

O lume fascinantă

MAGNETII

și istoria lor



magnet
permanent

„De-această piatră
oamenii se miră
Că poate ține
atârnat de dinsa
Un șir întreg,
adesea de inele“

(Lucretius:
„De rerum natura“)



magneți
permanenți

Despre „pământuri
rare“, „magneți
ideali“, „clase“ cu
avantaje și cu deza-
vantaje — și o domnie
care se anunță lungă



stator
magneți
permanenți



vas
etern
rotor cu
magneți
permanenți
stator

O „FORȚĂ ÎNTUNECATĂ“?

Fără îndoială, constatarea că fierul se „lipește“ de bolovanul adus din Asia Mică trebuie să fi lăsat lumea incremenită de uimire. Ciudatul mineral cu forțe stranii, provenit din adâncurile provinciei Magnezia, a primit numele de magnetită. Aceasta se întâmpla în vremea lui Tales din Milet, adică acum mai bine de 2600 de ani. Găsindu-i, tot pe atunci se pare, și o întrebuințare extrem de folositoare — bu-

sola —, oamenii s-au obișnuit repede și cu această „minune“ rămasă nedeșlegată, ca atâtea altele în epocă. Spiritele neobosite, mereu în căutarea adevărului despre lume și viață, au continuat însă să se întrebe: „de ce?“

Răspunsurile pe care și le-au dat au fost dintre cele mai curioase. Atracția exercitată de insolitul metal se producea, după Diogene din Appolonia (460 î.e.n.), datorită combinării „umidității“ fierului cu „uscăciunea“ magnetitei. Epicur (341 - 270 î.e.n.), adept al atomismului an-

tic, considera ca magnetita emite o serie de particule foarte fine care, pătrunzând în fier, provoacă atracția.

Timp de mai bine de zece secole oamenii s-au mulțumit cu constatarea că acul magnetic al dispozitivului născocit în China se orientează mereu spre același punct, indiferent cum l-ai mișca.

Renășterea, cu marele său impuls adus cunoașterii, deschide cîmp nou și cercetărilor asupra magnetismului. În 1269 Petrus Peregrinus stabilește polii magnetici, prin analogie cu cei ai

pământului. Pe la 1600, italianul Gianbattista della Porta efectuează și el o serie de experiențe în materie. Ambiția sa este de a spulbera credința marinarilor că acului busolei i-ar dauna usturoiul și ceapa - de care, în consecință, aceștia nu se ating în călătoriile lor pe mare.

Primul pas real în înțelegerea acestui fascinant domeniu al structurii materiei avea să-l facă englezul William Gilbert, contemporan al reginei Elisabeta, supranumit și „părintele magnetismului”. Gilbert stabilește, în urma unor experimentări, câteva principii ale magnetismului ce vor rămâne, până în secolul al XIX-lea, neclintite. Înălătură, printre altele, acea credință, instăpinită de sute de ani, în virtutea căreia oamenii legau busola de un punct al cerului, explicând acțiunea asupra acului ca efect al magnetismului pământului. Gilbert va săvârși însă și o greșeală, și aceasta se va menține câteva sute de ani: distincția netă între magnetism și electricitate, considerate ca proprietăți independente ale materiei. Numai marile descoperiri ale veacului al XIX-lea vor îndrepta eroarea. În 1792 italianul Luigi Galvani descoperise curentul electric. În 1800 Alessandro Volta creează pila electrică, realizând astfel saltul de la static la dinamic în studiul fenomenelor electrice. În mod firesc a urmat și constatarea că între electrodinamic și magnetic există o strinsă legătură. Meritul revelării acestui fapt îi revine fizicianului danez Hans Christian Oersted. În 1820, după 13 ani de încercări nereușite, Oersted demonstrează experimental că orice curent electric închis creează un cîmp magnetic. Întreaga problemă a originii magnetismului apare într-o lumină nouă. Celebrul André Marie Ampère emite o ipoteză extrem de îndrăzneată: magnetismul nu este altceva decât o formă de manifestare a curenților galvanici. Feromagnetismul, după același savant, s-ar datoră unor curenți electrici interni existenți în materialul magnetic, care circulă în planuri perpendiculare axei polare a magnetului. Savantul francez atribuia acestor curenți interni dimensiuni moleculare. Celebra ipoteză a lui Ampère asupra cu-



