

УДК 621.311+621.315/.316

## СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ СЕТИ

Савошинский А.М.

Научный руководитель – профессор, д.т.н. Фурсанов М.И.

Полномасштабные проекты, в которых использовались силовые кабели с элементами, обладающими сверхпроводимостью при высоких температурах (HTS), реализованы в разных странах. Сверхпроводящие кабели с низким импедансом и большой токовой пропускной способностью в настоящее время установлены в энергетических сетях как для передачи, так и для распределения напряжения для того, чтобы удовлетворить растущий спрос на мощности и повысить эффективность электрических сетей. Использование в подземных силовых кабелях проводников с высокотемпературной сверхпроводимостью, которые обладают способностью пропускать ток в 150 раз больший по сравнению с медными проводниками того же диаметра, позволяет обеспечивать пропускную способность тракта передачи в 10 раз большую по сравнению с обычными кабелями. Система охлаждения имеет автономную тепловую среду, что исключает возникновение проблем при изменении рабочей температуры стандартных кабелей и ухудшении характеристик кабелей любой другой конструкции. Поэтому исключаются проблемы, связанные с теплопроводностью почвы, возникновением разности температур в ней, нагревом кабелей и т.п. Любой кабель со сверхпроводящим экранирующим слоем не излучает магнитное поле и не восприимчив к воздействию внешних магнитных полей. Как следствие, такие кабели могут без проблем прокладываться в существующих кабелепроводах или в узких траншеях, что облегчает их монтаж, особенно в плотно населенных городских зонах. Это упрощает решение вопросов выбора трассы для прокладки кабеля и требования к землеотводу. Низковольтные сверхпроводящие кабели являются востребованной альтернативой высоковольтным кабелям или даже воздушным линиям передачи.

К дополнительным преимуществам сверхпроводящих кабелей относятся малые потери, обусловленные низким импедансом материалов, обладающих высокотемпературной сверхпроводимостью. Кроме того, такие кабели позволяют ограничивать токи в аварийных режимах эксплуатации. Сверхпроводящие кабели также могут быть использованы в силовых сетях для того, чтобы разгрузить обычные кабели или воздушные линии электропередачи и снизить перегрузки в городских центрах. Они могут автоматически подавлять броски напряжения, что дает возможность создавать гибкие «самовосстанавливающиеся» сети, которые выдерживают различные вредные воздействия и природные катастрофы. Это уникальное сочетание положительных особенностей делает сверхпроводящие кабели идеальным средством модернизации городских силовых сетей [1].

Сверхпроводники типа 344 компании AMSC представляют собой слой сверхпроводящего материала шириной 4,4 мм с нанесенным тонким слоем меди или нержавеющей стали. Такая многослойная конструкция не только обеспечивает гибкость провода, но и может быть использована для ограничения аварийных токов, протекающих по кабелю. Это происходит при превышении уровня тока, являющегося критическим для сверхпроводящего материала. Сверхпроводник теряет свои проводящие свойства, и ток автоматически начинает протекать по слоям ламинирующего материала с относительно высоким сопротивлением. Конструкция высокотемпературных кабелей позволяет использовать в них жидкий азот в качестве диэлектрика и охлаждающего вещества. По мере того, как энергетические компании все в большей степени узнают о сверхпроводящих кабелях, работающих на постоянном и переменном токе, и об их уникальных возможностях, количество установленных линий будет расти. Интерес к сверхпроводящим кабелям в мире, включая такие страны, как США, Корея, Япония, Китай, Германия и Россия, проявляемый энергетическими компаниями и коммерческими операторами линий передачи электроэнергии, подтверждает такие прогнозы. AmericanSuperconductorCorporation и другие представители промышленности накопили

большой объем технической и экономической информации, подтверждающей, что сверхпроводящие магистральные линии электропередачи постоянного и переменного тока идеально подходят для модернизации наиболее ответственных сегментов силовых сетей во всем мире. Это, несомненно, будет побуждать производителей кабельной продукции расширять свою номенклатуру, предлагая на электротехническом рынке сверхпроводящие кабели. В новом десятилетии влияние сверхпроводящих кабелей на электроэнергетический бизнес достигнет, по всей вероятности, очень больших масштабов, и, может быть, эффект от их внедрения будет соизмерим с тем, чему мы были свидетелями при использовании современных систем передачи данных и связи в последнюю половину прошлого столетия [2].

### Литература

1. Первое отраслевое электронное СМИ. RusCable.Ru [Электронный ресурс] – Москва, 2009. – Режим доступа: [http://www.ruscable.ru/article/Sverkhprovodyashhie\\_kabeli\\_\\_milliardy\\_ekonomii\\_na/](http://www.ruscable.ru/article/Sverkhprovodyashhie_kabeli__milliardy_ekonomii_na/). Дата доступа: 01.11.2010.
2. Популярная механика. [Электронный ресурс] – Санкт-Петербург, 2010. – Режим доступа: <https://www.popmech.ru/technologies/10946-sverkhprovodimost-v-massy-energospabzhenie-pokoreyski/>. - Дата доступа: 09.10.2010.