

СВЕРХПРОВОДНИКИ. НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Республика Беларусь

Белойчук Д. И.

Забелина И. А. – канд. техн. наук, доцент

Глобальная цель исследователей природы сверхпроводимости на сегодняшний день – открыть такой материал, который сохранял бы свои сверхпроводящие свойства при комнатной температуре. Такой материал мог бы избавить всю технику, использующую явление сверхпроводимости от ее главного недостатка – необходимости постоянного охлаждения проводника с помощью громоздких и дорогих криогенных установок на жидком азоте.

Сверхпроводники – вещества, переходящие в сверхпроводящее состояние при температурах ниже критической (T_k). В основе теоретического объяснения явления сверхпроводимости заложено представление об образовании электронных куперовских пар [1]. В сверхпроводнике взаимодействие электронов друг с другом происходит в результате обменного фононного взаимодействия через кристаллическую решетку. Это означает, что сверхпроводимость должна наблюдаться у веществ, характеризующихся сильным взаимодействием электронов проводимости с ионами решетки кристалла и поэтому являющимися относительно плохими проводниками в обычных условиях [2].

В настоящее время все вещества, переходящие в сверхпроводящее состояние условно разделяют на две большие группы: низкотемпературные и высокотемпературные сверхпроводники (ВТСП). К низкотемпературным сверхпроводникам относят сверхпроводники, у которых T_k 25 К [2]. В 1986 г. были открыты ВТСП, у которых T_k выше температуры жидкого азота, равной 77 К [3].

Отсутствие электрического сопротивления позволяет использовать сверхпроводники для эффективной передачи электроэнергии. Так, замена медной обмотки в трансформаторах на сверхпроводящие провода позволит уменьшить потери электроэнергии на 80-90 % и снизить общую массу примерно в 2-3 раза. Исключение трансформаторного масла делает сверхпроводниковый трансформатор пожаробезопасным и экологически безупречным. Большая устойчивость к работе при перегрузках позволит заменить традиционный трансформатор менее мощным сверхпроводниковым, а уменьшенное старение изоляции из-за низких рабочих температур и отсутствия температурных градиентов позволит увеличить время эксплуатации [3].

В 2007 г. в США началась реализация «Проекта «Гидра» (*Project Hydra*). Проект реализует корпорация *American Superconductor (AMSC)*. В рамках проекта будет разработана и построена беспрецедентная по защищенности и степени резервирования система электроснабжения центра г. Нью-Йорка, исключающая нарушение электроснабжения при любых авариях (из-за погоды, технологических сбоев, атак террористов). *AMSC* предлагает новую сверхпроводниковую технологию «*Secure Super Grids™*» для энергосистем большой мощности с защитой от перенапряжения, обеспечивающую безопасное и эффективное снабжение электроэнергией предприятий города [4].

Сверхпроводниковые технологии чрезвычайно привлекательны для применения на флоте – как гражданском, так и военном. Сверхпроводниковые приводы и генераторы отличаются высокой компактностью при массе в 2-3 раза меньшей, чем у традиционных аналогов и обладают высокой тягой даже на низких оборотах. 28 марта 2007 г. *American Superconductor (AMSC)* и *Northrop Grumman (NOC)* объявили об успешном завершении испытаний крупнейшего в мире ВТСП судового электродвигателя мощностью 36,5 МВт. В проекте также участвовали *Ranor Inc.* и *Electric Machinery Company*. Масса электродвигателя составляет 75 т, что в три раза меньше, чем для двигателя традиционного исполнения. Сразу по завершению испытаний электродвигатель передала ВМФ США, впоследствии предполагается установить электродвигатель на новейший эсминец класса *DDG-1000* [4] (рисунок).

В перспективе возможны проекты совместной прокладки криотрубопроводов и железных дорог. Лидером в области применения сверхпроводимости на железной дороге является Япония. В Японии разработки данного направления ведутся уже около 20 лет, за это время выпущено около 10 модификаций поездов.

Возможность ускорения макроскопических объектов электромагнитным полем найдет свое применение также на аэродромах и космодромах, где сверхпроводящие магниты будут обеспечивать взлет и посадку воздушным судам и космическим кораблям [5].

Таким образом, в недалеком будущем сверхпроводимость станет одной из базовых составляющих технического прогресса во многих секторах экономики и будет играть важную роль в нашей повседневной жизни.



Рис. 2 – Судовой двигатель *AMSC* и эсминец класса *DDG-1000* [4]

Список использованных источников:

1. Гинзбург В.Л., Андрюшин Е.А. Сверхпроводимость. 1990.
2. Гуревич А.В., Минц Р.Г., Рахманов А.Л. Физика композитных сверхпроводников. 1987.
3. Изюмов Ю.А., Курмаев Э.З. Высокотемпературные сверхпроводники на основе FeAs-соединений. 2009.
4. Значение сверхпроводимости в современном мире и в ближайшем будущем // *Energyland*. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://energyland.info/analytic-show-9615>. — Дата доступа: 14.04.2013.
5. Мняня М.Г. Сверхпроводники в современном мире. 1991.