

УДК 537.311.3:536.532(054.3)

Г.Ю. Михайлова¹, М.М. Нищенко¹, А.Г. Дубовой², Г.П. Приходько³

¹*Институт металлофизики им. Г.В. Курдюмова НАН Украины*

²*Институт проблем материаловедения им. И.М. Францевича НАН Украины*

³*Институт химии поверхности им. А.А. Чуйко НАН Украины*

г. Киев, Украина

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ НАНОКОМПОЗИТА LaNi₅ – УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ

Углеродные нанотрубки (УНТ) имеют ряд уникальных свойств (малые размеры, огромная удельная поверхность, химическая и термическая стабильность, высокая прочность и электропроводность), которые способствуют их эффективному использованию в разных отраслях науки и технологии [1].

Деформация УНТ влияет на ее электронную структуру, в частности, ширину запрещенной зоны и концентрацию носителей заряда [2]. Характерные для нанотрубок высокие отношения длины к диаметру приводят к уникальной анизотропии свойств [3]. и обеспечивают им дополнительные преимущества, которые проявляются в достижении перколяции при концентрациях ниже 5 вес. %. При достижении перколяции удельная электропроводность резко возрастает вследствие образования трёхмерной сетки из нанотрубок – путей электропроводности.

Важным для многих применений есть создание условий при которых свойства композита с нанотрубками, в частности, электропроводность, достигает еще более высоких значений в сравнение с соответствующими свойствами каждого из компонентов отдельно.

В работе было изучено электрические свойства нанокompозита LaNi₅ с УНТ в процессе деформации сжатием и уплотнения, которые приводят к установлению контактов между нанотрубками, увеличению их общей площади и изменению ориентации нанотрубок, а значит и свойств.

Многослойные УНТ, после механического смешивания с частицами LaNi₅, помещались в диэлектрический цилиндр под поршнем.

При незначительном опускании поршня (сжатие) электропроводность $\sigma(\rho)$ скачкообразно возрастает на 6 порядков, что обусловлено созданием электропроводящих путей в нанокompозите в результате перегруппировки и уплотнения массива УНТ и увеличения общей площади контактов между соседними частицами (перколяционный переход).

На рисунке приведена зависимость электропроводности $\sigma(n)$ нанокompозита LaNi_{5+n} вес.% УНТ от концентрации УНТ. Электропроводность исходных компонентов компактированных частиц LaNi₅ диаметром 30 ± 6 мкм составляет $\sigma = 0,7$ (Ом·см)⁻¹, а для компактированного массива УНТ – $\sigma = 1,04$ (Ом·см)⁻¹. С увеличением концентрации УНТ в нанокompозите до 51 вес. % на зависимости $\sigma(n)$ наблюдается острый пик, и электропроводность

достигает значения $\sigma = 10,65 \text{ (Ом}\cdot\text{см)}^{-1}$, что на порядок больше значения σ исходных компонентов.

Острый максимум на кривой может быть обусловлено значительным увеличением концентрации электронов n_e в УНТ, при незначительном изменении их подвижности (для УНТ $n_e = 1,3 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$ и $\mu = 10 \text{ м}^2/\text{В}\cdot\text{с}$ [4]). При этой, оптимальной, концентрации наиболее эффективно действует механизм переноса электронов с металлических частиц LaNi_5 к УНТ с увлечением в этот процесс наибольшего количества нанотрубок.

При $n = 56,75$ вес. % УНТ электропроводность нанокompозита падает до $3 \text{ (Ом}\cdot\text{см)}^{-1}$, что связано с уменьшением средней концентрации электронов в УНТ за счет наличия более плотного слоя УНТ вокруг металлических частиц, что способствует снижению электропроводности, так как нарушается оптимальность механизма переноса электронов с металла к УНТ.

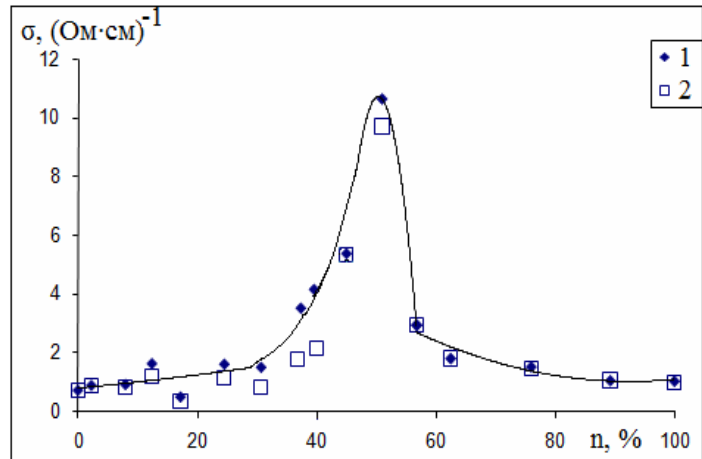


Рисунок 1 - Зависимость электропроводности (σ) нанокompозита LaNi_5 с УНТ от концентрации (n) УНТ. 1 – максимальное значение электропроводности, 2 – электропроводность при максимальном сжатии

1. Э.Р. Бадамшина, М.П. Гафурова, Я.И. Эстрин, *Успехи химии* **79**, 1027 (2010).
2. A. Rochefort, P. Avouris, F. Lesage, D.R. Salagub, *Phys. Rev. B* **60**, 13824 (1999).
3. E.V. Barrera, M.I. Shofner, E.L. Corral, CRC Press. 253 (2005).
4. А.В. Мавринский, В.П. Андрийчук, Е.М. Байтингер, *Известия Челябинского научного центра* **16** (2002).