

Nous superconductors contra el canvi climàtic

La superconductivitat obtinguda a 'altes' temperatures té aplicacions extraordinàries, sobretot en la indústria i el transport. Un equip d'investigadors catalans ha fet un pas decisiu per desenvolupar aquesta tecnologia.

Des que el 1908 el físic holandès Heike Kamerlingh Onnes aconseguí liquar heli per primera vegada –trobà que el féu mercedor del Premi Nobel de Física el 1913–, la física de baixes temperatures no ha parat d'avançar. Onnes mateix, per exemple, gràcies a les tècniques de refredament que va desenvolupar, descobrí tres anys més tard el fenomen de la superconductivitat. Va observar que, a temperatures prou baixes, materials com el mercuri o el plom oposaven una resistència gairebé nul·la al pas del corrent elèctric. Als anys vint, Albert Einstein i el físic indi Satyendra Nath Bose van predir teòricament l'existència d'un cinquè estat de la matèria, només observable a temperatures extremadament baixes. Setanta anys més tard, gràcies als avenços tecnològics, fou possible d'observar aquest nou estat. Tot i haver-hi molts més descobriments propiciats per l'estudi de la matèria a baixa temperatura, un dels camps amb més aplicacions i que ha experimentat un grau de desenvolupament més gran és el de la superconductivitat.

Superconductors de baixa temperatura. Els materials superconductors es caracteritzen pel fet de permetre el pas de corrents elèctrics sense oposició, sempre que es trobin per sota d'una temperatura crítica que depèn de cada material. Això permet, per tant, de transportar energia elèctrica amb un 100% d'eficiència i, a més, que els corrents elèctrics transportats siguin 100 vegades superiors als que poden circular a través de conductors

clàssics com el coure. D'aquí ve que els superconductors es facin servir per generar camps magnètics molt més elevats que no pas els produïts per metalls convencionals, fet que permet un gran nombre d'aplicacions: trens que leviten, transport eficient d'energia, acceleradors de partícules, ressonància magnètica nuclear, etc. Tot i això, els únics superconductors disponibles fins ara són els anomenats superconductors de baixa temperatura, que només assolixen la superconductivitat a temperatures properes al zero absolut (-273 °C), per la qual cosa cal refrigerar-los amb heli líquid. Aquesta característica en limita força l'ús i n'encareix el manteniment.

Aquest mes de juny, científics de l'Institut de Ciència de Materials de Barcelona del Consell Superior d'Investigacions Científiques (ICMAB-CSIC), encapçalats pel doctor Xavier Obradors, han obtingut uns nous materials que podrien superar aquesta limitació. El treball d'aquests investigadors, publicat a la revista *Nature Materials*, s'ha desenvolupat dins el projecte europeu Hiperchem, liderat pel mateix ICMAB-CSIC. Aquest projecte agrupa centres de recerca de Catalunya, Bèlgica, França, Alemanya, Àustria i Anglaterra, amb l'objectiu principal de desenvolupar tecnologies de baix cost radicalment innovadores que permetin la producció en massa de superconductors que puguin funcionar a altes temperatures.

Els nous superconductors. L'any 1986, els científics J. Georg Bednorz



i K. Alex Müller van descobrir les propietats superconductores d'alguns materials ceràmics, que es podien manifestar a altes temperatures (val a dir que, en aquesta branca de la ciència, altes temperatures significa per sobre de -186°C). Aquesta troballa els va valer el Premi Nobel de Física de l'any següent, el 1987, un premi lliurat amb una velocitat gens habitual. No obstant això, vint anys després del descobriment, la tecnologia dels superconductors ceràmics d'alta temperatura no ha avançat com calia esperar, a causa dels nombrosos obstacles amb què ha topat. El principal entrebanc és que la disciplina de la superconductivitat d'altres temperatures presenta unes propietats tan singulars que ni tan sols la física teòrica no és capaç de comprendre. És a dir, s'observa el fenomen, però no se sap per què es produeix. A més, hi ha una dificultat tècnica afegida: quan aquests materials es troben sotmesos al pas de corrent elèctric, el corrent hi cir-



cula formant uns remolins anomenats vòrtexs, el moviment dels quals pot fer-los perdre les propietats. Malgrat que fa més de vint anys que els estudien, els científics encara no acaben d'entendre el funcionament d'aquests remolins i de quina manera les seves característiques afecten les propietats dels materials que els contenen.

