

Лебеза Я.П.

ДВНЗ «Ужгородський Національний Університет», м.Ужгород

НАДПРОВІДНІСТЬ ТА ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ У ТЕХНІЦІ

Актуальність цієї теми в тому, що розкриття її допомагає вирішувати весь час зростаючі проблеми енергетичної залежності людства. Саме тому в ХХ столітті на перший план вийшли наукові напрями, пов'язані зі створенням нових видів і джерел енергії, а також експериментальних пристроїв її збереження і передачі на значні відстані. Важливість вирішення цих завдань була підкреслена тим, що комітет з присудження Нобелівської премії з фізики ніколи не залишав без уваги вчених, які займалися питаннями надпровідності і суміжними дослідженнями.

Метою роботи є розгляд теорії надпровідності та перспектив її використання у техніці.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ.

Логіка розвитку техніки привела до того, що в світ найнижчих у природі температур почали проникати не тільки фізичні прилади, які реєструють що відбувається, але і цілі технічні пристрої. Відкриття, зроблені на цьому шляху, виявилися настільки своєрідними, властивості речовини - такими незвичайними, що одержання низьких температур і самі дослідження в умовах надглибокого холоду виділилися в самостійну науково-технічну область - фізику і техніку низьких температур. При низьких температурах було виявлено одне із самих дивних явищ у природі - надпровідність.

Надпровідність - фізичне явище, що спостерігається в деяких речовинах (надпровідниках). При охолодженні їх нижче певної критичної температури T_c зникає електричний опір і виштовхується магнітне поле із об'єму надпровідника.

Явище було відкрито в 1911 році Каммерлінг-Оннесом. Вивчаючи залежність опору ртуті від температури, він помітив, що при температурі нижче 4,2 К ртуть практично втрачає опір.

Вивчаючи це явище, вчені відкрили ефекти, які притаманні надпровідникам: ефект Мейсера і ефект Джозефсона. Одним з головних відмінностей надпровідників від ідеальних провідників є ефект Мейснера, відкритий Вальтером Мейснером і Робертом Оксенфельдом в 1933, що при температурі нижче критичної магнітне поле повністю виштовхується з надпровідника[3].

Як показано на малюнку, якщо, наприклад, охолодити до температури, нижче за температуру надпровідного переходу, силові лінії магнітного поля повністю виштовхуються з кулі. Надпровідне тіло володіє властивостями, як би зворотними феромагнітному: залізний магніт концентрує силові лінії магнітного поля, а надпровідник виштовхує їх.

Перше теоретичне пояснення надпровідності було дано в 1935 Фріцем і Хайнцем Лондоном. Вони резонно припустили, що носіями струму в надпровіднику, так само як в металі, є електрони провідності. Рівність нулю опору ($\rho = 0$) означає що електрон при своєму русі не відчуває зіткнень, т. Е. Вільно прискорюється під дією електричного поля E .

$$m\frac{dj}{dt} + \frac{1}{\Lambda c} B = 0$$

де j - щільність струму, $\Lambda = \frac{m}{ne^2}$ - постійна, n - концентрація електронів.

$$\frac{\partial j}{\partial t} = \frac{1}{\Lambda} E$$

Ці два рівняння і являє собою основу лондонських електродинамічних надпровідників[7].

Більш загальна теорія була побудована в 1950 Л. Д. Ландау і В. Л. Гінзбургом. Вона набула широкого поширення і відома як теорія Гінзбурга - Ландау. Проте ці теорії мали феноменологічний характер і не розкривали детальні механізми надпровідності. Вперше надпровідність отримала пояснення на мікроскопічному рівні в 1957 в роботі американських фізиків Джона Бардіна, Леона Купера і Джона

Шріффера. Центральним елементом їхньої теорії, що отримала назву теорії БКШ, є так звані куперовських пари електронів[3].

Вихідним пунктом цієї теорії є уявлення про тяжіння між електронами, що знаходяться поблизу рівня Фермі. Таке тяжіння електронів можливо за рахунок їх обміну фононами кристалічної решітки.

Купер показав, що при наявності між електронами тяжіння, навіть як завгодно малого, нормальний стан багатеелектронної системи стає нестійким через процес спарювання. Електрони з протилежними імпульсами і антипаралельними спинами об'єднуються в куперовські пари, що володіють меншою енергією, ніж окремі нормальні електрони.

Надпровідники за своїми магнітними властивостями були розділені на два класи: надпровідники першого та другого роду. Також вченими було встановлено, що надпровідність можна отримати при температурах набагато вищих за абсолютний нуль (високотемпературна надпровідність), що полегшило впровадження цього явища до практичного застосування.

Сьогодні надпровідність - це одна з найбільш досліджуваних областей фізики, явище, що відкриває перед інженерною практикою серйозні перспективи. Надпровідні матеріали використовуються для створення надсильних магнітних полів, кабелів, спроможних переносити великі густини струмів без втрат, потужних моторів і генераторів. Створені і широко застосовуються надчутливі прилади електроніки, резонатори, параметричні перетворювачі частот, з'являються станції підсилення сигналів для мобільного зв'язку тощо. Вже висловлені ідеї щодо створення принципово нових елементів пам'яті та логіки не тільки для класичних, а й для квантових великих і персональних ЕОМ. У зв'язку з цим виникає потреба у спеціалістах, що знайомі з основними результатами та досягненнями фізики надпровідності.

ЛІТЕРАТУРА:

1. В.М. ЛОКТЕВ ЛЕКЦІЇ З ФІЗИКИ НАДПРОВІДНОСТІ (електронна версія) – Київ: ІНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ ім. М.М. БОГОЛЮБОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ «КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ», 2011. – 275 с.
2. Dirk Van Delft AND Peter Kes [The Discovery Of superconductivity](http://scitation.aip.org/journals/doc/PHTOAD-ft/vol_63/iss_9/38_1.shtml) - scitation.aip.org/journals/doc/PHTOAD-ft/vol_63/iss_9/38_1.shtml (Англ.) / / Physics Today. - 2010. - Vol. 63. - С. 38-43.
3. Олексій Левін [Надпровідність відзначає сторічний ювілей](http://elementy.ru/news/431549) - elementy.ru/news/431549. [Елементи.Ру](http://elementy.ru) (8 квітня 2011). [Статичний](http://www.webcitation.org/619APufFh) - www.webcitation.org/619APufFh з першоджерела 23 серпня 2011.
4. Л. Гінзбург, Е. А. Андрюшин Глава 1. Відкриття надпровідності / / [Надпровідність](http://elementy.ru/lib/430825/430828) - elementy.ru/lib/430825/430828 # 1. - 2-е видання, перероблене і доповнене. - Альфа-М, 2006. - 112 с. - 3000 екз. - ISBN 5-98281-088-6
5. Поверхнева надпровідність відкрита у монокристалу [Електронний ресурс]. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: <https://zbruc.eu/node/13353>.
6. НАДПРОВІДНІСТЬ ТА ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ Масліков М.М., к.т.н., доцент Національного університету харчових технологій [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1469/1/SUPERCONDUCTIVITY%20AND%20ITS%20APPLICATION.pdf>.
7. Сверхпроводимость: время понимания «ПОПУЛЯРНАЯ МЕХАНИКА» №9, 2011 • ФИЗИКА • Алексей Левин «Популярная механика» №9, 2011 [Електронний ресурс]. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/431428/Sverkhprovodimost_vremya_ponimaniya.