

РУСАКОВА А.В., САМОФАЛОВ В.Н., канд. физ.-мат. наук

СИСТЕМЫ МАГНИТОВ, ГЕНЕРИРУЮЩИЕ ПОЛЯ РАССЕЯНИЯ С БОЛЬШОЙ ОБЛАСТЬЮ ЛОКАЛИЗАЦИИ СИЛЬНОГО ПОЛЯ, И ИХ ВОЗМОЖНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

В данное время ведутся работы по созданию холодильных устройств на базе гигантского магнетокалорического эффекта (МКЭ) [1], который заключается в изменении температуры магнита при его намагничивании внешним полем в адиабатических условиях. МКЭ возникает в результате перераспределения внутренней энергии магнитного вещества между системой магнитных моментов его атомов и кристаллической решеткой. Максимальной величины МКЭ достигает при температуре магнитного фазового перехода, например, в области температуры Кюри. Приложение магнитного поля вызывает нагрев ферромагнетика, а снятие поля – его охлаждение. Охлаждение осуществляют водой. Адиабатичность процесса на практике достигается быстрым изменением магнитного поля. Магнитный холодильник может быть более эффективным на 40% по сравнению с существующими.

Поскольку величина магнетокалорического эффекта пропорциональна напряжённости магнитного поля, то для достижения больших полей в первых холодильных устройствах использовали сверхпроводящие магниты [1]. Дальнейший прогресс в области создания холодильника связан не только с поиском веществ с большим МКЭ, но и с созданием источников сильного поля на постоянных магнитах. Всё это важно при разработке холодильников малых размеров.

Задача исследований состояла в том, чтобы найти наиболее эффективные системы магнитов для холодильных устройств. Для характеристики таких систем в работе введен параметр – удельное поле. Поскольку магнетокалорический эффект линейно зависит от напряжённости магнитного поля [2], то при вычислении удельного поля H_U было использовано следующее выражение :

$$H_U = \frac{V_P \int H(x,y,z)dV}{V_P + V_M},$$

где V_M – объём магнита; V_P – объём рабочего пространства; $H(x,y,z)$ – напряжённость поля в рабочем пространстве.

При решении этой задачи ограничились сравнительным анализом только 2-х систем магнитов: системы из цилиндрических магнитов с радиальной намагниченностью и системы из однородно намагниченных магнитов в форме плоских пластин.

Поле в зазоре между плоскими поверхностями указанных систем считалось рабочим. Показано, что при линейной зависимости величины МКЭ удельное поле не может превышать значение индукции насыщения вещества магнита, т.е. $H_U < 4\pi M_S$. Проведена оптимизация указанных систем при различных значениях размеров магнитов h и рабочего пространства δ между ними. Анализ показал, что более приемлемой является система магнитов, состоящая из ряда цилиндрических магнитов, расположенных на одной оси (см. рис.1). Векторы намагниченности в цилиндрических магнитах направлены по радиусу цилиндра. Численные расчёты показали, что $H_U \approx 4 M_S$ достигается при $h = 1,2R$, $\delta = 1,2R$.

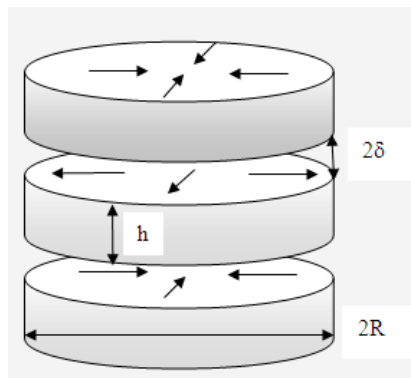


Рис.1. Система магнитов в форме цилиндров с радиальной намагниченностью

Таким образом, система из постоянных магнитов с неоднородным распределением намагниченности является наиболее эффективной при использовании ее в качестве источника поля для холодильного устройства.

Список литературы: 1. *Никитин С.А.* Магнитные свойства редкоземельных металлов и их сплавов. – М.: Издательство МГУ, 1989. 2. *Белов К.П.* Редкоземельные магнетики и их применение. – М.: Наука, 1980. – 239 с.