

УДК 520.607

## Экспериментальные холодильные циклы криогенного магнитного рефрижератора на основе сплава $GdNi_2$

Маширов Алексей Викторович<sup>1,2</sup>

a.v.mashirov@mail.ru

SPIN-код: 3599-2935

Белова Ольга Владимировна<sup>1</sup>

ovbelova@yandex.ru

Колесов Константин Андреевич<sup>2</sup>

kolesovkka@mail.ru

Коледов Виктор Викторович<sup>2</sup>

victor\_koledov@mail.ru

<sup>1</sup> ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, Москва, Россия<sup>2</sup> МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

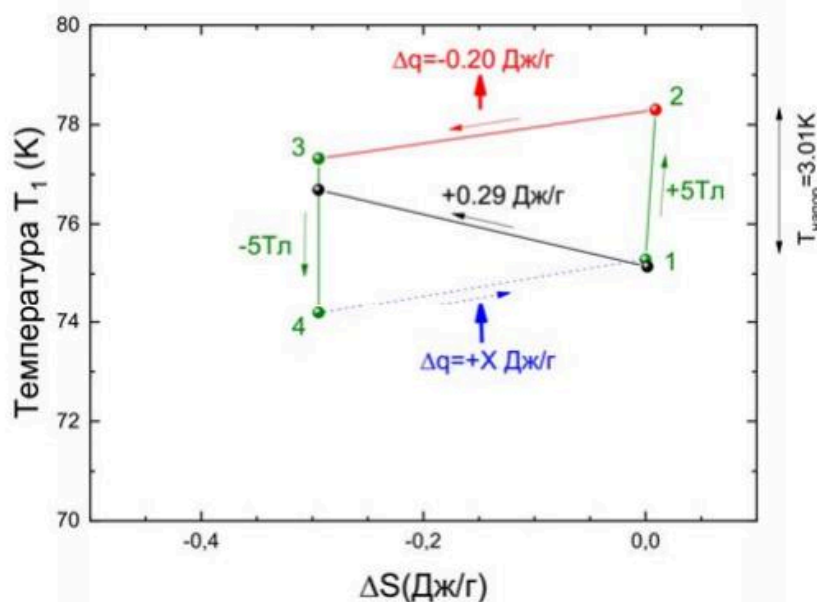
**Аннотация.** При помощи криогенного механического теплового ключа рассматривается контактный теплообмен в условиях высокого вакуума. Механический тепловой ключ применяется для реализации холодильного цикла единичного каскада криогенного магнитного рефрижератора. По причине отсутствия литературных данных времени температурной релаксации элементов конструкции, проводится эксперимент для определения времени релаксации контактной пары механического теплового ключа и термического сопротивления контакта в условиях высокого вакуума, строятся экспериментальные циклы охлаждения ступеней криомагнитного рефрижератора.

**Ключевые слова:** термическая проводимость контакта, контактное термосопротивление, механический тепловой ключ, криогенный магнитный рефрижератор, магнитокалорический эффект, адиабатическое размагничивание

**Введение.** Последнее время интенсивно ведутся исследования в области создания магнитных холодильников, работающих при комнатных температурах и криогенных магнитных рефрижераторов [1]. В свою очередь для создания последних, необходимо иметь информацию о переносе тепла в вакууме между периодически соприкасающимися поверхностями. Целью данной работы является реализация реального одноступенчатого криогенного цикла охлаждения с использованием экспериментальных данных для оценки параметров энергетической эффективности. Для этого рассматривается нестационарный процесс передачи тепла от твердого рабочего тела к теплоприемнику в условиях высокого вакуума.

**Методы и материалы; результаты.** Рабочим телом является магнитокалорический материал  $GdNi_2$  массой 7,68 г, а теплоприемником — медный диск массой 5,35 г. Теплообмен между рабочим телом и теплоприемником осуществляется посредством термической проводимости контакта. Были получены экспериментальные данные об изменении температуры теплоприемника и рабочего тела при включенном механическом тепловом ключе в результате прямых измерений. На основании полученных экспериментальных

данных частично был построен холодильный цикл Брайтона и рассчитана холодопроизводительность при различных начальных перепадах температур рабочего тела и теплоприемника  $T_{\text{напор}} \approx 1-3$  К при воздействии на них внешнего магнитного поля напряженностью 5 Тл в диапазоне температур 74–78 К (см. рисунок).



Элемент холодильного цикла Брайтона криогенного магнитного рефрижератора на основе магнитокалорического сплава  $\text{GdNi}_2$

**Заключение.** Было показано, что время достижения теплового равновесия контактной пары механического теплового ключа составляет около 80 с при начальной температуре теплоотвода 75 К. В работе проведено сравнение с другими работами и аналогами. Экспериментально определена величина магнитокалорического эффекта для рабочего тела  $\text{GdNi}_2$  в магнитных полях 3, 5 и 10 Тл и диапазоне температур 48–105 К. Максимальное значение магнитокалорического эффекта составляет 2,87 К при начальной температуре  $T = 75$  К в магнитном поле 5 Тл. На основании экспериментальных данных рассчитана термическая проводимость контактной пары  $\text{GdNi}_2$ -медь в условиях нестационарного теплового потока в диапазоне температур 60–100 К. Термическая проводимость контакта при  $T = 75$  К составила  $3970 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .

#### Список источников

- [1] Moya X., Mathur N.D. A hot future for cool materials. *Frontiers in Energy*, 2022, vol. 17, pp. 447–449. <https://doi.org/10.1007/s11708-022-0854-4>