

Расчет теплообменного аппарата для системы криостатирования сверхпроводящего электрического кабеля

Автор: Хрустовская Д.А

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Баранов А.Ю.

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики

В 1900-ых датский ученый Камерлинг-Оннес обнаружил, что при значительном понижении температуры ртуть фактически теряет свое электрическое сопротивление. Это открытие положило начало изучению сверхпроводимости.

Долгое время ученые полагали, что сверхпроводимость означает только отсутствие электрического сопротивления в веществе. Если приложить магнитное поле к любому проводнику, то его часть будет проводить через этот проводник. Но в 1933 г. ученые В. Мейснер, Р. Оксенфельд и Ф. Хайденрейх доказали, что проводник, переходя в сверхпроводящее состояние, полностью вытесняет магнитный поток, даже если он погружен полностью в магнитное поле.

Применение явления сверхпроводимости в энергетике произвело бы революцию, так как дает возможность избавиться от потерь при передаче электроэнергии по кабелю. Но, из-за того, что это физическое явление проявлялось только при температуре оживания гелия (4,2 К), практическое применение сверхпроводимости развивалось сравнительно медленно. Это продолжалось до того момента, пока в 1986 году сотрудники компании IBM Карл Мюллер и Георг Беднорц не открыли высокотемпературные сверхпроводники (ВТСП). С тех пор, сверхпроводимость и ее применение стало перспективным направлением исследований.

В наше время ВТСП системы применяются в разных областях: от магнитно-резонансной томографии до физики высоких энергий. Самые распространенные системы высокотемпературной сверхпроводимости используются для изготовления сверхпроводящих магнитных системы (локализованные сверхпроводящие системы) и сверхпроводящие кабелей (и т.п. распределенные сверхпроводящие системы, в которых токоведущие линии растянуты в пространстве).

У сверхпроводящих магнитов есть одно большое преимущество, из-за которого их разработка шла с высокой скоростью, - стационарность. Можно охлаждать такие системы с помощью стационарных источников холодопроизводительности.

А для распределенных системы дела обстоят иначе, так как они были вытянуты в кабель, а значит площадь поверхности тепловой изоляции приходящейся на единицу длины кабеля несопоставимо больше, чем у локальных систем. Распределенный по длине кабеля подвод теплоты из ОС те только создает повышенную тепловую нагрузку, но и не позволяет использовать для криостатирования ВТСП локальные источники холодопроизводительности.

Для охлаждения распределенных СП систем, нужны автономные рефрижераторы с большой надежностью и моторесурсом. Этим требованиям в наибольшей степени отвечают турбокомпрессорные рефрижераторы работающие на неоне. Основной проблемой изготовления рефри-

жераторов такого типа является проектирование теплообменной аппаратуры, размеры и тепловая инерция которых оказывает определяющее влияние на компактность и энергоэффективность рефрижератора в целом. Для выбора рациональных конструктивных решений необходимо создать математическую модель теплообменного устройства и в режиме численного эксперимента подобрать наилучшие сочетания конструктивных параметров.