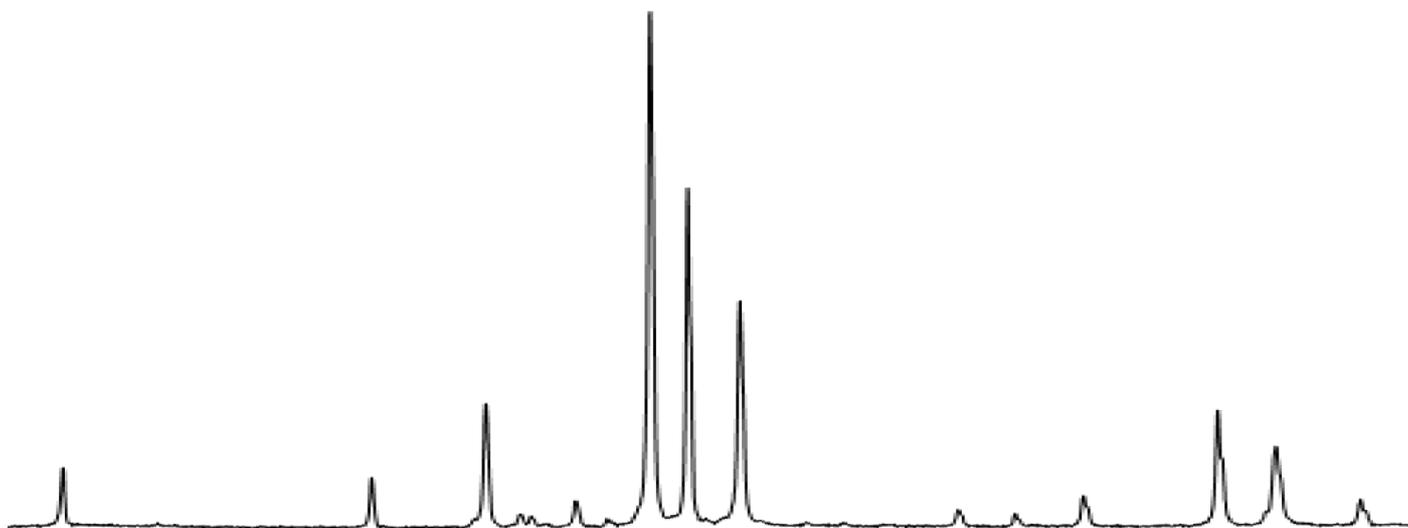


Федеральное агенство научных организаций  
Российская академия наук  
Институт химии Коми НЦ УрО РАН  
Российское химическое общество им. Д.И.Менделеева

# **КЕРАМИКА И КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ  
IX ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ



Сыктывкар 2016

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ  
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
ИНСТИТУТ ХИМИИ КОМИ НЦ УРО РАН  
РОССИЙСКОЕ ХИМИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО им.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА**

**IX Всероссийская конференция  
КЕРАМИКА И КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**23–26 мая 2016 г., г.Сыктывкар**

**г. Сыктывкар, 2016**

***Керамика и композиционные материалы: Доклады IX Всероссийской конференции. Сыктывкар, 2016. 476 с. (Коми научный центр УрО РАН).***

В сборник включены доклады ведущих специалистов в области исследования керамических оксидных и бескислородных материалов; наносостояния, ультрадисперсных систем и материалов на их основе; композиционных материалов с керамической и полимерными матрицами; изучения нового и традиционного сырья для керамических материалов.

*Все тексты печатаются в авторской редакции*

*Редакционная коллегия:*

*доктор химических наук Ю.И. Рябков,  
кандидат химических наук П.В. Кривошапкин,  
кандидат химических наук П.А. Ситников*

ISBN 978-5-89606-556-2

© Коми научный центр УрО РАН, 2016

проводилось в молекулярно-динамическом режиме гибридным методом молекулярной механики и функционала электронной плотности в приближении сильной связи. Обнаружено, что наименее прочным элементом таких интерфейсов является сама керамика, поверхность которой несколько деформируется, согласно форме наночастицы, и даже в отсутствие наночастицы образует дислокации, благодаря частичной аморфизации структуры в местах с локально высокой концентрацией иттрия.

