

Сергеев А.Е. Магниторезистивный эффект сверхпроводящих материалов // Академия педагогических идей «Новация». Серия: Студенческий научный вестник. – 2019. – №4 (апрель). – АРТ 382-эл. – 0,2 п.л. - URL: <http://akademnova.ru/page/875550>

РУБРИКА: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 537.6

Сергеев Алексей Евгеньевич

Студент 4 курса

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный
авиационный технический университет»

г. Уфа, Республика Башкортостан,

Российская Федерация

e-mail: sergeev-a5@yandex.ru

**МАГНИТОРЕЗИСТИВНЫЙ ЭФФЕКТ СВЕРХПРОВОДЯЩИХ
МАТЕРИАЛОВ**

Аннотация: в статье объясняется принцип магниторезистивного эффекта материалов, когда их электрическое сопротивление тем или иным образом зависит от величины магнитного поля, куда они помещаются. Выражается математическая зависимость удельного сопротивления материалов от величины индукции магнитного поля. Уделяется особое внимание влиянию данного эффекта на сверхпроводники, при котором они приобретают довольно интересные свойства.

Ключевые слова: магниторезистивный эффект, магнетосопротивление, сверхпроводники, левитация, магнитное поле.

Сайт: akademnova.ru
e-mail: akademnova@mail.ru

Sergeev Aleksey Evgenevich

4th year student

FSBEI of HE "Ufa State
Aviation Technical University "
Ufa, Republic of Bashkortostan,
Russian Federation
e-mail: sergeev-a5@yandex.ru

ESSENCE OF THE PHENOMENON OF THE DYNAMIC SUPERCONDUCTIVITY IN ELECTRIC GENERATORS

Annotation: the article explains the principle of the magnetoresistive effect of materials, when their electrical resistance in one way or another depends on the magnitude of the magnetic field where they are placed. The mathematical dependence of the resistivity of materials on the magnitude of the magnetic field is expressed. Special attention is paid to the effect of this effect on superconductors, in which they acquire quite interesting properties.

Keywords: magnetoresistive effect, magnetoresistance, superconductors, levitation, magnetic field.

Магниторезистивным эффектом, или магнетосопротивлением, называют зависимость электрического сопротивления материала от величины магнитного поля, в котором находится материал.

Данный эффект впервые был обнаружен шотландско-ирландским физиком Уильямом Томсоном в 1856 году.

При возрастании значения магнитного поля сопротивления различных веществ могут как увеличиваться (положительный магниторезистивный эффект), так и уменьшаться (отрицательный магниторезистивный эффект). Для проводников (металлов) эффект магнетосопротивления не настолько значителен, как, например, в полупроводниках, относительное изменение сопротивления которых в магнитном поле в 100-10000 раз выше, чем в металлах.

В общем случае удельное электрическое сопротивление материалов зависит от угла между магнитным полем и током:

$$\rho = \rho_0 + \Delta\rho \cdot \cos\alpha^2,$$

где ρ – удельное сопротивление материала; ρ_0 – удельное сопротивление материала при отсутствии магнитного поля; $\Delta\rho$ – изменение удельного сопротивления материала при помещении его в магнитное поле; α – угол между магнитным полем и током.

Изменение удельного сопротивления (удельное магнетосопротивление) также зависит от величины магнитной индукции:

$$\Delta\rho = \rho_0 \cdot \mu^2 \cdot B^2,$$

где μ – подвижность заряженных частиц, B – индукция магнитного поля.

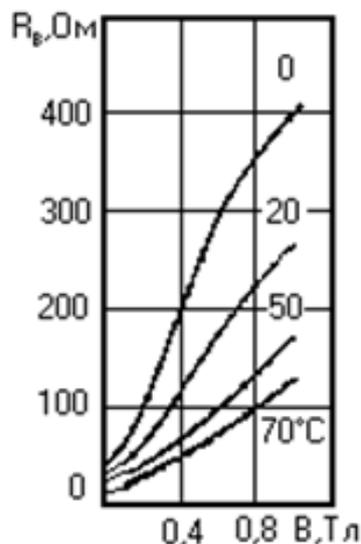


Рисунок 1 – Зависимость сопротивления антимида индия (соединения индия и сурьмы) от значения магнитной индукции для различных температур

Наибольший интерес данное явление представляет для сверхпроводящих материалов. Для них существует критическое магнитное поле, при достижении которого сверхпроводники теряют свойства бесконечной проводимости и становятся веществами с вполне определенным сопротивлением. При увеличении магнитного поля сопротивление сверхпроводника уменьшается, то есть наблюдается отрицательный магниторезистивный эффект.

