

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ „КПІ”

ІНЖЕНЕРНО-ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ



**НОВІ МАТЕРІАЛИ І ТЕХНОЛОГІЇ
В МАШИНОБУДУВАННІ**

МАТЕРІАЛИ

VIII Міжнародної науково-технічної конференції

Україна, Київ

2016

Южда Ю.В.

(НТУУ «КПІ», м. Київ)

**ДОСЛІДЖЕННЯ НАДПРОВІДНОСТІ У СПОЛУЦІ $YBa_2Cu_3O_7$
ЗА ЕФЕКТОМ МЕЙСНЕРА**

Надпровідність – надзвичайно цікаве й деякою мірою загадкове фізичне явище, практичне застосування якого має принести людству незліченні здобутки. Надпровідний струм є бездисипативним, тобто при протіканні постійного струму в надпровіднику не виникають звичайні резистивні втрати. Це причина, завдяки якій використання надпровідних пристроїв виявляється одним з найбільш важливих і перспективних шляхів енергозбереження. Оцінки показують, що застосування надпровідності дозволить зменшити втрати під час генерації, передачі, трансформації та використання електроенергії з приблизно 30...35% до 1...2%, що рівнозначне побудові кількох нових потужних електростанцій в Україні. Сьогодні надпровідність – це одна з найбільш досліджуваних областей фізики, явище, що відкриває перед інженерною практикою серйозні перспективи. В наш час розширюється використання явища надпровідності для турбогенераторів, електродвигунів, уніполярних машин, топологічних генераторів, жорстких і гнучких кабелів, комутаційних пристроїв, магнітних сепараторів, транспортних систем і багато іншого. Слід також відзначити важливий напрям в роботах по надпровідності – створення вимірювальних пристроїв для вимірювання температур, витрат, рівнів, тиску і т.д.

Механізм надпровідності відповідає закономірностям взаємодії частинок у плазмі. Протилежні за кольоровим зарядом електрони притягуються і утворюють зв'язаний стан у вигляді нових квантових частинок комптоновських розмірів.

Частинки вібрують з ленгмюрівською хромоплазменною частотою, дебаївською амплітудою і одночасно розсіюються одна на одній. Розсіювання відбувається під кутом, тому періодично виникає кутовий момент і, відповідно, імпульсне обертання навколо центра розсіювання. Відцентрова сила виштовхує частинки у вільний простір кристалу, де вони зосереджуються, утворюючи зону надпровідності у вигляді каналу з вігнерівською структурою. Електронні струни є двохвимірними об'єктами. За допомогою електронних струн забезпечується хімічний зв'язок та двохвимірна структура матеріалу в графені, а у ВТНП – яскраво виражена шарувата структура. В КТНП характерна структура мікроплазменних каналів, утворених електронними надпровідними струнами. Якщо до мультиелектрона, який знаходиться у надпровідному каналі, прикласти електричне поле, то вони забезпечують направлений рух заряду без опору, тобто утворюється надструм. Щоб виникли мультиелектрони, потрібні спеціальні умови. Наприклад, можна створити провідник у вигляді шарів металу та ізолятора. Тоді такий провідник стає надпровідником без охолодження.

Енергія зв'язку мультичастинки визначається балансом сил відштовхувальних і притягання. Особливості механізму утворення її такі, що кольоровий і відцентровий короткодіючі потенціали постійні, а утворення зв'язаного стану залежить тільки від величини дальнодіючого ефективного кулонівського заряду електрона. Максимальне значення цього заряду, при якому ще спостерігається зв'язаний стан частинок, визначається з уязаного балансу і дорівнює $q(me) = 1,41e$, що менше $2e$. Таким чином, два електрони зі спільним зарядом $2e$ в звичайних умовах не утворюють зв'язану куперівську пару. Встановлене критичне значення ефективного заряду $q(me) < 1,41e$ є першою умовою

надпровідності. Другою умовою цього критерію є значення відстані між te у вігнерівській структурі надпровідного каналу.