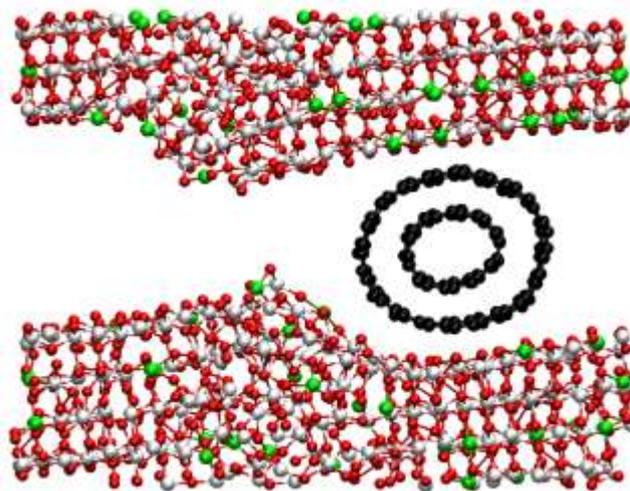


Рис.3 Кадр молекулярно-динамического моделирования прочности (5,5)@(10,10) нанотрубки на латеральное сжатие в интерфейсе циркониевой керамики, стабилизированной иттрием, при температуре  $T = 1800$  К.

*Работа выполнена при поддержке Программы УрО РАН (проект № 15-17-3-44).*

## **НОВЫЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ КРИВЫХ НАПРЯЖЕНИЕ – ДЕФОРМАЦИЯ ДЛЯ СТЕКЛЯННЫХ И БАЗАЛЬТОВЫХ НЕПРЕРЫВНЫХ ВОЛОКОН**

Ефремов В.А., Гутников С.И., Карташов А.А., Лазорак Б.И.

*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва*

*v.a.yefremov@gmail.com, gutnikov@gmail.com*

В работе представлена классификация и анализ кривых напряжение - деформация, полученных для 20 составов различных месторождений горных пород базальтового состава. Изучены 1033 разрывные кривые. Среднее число экспериментальных точек на один эксперимент составило 894.

Стеклообразные волокна различного химического состава получали из предварительно полученных стекол соответствующих составов на лабораторной установке [1]. Для получения стекол смесь нагревали в платиновом тигле в высокотемпературной печи со

скоростью 300 °С/час до 1200 °С и 50 °С/час в интервале 1200 – 1600 °С, а затем выдерживали при температуре 1600 °С в течении 20 часов. Закалку стекол проводили путем быстрого выливания стекломассы при температуре 1550 °С в металлическую форму. Диаметр получаемых волокон регулировали с помощью изменения скорости вращения наматывающего аппарата. Для исследования использованы волокна диаметром 7 - 13 мкм.

Механические характеристики полученных волокон определяли на универсальной разрывной машине Hounsfield H100K-S. Образцы для исследования представляли собой отобранные из группы индивидуальные моноволокна, закрепленные с помощью эпоксидной смолы на бумажные рамочки, длина образцов составляла 10 мм. Скорость растяжения - 5 мм/мин (ГОСТ 6943.5).

Все полученные кривые нагрузка – деформация были разделены на 4 класса согласно их форме (рис .1). Два первых класса (линейная кривая и монотонная кривая) условно можно отнести к “простым”, класс 3 и класс 4 (излом и зигзаг) имеют более “сложный” вид кривой.

