

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СВЕРХПРОВОДНИКОВ

**Кабаргин И.П., студент 1 курса факультета энергетики и систем
управления**

**Научный руководитель – Черных Т.Е., старший преподаватель
ФГБОУ ВО Воронежский государственный технический
университет**

Ключевые слова: высокотемпературные сверхпроводники, энергетика, магнитная левитация, квантовые компьютеры, энергосбережение.

Сверхпроводники, обладающие уникальными свойствами нулевого сопротивления и эффектом Мейснера, открывают новые горизонты в различных областях науки и техники. В статье рассмотрены современные технологии применения сверхпроводников в энергетике, медицине, транспорте и квантовых вычислениях.

Введение. Сверхпроводимость – это уникальное физическое явление, открытое в 1911 году Хейке Камерлинг-Оннесом, при котором материалы теряют электрическое сопротивление при охлаждении до критической температуры. Это открытие положило начало активным исследованиям [1] в области сверхпроводников, которые сегодня находят применение в энергетике, медицине, транспорте и квантовых технологиях. Современные сверхпроводники делятся на два основных типа: низкотемпературные (например, ниобий) и высокотемпературные (например, соединения на основе меди и железа) [2]. Высокотемпературные сверхпроводники, работающие при температурах выше 77 К, открывают новые возможности для практического использования, так как они требуют менее затратных систем охлаждения на основе жидкого азота.

Целью данной статьи является анализ современных технологий применения сверхпроводников в различных областях, таких как энергетика, медицина, транспорт и квантовые вычисления. В работе

также рассматриваются перспективы развития высокотемпературных сверхпроводников и их интеграция в практические приложения.

Результаты исследования. Рассмотрим применение сверхпроводников в области энергетики [3]. Сверхпроводящие кабели, обладающие нулевым сопротивлением, позволяют передавать электроэнергию на большие расстояния с минимальными потерями. Это особенно актуально для создания энергоэффективных сетей и снижения затрат на передачу энергии. Например, в Японии и США уже реализуются проекты по использованию сверхпроводящих линий электропередачи, которые демонстрируют снижение потерь энергии на 80%. Формула для расчёта потерь мощности в обычном кабеле:

$$P_{\text{потери}} = I^2 \cdot R \quad (1)$$

где I – ток, R – сопротивление кабеля. Для сверхпроводящего кабеля сопротивление $R=0$, следовательно, потери мощности отсутствуют.

В медицине сверхпроводящие магниты используются в магнитно-резонансной томографии (МРТ) [4] для создания мощного и стабильного магнитного поля, что позволяет получать высококачественные изображения. Это значительно улучшает диагностику заболеваний и открывает новые возможности для неинвазивных методов лечения. Для наглядного представления влияния силы магнитного поля на качество изображения МРТ построим график – рис.1.



Рис. 1. Зависимость качества изображения МРТ от силы магнитного поля

Исходя из рисунка видно, что чем выше сила магнитного поля, тем лучше качество изображения.

Сверхпроводники также используются в технологии магнитной левитации, которая лежит в основе высокоскоростных поездов на магнитной подушке (маглев). Такие поезда движутся без трения, что значительно снижает затраты на обслуживание и повышает скорость передвижения.

Формула для расчёта силы левитации:

$$F = \frac{B^2 \cdot A}{2 \cdot \mu_0} (2)$$

где B – магнитное поле, A – площадь поверхности, μ_0 – магнитная постоянная.

Сверхпроводящие квантовые интерферометры (СКВИДы) [5] используются в квантовых компьютерах для создания кубитов — базовых элементов квантовых вычислений. Это открывает новые горизонты в области обработки данных и хранения информации.

Выводы. В энергетике сверхпроводящие кабели позволяют снизить потери энергии на 80%, что делает их перспективными для создания энергоэффективных сетей. В медицине использование сверхпроводящих магнитов в МРТ повышает качество диагностики и открывает новые возможности для лечения. В сфере транспорта технология магнитной левитации на основе сверхпроводников позволяет создавать высокоскоростные поезда с минимальными затратами на обслуживание, а сверхпроводящие квантовые интерферометры являются ключевым элементом в создании квантовых компьютеров.

Сверхпроводники представляют собой один из наиболее перспективных материалов для создания инновационных технологий в энергетике, медицине, транспорте и квантовых вычислениях. Несмотря на существующие ограничения, такие как высокая стоимость производства и необходимость охлаждения, дальнейшие исследования в области высокотемпературных сверхпроводников могут привести к революционным изменениям в этих областях. Успешное преодоление технических барьеров позволит интегрировать сверхпроводники

в повседневную жизнь, что делает их важным элементом устойчивого развития и технологического прогресса.

Библиографический список:

1. Линтон Э. «Сверхпроводники II рода» / Э. Линтона, У. Мак-Лина / журнал «Успехи физических наук» том 97, номер 3 – 1969 г, с. 495–523.
2. Сверхпроводники, 2021 – Электронный ресурс – Режим доступа: <https://мниап.рф/repository/analytics/834/document.pdf>
3. Применение сверхпроводимости в энергетике – Электронный ресурс – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-sverhprovodimosti-v-energetike/viewer>
4. Магнитно-резонансный томограф – Электронный ресурс – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/405355/>
5. Аналог квантового интерферометра – Электронный ресурс – Режим доступа: <https://nplus1.ru/news/2018/04/09/CQUID>

**MODERN TECHNOLOGIES AND PROSPECTS FOR
APPLICATION OF SUPERCONDUCTORS**

Kabargin I.P.

Scientific supervisor – Chernykh T.E.

Voronezh State Technical University

Keywords: *high-temperature superconductors, energy, magnetic levitation, quantum computers, energy saving.*

Superconductors, which have unique properties of zero resistance and the Meissner effect, open up new horizons in various fields of science and technology. The article examines modern technologies for the use of superconductors in energy, medicine, transport and quantum computing.