

Сверхпроводимость органометаллических гетерофуллеридов

Кульбачинский В.А.¹, Булычев Б.М.¹

kulb@mig.phys.msu.ru

¹ МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

В работе приводятся экспериментальные данные по синтезу и исследованию сверхпроводящих органометаллических фуллеридов состава $C_{60}M_{(3-n)}(NR_4)_n$, где $M = K, Rb$; R – водород H , дейтерий D , метил Me , этил Et , бутил Bu ; $n=1, 2, 3$, полученных по обменным реакциям гомофуллеридов щелочных металлов состава K_3C_{60} и Rb_3C_{60} с галогенидами аммония в абсолютном толуоле при температурах от $23\text{ }^{\circ}C$ до $110^{\circ}C$ и в условиях механохимического воздействия. Последующие операции по выделению продукта реакции, состоящего из смеси фуллерида и галогенида щелочного металла, проводились по методике, подробно описанной ранее в [1,2]. Составы синтезированных фуллеридов рассчитывались по нагрузкам компонентов, анализировались и исследовались после высушивания в вакууме и при небольшом нагреве в виде смесей методами дифрактометрии, твердотельной ЯМР спектроскопии и индукционным низкочастотным методом для определения температуры T_c сверхпроводящего перехода. Были получены сверхпроводящие гетерофуллериды составов $K_2(NH_4)C_{60}$; $K(NH_4)_2C_{60}$; $(NH_4)_3C_{60}$, $K_2NMe_4C_{60}$; $K_2NEt_4C_{60}$; $K_2NBu_4C_{60}$; $Rb_2NBu_4C_{60}$ и др. с T_c от $13,6\text{ K}$ до $20,4\text{ K}$. Таким образом, использованный метод синтеза преобразовал сверхпроводящие вещества K_3C_{60} и Rb_3C_{60} в сверхпроводники $K_2NR_4C_{60}$ и $Rb_2NR_4C_{60}$ (R – водород H , метил Me , этил Et , бутил Bu), но с более низкой температурой перехода. Измерения рентгеновской порошковой дифракции на основе синхротронного излучения проводились на линии рентгеновского структурного анализа (XSA) источника синхротронного излучения НИЦ «Курчатовский институт» [3]. Фазовый состав образцов и значения структурных параметров определялись методом Ритвельда с использованием программного обеспечения Jana2006. Тщательный анализ полного профиля по методу Ритвельда полностью подтверждает синтез органометаллических гетерофуллеридов. Уточнение заселенности NH_4^+/K^+ дает следующую стехиометрию фуллерида в образце $(NH_4)_3C_{60}$: $(NH_4)_{2.86}K_{0.14}C_{60}$, что подразумевает, что фуллериды щелочных металлов и аммония образуют твердые растворы замещения [4]. Результаты проведенного нами исследования сверхпроводимости в противеях и дейтерированных образцах $Rb_2NH_4C_{60}$ и $Rb_2ND_4C_{60}$, а также $K_2NH_4C_{60}$ и $K_2ND_4C_{60}$ показало, что температура сверхпроводящего перехода не изменяется, а изотопический эффект отсутствует. Отсюда можно сделать вывод, что основную роль в сверхпроводимости в данных соединениях играют фононы, относящиеся к молекуле C_{60} .

Ссылки

1. R. A. Lunin, Y. A. Velikodny, B. M. Bulychov, and V. A. Kulbachinskii, Polyhedron (2015) **102**, 664.
2. B. M. Bulychov, R. A. Lunin, A. V. Krechetov, V. A. Kulbachinskii, V. G. Kytin, K. V. Pohlak, K. Lips, and J. Rappich, J. Phys. Chem. Solids (2004) **65**, 337.
3. R.D. Svetogorov, P.V. Dorovatovskii, V.A. Lazarenko, Cryst. Res. Technol. (2020) **55**, 1900184.
4. V.A. Kulbachinskii, Y.V. Zubavichus, R.D. Svetogorov, N.S. Ezhikov, R.A. Lunin, B.M. Bulychov, Carbon (2021) **182**, 51.