Магнитное поле способно оказывать на сверхпроводник очень необычный эффект, который называется эффектом Мейснера (рисунок 2). Суть этого эффекта состоит в том, что при переходе сверхпроводника в сверхпроводящее состояние магнитное поле полностью вытесняется из объема сверхпроводника. Сопротивление самого сверхпроводника нулевое, в объеме его отсутствуют какие-либо токи, поэтому магнитное поле в сверхпроводнике также существовать не может. Лишь на поверхности

сверхпроводника существуют поверхностные токи, благодаря которым линии магнитного поля как бы огибают сверхпроводник по его границам поверхности.

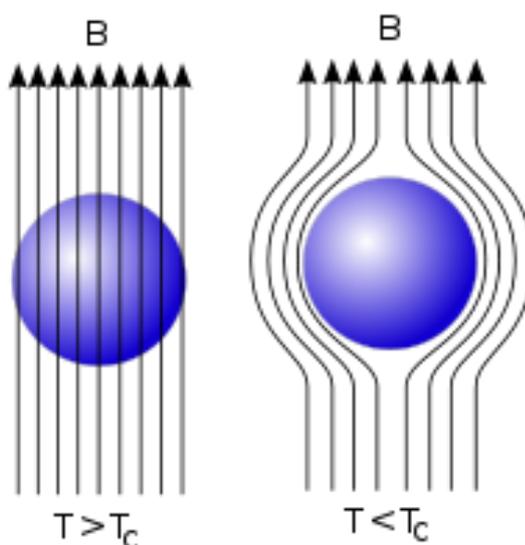


Рисунок 2 – Эффект Мейснера в сверхпроводниках: вытеснение магнитного поля из объема сверхпроводника

Эффектом Мейснера объясняется так называемое явление левитации магнита над сверхпроводником (рисунок 3). Если положить магнит на поверхность сверхпроводника, свойства которого сохраняются при данных условиях, то магнит вспарит над ним на некотором расстоянии. При дальнейшем увеличении магнитного поля до критического значения магнит будет подниматься над сверхпроводником все выше, так как сверхпроводящие свойства проводника будут усиливаться. При достижении критического поля проводник потеряет свои сверхпроводящие свойства и магнит уже не будет способен зависать в пространстве.

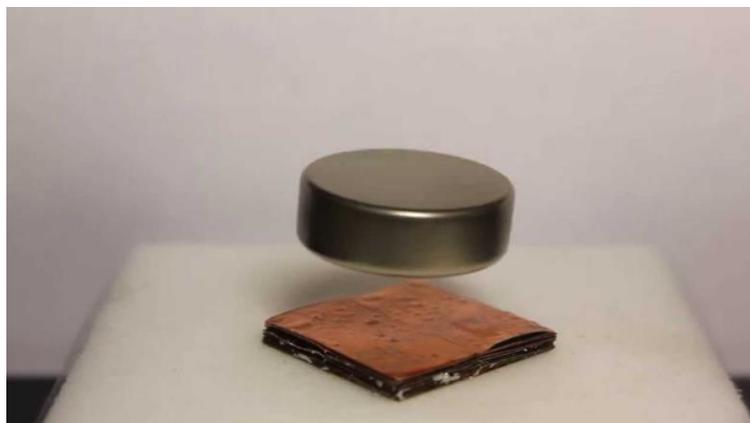


Рисунок 3 – Зависание магнита в воздухе над сверхпроводником

В заключении следует отметить, что магниторезистивный эффект сверхпроводников уже нашел применение в электротехнике. Например, сверхпроводники используют, чтобы получить магнитное поле большой индукции. Из сверхпроводниковых сплавов с большой критической индуктивностью изготавливают проволоку для обмоток трансформаторов. В сверхпроводниковых материалах - высокая плотность тока, поэтому создается магнитное поле большой силы, что существенно увеличивает технические характеристики трансформаторов. При этом, в отличие от традиционных материалов, из которых изготавливаются обмотки трансформаторов, в сверхпроводниках тепло не выделяется, то есть не происходит потерь электроэнергии.

Список использованной литературы:

- 1 Введение в магнитоэлектронику: курс лекций для студентов физического факультета/ М.Г.Лукашевич. – Мн.: БГУ, 2003.- с.
- 2 Карпенков С.Х. Современные преобразователи и накопители информации: Учебное пособие – М. Логос, 2004 – 344 стр.

- 3 [Электронный ресурс]. – https://spravochnick.ru/fizika/mehanizmy_elektroprovodnosti/primenenie_sverhprovodnikov/
- 4 [Электронный ресурс]. – <https://studfiles.net/preview/2652747/page:29/>
- 5 [Электронный ресурс]. – <https://ru.wikipedia.org/wiki/Магнетосопротивление>

Дата поступления в редакцию: 23.04.2019 г.

Опубликовано: 29.04.2019 г.

*© Академия педагогических идей «Новация». Серия «Студенческий научный вестник»,
электронный журнал, 2019*

© Сергеев А.Е., 2019