

НАДПРОВІДНІСТЬ РЕЧОВИН

Надпровідність – фізичне явище, що спостерігається у деяких речовин (надпровідників), за умови охолодження їх нижче деякої температури T_c , і полягає у майже повному зникненні електричного опору й виштовхуванню магнітного поля зі зразка. Явище відкрито Х. Каммерлінг-Оннесом у 1911р.

Було виявлено, що під час охолодження до наднизьких температур цілий ряд речовин володіє у 10-12 разів меншим опором ніж за кімнатної температури. Дослідами доведено, що створений у замкнутому надпровідниковому контурі струм буде циркулювати по ньому навіть без джерела ЕРС. Струм у надпровіднику не зміщується під дією магнітного поля, на відміну від струму у звичайному провіднику.

Надпровідність зникає під дією наступних факторів:

- підвищення температури;
- вплив достатньо сильного магнітного поля;
- достатньо велика щільність струму.

З підвищенням температури до деякої критичної межі T_c майже миттєво з'являється помітний омичний опір. Перехід від стану надпровідності до провідності тим різкіший і помітніший, чим більш однорідним є зразок.

Можливо домогтися переходу до стану провідності навіть за температури нижчої від критичної межі T_c , посилюючи магнітне поле.

Зі збільшенням сили струму знижується критична межа T_c . Це означає, що чим вища температура переходу, тим більшим є допустиме значення сили струму.

Всупереч поширеній думці, надпровідник є дещо більшим за ідеальний провідник. Виявилося, що метал у надпровідному стані ніколи не дозволяє проникнути магнітному потоку всередину.

Розрізняють надпровідники першого та другого роду.

Надпровідники першого роду створюють навколо себе магнітне поле під час проходження крізь них струму. Між щільністю струму та магнітним полем існує чіткий взаємозв'язок. Критичному значенню сили магнітного поля відповідає деяке критичне значення сили струму. Порушена критичним значенням струму надпровідність виявляється з утворенням перехідного стану. Під впливом зовнішнього магнітного поля сильно викривляється геометрія міжфазових меж надпровідних та нормальних областей. Низькі

критичні параметри надпровідників першого роду практично унеможливають їхнє технічне застосування.

На відміну від надпровідників першого роду провідники другого роду проводять струм у повному об'ємі, тому що їх область провідності обмежується тонким поверхневим шаром.

Найбільш поширені в електротехніці надпровідники – це сплав ніобій-титан та інтерметалід ніобій-олово. Технологічні процеси виготовлення надтонких ніобій-титанових ниток та їх стабілізації досягли доволі високого рівня розвитку. Широкого застосування набула так звана бронзова технологія виробництва багатожильних провідників на основі ніобій-олова.

Розвиток надпровідникової техніки пов'язаний також зі створенням зріджувачів та охолоджувачів що рази більшої холодогенерації на рівні температур рідкого гелію.

Надпровідні котушки використовуються в установках термоядерного синтезу, а також для бульбашкових водневих камер та великих прискорювачів часток. В останні роки широко використовуються надпровідники у турбогенераторах, електродвигунах, уніполярних машинах, топологічних генераторах, кабелях, комутаційних і струмообмежувальних приладах, магнітних сепараторах, транспортувальних системах та ін.

Наразі існують два головних напрямки у сфері застосування надпровідності. Передусім – це магнітні системи різного призначення, потім – електричні машини (зокрема турбогенератори).

Застосування надпровідних матеріалів у потужних турбогенераторах є перспективним через можливість зменшення маси та габаритів машини зі збереженням потужності. У звичайних апаратах така модифікація супроводжується збільшенням втрат і складнощами забезпечення високого ККД, що вирішується збільшенням маси машини у 2-2.5 рази, у той час як відсутність втрат у роторі з надпровідною обмоткою дає можливість підвищити ККД приблизно на 0.5% і наблизитися до ККД великих турбогенераторів, який сягає порядку 99.3%. У цих умовах економія енергії, отримувана за рахунок зменшення втрат досить швидко виправдовує вкладення у створення нових надпровідникових машин.