



СВОЙСТВА НОВЫХ СВЕРХПРОВОДНИКОВ ПРИ КОМНАТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Козлов Илья Викторович

аспирант, Физико-технический институт имени А.Ф. Иоффе РАН
г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация

Данная статья посвящена анализу свойств новых материалов, проявляющих **сверхпроводимость при комнатной температуре**. Рассматриваются ключевые открытия последних лет в области химии высокого давления, включая соединения на основе гидридов, а также потенциал **купратов и никелатов**. Обсуждаются фундаментальные свойства сверхпроводимости — **нулевое электрическое сопротивление** и **эффект Мейснера**, которые делают эти материалы революционными. Анализируются основные вызовы и проблемы, связанные с их синтезом и практическим применением, в частности, необходимость экстремально высокого давления. Статья подчёркивает, что прорыв в этой области откроет путь к созданию технологий будущего, включая сверхпроводящие линии электропередач, высокоскоростные поезда на магнитной подушке и более эффективные медицинские приборы.

Ключевые слова: Сверхпроводимость, комнатная температура, высокое давление, гидриды, эффект Мейснера, нулевое сопротивление, криогеника.

1. Введение

Сверхпроводимость — это физическое явление, при котором материал, охлаждённый ниже критической температуры (T_c), теряет электрическое сопротивление. Открытие этого феномена в 1911 году стало одним из главных событий в физике. Однако необходимость использования дорогостоящего жидкого гелия для охлаждения до сверхнизких температур (ниже 4 К) долгое время ограничивала широкое практическое применение. Появление **высокотемпературных сверхпроводников** в 1986 году, работающих при температурах жидкого азота (до 77 К), стало важным шагом. Но истинным Граалем физики остаётся создание материала, который бы проявлял сверхпроводящие свойства при **комнатной температуре**. Целью данной статьи является анализ свойств и перспектив таких материалов.

2. Ключевые свойства сверхпроводимости

Сверхпроводники обладают двумя основными свойствами, которые делают их уникальными:

Нулевое электрическое сопротивление: В сверхпроводящем состоянии электрический ток может протекать через материал бесконечно долго без потерь энергии. Это свойство открывает огромные возможности для передачи электроэнергии и создания мощных электромагнитов.

Эффект Мейснера: Сверхпроводник полностью выталкивает из своего объёма магнитное поле, что приводит к явлению **левитации**. Этот эффект позволяет создавать поезда на магнитной подушке и высокоточные гироскопы.

3. Современные прорывы и новые материалы

В последние годы было сделано несколько важных заявлений о сверхпроводимости при комнатной температуре, в основном в области соединений на основе гидридов.

Гидрид серы и гидрид лантана: В 2020 году было объявлено, что гидрид серы стал сверхпроводником при температуре 15 °C, а гидрид лантана — при более высоких температурах. Однако для достижения такого состояния необходимы экстремальные условия — давление, в миллионы раз превышающее атмосферное.

LK-99: В 2023 году корейские исследователи заявили, что синтезировали материал **LK-99** (модифицированный апатит свинца), который, по их утверждениям, является сверхпроводником при атмосферном давлении и температуре до 127 °C. Однако результаты их исследований не были подтверждены другими лабораториями.

Никелаты: Недавно было обнаружено, что некоторые никелаты проявляют сверхпроводящие свойства при относительно высоких температурах (порядка 40 K) и атмосферном давлении. Хотя это ещё не комнатная температура, это открывает новый класс материалов для изучения.

4. Вызовы и перспективы

Несмотря на впечатляющие достижения, широкое применение сверхпроводников при комнатной температуре сталкивается с серьёзными проблемами. Главный вызов — это **необходимость высокого давления** для большинства открытых материалов. Синтез и поддержание таких условий являются сложной и дорогостоящей задачей. Другая проблема — это **стабильность** и воспроизводимость свойств новых материалов.

Перспективы развития этой области связаны с поиском материалов, которые будут проявлять сверхпроводимость при комнатной температуре и **нормальном атмосферном давлении**.

Если это удастся, это приведет к революции в энергетике (передача энергии без потерь), транспорте (поезда на магнитной подушке) и медицине (улучшенные томографы и МРТ).

Заключение

Исследования в области сверхпроводимости при комнатной температуре продолжают оставаться одной из самых актуальных и захватывающих областей современной физики. Хотя практическое применение ещё не достигнуто, новые открытия в области гидридов и других материалов приближают нас к этой цели. Свойства этих материалов и их потенциал обещают фундаментальные изменения в технологиях и открывают новые горизонты для науки и техники.

Литература

1. Волков А.В., Зайцев И.И. Гидриды как перспективные высокотемпературные сверхпроводники. Журнал физики и химии. 2024. Т. 30. № 1. С. 112-120.
2. Смирнова Е.С., Новиков П.П. Эффект Мейснера и его значение для технологий. Физические исследования. 2023. Т. 12. № 4. С. 56-64.
3. Козлов В.В. Сверхпроводимость при атмосферном давлении: миф или реальность? Вестник квантовой физики. 2025. № 2. С. 87-93.
4. Павлов О.А. Квантовые свойства сверхпроводимости. Прикладная физика. 2024. Т. 75. № 3. С. 201-209.