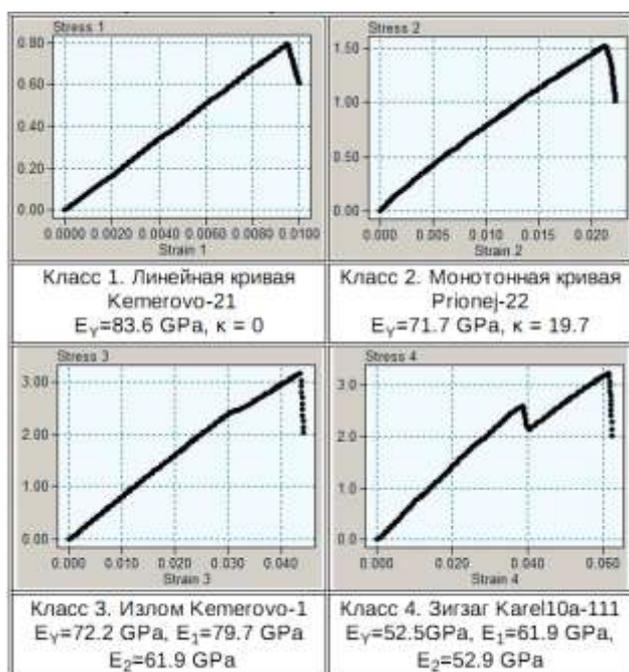


Рис. 1. Классы кривых напряжение – деформация базальтовых волокон

Для каждой из величин (предельная деформация (%), модуль Юнга (ГПа) и разрывное напряжение (ГПа) кривые были рассчитаны и классифицированы по указанным классам. Для графического представления полученных результатов применили стандартный подход, применяемый в методах обработки унивариантной статистики (Рис. 2).

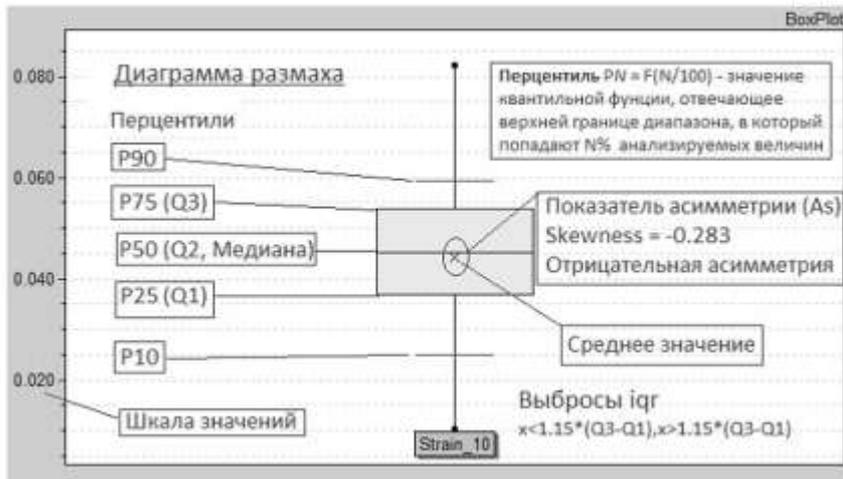


Рис. 2. Удобное графическое представление унвариантной статистики  
 Результаты обработки экспериментальных данных 1033 разных кривых представлены на рис 3.

