

СОДЕРЖАНИЕ

А.А.Колчин, В.М.Кийко, А.Н.Толстун, Т.М.Ульянова, С.Т.Милейко
Оксид-оксидные композиты с монокристаллическими
волокнами: высокотемпературная ползучесть7

Впервые проведены систематические испытания на высокотемпературную ползучесть оксид-оксидных композитов с монокристаллическими волокнами, получаемыми методом внутренней кристаллизации (МВК). Систематика обеспечена анализом результатов с использованием разработанных ранее моделей ползучести композитов. Показано, что при температурах 1200 - 1400 °С реализуется два основных механизма - ползучесть с упруго деформирующимися волокнами и процесс, в котором волокна, дробясь, достигают некоторой равновесной длины, при этом скорость ползучести оказывается постоянной. Наиболее важным выводом этой работы является то, что исследованные материалы на основе монокристаллических гранатовых волокон имеют верхнюю температуру использования, превышающую таковую для оксид-оксидных композитов с лучшими поликристаллическими волокнами на 100 °С. Дальнейшее совершенствование технологии получения МВК-волокон и композитов на их основе увеличит указанное преимущество до, по крайней мере, 200 °С (с. 7-20; ил. 13).

Л.М.Маноша, Бхарат Патель, С.Маноша
Карбид-кремниевые волокна и композиты, получаемые
превращением углерода с помощью газофазных реакций CVR21

Керамики на основе карбида кремния, как высокотемпературные конструкционные материалы, обладают целым рядом достоинств, в том числе – высокой температурой плавления, малой плотностью, высокими величинами модуля упругости, прочности и сопротивления ползучести, жаростойкости и сопротивления износу. Эти отличные характеристики определили использование SiC в качестве, как матрицы, так и армирующего средства в различных высокотемпературных материалах. Настоящая работа нацелена на получение карбида кремния в различных формах, в том числе – в виде волокна, путём применения технологии газофазных реакций (CVR) к соответствующим формам углерода в твердой фазе. Исследовано, в частности, влияние температуры, времени реакции и микроструктура исходного углеродного материала на превращение углерода в волокна карбида кремния. Степень превращения существенно зависит от природы исходного материала и его микроструктуры. Они, увеличиваются с увеличением температуры и степени реакции. Степени графитизации также увеличиваются с увеличением степени превращения. Волокна SiC, полученные из изотропных углеродных волокон, не имеют трещин, степени превращения углерода в карбид кремния в этом случае выше, чем в случае применения ПАН-углеродных волокон. Степень превращения C → SiC и рост нитевидных кристаллов на поверхности оказались меньше и менее выраженными, соответственно, для изотропных углерод-углеродных композитов по сравнению с тем, что получается на графите. Микротрещины в получаемых волокнах образуются в результате действия окружных напряжений, возникающих вследствие разницы коэффициентов линейного расширения углерода и карбида кремния.

**Ю.В.Благовещенский, К.В.Ван, А.А.Володин, В.М.Кийко, А.А.Колчин,
Н.И.Новохатская, Б.П. Тарасов, А.Н.Толстун**
Получение и структура композитов с углеродными
нанотрубками и керамическими матрицами.....30

Разработаны технологические схемы получения композитных материалов углеродные нанотрубки – керамическая матрица. Схемы реализованы при выращивании нанотрубок в объеме нанопорошка оксида алюминия или при получении смеси нанотрубок с нанопорошками карбидов вольфрама, ниобия и тантала перемешиванием с последующим горячим прессованием при температурах 1400 – 1700 °С. Полученные образцы предназначены для исследования механических характеристик, теплопроводности и электропроводности. Исследована микроструктура образцов. Установлено, что в образцах с нанотрубками, полученными в объеме порошка, распределение нанотрубок достаточно равномерное в отличие от образцов с перемешиванием нанотрубок и порошков. Обнаружен рост зерен оксида алюминия и карбидов, рост зерен тормозится в зонах конгломератов нанотрубок (с. 30-39; ил. 7)

П.А.Белов , Гордеев

Моделирование свойств композиционного материала, армированного короткими волокнами. Учёт адгезионных взаимодействий40

В работе предлагается модель волокнистого композита, армированного одинаково ориентированными короткими включениями при растяжении в направлении армирования. Модель учитывает адгезию волокна и матрицы. Определение эффективных свойств осуществлено на основе приближенного аналитического решения в рамках процедуры В.З. Власова. Получено аналитическое соотношение для эффективного модуля эквивалентного гомогенного материала. Приводится сравнение результатов расчета эффективного модуля Юнга с результатами других авторов, полученных с использованием методов компьютерного моделирования. Анализируется возможность использования классических моделей теории упругости для моделирования адгезионных взаимодействий, влияющих на снижение эффективных модулей композитов, дисперсно-армированных короткими жесткими включениями (углеродными нанотрубками) (с. 40-46; ил. 3).

