



Рис. 2. Температурная зависимость изменения магнитной энтропии цинксодержащих пниктидов при различном изменении индукции магнитного поля

Список использованных источников

1. Magnetocaloric Effect of Zn-Containing Manganese Pnictides / V. I. Mityuk, A. L. Zheludkevich, V. I. Val'kov, A. V. Golovchan, A. V. Mashirov, S. G. Anikeev, T. Pikulae and T. M. Tkachenko. // *Physics of Metals and Metallography*, 2024, Vol. 125, No. 14, pp. 1832–1838. © Pleiades Publishing, Ltd., 2024. ISSN 0031-918X.

УДК 62-784.3

**Бондарчук О.В., к.т.н., Шкарупа М.Р., студент,
Фроленко М.К., студент**

*Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск*

ОБЗОР МАТЕРИАЛОВ И УСТРОЙСТВ, СНИЖАЮЩИХ ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Защита человека от электромагнитных полей (ЭМП) является актуальной задачей гигиены и инженерной экологии. Защита человека от электромагнитных полей (ЭМП) включает комплекс мер, направленных на минимизацию воздействия излучения, которое превышает предельно допустимые уровни (ПДУ), установленные санитарными нормами.

Методы эффективного экранирования для электрической (E) и магнитной (H) составляющих различаются, а также значительно зависят от частоты источника (низкочастотное НЧ или высокочас-

тотное ВЧ). Снижение уровня помех может достигаться следующими методами: рациональной компоновкой, фильтрацией, заземлением, компенсацией и экранированием.

I. Защита от электрического поля.

Электрическое поле, возникающее от разности потенциалов, экранируется относительно легко – с помощью заземленных проводящих материалов, которые создают экран и отводят наведенные токи. Материалы и устройства:

- Сплошные металлические экраны, например, алюминиевые или стальные корпуса приборов.

- Металлическая сетка. Может быть выполнена из различных материалов (медь, алюминий, сталь) и иметь разную структуру, например, сварную (с прутками, соединенными сваркой) или плетеную (например, сетка).

- Проводящие ткани и текстиль. Специальные материалы с вплетенными нитями из нержавеющей стали, серебра или углерода, используемые для защитной одежды (например, для сварщиков).

- Проводящие краски и покрытия. Составы на основе графита, углерода или металлических частиц, наносимые на стены для создания экранированных помещений.

Принципы защиты от электрических полей и требования к экранам регламентированы в санитарных нормах [2]. Более детальные инженерные расчеты приведены в [3].

II. Защита от магнитного поля.

Это более сложная задача, решение которой зависит от частоты.

1. Защита от низкочастотного магнитного поля (источники: индукционные плиты, электромобили, ЛЭП).

НЧ-магнитные поля (50/60 Гц) обладают высокой проникающей способностью и требуют применения специальных средств. Материалы и устройства:

- Магнитомягкие сплавы с высокой магнитной проницаемостью: Наиболее известны отечественные сплавы типа 79НМ (мю-металл) или 50Н. Они обладают высокой магнитной проницаемостью (μ) и эффективно перенаправляют силовые линии магнитного поля, шунтируя его. Их основной недостаток – высокая стоимость, чувствительность к механическим воздействиям и необходимость периодической термообработки (обжига) для восстановления свойств. Физические свойства и применение магнитомягких спла-

вов подробно описаны в работе [5]. Методы инженерного расчета таких экранов приведены в учебном пособии [6]

- Активное экранирование. Технология, основанная на компенсации магнитного поля полем от специальной системы катушек. Это перспективное, но сложное в реализации решение [4].

- Многослойные экраны. Комбинация слоя магнитного материала (79НМ) для НЧ-поля и слоя проводящего материала (медь, алюминий) для ослабления ВЧ-составляющих за счет вихревых токов.

Защита человека от высокочастотного магнитного поля в быту (СВЧ-печи, ВЧ-приборы). На высоких частотах для экранирования магнитной составляющей эффективно работает скин-эффект. Теория скин-эффекта и практика конструирования экранов для ВЧ-диапазона изложена в [7].

Переменное магнитное поле наводит в проводнике вихревые токи, которые создают встречное поле, компенсирующее исходное. Материалы и устройства:

- Любой проводник. Сплошной алюминиевый или стальной корпус СВЧ-печи. Толщина экрана должна превышать глубину скин-слоя на данной частоте.

- Металлическая сетка. На ВЧ она эффективно экранирует как электрическую, так и магнитную составляющую.

Практические рекомендации по источникам излучения:

• СВЧ-печь. Исправный заводской экран (металлический корпус и дверца с проводящей сеткой) должны полностью соответствовать требованиям [2]. Нельзя использовать прибор с повреждениями корпуса или деформированной дверцей.

• Индукционная плита. Самый эффективный и доступный метод – соблюдение дистанции. НЧ-магнитное поле ослабевает с увеличением расстояния от прибора (20-30 см).

• Электромобиль: Поле внутри салона минимизируется на этапе проектирования: размещение источников излучения в защищённых зонах – под полом, в моторном отсеке, вдали от пассажирских сидений, экранирование силовых кабелей и двигателя, фильтры ЕМІ.

• Высокочастотные приборы и ЛЭП: Для защиты от ВЧ-полей эффективны заземленные металлические кожухи. Для ослабления НЧ-магнитного поля от ЛЭП в строительстве иногда применяют дорогостоящие решения, например, экранирование стен с использованием сплавов типа 79НМ.

Список используемой литературы

1. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Термины и определения: ГОСТ 12.1.009-2017. Введ. 01.01.2020. взамен ГОСТ 12.1.009-76. – М.: Стандартинформ, 2018. – 20 с.
2. Об утверждении санитарных норм и правил [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 19 июля 2023 г., № 114 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Минск, 2023.
3. Киселевич В.В. Защита от электромагнитных излучений / В. В. Киселевич, А. Б. Самусевич. - М.: Радио и связь, 1990. – 218 с.
4. Капралов, М. Е. Электромагнитная совместимость : пособие / М. Е. Капралов, Т. В. Молодечкина, В. Ф. Янушкевич. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2022. – 272 с.
5. Вонсовский, С. В. Ферромагнетизм / С. В. Вонсовский, Я. С. Шур. – М.: Наука, 1971. – 312 с.
6. Важов, В.Ф. Техника высоких напряжений. Учебник для бакалавров направления 140200 "Электроэнергетика" / В.Ф. Важов, В.А. Лавринович. – ТПУ, 2014. – 263 с.
7. Першин, Б.В. Экранирование радиоэлектронных средств / Б.В. Першин, В. М. Рощин. - М.: Советское радио, 1978. – 279 с.