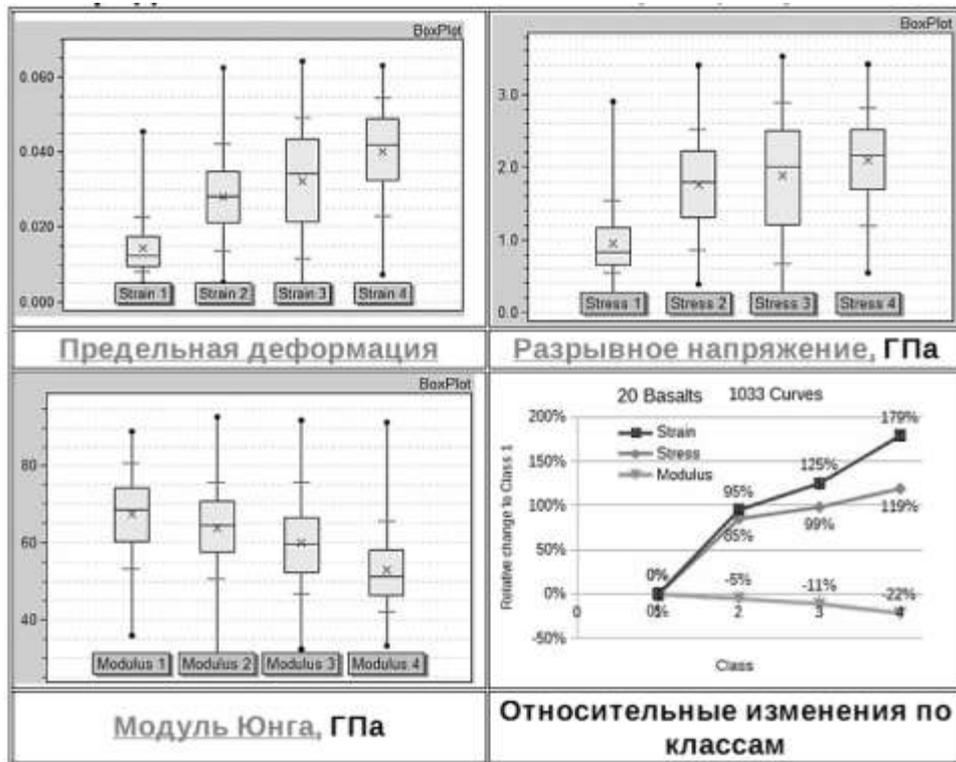


Рис. 3. Изменения разрывных характеристик совокупности базальтовых волокон по классам. Доля класса 1- 18%, 2 – 48%, 3 – 18%, 4 – 16% от общего количества.

На основании полученных данных можно отметить (рис. 3), что относительное увеличение разрывной нагрузки приводит к более существенной относительной деформации и незначительному падению модуля Юнга. Усложнение вида разрывной кривой сопровождается усилением этого фактора.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Москвы в рамках научного проекта № 15-38-70018 «мол\_а\_мос».

1. Gutnikov S.I., Manylov M.S., Lipatov Ya.V. et al.// J. Non. Cryst. Solids. 2013. Vol. 368. P. 45.
2. Lohninger J. DataLab. URL: [http://datalab.epina.at/en\\_home.html](http://datalab.epina.at/en_home.html)
3. Hyams D.J. CurveExpert and GraphExpert Software. URL: <http://www.curveexpert.net/>.
4. EasyFit - Distribution Fitting Software. URL: <http://www.mathwave.com>.
5. NIST/SEMATECH e-Handbook of Statistical Methods. URL: <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/>.

## СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА $\text{LiFe}_5\text{O}_8/\text{C}$

Железников К.А., Шалаева Е.В., Заболоцкая Е.В., Келлерман Д.Г.

*Институт химии твердого тела УрО РАН, Екатеринбург*

*[jeleznikov\\_5555@mail.ru](mailto:jeleznikov_5555@mail.ru)*

Шпинель  $\text{LiFe}_5\text{O}_8$  кристаллизуется в двух полиморфных модификациях ( $\alpha$  и  $\beta$ ): упорядоченная (пространственная группа  $R_4332$ ) и разупорядоченная (пространственная группа  $Fd-3m$ ). Для сохранения феррита лития в неупорядоченном  $\beta$ -состоянии используется закалка от высоких температур [1].  $\text{LiFe}_5\text{O}_8$  в обеих модификациях является перспективным магнитным и резистивным материалом. Большой интерес вызывает также возможность использования феррита лития в качестве электродного материала для химических источников тока [2]. Для улучшения электрохимических характеристик часто в материал дополнительно вводят углерод.

В настоящей работе композит  $\text{LiFe}_5\text{O}_8/\text{C}$  получали глицин-нитратным методом [3]. С помощью рентгенофазового и термогравиметрического анализа рассмотрены этапы образования шпинельной фазы в аморфной углеродной матрице (Рис.1). Установлено, что кристаллическая фаза  $\text{LiFe}_5\text{O}_8$  начинает образовываться при 300 °С. По данным сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии (JSM 6390LA+JED-2300 и JEOL JEM- 200CX), размер частиц не превышает 50 нм. Показано, что удельная поверхность композита, определенная с использованием метода БЭТ (Брунауэра, Эмметта, Теллера) достигает 35 м<sup>2</sup>/г. Интересным является то, что наряду с упорядоченной фазой  $\alpha$ -  $\text{LiFe}_5\text{O}_8$  в композите присутствует и высокотемпературная разупорядоченная  $\beta$ -модификация. Показано образование дислокационных петель в кристаллитах  $\text{LiFe}_5\text{O}_8$ . Определены особенности распределения железа, углерода и кислорода в композите.