renților moleculari avea să-și găsească confirmarea abia peste 100 de ani, cînd se vor fi adunat suficiente cunoștințe asupra structurii materiei. Un important pas înainte îl face Michael Faraday, care, la 29 august 1831, descoperă inducția electromagnetică, cu uriașe consecințe științifice și practice. În 1850, la încheierea sistematizării sale cercetări, Faraday, cu o extraordinară intuiție, nota:

„Nu cu mulți ani în urmă magnetismul era pentru noi o forță întunecată, care acționa numai asupra unui mic număr de corpuri. În prezent, știm însă că acționează asupra tuturor corpurilor și că se află în cea mai strînsă legătură cu electricitatea, cu căldura, cu acțiunea chimică, cu lumina, cu cristalizarea și, prin aceasta, cu forțele de coeziune”. Modelul imaginat de Faraday pentru cîmpul electric și cel magnetic va servi fizicianului englez J.C. Maxwell la elaborarea sistemului care descrie o entitate fizică: cîmpul electromagnetic. Dacă Maxwell nu a putut oferi ca exemplu decât lumina, la doar cîțiva ani după moartea sa Heinrich Hertz reușește să producă alte tipuri de unde electromagnetice. Ne apropiem de inventarea radioului, iar magnetismul încetează să mai pară omenirii „o forță întunecată”.

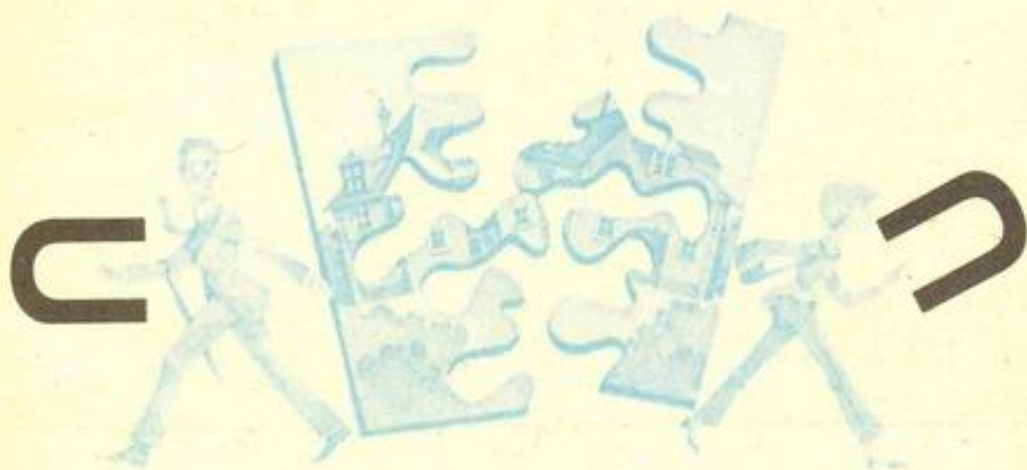
ÎN CĂUTAREA MAGNETULUI IDEAL

Ca în atitea alte domenii, ultimul secol a revoluționat și tainica lume a magnetilor. Mai bine de 2500 de ani au domnit magnetii naturali. O dată lămurită originea fizică a misterioasei magnetite - oxid de fier -, savanții au început să caute noi materiale magnetice. De la tipul clasic, creat de natură, s-a trecut, așadar, la materiale cu proprietăți magnetice obținute grație unor aliaje din diferite metale. Cifra de calitate (energia magnetostatică) a acestor aliaje cu proprietăți magnetice

a fost, la început, foarte scăzută. Oțelurile cu wolfram și cobalt, spre exemplu, prezentau cifra de calitate 6 kJ/m^3 . Acum, când cercetările tind spre cifra 300 kJ/m^3 , aliajele de început sunt de mult uitate. Din punct de vedere al compoziției materialelor magnetice, fizicienii au stabilit astăzi existența mai multor clase de magneți. Începutul a fost făcut de magneții de tip ferită, formați din oxizi de fier și tot felul de alte componente, în cantități mai mici. Dezavantajele materialelor de tip ferită sunt variația relativ ridicată a performanțelor în raport cu temperatura și energia magnetică scăzută.

