

УДК 621.59(075.8)

С.И. Бондаренко

Физико-технический институт низких температур им. Б.И. Веркина НАН Украины, проспект Ленина, 47,
г. Харьков, Украина, 61103
e-mail: bondarenko@ilt.kharkov.ua

Г.К. Лавренченко

Одесская государственная академия холода, ул. Дворянская, 1/3, г. Одесса, Украины, 65082
e-mail: uasigma@paco.net

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ СВЕРХПРОВОДНИКИ И НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

На основе высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) уже сейчас могут решаться различные актуальные прикладные задачи. Сделан обзор состояния и работ в области ВТСП. Показано, каких результатов удалось достичь за 25 лет создания и исследования ВТСП. Приведены данные об основных областях применения ВТСП, проблемах и перспективах этого научно-технического направления.

Ключевые слова: Сверхпроводимость. Высокотемпературные сверхпроводники. Критическая температура. СКВИД.

S.I. Bondarenko, G.K. Lavrenchenko

HIGH-TEMPERATURE SUPERCONDUCTORS AND SOME ASPECTS OF THEIR APPLICATION

Based on the high temperature superconductors (HTSC) different actual applied problems can be solved already. Conclude with an outlook state and works in the field of HTSC. It is shown which results have been achieved in 25 years creation and studies of HTSC. It presents data on main areas of application HTSC, problems and prospects this scientific and technical direction.

Keywords: Superconductivity. High-temperature superconductors. Critical temperature. SQUID.

1. ВВЕДЕНИЕ

Исполнилось 100 лет со дня открытия сверхпроводимости. В 1911 г. голландский физик *Камерлинг-Оннес* изучал поведение ртути при низких температурах. Результат этого исследования оказался неожиданным: при температуре ниже 4,15 К электрическое сопротивление ртути почти мгновенно исчезло.

Этот опыт проводился при довольно низкой температуре, которую можно было получить только с помощью жидкого гелия. Его впервые оживил тот же Камерлинг-Оннес в 1908 г. [1]. Сложность поддержания гелиевых температур долгие годы сдерживала экспериментальные работы. Что же касается теории сверхпроводимости, то объяснение этого явления на микроскопическом уровне было сделано лишь в 1957 г. американскими физиками (*Бардин, Купер и Шриффер*). Поиски новых сверхпроводников для так называемой сейчас НТСП (низкотемпературной сверхпроводимости) велись непрерывно. Однако необходимые для их поддержания в сверхпроводящем состоянии температуры не выходили из области гелиевых. Так, самым «высокотемпературным» на сегодняшний день среди НТСП является материал на основе Nb_3Ge с

критической температурой $T_c=23,2$ К. Критическое магнитное поле у него при экстраполяции к 0 К составляет 400 Гс. Низкотемпературные сверхпроводники используются в недавно введённом в эксплуатацию Большом адронном коллайдере в ЦЕРНе; без них невозможно создание международного термоядерного реактора ИТЕР в Кадараше [2]. Сверхпроводниковые магниты применяются в магнитно-резонансной томографии; их используют в поездах с магнитной подвеской.

Интерес к поиску высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) начал снижаться, пока в 1986 г. швейцарские учёные *К. Мюллер* и *Й. Беднорц* из Лаборатории американской компании ИВМ не открыли способность у керамики на основе La-Ba-Cu-O переходить в сверхпроводящее состояние при 30 К. Прогресс, на первый взгляд, — небольшое, но достаточное для повышения интереса к ВТСП. Действительно, уже через полгода появилась следующая работа с крайне положительным результатом: американскому физiku *Полю Чу* из университета города Хьюстон удалось найти соединение $Ba_2Cu_3O_{7-x}$ с температурой сверхпроводящего перехода в 93 К. Таким образом, если с НТСП можно было работать,