

Осадча О.П.¹, Співак О.А.¹, Козленко О.В.²

¹Політехнічний ліцей НТУУ «КПІ» імені Ігоря Сікорського, Київ,
пр.Берестейський 37, корпус 7, email: osadchaallo@gmail.com,

²Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр.Берестейський 37,
email: ovkozlenko@gmail.com

ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ МАГНІТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАДПРОВІДНИКІВ

***Анотація.** В роботі розкрито питання щодо властивостей надпровідників, розглянуто їх практичне застосування.. Проведено експеримент, щодо ефективного застосовування методу відкачування для поліпшення використання надпровідності.*

***Abstract.** The paper discusses the topic of the properties of superconductors, their practical application is considered. An experiment was conducted on the effective use of the pumping method to improve the use of superconductivity.*

***Ключові слова:** надпровідники, метод відкачування, магнітні властивості.*

***Key words:** superconductors, pumping method, magnetic properties.*

Нині, коли наукова діяльність розвивається досить стрімко, людство починає знаходити нові матеріали та виявляти невивчені властивості вже, як здавалося, досліджених. Такими стали і надпровідники. Виявили існування надпровідності у 1911 р. Голландський науковець Гейке Камерлінг-Оннес відкрив новий стан у фізиці під час дослідження змін електричного опору від зниження температури. Під час експерименту було виявлено різку втрату електричного опору, пізніше виміряно критичну температуру, 4.1 К (сьогодні 4.2 К) [1]. Заміри фізика на теперішній час не зовсім точні, тобто змінені через неточну шкалу вимірювання. Надпровідність вперше знайшли у ртуті, саме її науковець використовував 1911 р. Пізніше визначили, що надпровідники бувають першого (переважно чисті метали, низькотемпературні) і другого роду (переважно сплави та хімічні сполуки, високотемпературні). Експерименти проводилися не так масштабно через складність досягнення критичної температури потрібної для входу в

надпровідний стан. Для досягнення низьких температур використовували рідкий гелій, сьогодні, з появою високотемпературних надпровідників, використовують рідкий азот. Підсумовуючи, надпровідність – це властивість деяких матеріалів, яка полягає в тому, що їх електричний опір стрибком падає до нуля при охолодженні нижче критичної температури T_c , яка є характерною для даного матеріалу.

Окрім властивості зниження опору до нуля, існують і інші не менш цікаві особливості. Наприклад після досягнення критичної температури з надпровідника починає виштовхуватись не надто сильне магнітне поле. Це називають левітацією або ефектом Мейснера. Надпровідники другого роду можуть виштовхувати сильніше магнітне поле, мають вищу температуру переходу тому використовуються частіше. Також у першого роду надпровідності і другого доволі значна різниця властивостей, адже надпровідники другого роду мають два критичних стани, після проходження першого, ідентичного до першого роду, починається фаза Шубнікова – у надпровідник починає проникати магнітне поле у вигляді вихорів Абрикосова. Кожен вихор має у собі нормальну фазу у серцевині і надпровідну у всіх інших його частинах. Надструм циркулює біля ненадпровідного ядра, створює магнітне поле яке еквівалентне кванту магнітного потоку [2]. Надпровідний стан може руйнуватися з підвищенням температури за критичну, прикладанням сильнішого магнітного поля чи струму.

Враховуючи згадані теоретичні відомості найбільшою проблемою для практичного застосування є питання підтримання низьких температур, тому метою дослідження стало збільшити час перебування у надпровідному стані, не збільшуючи кількість використаного кріогенту. У практичній частині використовувався високотемпературний надпровідник другого роду $YBa_2Cu_3O_7$ з температурою переходу 78 К (6 К віддається на перехід), кріогентом був рідкий азот (77 К).

У першій частині експерименту було виміряно час перебування у надпровідному стані за умов середовища (18°C / 291 К). Період підтримання температури становив 14 хвилин.

У другій частині експерименту використовувався метод відкачування теплих парів азоту. Після фіксування переходу надпровідник поміщався під ковпак, таким чином ізолювався від зовнішніх чинників впливу. Опісля вмикався насос що відкачував теплі пари азоту. Під час відкачування було

зафіксовано утворення криокристалів додатково охолоджуючих надпровідник і подовжуючих період його перебування у надпровідному стані. Було виміряно 26 хвилин підтримання критичної температури. Тобто використовуючи метод відкачування можливо збільшити час перебування вдвічі, а загалом підтримувати його до 40 хвилин.

Метод відкачування можливо ефективно застосовувати для поліпшення використання надпровідності. Наразі надпровідники вже широко застосовуються у різноманітних сферах нашого життя. Наприклад у Японії працюють потяги на магнітній подушці. Вони є більш екологічними і зручнішими за звичайні. У їх функціонуванні використовується попередньо описаний ефект левітації. Потяг може розвивати швидкість до 580 км/год через відсутність тертя. Також надпровідність використовується для функціонування Великого адронного колайдера задля прискорення заряджених частинок. У квантових комп'ютерах використовують надпровідні котушки для зберігання інформації. Надпровідниковий магнітний акумулятор має ККД у 95 відсотків, тому є оптимальним джерелом збереження енергії. З огляду на те, що суспільство безперервно розвивається, можна сказати, що надпровідники будуть все більше вдосконалюватись і практично застосовуватись. Тому допоки не буде винайдено надпровідник кімнатної температури питання низьких температур буде нагальним. Отже запропонований метод відкачування теплих парів азоту є оптимальним для вирішення поставленої задачі.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Локтєв В.М. Лекції з фізики надпровідності. Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України, Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”. Київ: 2011. 276 с.
- [2] Шкловский, А.В., Добровольский В.А. Пининг и динамика вихрей в сверхпроводниках. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна. 2014. 122 с.