stoichiometry. It was also found that the material of the lowest porosity, 5.8 per cent, can be obtained in regime of SHS - pressing with preheating specimens (p. 5-10; fig. 3).

M.I.Alymov, E.V.Evstratov

ADVANCED STRUCTURAL NANOMATERIALS 11

The basic methods and technologies for production and processing of construction nanomaterials are discussed. The main types of structural nanomaterials and their applications were determined. The effects of the innovation of nanostructured materials will create a new real sector of high technology products with high added value (p.11-17-32; fig. 3).

R.Sh.Askhadulin, O.G.Komlev, A.A.Osipov, M.M.Trevgoda, S.T.Mileiko

SYNTHESIS OF NANOSTRUCTURED SnO_2 COATINGS THROUGH

NEW VOLATILE PRECURSORS BY APCVD WITH INDUCTION HEATING 18

A brief description of the basis for the development of composites to be used as structural materials of high-temperature nuclear reactors with heavy-metal heat-transfer medium is presented (p.18-23; fig. 4).

V.V.Deshevyyh, V.G.Kul'kov, L.N.Korotkov, D.P.Tarasov

HIGH-TEMPERATURE INTERNAL FRICTION BACKGROUND IN NANOCOMPOSITE MATERIAL 24

A model of high-temperature background of internal friction in the composition nano-material type ferromagnetic-ferroelectric with granular inclusions presented in this paper. It is a two-dimensional diffusion problem for vacancies at the interface between the matrix-reinforcing inclusions. By solving the two-dimensional diffusion problem was obtained from the internal friction of the temperature (p. 24-34; fig. 4).

L.Tuchinskiy

METAL FOAMS WITH CONTROLLED POROUS STRUCTURE 35

X-ray powder diffraction patterns of boron-containing carbon fibres were analysed using the Rietveld method. Rietveld refinements confirm possibility of carbon fibers contained boron to graphitization at high temperature. A age of the Rietveld refinement technique allows revealing that the structure of carbon fibres is better described by the rhombohedral model of graphite structure (p. 35-43; fig. 9).

A.N. Sonina, O.M. Simanenkova, G.A. Vikhoreva, L.S. Galbraikh

PROPERTIES AND ELECTROSPINNING OF CHITOSAN / POLY (VINYL ALCOHOL) BLEND FORMING SOLUTIONS 44

An effect of the composition on properties of chitosan containing solutions has been studied in connection with its electrospinning processing into fibers by using apparatus Nanospider (p. 44-50; fig. 6).

A.E.Ushakov, Y.G.Klenin, T.G.Sorina, T.V.Penskaya, K.G.Kravchenko

AN EFFECT OF CARBON NANOTUBES AND NANO-INCLUSIONS OF METAL SALTS ON THE STRUCTURE OF EPOXY MATRIX AND PROPERTIES OF BASED COMPOSITES 51

Physical, mechanical and structural properties of a nanomodified composite material and adhesive composition have been studied.

The introduction of carbon nanotubes (CNT) into an adhesive composition results in size reduction and compaction of the dispersed phase of the epoxy matrix, ultimate strain increases up to 25%. This yields an increase in the strength of the adhesive joint by 16% as compared to the basic composition.

Introduction of metal salts as nano-inclusions into an epoxy matrix composite is accompanied by both formation of a new structural phase and enhancement elastic and strength properties under study: compression strength, shear strength and crack resistance under compression (p. 51-58; fig. 8).