



MAGNETOCALORIC EFFECT AND MAGNETOCALORIC COOLING TECHNOLOGIES

Sultanov Mehridin Ulug'bek o'g'li

Master's student of the Department of Electrical
Engineering at Tashkent State Transport University

Abstract. This article analyzes the physical nature of the magnetocaloric effect and the operating principles of magnetocaloric cooling technologies based on it. The magnetocaloric effect, which is associated with temperature changes in certain ferromagnetic materials under the influence of a magnetic field, is considered a promising direction for the development of energy-efficient and environmentally friendly cooling systems. The study highlights the main properties of magnetocaloric materials, cooling cycles, and their advantages compared to conventional vapor-compression refrigeration systems. The possibilities of applying magnetocaloric cooling technologies in transport and industrial sectors, improving energy efficiency, and eliminating harmful refrigerants are also scientifically analysed.

Keywords: magnetocaloric effect, magnetocaloric cooling, ferromagnetic materials, magnetic field, energy efficiency, eco-friendly cooling technologies, cooling cycle, transport cooling systems.

Annotatsiya. Ushbu maqolada magnitokalor effektning fizik tabiati va unga asoslangan magnitokalor sovutish texnologiyalarining ishlash printsipi tahlil qilinadi. Magnit maydon ta'sirida ba'zi ferromagnit materiallar haroratining o'zgarishi bilan bog'liq bo'lgan magnitokalor effekt energiya tejamkor va ekologik toza sovutish tizimlarini yaratishda istiqbolli yo'nalish hisoblanadi. Tadqiqotda magnitokalor materiallarning asosiy xususiyatlari, sovutish sikllari va ularning an'anaviy bug'kompressorli sovutish tizimlariga nisbatan afzalliklari ta'kidlangan. Transport va sanoat



“KELAJAK TEKNOLOGIYALARI VA SUN’IY INTELLEKT”
nomli respublika ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-1, 2026

tarmoqlarida energiya samaradorligini oshirish, zararli sovutgichlarni yo'q qilish va magnetokalor sovutish texnologiyalarini qo'llash imkoniyatlari ham ilmiy asosda tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: magnetokalor effekt, magnetokalor sovutish, ferromagnit materiallar, magnit maydon, energiya samaradorligi, ekologik sovutish texnologiyalari, sovutish sikli, transport sovutish tizimlari.

Magnetokalorik effektning fizik mohiyati

Magnetokalor effekti (MCE) tashqi magnit maydon ta'sirida ma'lum ferromagnit materiallar haroratining o'zgarishi bilan tavsiflangan fizik hodisadir. Bu effekt birinchi marta 19-asr oxirida kashf etilgan va hozirda energiya tejankor sovutish texnologiyalarini yaratish uchun muhim ilmiy asos hisoblanadi.

Magnetokalor effektining mohiyati shundaki, ferromagnit material magnit maydonga joylashtirilganda, uning ichki magnit momentlari tartibli bo'ladi va entropiyasi pasayadi. Natijada, materialning harorati ko'tariladi. Aksincha, magnit maydon olib tashlanganda, magnit momentlar tartibsiz holatga qaytadi va material atrof-muhitdan issiqlikni yutib soviydi.

Magnetokalorik effekt quyidagi ifoda bilan tavsiflanadi:

$$\Delta T = - \frac{T}{C} \left(\frac{\partial S}{\partial H} \right)_T \quad \Delta H = -CT \left(\frac{\partial H}{\partial S} \right)_T$$

Bu yerga:

- ΔT — harorat o'zgarishi,
- T — absolyut harorat,
- C — issiqlik sig'imi,
- S — entropiya,
- H - magnit maydon kuchi.



“KELAJAK TEXNOLOGIYALARI VA SUN’IY INTELLEKT”
nomli respublika ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-1, 2026

Bu bog'liqlik magnitokolor materiallar sovutish jarayonida yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko'rsatadi.

Magnitokoloriya materiallari va ularning xususiyatlari

Magnitokolorik sovutish tizimlarida ishlatiladigan materiallar yuqori magnitokolorik xususiyatlarga ega bo'lishi kerak. Eng ko'p ishlatiladigan magnitokolorik materiallar quyidagilardir:

- gadoliny (Gd);
- Gd–Si–Ge qotishmalari;
- La–Fe–Si asosidagi materiallar;
- Mn–Fe–P–As tizimidagi qotishmalar.

Gadoliny xona haroratiga yaqin kuchli magnitokolor ta'siri tufayli laboratoriya va eksperimental qurilmalarda keng qo'llaniladi. Biroq, uning yuqori narxi va cheklangan resurslari uni sanoat miqyosida qo'llashni cheklaydi. Shuning uchun hozirda temir asosidagi magnitokolor materiallar bo'yicha keng ko'lamlil ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Bu materiallar arzonligi, ekologik xavfsizligi va yetarli magnitokolor xususiyatlari bilan ajralib turadi.