La troballa de l'ICMAB-CSIC. Les prestacions dels materials superconductors depenen, per tant, de les propietats d'aquests remolins de corrent, que poden desplaçar-se —talment tornados— dins seu. Per evitar aquest desplaçament, cal introduir al si del superconductor un seguit de defectes de dimensions nanomètriques (milionèsima part de mil·límetre), de la mateixa grandària que l'ull del tornado de corrent. La tècnica desenvolupada pels científics de l'ICMAB-CSIC, ja patentada, es basa en solucions químiques complexes que, dipositades

sobre un substrat i escalfades a altes temperatures, permeten el creixement d'una làmina superconductora. Així s'aconsegueix una estructura única que permet construir uns materials anomenats nanocompòsits, a l'interior dels quals hi ha partícules aïllants que fan entre 10 i 20 nanòmetres, distribuïdes a l'atzar, de manera molt similar a la preparació d'un púding de panes. Aquesta xarxa de nanopartícules modifica l'estructura de defectes del superconductor i fa que els vòrtexs de corrent quedin immobilitzats fins i tot sota camps magnètics d'alta intensitat. En aquestes condicions és quan els materials superconductors convencionals perden les propietats, però els nous superconductors són capaços de mantenir-les. Aquesta propietat permet que la densitat de corrent aconseguida sigui unes cinc vegades superior a l'obtinguda amb els superconductors de baixa temperatura, fet que obre un ampli ventall de noves aplicacions.

La nova tecnologia. A banda les aplicacions degudes a l'augment de la densitat de corrent, la metodologia desenvolupada pels investigadors de l'ICMAB-CSIC té avantatges afegits. En primer lloc, permet d'obtenir materials superconductors a temperatures força més altes que no pas les que requereixen els metalls tradicionals. Per tant, el manteniment de l'estat superconductor es pot aconseguir mitjançant la refrigeració amb nitrogen líquid (a -195°C), cosa que simplifica i abarateix el procés. En segon lloc, es tracta d'una tècnica que presenta un cost raonablement baix, fet que fa preveure en poc temps una transferència d'aquests nous materials a la indústria.

Les aplicacions. Les aplicacions que poden derivar-se d'aquests nous superconductors són ben diverses. El projecte ITER, que té per objectiu la construcció d'un reactor experimental de fusió nuclear a Cadarache (Occitània), utilitza imants superconductors. Si els superconductors emprats fossin capaços de funcionar a temperatures més altes, com les assajades amb aquesta nova tècnica, el cost de construcció i de manteniment del reactor es podria reduir a la meitat, fet que representaria un estalvi de milers de milions d'euros.

Un altre camp d'aplicació és en la tecnologia dels motors elèctrics, presents en vaixells o indústries diverses, que podrien passar a ser molt més lleugers i eficients en l'ús d'energia, i en tots aquells sistemes que integrin la superelectricitat, és a dir la generació, el transport i l'ús eficient de l'energia elèctrica.

A més, els investigadors destaquen el paper que poden representar aquests nous materials en la lluita contra el canvi climàtic. A resultes de l'augment d'eficiència en l'ús, el transport i la generació d'energia elèctrica, la utilització d'aquests materials pot reduir considerablement les pèrdues energètiques del sistema elèctric. Per tant, no caldria produir tanta energia per satisfer la mateixa demanda, amb la qual cosa es reduiria el consum de combustibles fòssils que emet gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera.

Toni Pou