pune o prelucrabilitate ușoară și, desigur, un preț de cost cit mai scăzut. Or, la magneții de tip Al Ni Co, singurul mijloc de prelucrare este turnarea, iar la ferite - sintetizarea. Formele obținute astfel nu sunt prea precise, iar unica posibilitate de finisare - rectificarea - este o operație extrem de dificilă. Aliajele de tip Mangan-Aluminu-Carbon, create prin anii '70, au părut, o bună bucată de vreme, un mare succes în domeniu. Această a treia clasă de magneți avea o energie aproape dublă față de ferite, deși ceva mai joasă decât Al Ni Co. Noii magneți prezentau marele avantaj al feritelor de a-și păstra

cît feritele. Aceasta a creat posibilitatea miniaturizării mașinilor electrice și a instalațiilor de forță. În domeniul aparatelor de măsură noua clasă n-a putut însă pătrunde. Magneții acestei clase prezintă, ca și cei din ferite, variații mari cu temperatura. Dacă un dispozitiv înglobînd un magnet din seria „pămînturile rare” este încălzit la 100°C , performanțele sale magnetice scad cu 10 la sută, ceea ce este foarte mult pentru o instalație de măsură. S-a mers deci mai departe, în căutarea magnetului ideal, și, deși se părea că o dată cu spectaculosul salt al noii clase se atinsese o limită, la scurt timp au apărut magneții



Ridicarea cifrei de calitate, punct de plecare al tuturor cercetărilor, a dus, în anii interbelici, la apariția unei noi clase de magneți, de tip aluminu, nichel, cobalt (Al Ni Co), cu o cifră de calitate ce se ridică la 24 kJ/m^3 - ceea ce înseamnă un evident cîștig față de clasa anterioară. Dezavantajul - căci există și aici unul - al magneților de tip Al Ni Co constă în faptul că aceștia își pot diminua parametrii inițiali. Un astfel de magnet, scos din circuitul magnetic în care a fost incorporat, pierde substanțial din performanțele sale de bază.

Cele două clase de magneți, cu avantajele și dezavantajele lor, au coexistat vreme de cîteva zeci de ani, mai exact pînă în deceniile 7-8, cînd a început să se pună acut problema creșterii performanțelor, a cantității, a diversificării formelor - care im-

magnetismul la scoaterea lor din circuitul magnetic și, în plus, erau prelucrabili, permițînd strunjirea, și ieftini. Cercetările au continuat însă și, după doar cîteva ani, și-au făcut apariția magneții clasei a patra, din seria așa-numitelor „pămînturi rare” - aliaje pe bază de samariu și cobalt. După părerea specialiștilor în materie - și l-am cita aici pe fizicianul Wilhelm Kappel, șeful colectivului „Magneți permanenți” din cadrul Institutului de cercetare științifică și inginerie tehnologică pentru electrotehnică -, contribuția adusă de această nouă creație în domeniul magneților e comparabilă cu ceea ce a însemnat integrarea în domeniul electronicii. Saltul a fost de-a dreptul spectaculos. „Pămînturile rare” immagazinau o energie magnetică de 5-6 ori mai mare decît Al Ni Co și de 10 ori mai mare de-

clasei a cincea, energia fantastică a „pămînturilor rare” fiind depășită. Ultimul tip de magneți a fost realizat pe bază de aliaje cu neodim, tot un „pămînt rar”. Sporul de proprietăți față de clasa anterioară este de 10-20 la sută, iar prețul de cost scade de 3 ori. Tehnologia de obținere este însă, pentru mulți, o problemă. De la măcinare, sintetizare, turnare s-a ajuns acum, în fabricarea magneților, la tehnologiile nucleare, deținute de foarte puține state. Dacă materialele clasei a cincea sînt ușor de obținut, ele găsindu-se în zăcămintele, dificilă este separarea din aliajele în care se află în mod natural și care necesită, cum notam, înaltă tehnică nucleară. Acesta ar fi punctul maxim la care s-a ajuns, deocamdată, în domeniul fabricării magneților permanenți, afirmă specialiștii. Deocamdată!

