

**И.К. Буткевич**Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН, ул. Косыгина, 2, г. Москва, РФ, 117334  
e-mail: butkevich@kapitza.ras.ru

## СПОСОБЫ ФОРСИРОВАНИЯ КРИОГЕННЫХ ГЕЛИЕВЫХ СИСТЕМ

*Большой опыт, накопленный в процессах создания, исследования, испытаний и эксплуатации криогенных гелиевых систем (КГС) различного назначения, указывает на целесообразность как длительного, так и кратковременного форсирования производительности КГС и криогенных гелиевых установок (КГУ). Отмечается, что если такая возможность предусмотрена заранее, это позволяет значительно проще и с меньшими затратами решить ряд проблем, возникающих при согласовании параметров КГС с криогенными потребителями. Рассматриваются основные приемы форсирования КГС (КГУ), обращается внимание на зависимость степени форсирования от регламента работы.*

**Ключевые слова:** Криогеника. Гелий. Холодопроизводительность. Сверхпроводящее устройство. Закачной компрессор. Турбодетандерный ожижитель.

**I.K. Butkevich**

## FORCING WAYS OF CRYOGENIC HELIUM PLANTS

*The great experience received in the process of development, analysis, testing and exploitation of cryogenic helium systems (CHS) for different purpose, explains the necessity of long and also short term of CHS forcing and cryogenic helium plants (CHP) manufacturing. It is mentioned that if such possibility is foreseen, it allows solving more easily and with less expenses many problems, appearing during the coordination of CHS settings with cryogenic consumers. The main methods of CHS (CHP) forcing are taken into consideration and it is paid attention to the dependence of the forcing degree on the work order.*

**Keywords:** Cryogenics. Helium. Refrigerating capacity. Superconducting device. Pumping compressor. Turboexpanding liquefier.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Необходимость форсирования холодопроизводительности криогенных гелиевых установок (систем) возникает по разным причинам. Основными из них являются: повышенные тепловые нагрузки потребителя по сравнению с расчетными; пониженная холодопроизводительность криогенной гелиевой установки (КГУ) или системы (КГС) по сравнению с техническим заданием; возникновение новых потребителей в процессе эксплуатации; появление непредвиденных потерь холодопроизводительности; увеличение тепловой нагрузки потребителя в процессе эксплуатации; сложности выхода на рабочий режим на стадии захождения.

Рассмотрим каждую из этих причин несколько подробнее.

**Повышенные тепловые нагрузки** чаще всего возникают из-за того, что криостатируемые устройства, как правило, являются объектами экспериментальными, в которых фактор незнания является достаточно большим. И поэтому одна из задач их исследования и испытания — как раз определение истин-

ной величины тепловой нагрузки и источников тепловых потерь. Практически во всех сверхпроводящих устройствах (СПУ), для которых создавались КГС, работающие на температурном уровне 4,5 К и ниже, тепловые нагрузки существенно отличались от первоначально заданных. Другое дело, что далеко не всегда они выходили за пределы возможностей созданной КГС, как, например, КГС СПК-100 [1], когда повышенный теплоприток по тоководам значительно превысил возможности КГС. В связи с этим обычно и разработчик СПУ, и разработчик КГС закладывают определённые запасы. Тем не менее, как было показано в [2], значительные запасы по холодопроизводительности могут привести, особенно в одноконтурных КГС, к большому перерасходу энергии.

**Пониженная холодопроизводительность** КГС (КГУ) может возникнуть как вследствие «незнания» (применение новых типов аппаратов, машин, теплоизоляции и т.д.), так и ввиду неумышленного брака или откровенной небрежности разработчика, изготовителя, контролера. Причина «незнания» наиболее характерна для криогенных гелиевых систем, так как они и по сей день являются типичными представите-