

## Локальные модули Юнга микротрубок дифенилаланина

Южаков В.В.<sup>1</sup>

Зеленовский П.С.<sup>2</sup>, к.ф.-м.н, с. н. с. лаборатории наноразмерных сегнетоэлектрических материалов

Институт естественных наук и математики, Уральский федеральный университет  
<sup>1</sup>e-mail vladimir.yuzhakoff@mail.ru; <sup>2</sup>zelenovskiy@urfu.ru

Микротрубки, получаемые самосборкой дифенилаланина (C<sub>18</sub>H<sub>20</sub>N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ДФА), являются перспективным материалом для биосовместимых элементов медицинской техники [1], благодаря выраженным пьезоэлектрическим [2], пироэлектрическим [3] и сегнетоэлектрическим [4] свойствам. Наиболее перспективными для практического применения являются макроразмерные трубки и стержни FF, однако их механические свойства изучены недостаточно. Особый интерес представляют измерения модуля Юнга на полярных срезах подобных структур.

В данной работе представлены результаты систематических измерений локального модуля Юнга, проведённых в неполярной и полярной плоскостях микротрубок ДФА диаметром до 700 мкм и длиной более 5 мм, выращенных из водно-спиртового раствора с увеличенной концентрацией мономеров ДФА. Для проведения измерений на полярном срезе микротрубки были залиты в эпоксидную смолу и нарезаны на короткие фрагменты с помощью дисковой пилы. Модуль Юнга измерялся локально при помощи сканирующего нанотвердомера НаноСкан-4D (ФГБНУ ТИСНУМ, Россия).

Согласно ранее полученным данным, микротрубки ДФА в неполярной плоскости имеют бимодальное распределение значений модуля Юнга с характерными значениями 10 ГПа и 25 ГПа. Однако измерения макроразмерных трубок ДФА показали существенно меньшее значение модуля Юнга – 1,5 ГПа. Это может быть объяснено более слабыми связями между отдельными микротрубками в пучке.

Впервые проведённые измерения на полярном срезе показали, что в данной плоскости микротрубки обладают модулем Юнга 7,2 ГПа, что соотносится с полученными ранее расчётными данными [5].

Исследование выполнено с использованием оборудования УЦКП «Современные нанотехнологии» УрФУ при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для молодых ученых (МК-2294.2017.2) и Правительства Российской Федерации (постановление 211, контракт 02.A03.21.0006).

### Литература

1. Kholkin A., Amdursky N., Bdikin I., Gazit E., Rosenman G., *ACS Nano* **4**, 610 (2010).
2. Vasilev S., Zelenovskiy P., Vasileva D. et al. *J. Phys. Chem. Solids* **93**, 68 (2016).
3. Esin A., Baturin I., Nikitin T., Vasilev S. et al. *Appl. Phys. Lett.* **109**, 142902 (2016).
4. Gan Z., Wu X., Zhu X., Shen J., *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **52**, 2055 (2013).
5. Zelenovskiy P., Kornev I. et al. *Phys. Chem. Chem. Phys.* **18**, 29681 (2016).