

## **Высокотемпературные сверхпроводники – критическое рассмотрение перспектив развития**

Кантерман И.Г.<sup>1</sup>, Снегуров П.А.<sup>2</sup>, Янклович М.А.<sup>3</sup>

*1. Кафедра радиохимии*

*2. Кафедра физической химии*

*3. Кафедра коллоидной химии*

Несмотря на то, что эффект сверхпроводимости был открыт в 1911г., Каммерлинг-Оннесом, только в 1986 г. были получены высокотемпературные сверхпроводники (ВТСП), т.е. сверхпроводники (СП) достигающие своей критической температуры ( $T_c$ ) при 35К, а в 1987 г. был найден сверхпроводник с  $T_c = 92\text{K}$ , что больше температуры кипения азота.

Первые высокотемпературные СП обладали общей структурной особенностью - относительно хорошо разделёнными медно-кислородными плоскостями, поэтому были названы сверхпроводниками на основе купратов.  $T_c$ , которая может быть достигнута в некоторых составах этого семейства, является самой высокой среди всех известных сверхпроводников и доходит до  $65\text{ }^\circ\text{C}$ . Своего рода прорыв заключается в том, что такие СП стали гораздо доступнее для исследования и применения.

В начале двухтысячных годов стали появляться безмедные ВТСП, такие как, например,  $\text{Ba}_{1-x}\text{K}_x\text{BiO}_3$ . Тогда же занялись попытками синтеза “экологически безопасных” ВТСП, не содержащих тяжелых металлов (Hg, Pb, Ba) и получаемых под высоким давлением оксикупратных фаз кальция.

В 2001 году был получен СП, на основе интерметаллида,  $\text{MgB}_2$ . По своим свойствам он ближе к купратам, но при этом обладает двухщелевой сверхпроводимостью. В 2008 произошло открытие нового класса СП – пниктидов, т.е. СП на основе соединений железа и элементов V группы. Все полученные соединения обладают свойством многощелевой сверхпроводимости, как и  $\text{MgB}_2$ .

Нами проведен анализ изменения состава сверхпроводников II рода и достижения ими величин  $T_c$  по материалам публикаций последних лет (2005 – 2014) и сравнение с величинами  $T_c$  для сверхпроводников I рода. Проанализированы также работы, описывающие новые методы получения сверхпроводников.

Сейчас почти все открытые СП были получены случайным поиском, но в ближайшем будущем ситуация изменится. Уже разработан новый метод поиска СП, при помощи компьютерного моделирования, что позволит предсказывать и находить вещества с оптимальной  $T_c$ . [1,2]

Уже сейчас их используют в ЯМР-томографах, некоторых трансформаторах, из них делают провода для приборов, создают “вечные” магниты. СП в том числе используется для создания высокочувствительных магнитометров (SQUID)-ов. В будущем можно ожидать создания на их основе поезда на магнитной подушке, подшипников, которые смогут вращаться практически без силы трения, принципиально новых типов генераторов и трансформаторов,

гораздо более мощных электронно-вычислительных устройств и информационных носителей высокой емкости.[3,4]

1. Gou H., Dubrovinskaia N., Bykova E., Tsirlin A.A., Kasinathan D., Schnelle W., Richter A., Merlini M., Hanfland M., Abakumov A.M., Batuk D., Tendeloo G., Nakajima Y., Kolmogorov A.N., Dubrovinsky L. (2013, October 11). Discovery of a Superhard Iron Tetraboride Superconductor. *Physical Review Letters*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.111.157002> . IF = 7.943
2. Ronning F., Sarrao J.L. (2013, October 7). Viewpoint: Materials Prediction Scores a Hit. *Physics*, 6, 109. . DOI: <http://dx.doi.org/10.1103/Physics.6.109> . IF = 7.943
3. Tarun M.C., Selim F.A., McCluskey M. D.. (2013, October 30). Persistent Photoconductivity in Strontium Titanate. *Physical Review Letters*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.111.187403> IF = 7.943
4. Fedorov A.V., Verbitskiy N.I., Haberer D., Struzzi C., Petaccia L., Usachov D., Vilokov O.Y., Vyalikh D.V., Fink J., Knupfer M., Buchner B., Gruneis A. (2014, February 06). *Nature Communications*, 5. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/ncomms4257> IF = 10.015