Воно має бути таким, щоб орбіталі перекривалися і забезпечувалася телепортація від частинки до частинки. Крім того, має бути забезпечена автономність структури Вігнера (електронної підрешітки), яка досягається при $q(me) > 1e$ і визначається за різким зменшенням фонових коливань (аномалія Кона).

Виготовлення надпровідника $YBa_2Cu_3O_7$. 1,13 г оксиду ітрію, 3,95 г вуглекисло-го барію, 2,39 оксиду міді змішати в ступці, отриману суміш відпалити при $950^\circ C$ протягом 12 год. Охолодити і знову змішати в ступці. Спресувати порошок в таблетки і знову відпалити при тій самій температурі протягом того ж часу, тільки тепер з обов'язковою подачею кисню в піч. Повільно охолодити таблетки (100 град/год). Вказана кількість вихідних компонентів дозволяє отримати близько 7 г надпровідника $Y-Ba-Cu-O$, і приблизно 5 таблеток діаметром 1 см і товщиною 1 мм. Бажано отримати матеріал з формулою $YBa_2Cu_3O_7$.

Ефект Мейснера – це явище швидкого згасання магнітного поля в надпровіднику. Надпровідник є ідеальним діамagnetиком. У магнітному полі в надпровіднику індуються макроскопічні струми, які створюють власне магнітне поле, яке повністю компенсує зовнішнє. Це явище, відкрите в 1933 році німецькими фізиками Вальтером Мейснером та Робертом Охзенфельдом, отримало назву ефекта Мейснера. Ефект Мейснера руйнується в сильних магнітних полях. В залежності від типу надпровідника, надпровідний стан при цьому або зникає повністю (так звані надпровідники першого роду), або ж надпровідник розбивається на нормальні й надпровідні області (надпровідники другого роду).

На рис. 1 показано залежність опору $YBa_2Cu_3O_7$ від температури. На рис. 2 показано кристалічну будову $YBa_2Cu_3O_7$.

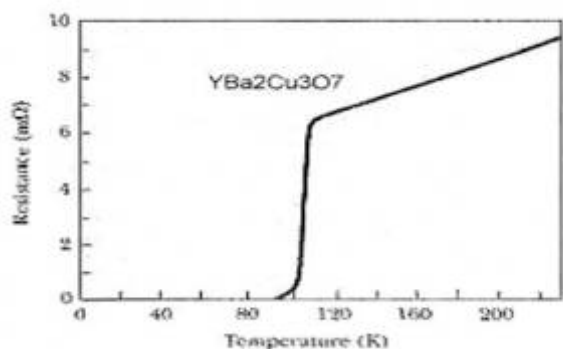


Рис. 1. Залежність опору $YBa_2Cu_3O_7$ від температури

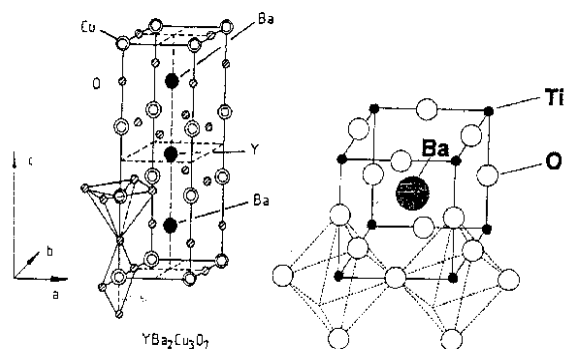


Рис. 2. Кристалічна будова $YBa_2Cu_3O_7$

Література:

1. Dirk van Delft and Peter Kes The Discovery of superconductivity (англ.) // Physics Today, 2010. – Vol. 63. – P. 38...43.
2. P. Drozdov, M.I. Eremets, I.A. Troyan, V. Ksenofontov, S.I. Shylin. Conventional superconductivity at 203 Kelvin at high pressures in the sulfur hydride system (англ.) // Nature, 2015.
3. В.Л. Гинзбург, Е.А. Андрюшин. Глава 1. Открытие сверхпроводимости // Сверхпроводимость. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – М.: Альфа, 2006.