

## СОДЕРЖАНИЕ

**С.Т.Милейко**

Композиты и наноструктуры ..... 6

История материаловедения композитов (композитоведения), начавшаяся рождением наноструктурированных волокон, графитовых и борных, предоставляет непрерывный ряд примеров родства технологии композитов и нанотехнологий. Наноструктуры волокна, матрицы и границы раздела во многом определяют уникальные характеристики композитов. Осознание и понимание этого – необходимый этап накануне нового скачка характеристик конструкционных композитов и появления нового разнообразия технологий получения композитов и композитных конструкций. Предлагаются лишь некоторые из примеров указанного выше рода, продолжение – автор надеется – последует в виде новых достижений композитоведения и нанотехнологий (с. 6–37; ил. 30).

**Антони Келли**

Инженерный триумф углеволокна ..... 38

Волокнистые композитные материалы были хорошо известны ещё со времён Второй мировой войны, однако их влияние на техническую политику в те годы было незначительным из-за отсутствия жёстких и гибких волокон. Ситуация принципиально изменилась в начале 1960-х гг.; эти изменения, а также люди, с которыми связано изобретение углеволокна (с ними автор был лично знаком), описаны и упомянуты в настоящей статье. Требуемая жёсткость композитов вполне понятна, и понятно также, как она используется в инженерной практике. Проблема трещиностойкости композитов менее понятна. Кратко описаны впечатляющие технические объекты, сооружённые из композитных материалов. Использование композитов в самолётах А380 и «Боинг-787» – также предмет настоящей статьи. Описаны проблемы, возникающие в работе с композитами, и возможные их решения (с. 38–49; ил. 9).

**В.Г.Севастьянов, Е.П.Симоненко,  
Н.А.Игнатов, Р.Г.Павелко, Н.Т.Кузнецов**

Синтез и исследование термической стабильности  
высокодисперсных тугоплавких цирконатов и гафнатов лантана  
и неодима для термобарьерных покрытий ..... 50

Цирконаты и гафнаты лантана и неодима являются перспективными материалами для нанесения термобарьерных покрытий. Описано получение высокодисперсных  $\text{La}_2\text{Hf}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Nd}_2\text{Hf}_2\text{O}_7$ ,  $\text{La}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$  и  $\text{Nd}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ . Синтез осуществлялся методами гидротермального и высокотемпературного самораспространяющегося синтеза. Состав и степень чистоты синтезированных соединений установлены методом лазерной масс-спектрометрии. Топография порошков определялась с помощью оптической микроскопии высокого разрешения, а микроструктура – методами сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии с микродифракцией. Термическая стабильность соединений исследована методом ТГА/ДСК/ДТА и изотермическим отжигом при температуре 700 °С в течение 1–30 ч с последующим расчётом размера кристаллитов по данным РФА. Вещества были апробированы в качестве компонентов защитных покрытий (с. 50–58; ил. 6).

**С.В.Ломов, А.Годара, А.Варриер**

Сжимаемость «леса» нанотрубок ..... 59

Сжимаемость «леса» углеродных нанотрубок оценивается с помощью теории сжимаемости волокнистого материала, учитывающей сопротивление нанотрубок изгибу, случайную ориентацию и множественные контакты между нанотрубками «леса». Рассчитанная диаграмма сжатия используется для оценки давления, необходимого для достижения заданной объёмной доли волокна в композите, армированном углеродными волокнами с «лесом» нанотрубок на поверхности волокна (с. 59–64; ил. 4).

## CONTENS

**S.T.Mileiko**

Composites and nanostructurers ..... 6

The history of science of composites, which started with the development of nano-structured nano-structured fibres, those being of carbon and boron, has provided us with a continuous row of the examples of close relationships between composite technologies and nanotechnologies. Nanostructures of fibres, matrix and fibre/matrix interfaces determine unique properties of the composites. If we are now on the eve of a new jump of the characteristics of structural composites and a variety of new fabrication technologies, we have to realize an importance of the composite-nano interactions.

Only some examples of the nature mentioned above are the subject of the paper. The author hopes that the continuation in a form of a new advance in the field of composites will follow (p. 6–37; fig. 30).

**Anthony Kelly**

The Engineering Triumph of Carbon fibre ..... 38

Fibre composite materials were quite well researched in WW 2 and after but failed to make great impact because a stiff and weavable fibre was lacking. This situation changed dramatically in the early 1960s and the author recounts this and the personalities involved in the invention of high performance carbon fibre (all of whom he knew personally at the time). The requisite stiffness of composites is known and it is understood how to use it in engineering situations. The problem of toughness of fibre composites is less well understood. Some of the impressive artefacts made from fibre composites are described and their use in the Airbus A380 and Boeing 787 described in a little detail. Some of the problems of the use of composites and possible solutions are descried (p. 38–49; fig. 9).

**V.G.Sevastyanov, E.P.Simonenko,**

**N.A.Ignatov, R.G.Pavelko, N.T.Kuznetsov**

Synthesis and investigation of thermal stability of fine-dispersed refractory lanthanum and neodymium zirconates and hafnates

for thermAL barrier coatings ..... 50

Lanthanum and neodymium zirconates and hafnates are promising materials for the production of thermal barrier coatings. In this work we synthesized and investigated fine-dispersed  $\text{La}_2\text{Hf}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Nd}_2\text{Hf}_2\text{O}_7$ ,  $\text{La}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$  and  $\text{Nd}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ . Synthesis was carried out by means of hydrothermal and high-temperature self-propagating synthesis methods. The composition and purity of the synthesized compounds were investigated by laser mass-spectrometry method. Powders topography was investigated by means of high resolution optical microscopy; microstructure - by means of SEM, TEM. The thermal stability of the materials was investigated by isothermal annealing under 700°C for 1-30 hours and by TGA/DSC/DTA analysis up to 1500°C. The substances have been tested as components of thermal barrier coatings (p. 50–58; fig. 6).

**S.V.Lomov, A.Godara, A.Warrier**

Compressibility of a nanotube «forest» ..... 59

Compressibility of a carbon nanotubes «forest» is evaluated using a theory of compression of fibrous assemblies. The latter accounts for bending resistance of the nanotubes, their random orientation and multiple contacts between the nanotubes in the «forest». The compression diagram is used for estimation of the pressure needed to achieve a given fibre volume fraction in a composite, reinforced with carbon fibres with a nanotube forest on their surface (p. 59–64; fig. 4).