

УДК 621.592.3

Г. К. Лавренченко

Одесская государственная академия холода, ул. Дворянская, 1/3, 65026, г. Одесса, Украина

ОПТИМИЗАЦИЯ КРИОГЕННОЙ ГЕЛИЕВОЙ УСТАНОВКИ С ЭНЕРГОКРИОГЕННОЙ СТУПЕНЬЮ

Актуальной задачей является создание криогенных гелиевых установок, в которых компримирование гелия производится в центробежных компрессорах. Из-за малых степеней сжатия гелия в одной ступени не удается в настоящее время разработать подходящий для этой цели гелиевый турбокомпрессор. В данной статье, продолжая цикл ранних публикаций автора, рассматривается гелиевый рефрижератор с энергокриогенной ступенью. Для упрощения оптимизационных расчетов и последующего анализа применяется наиболее простая схема энергокриогенной ступени, реализующей газовый детандерный цикл. Ступень производит работу для привода холодного гелиевого турбокомпрессора и одновременно с этим — холод для отвода теплоты сжатия. Рабочими телами энергокриогенной ступени являются азот, неон и аргон. Гелий сжимается в холодном четырехступенчатом центробежном компрессоре, начиная с температуры 85,8 К. Оптимизация рефрижератора на уровень 4,5 К проводилась при одном и том же значении холодопроизводительности 576 Вт. Выполненная оптимизация показала, что возможно создание довольно эффективного гелиевого рефрижератора на основе только машин динамического действия. **Ключевые слова:** гелий; рефрижератор; энергокриогенная ступень; холодный турбокомпрессор; азот; аргон; неон.

The actual task is the creation of cryogenic helium units in which compression of helium has made in centrifugal compressors. Through of small degrees of compression of helium in one step it fails now to develop suitable for this purpose helium turbo compression. In the given article continuing cycle of the early publications of the writer, the helium refrigerator with energy-cryogenic step is considered. The most simple diagram of energy-cryogenic step realizing gaseous expander cycle is applied to simplification of optimization calculations and following analysis. The step makes operation for a drive of cold helium turbocompression and at the same time — a cold for heat elimination of compression. The working bodies of energy-cryogenic step are nitrogen, neon and argon. Helium is compressed in cold four-step centrifugal compressor, since temperature 85,8 K. The optimization of the refrigerator on a level 4,5 K was carried out at the same value of cold-productivity 576 W. The fulfilled optimization has shown that the creation of the rather effective helium refrigerator on a basis only of machines of dynamic operation is possible.

Keywords: helium; refrigerator; energy-cryogenic step; cool turbocompressor; nitrogen; argon; neon.

1. ВВЕДЕНИЕ

При разработках криогенных систем стремятся к увеличению их единичной производительности с одновременным снижением массы и габаритов. Один из эффективных приемов в приложении к криогенным гелиевым установкам — это организация компримирования гелия в центробежном компрессоре и отказ от системы предварительного азотного охлаждения.

Решение этой задачи может представлять интерес и в тех случаях, когда необходимо создавать криогенные гелиевые рефрижераторы даже относительно небольшой холодопроизводительности на базе только машин динамического действия, т.е. турбокомпрессоров и турбодетандеров. Такие системы могут использоваться там, где наряду с высокой эффективностью

требуются высокая надёжность и компактность. Например, на борту космических комплексов, а также в системах обеспечения некоторых криофизических исследований.

Предложенные нами ранее варианты решения этой проблемы не всегда могут быть применены, несмотря на их несомненные достоинства [1–3].

Традиционные же решения данной проблемы принципиально не подходят. Поршневые компрессоры, характеризующиеся относительно высокими энергетическими показателями, обладают повышенной металлоемкостью, низкой надежностью (ресурс безаварийной работы до 3 тыс. ч), требуют массивных фундаментов. Винтовые маслозаполненные компрессоры нуждаются в сложных многоступенчатых установках для очистки гелия от масла. Винтовые же компрессоры с «сухим» сжатием гелия обладают низкими энер-