
**Міністерство освіти і науки України
Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»**



Матеріали

**VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції
«Створення, експлуатація і ремонт
автомобільного транспорту та
будівельної техніки»
24 квітня 2025 р.**

Полтава 2025

Література

1. Пермяков В.И., Шевченко А.А. Размещение датчиков температуры на тепловом технологическом оборудовании / Научный вестник строительства. Том 90 №4, 2017 с.254-259
2. Holman J.P. Heat transfer. – McGraw-Hill, 2010.
3. Incropera F.P. et al. Fundamentals of heat and mass transfer. – John Wiley & Sons, 2007.
4. Çengel, Y.A, "Heat and mass transfer. A practical approach", McGraw-Hill, 2007

УДК 539.2

*Дрючко Олександр Григорович, к. х. н., доцент
Соловійов Веніамін Васильович, д. х. н., професор
Бунякіна Наталія Володимирівна, к. х. н., доцент
Трет'як Андрій Валерійович, к. т. н., доцент*

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ РІДКІСНОЗЕМЕЛЬНИХ МАГНЕТИКІВ У СИСТЕМАХ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

Нині розробка і вдосконалення сучасних тягових двигунів базується на використанні двигунів постійного струму (DCM), асинхронних двигунів (IM), двигунів з постійними магнітами (PMM) і реактивних двигунів (SRM) [1]. Серед них PMM поділяються на PM двигуни постійного струму (PMDCM), PM синхронні двигуни (PMSM), PM безщіткові двигуни постійного струму (PM-BLDCM) і PM двигуни гібридного збудження (PM-HEM).

Синхронні двигуни із постійним магнітом в залежності від конструкційного розміщення PM розділяють на поверхневі (SPM) і внутрішньо вбудованого типу (IPM). Добре сконструйовані IPM вирізняються високим реактивним моментом, високим ККД, високим коефіцієнтом потужності, низьким нагріванням, простою конструкцією, невеликим корпусом і низьким рівнем шуму. І з розвитком стратегії управління силовою електронікою IPM стали домінуючими в застосуваннях тягових двигунів. Крім того, завдяки повністю закритій конструкції IPM, не потребуючи значного технічного обслуговування, показують низькі втрати на тертя з повітрям та низький шум.

Носіями магнетизму в матеріалах, що них застосовуються, є атоми перехідних елементів з нерівними нулю магнітними моментами. Ці моменти виникають у зазначених атомах внаслідок незаповненості електронами d- і f-оболонки (тобто в атомах з неповним числом d-або f-електронів), внаслідок чого компенсації орбітальних та спинових магнітних моментів електронів у них не відбувається.

Магнетизм твердих тіл переважно зобов'язаний присутністю у них атомів чи іонів елементів групи заліза: Fe, Co, Ni, Mn, Cr; рідкісноземельних: Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Cd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb та групи актинідів: U, Np, Pu, Am, Cm. Ці атоми називають магнітоактивними. Головною їх властивістю є те, що в них

виконується правило Хунду – 3d-, 4f- та 5f- електрони у своїх оболонках розташовуються таким чином, щоб сумарний спин був максимальним. Це пов'язано з тим, що у кожній оболонці в силу електрон-електронної взаємодії магнітні моменти електронів розташовуються паралельно. Таке розташування називають високо-спиновим станом.

Використання величезних енергій магнітної анізотропії, властивих рідкісноземельним сполукам, дає можливість створювати матеріали для постійних магнітів малої ваги з великою магнітною енергією. Найбільш ефективними для цієї мети є інтерметалеві сполуки кобальту з легкими рідкісноземельними металами, такими як SmCo_5 , NdCo_5 , PrCo_5 . Ці сполуки мають великі величини енергії магнітної анізотропії за кімнатної температури.

При відповідній технологічній обробці (пресування дрібних частинок в магнітному полі і подальше спікання), забезпечується виникнення однодомених частинок, з'являються величезні коерцитивні сили. Крім того, оскільки ці сполуки (попри існуючу в них антиферомагнітну взаємодію між атомами Ln та Co) мають вейссівську криву намагнічування, вони мають високу намагніченість насичення при кімнатних температурах і, як наслідок цього, високу залишкову індукцію B_r . Все це дозволяє створювати з таких матеріалів постійні магніти з максимальною магнітною енергією, що в кілька разів більше, ніж відповідні енергії для кращих сплавів на основі елементів групи заліза.

Подібні матеріали відкривають великі можливості створення компактних автономних джерел постійного магнітного поля. І зараз сполуки типу SmCo_5 займають чільне місце серед практичних додатків в електротехніці та автоматичі.

Подальше покращення матеріалів для постійних магнітів на основі рідкісноземельних сполук вимагає кращого фундаментального розуміння фізики намагнічування феримагнітних систем RCO_5 , а також вивчення магнітних властивостей нових сполук, наприклад, $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ та інших змішаних систем. Важливим є вивчення впливу кристалічної структури і дефектів структури на магнітні властивості подібних матеріалів та відпрацювання технологічних прийомів отримання досконалих магнітів з цих сполук.

Literatura

1. *Review and Development of Electric Motor Systems and Electric Powertrains for New Energy Vehicles* / William Cai, · Xiaogang Wu, · Minghao Zhou, · Yafei Liang, · Yujin Wang // *Automotive Innovation*. 2021, 4. – P. 3–22.

<https://doi.org/10.1007/s42154-021-00139-z>