Magnitokoloriyali materiallarga qo'yiladigan asosiy talablar:

- katta magnitokolor effekt qiymati;
- past issiqlik yo'qotishlari;
- mexanik kuch;
- uzoq xizmat muddati.

Magnitokoloriyali sovutish siklining ishlash printsiipi

Magnitokolorik sovutish tizimining ishlash printsiipi to'rt bosqichli termodinamik tsiklga asoslangan:

1. **Magnitlanish** — magnit maydon qo'llanilganda material qiziydi;
2. **Issiqlik uzatish** - qizdirilgan material issiqlikni tashqi muhitga o'tkazadi;



“KELAJAK TEKNOLOGIYALARI VA SUN’IY INTELLEKT”
nomli respublika ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-1, 2026

3. **Demagnetizatsiya** — magnit maydon olib tashlanadi va material soviydi;

4. **Issiqlikni yutish** - sovutilgan material sovutilayotgan muhitdan issiqlikni yutadi.

Bu sikl bug 'kompessorli sovutish tizimlariga qaraganda kamroq energiya sarfi bilan ishlaydi. Chunki mexanik kompressorlar va yuqori bosimli sovutgich gazlari ishlatilmaydi. Magnitokaloriyalı sovutish tizimining foydali ishlash koeffitsienti (COP) quyidagicha ifodalanadi:

$$\eta = \frac{Q_{\text{sovutish}}}{W_{\text{electric}}} \quad \eta = \frac{Q_{\text{sovutish}}}{W_{\text{electric}}}$$

Amaliy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, magnitokalor tizimlarning FIK qiymati an'anaviy sovutish tizimlariga qaraganda 20-30% yuqori bo'lishi mumkin.

Transport sohasida magnitokalor texnologiyalarning ahamiyati

Avtotransport vositalarida, ayniqsa elektr transport vositalarida sovutish tizimi energiya sarfining 20-30% ni tashkil qiladi. Magnitokaloriyalı sovutish tizimlarini joriy etish orqali:

- elektr transport vositalari turlarini ko'paytirish;
- batareya quvvatini uzaytirish;
- umumiy energiya samaradorligini oshirish mumkin.

Bundan tashqari, magnitokalor tizimlarning shovqinsiz ishlashi yo'lovchilar uchun qulaylik yaratadi va texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarini kamaytiradi.

O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida magnitokalor effekt va unga asoslangan magnitokalor sovutish texnologiyalari zamonaviy energiya tejaydigan va ekologik toza sovutish tizimlarini yaratishda muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega ekanligi aniqlandi. Magnitokalor effekti tashqi magnit maydon ta'sirida ma'lum ferromagnit materiallar haroratining o'zgarishi bilan bog'liq va bu hodisadan foydalanish sovutish jarayonini mexanik kompressorlarsiz amalga oshirish imkonini beradi.



“KELAJAK TEKNOLOGIYALARI VA SUN’IY INTELLEKT”
nomli respublika ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-1, 2026

Tahlil shuni ko'rsatdiki, magnitokolor sovutish texnologiyalari an'anaviy bug kompressorli sovutish tizimlariga nisbatan yuqori energiya samaradorligiga ega, bu esa elektr energiyasi sarfini sezilarli darajada kamaytirish imkonini beradi. Shu bilan birga, ushbu texnologiyalar freon va boshqa zararli sovutgichlardan foydalanmagani uchun ularning atrof-muhitga salbiy ta'siri minimaldir.

Magnitokolor materiallarning, xususan, gadolinii va temir asosidagi qotishmalarning xususiyatlari tahlil qilindi va ularning sovutish tizimlarida qo'llanilishi asoslandi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, transport sohasida, ayniqsa elektr avtomobillari va elektr transport vositalarida magnitokolorik sovutish tizimlarini joriy etish umumiy energiya samaradorligini oshirishi, batareyalarning ishlash muddatini uzaytirishi va foydalanish xarajatlarini kamaytirishi mumkin.

Xulosa qilib aytganda, magnitokolor sovutish texnologiyalari kelajakda transport va sanoat sovutish tizimlarida keng qo'llanilishi kutilayotgan istiqbolli sohalardan biri bo'lib, ularni joriy etish energiya samaradorligi va ekologik barqarorlikni ta'minlashda katta ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Gschneidner KA, Pecharskiy VK Magnitokolorik materiallar. *Materialshunoslik bo'yicha yillik sharh* , 2000.
2. Pecharskiy VK, Gschneidner KA Magnitokolorik effekt va magnit sovutish. *Magnetizm va magnit materiallar jurnali* , 2001.
3. Franco V., Blázquez JS, Ingale B., Conde A. Magnetokolor effekti va xona haroratiga yaqin magnitli sovutish. *Materialshunoslikdagi taraqqiyot* , 2012 .
4. Tegus O., Brück E., Buschow KHJ, de Boer FR O'tish metalliga asoslangan magnit sovutgichlar. *Tabiat* , 2002.
5. Yu B., Liu M., Egolf PW, Kitanovski A. Magnit sovutish texnologiyasiga sharh. *Xalqaro sovutish jurnali* , 2010.