

Волобуев С.В.

ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕРХПРОВОДНИКОВ В ТРАНСФОРМАТОРАХ И КАБЕЛЬНЫХ СЕТЯХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Получение в 1987 году высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) открыло дорогу реализации технических идей, считавшихся ранее фантастическими. Использование сверхпроводниковых материалов позволяет создавать самые разные электротехнические изделия, обладающие очень высокими рабочими характеристиками при чрезвычайно малых габаритах, массе и потребляемой мощности. Появление ВТСП, которые переходят в сверхпроводящее состояние при температурах, превышающих температуру жидкого азота (77 К), открыло путь к разработке новых конструкций с уникальными параметрами, которые функционируют при достаточно простых и дешевых системах азотного охлаждения вместо традиционного дорогостоящего гелиевого оборудования. Например, открытие в 1986 г. Беднорцем и Мюллером ВТСП, имеющих рабочую температуру выше 77 К, дало новый толчок развитию кабелей, основанных на эффекте сверхпроводимости.

При низких температурах в материале, особенно под нагрузкой, могут происходить внутренние структурные превращения, в результате чего возрастает опасность внезапного разрушения деталей. Поэтому даже в тех случаях, когда глубокое охлаждение носило временный характер, при последующей работе в условиях нормальных температур следует считаться с возможными остаточными явлениями, а при работе в условиях низких температур необходимо учитывать возможность преждевременного хрупкого разрушения материала в результате уменьшения пластичности. Одна из причин хрупкого разрушения - мартенситное превращение, сопровождающееся увеличением объема и снижением ударной вязкости. В связи с этим целесообразно применение материалов с ВТСП-ками в оборудовании, в котором внутренние напряжения минимальны. Это оборудование, в котором механические нагрузки минимальны, т.е. силовые трансформаторы и кабели.

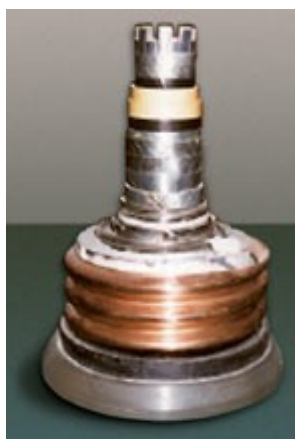


Рис. 1. Кабель с обмотками из ВТСП на 3 ГВА

К середине 80-х годов наметился явный разрыв между пропускной способностью обычных кабелей и растущей потребностью в передаваемых мощностях. Ученые всего мира работали над решением этой задачи и к тому времени достаточно большие успехи были достигнуты в области низкотемпературных сверхпроводниковых кабелей. В качестве примера можно привести кабель Всероссийского НИИ кабельной промышленности (ВНИИКП) на 3 ГВА (рисунок). Однако огромным минусом, сдерживающим развитие и применение этих кабелей, было условие охлаждения жидким гелием, т.к. эти кабели работали при температуре 4,2 К.

Создание сверхпроводящего электротехнического оборудования требует выполнения большого комплекса сопутствующих научных исследований и разработки принципиально новых методов электромагнитных,

механических, теплофизических и гидродинамических расчетов с их экспериментальной проверкой на макетах и моделях.