

УДК 621.59

И.К. Буткевич*Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН, ул. Косыгина, 2, г. Москва, 117334
e-mail: butkevich@kapitza.ras.ru**КРИОГЕННЫЕ ГЕЛИЕВЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ СО СВЕРХПРОВОДЯЩИМИ УСТРОЙСТВАМИ: СОЗДАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ**

Различные объекты со сверхпроводящими устройствами начали разрабатывать с 60-ых годов прошлого века. Для их криостатирования требовались криогенные гелиевые системы (КГС) большой производительности. Создание таких систем представляло сложную научно-техническую проблему. В историческом аспекте рассматривается, как совершенствовались специалистами ОАО «Криогенмаш» (Балашиха Московской области, РФ) различные КГС. Изложены особенности КГС, созданных для перспективных криостатируемых объектов: сверхпроводящие кабели; установки для исследования процессов управляемого термоядерного синтеза «Токамак-7» и «Токамак-15»; криостаты для МГД-установок; оборудование со сверхпроводниками для ускорительно-накопительного комплекса. В процессах создания криогенного оборудования удалось сформировать концепцию разработки высокоэффективных КГС. Её воплотили в конструкции КГС последних моделей.

Ключевые слова: Криогеника. Сверхпроводники. СП-кабели. СП-магниты. Криогенная гелиевая система. Ожижение. Рефрижерация. Детандер. Термоядерный синтез. Эффективность. Надёжность.

I.K. Butkevich**CRYOGENIC HELIUM SYSTEMS FOR OBJECTS WITH SUPERCONDUCTING DEVICES: CREATION AND PERFECTION**

Various objects with superconducting devices have started to develop since 60th years of the last century. For them cryostatting were required cryogenic helium systems (CHS) of the large productivity. Creation of such systems represented a difficult scientific and technical problem. In historical aspect is considered as were improved various CHS by experts of JSC «Cryogenmash» (Balashikha of Moscow area, Russian Federation). Features of CHS created for perspective cryostatting objects are stated: superconducting cables; units for research of processes of controlled thermonuclear synthesis «Tokamak-7» and «Tokamak-15»; cryostats for MGD-units; equipment with superconductors for accelerating-storage complex. During creation of the cryogenic equipment it was possible to generate the concept of development highly effective CHS. It succeeded to be realized in development CHS of last models.

Keywords: Cryogenics. Superconductors (SC). SC-cables. SC-magnets. Cryogenic helium system. Liquefaction. Refrigeration. Expander. Thermonuclear synthesis. Efficiency. Reliability.

1. ВВЕДЕНИЕ

В 60-ых годах прошлого века были достигнуты значительные успехи в освоении технологий производства сверхпроводящих материалов в виде проволок и лент. В связи с этим появились возможности практического использования устройств со сверхпроводниками для создания комплексов, предназначенных для проведения фундаментальных исследований в обла-

сти управляемого термоядерного синтеза и физики высоких энергий. Другой важной областью технического применения сверхпроводников являлась энергетика высоких мощностей: МГД-генераторы, сверхпроводящие кабели; двигатели и генераторы с обмотками из сверхпроводников; криотрансформаторы, сверхпроводящие накопители энергии и др. [1,2].

Криостатирование этих объектов должно было осуществляться в области гелиевых температур. Для

* Автор являлся непосредственным участником создания и испытания всех описываемых КГС, возглавляя научно-техническую лабораторию «Криогенные гелиевые системы» НПО «Криогенмаш» в 1970-1991 гг.