INSEPARABILE ATRIBUTE ALE VIEȚII MODERNE

Se naște, în mod firesc, întrebarea: de ce atita zbatere pentru magneti din ce în ce mai sofisticați?

Pentru că, practic, nu ne putem imagina viața modernă fără magneti. Microdifuzoarele folosesc magneti, ca și micromotoarele pentru ceasuri electrice. Un robot e „vii” doar atunci cind în structura lui se află un magnet de înaltă performanță. Se pot obține, sub presiuni foarte mari, o serie de amestecuri, fără a se mai pătrunde în spațiul de amestec, apelindu-se, de asemenea, la magneti. O bucățică de magnet poate aduna, într-un singur punct, toate corpurile metalice înghițite de animalele rumegătoare - aplicație de cea mai mare însemnătate pentru medicina veterinară. Și exemplele ar putea continua la nesfârșit. Să mai notăm că formele de magnetism au condus la apariția unei științe noi: magnetochimia, că tehnica laser s-a elaborat, în parte, pe baza rezonanțelor paramagnetice, că o serie de aplicații practice în electrotehnică, radiotehnică, te-

lecomunicații, automatizări, ultrasunete depind, în exclusivitate, de magnetism.

Lansarea fiecărei clase de magneti a marcat un pas uriaș înainte. Asta nu înseamnă că nașterea unui nou tip de magnet a însemnat, automat, „moartea” celui de dinainte. Se folosesc din plin toate cele cinci categorii de magneti realizați pînă acum, fiecare dovedindu-și necesitatea pe un plan sau altul. Cele mai interesante - și mai importante - sînt aplicațiile în domeniul electrotehnic, la mașinile electrice utilizate în acționarea roboților industriali și la mișcările de avans ale mașinilor-unelte cu comandă numerică. Un salt deosebit în dezvoltarea tehnicii a fost făcut în momentul în care, în deceniul 7, au început să apară magnetii permanenți pentru crearea cîmpului de excitație în mașinile electrice. O sursă mai economică și mai ușor de obținut nu există astăzi. De altfel, cea mai mare pondere în lume o au tocmai magnetii utilizați de această ramură industrială. Părerea unuia dintre specialiștii care ne-au ajutat în documentarea noastră - dr. ing. Vasile Nicolae, șeful colectivului „Ma-

șini electrice speciale de curent alternativ” din cadrul I.C.P.E. -, o părere dintre cele mai avizate, este că, și în viitor, domeniul care va consuma cea mai mare cantitate din producția mondială de magneti permanenți va rămîne acela al mașinilor electrice, oferind cîmp larg miniaturizării prin creșterea performanțelor magnetice. Acesta este și motivul pentru care, într-un timp atît de scurt, magnetii au produs atîtea revoluții. Obținindu-se într-o masă de cîteva ori mai mică forțe de cîteva ori mai mari, nu doar instalația în care se folosește magnetul este miniaturizată, ci și structura mecanică în care se utilizează scade corespunzător. Reducerea de masă a magnetilor produce, așadar, un efect în lanț care, de-ar fi să ne gîndim doar la domeniul aero-spațial, este de o extraordinară importanță. Renunțînd la alte detalii tehnice, se poate trage o simplă și sigură concluzie: magnetii buni duc la motoare bune. Este motivul pentru care domnia magnetilor se anunță lungă, acest domeniu atît de dinamic al fizicii actuale pregătindu-se să ne ofere încă multe surprize.

LIANA MOLNAR