

УДК 538.945

Сверхпроводники и их применение

Титов А.Д., Мятлев Е.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент ПРОКОПЕНКО В.Г.

При абсолютном нуле электрическое сопротивление должно стремиться к нулю. Если кристалл идеальный, то его атомы строго неподвижны, и электроны перемещаются совершенно свободно, не испытывая сопротивления со стороны кристаллической решетки. Такой кристалл называется идеальным проводником с нулевым сопротивлением.

Возникновение сверхпроводящего состояния связывается с тем, что при температурах ниже точки перехода электрон локально искажает решетку, создавая область притяжения для другого электрона, при этом силы притяжения между ними будут превосходить силы отталкивания. Соударение между электронами и решеткой становятся невозможными, и ток будет протекать даже в отсутствии внешнего источника тока (напряжения).

Помимо сверхпроводимости, сверхпроводники обладают еще одной отличительной чертой, а именно – эффектом Мейснера. Это явление быстрого затухания магнитного поля в сверхпроводнике. Сверхпроводник является диамагнетиком, то есть в магнитном поле в сверхпроводнике индуцируются макроскопические токи, которые создают собственное магнитное поле, которое полностью компенсирует внешнее[1].

Также одно из свойств является возможность пропустить через себя ток предельной величины. Этот параметр называется критическим током. Это значение максимального постоянного тока, который может выдерживать сверхпроводник без потери сверхпроводящего состояния. При превышении данной температуры сверхпроводник теряет свойство сверхпроводимости. Данное свойство можно применять в ограничителях тока короткого замыкания. Экономически обоснованно применять данные установки для защиты крупных энергосистем. В ограничителях тока короткого замыкания применяется специальная сверхпроводниковая заряженная лента. Принцип действия основывается на том, что при многократном превышении критического тока, заряженная лента выходит из своего сверхпроводящего состояния и появляется собственное сопротивление проводника. Главное отличие такой установки от используемых заключается в следующем: при пропуске токов многократно превышающее допустимые обмотка установки не воспламеняется[2].

Применение свойств сверхпроводимости все больше используют в науке и технике. Например, по сверхпроводящему кабелю диаметром несколько сантиметров можно передавать столько же электроэнергии, как и по сети ЛЭП, причем с очень малыми потерями. Сильноточные технологии, которые предназначаются для устройств больших мощностей, применяются в электроэнергетике, промышленности и на транспорте. В этих отраслях сверхпроводниковые технологии ведут к созданию электрооборудования в 2–3 раза меньшей массы, более экологичного, более надежного с большим сроком эксплуатации. Применение сверхпроводимости может привести к созданию сверхбыстрых электронно-вычислительных машин. Речь идет о так называемых криотронах – переключающих сверхпроводящих элементах. Такие устройства могут легко сочетаться со сверхпроводящими запоминающими элементами. Важным преимуществом криотронов перед обычными полупроводниковыми устройствами является отсутствие потребности в энергии в стационарном состоянии. После создания переходов Джозефсона было предложено заменить ими криотроны, и оказалось, что время переключения такой системы составляет около 10-12 с. Именно это и открывает широкие перспективы для создания мощнейших вычислительных машин, но пока эти разработки являются лишь лабораторными образцами.

Предполагается, что в электроэнергетике будет происходить постепенная замена традиционного резисторного оборудования на более дешевое и компактное сверхпроводниковое оборудование, которое существенно выше по надежности и эффективности[3].

Литература

1. В.Л. Гинзбург Сверхпроводимость. - М.: Наука. - 1990.-112с.
2. В.С. Лутинов Физические основы сверхпроводимости. - М.: Высш. шк., - 1989.-90с.
3. В.В. Шмидт Введение в физику сверхпроводников. - М.: Знание. - 1982.-402с.