А.М. Куперман

Методы получения высокопрочных ориентированных стеклопластиков из элементарных волокон в процессе их вытягивания из фильер стеклоплавильного сосуда. Нереализованные возможности47

В работе рассматриваются особенности и возможности методов получения стекловолоконных анизотропных материалов (СВАМ), сочетающих процессы вытягивания стеклянных волокон из стеклоплавильного сосуда, пропитки их связующим и формования стеклошпона или намотки непосредственно готового изделия. Периодический метод СВАМ был подробно изложен в литературе 50-60-х годов XX века, непрерывный метод и метод намотки из печи не были опубликованы. Однако они все прошли опытную проверку и показали неоспоримое преимущество материалов СВАМ по сравнению с любыми аналогами. Изучение этого «идеализированного» процесса позволило проследить влияние различных факторов в «чистых» условиях, в частности, без повреждения волокон и в отсутствии замазливающих составов, усложняющих условия взаимодействия волокон и связующего. Автор надеется, что изложенный в статье опыт будет полезным при разработке новых технологических процессов получения армированных пластиков (с. 47-64; ил. 9).

CONTENS

A.A. Kolchin, V.M. Kiiko, A.N. Tolstun, T.M. Ul'yanova, S.T. Mileiko

Oxide/oxide composites with single crystalline fibres:

high temperature creep7

High temperature creep of oxide/oxide composites with single crystalline fibres obtained by the internal crystallisation method (ICM) are conducted for the first time. A systematic approach means that an analysis of the results is being performed by using microstructural creep models, which have been developed earlier. It is shown that while creeping at temperatures 1200 - 1400 °C composite specimens show evidence of two main mechanisms of deformation. The first mechanism is that with elastically deforming fibres, and second one is characterized by breaking fibres, which finally reach a stable length that corresponds to a constant creep rate. The most important conclusion from the present work is that the garnet based materials studied have the upper use temperature by about 100 °C higher than that of oxide/oxide composites reinforced with polycrystalline fibres. A further improvement of fabrication technology of the ICM-fibres and their composites will yield a further increase in the advantage mentioned up to at least 200 °C (p. 7-20; fig 13).

L.M. Manocha,* Bharat Patel and S. Manocha

Sic Fibers and composites by chemical vapor reaction (CVR)

of host carbon materials21

As high temperature structural materials silicon carbide ceramics offer many advantages including high melting point, low density, high elastic modulus and strength, good resistance to creep, oxidation and wear. Due to their outstanding thermo-mechanical properties, SiC is used as reinforcement as well as matrix in various high temperature composite materials. The present studies were undertaken to develop SiC solids, fibers as well as composites by CVR of respective solid carbon forms. Effect of temperature, reaction time and microstructure of carbon host materials on the conversion of carbon fibers to silicon carbide has been studied. The extent of conversion of SiC greatly depends on the nature of host carbon and its microstructure. Results show that percentage of C to SiC conversion increases with increase in temperature or reaction time. The degree of graphitization of the host carbon has also been found to increase the conversion. SiC fibers made from isotropic carbon fibers have no crack and percentage SiC conversion is better than that from PAN based carbon fibers. SiC conversion and whisker growth on the surface is found to be lower for isotropic C/C composite as compared to that on graphite. The cracks are generated due to tensile hoop strength due to the miss matching of coefficient of thermal expansions of two-phases, carbon and silicon carbide (p. 21-29; fig 9).

Y.V. Blagoveschensky, K.V. Van, A.A. Volodin, V.M. Kiiko, A.A. Kolchin,

N.I. Novokhatskaya, B.P. Tarasov, A.N. Tolstun

Fabrication and structures of carbon nanotubes – ceramic matrix composites30

Technological schemes to fabricate composite materials containing carbon nanotubes and ceramic matrices have been developed. The first scheme is based on hot pressing of a raw mixture of carbon nanotubes grown in alumina powder volume and alumina powder. The second scheme is based on hot pressing of a mixture of carbon nanotubes and powders of niobium, tantalum or tungsten carbides. The hot pressing temperatures are 1400 – 1700 °C. Specimens obtained are intended for mechanical testing and measuring thermal and electrical conductivity. Microstructures of the carbon-nanotubes / ceramic-matrix composites have been studied. It is

shown that the first scheme used to prepare the raw mixture yields a rather homogeneous distribution of carbon nanotubes in the material volume unlike the second one. The grains growth is observed but it is hampered in areas of nanotubes clusters (p. 30-39; fig 7).

A.M.Kuperman

Methods for producing high-strength oriented glass fiber reinforced plastics from the monofilaments spinning from the spinnerets of a glass-melting unit. Open chances47

The paper considers the features and potentials of the method for producing glass fiber reinforced polymers in a continuous process combined (i) spinning glass monofilaments from a glass-melting unit; (ii) impregnating the monofilaments with a binder; (iii) either formation of a glass veneer sheet or winding a final product. All these stages were widely described in open publications in the 50th – 60th of the last century, while continuous methods including that of winding directly after a furnace were not published. However all the methods were experimentally tested and showed an undeniable advantage of the materials produced by such methods over any analogues materials. The study of the «idealized» process enabled one to trace the effects of various factors in «pure» fabrication conditions. In particular, monofilament arise in a polymer without any damage and sizing agents, which complicates conditions of the fiber/matrix interaction. The author hopes that this experience can be useful in the development of new fabrication technologies of FRP (p. 47-64; fig 9).