

A szuperötvözetek „mágikus számai”

A szuperötvözetek ultranagy szilárdsági, szuperrugalmas és szuperképlékeny tulajdonságokat széles (a szobahőmérsékletet is magába foglaló, néhány száz fokos) hőmérséklet-tartományban mutató csoportját fedezték fel a Toyota Központi Kutató- és Fejlesztőlaboratórium és a Tokiói Egyetem kutatói, akik számítógépes módszerekkel, az elemek számtalan lehetséges kombinációt átvizsgálva jutottak el a használható ötvözetekhez. Ennek során részben azt találták, hogy három „mágikus szám” egyidejű teljesülése vezet el a szuperötvözetekhez. Nevezetesen: az elektron/atom viszonyszám $\sim 4,24$; a kötésrendhez tartozó kötési szilárdság 2,87 és a d-héj elektronegativ szintje pedig $\sim 2,45$ kell legyen.

Az ily módon megtalált ötvözetcsoport tagjai Ti-alapú és Ta, Nb, Zr, V és O ötvözőelemeket tartalmazó szuperötvözetek, amelyeknek egyszerű, térben középpontos köbös a rácsszerkezetük. Az ötvözeteket a szupertulajdonságaik eléréséhez először „hidegen” kell alakítani. A további részletekről a *Takashi Saito et al.: 2003 Science 300 464* cikkben olvashatnak.

A szén nanocsövek alkalmazásának távlatai

A Look Japán 2002. novemberi számában Aoki Shi'ichi a Make Way for the Nanotubes című cikkében többek között arról is ír, hogy a Nissen cég „önjavító” lökhárítót készített az alaklélekző X-TRAIL műanyagból, amely erősítőanyagként 3–5% szén nanocsövet tartalmaz. A nanocső-erősítésű műanyag nagy szilárdságú, mivel maga a szén nanocső gyémántkeménységű és szakítószilárdsága a piacon ma kapható, legnagyobb szilárdságú fémötvözetnél 25-ször nagyobb. Ez az anyag az autóépítők súlycsökkentési terveikben fontos szerepet kaphat. Am jelenleg – a nanocsőgyártás technológiájának gyors fejlődése ellenére – a szén nanocső ára az aranyénak tízszerese.

A szén nanocső mikroelektronikai alkalmazása is ígéretes. Ennek magyarázata a nanocső parányi méreteiben (0,5–10 nm átmérőjű és 1 μm hosszú) és szerkezetfüggő villamos tulajdonságaiban rejlik. Amikor a szénatomok hatszög alakú képződményei egyenesen (a csővecske hossz tengelyével párhuzamosan) láncolódnak nanocsővé, akkor villamos vezetőképességük a fémekével vetekszik. Am ha a hosszirányú láncolódnak spirál alakú, akkor a szén nanocső félvezető tulajdonságú. Technológiailag ma már az is megoldható, hogy a nanocsővecske egyik vége villamosan jól vezető molekulaszervezetű legyen, míg a csővecske közepétől a másik végéig félvezető molekulaszervezetű legyen, azaz dióda készíthető belőle. Továbbá, mivel a nanocső stabil molekula, ezért – a Si-alapú diódával ellentétben – nem szükséges oxidszigetelés sem alkalmazni a két vég között. Vagy is a szén nanocsővekből a Si-alapú elektronikai elemeknél lényegesen kisebb méretű elemek készíthetők, míattal a működtetésük energiaigénye is és a kapcsolási idő is csökken.

A paksi atomerőmű gőzfejlesztőinek állapotfelmérése

A Korróziós figyelő 2003/3. száma *Gőzfejlesztők hőátadó csövek korróziós állapotfelmérése I. és II.*, valamint a *Gőzfejlesztők primer és szekunder oldali állapota* címmel tanulmányokat közöl a Paksi Atomerőmű Rt., a Veszprémi Egyetem Radiokémiai, illetve Szilikát- és Anyagmérnöki Tanszékei, az Eötvös Loránd Tudományegyetem Magkémiai Tanszék és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem szakértő munkatársainak tollából, akik beszámolnak az évek óta összehangoltan, az OTKA által is támogatva folyó kutatásaiknak eddigi eredményeiről. A színvonalas tanulmányokra azért is hívjuk fel olvasóink figyelmét, mert az azokban foglaltak az előzményei a fűtőelem-kazetták elszennyeződésének, amiért is azok megtisztítása mellett döntöttek. A fűtőelem-kazetták tisztításához alkalmazott francia technológia – mint arról a sajtóból is értesülhettünk – üzembiztosan vezetett, amelynek megszüntetésén napjainkban is dolgoznak a szakértők.

A tanulmányokban olvasható lényege a következő: Az 1,4 mm falvastagságú, hőátadó, ausztenites acélcsővekből álló gőzfejlesztők jelennek a VVER-440-es blokkok radioaktív primer és inaktív szekunder köreinek fizikai elválasztását. Ennek a vékony anyagnak a védelme az egész

blokk üzemeltethetősége szempontjából alapvető jelentőségű. Ugyanakkor, normál üzem közben a csövek belső, primer oldali felületén felaktíválódott korróziótermékek rakodhatnak le, illetve kontamináció léphet fel, amely korlátozná a gőzfejlesztő időszakonkénti állapotellenőrzésének, és ennek nyomán az esetleg szükséges javításoknak az elvégzését, ha előtte nem dekontaminálnák a hőcserélőt. A hőátadó csövek korróziós állapotfelmérésére irányuló, korszerű elektrokémiai (voltammetria) és felületelemző (SEM-EDX – energiadiszipatív röntgenanalízissel kombinált pásztázó elektronmikroszkópos, CEMS – konverziós elektron Mössbauer-spektroszkópos, XRD – röntgendiffrakciós fázis-elemzés) módszerekkel elvégzett vizsgálatok eredményeinek értékelésekor kitértek a dekontaminációs eljárások hatásainak összehasonlító elemzésére is. Megállapították, hogy „a kedvezőtlenebb korróziós állapotban lévő hőátadó csöveket korábban az AP-CITROX eljárással dekontaminálták. (...) A kémiai dekontaminálás hatására az eredetileg stabil oxidok (magnetit, spinell, hematit) formájában kötött Fe egy része átalakult amorf Fe(III)-hidroxidokká és a felületen maradt. A Fe(III)-hidroxid réteg azonban gyenge védőképességű, lazán kötött (mobilis), s a borsav hőhordozóba jutva jelentősen befolyásolhatja a radioaktív kontaminációt, illetve a korróziótermék-lerakódás mértékét a teljes primer hűtőkörben. (...) Elkerülhetetlen tehát a dekontaminációs technológia felülvizsgálata, hatékonyságának és felületkémi hatásainak komplex elemzése.” Jelenleg a vizsgálatok ebben az irányban folytatódnak.

Új interferometriás eljárások

A Materialprüfung 2003/3. számában Henry Gerhard és Gerd Busse a Zerstörungsfrei Prüfung mit neuen Interferometrie-Verfahren című cikkükben két, az anyaghiányok érintésmentes kimutatására alkalmas, interferometriás módszerrel számolnak be. Mindkettő a termometria mérési eljárást ötvözi az interferometriával. Az egyik az *optikai gerjesztésű módszer*, amelynek lényege, hogy a vizsgálandó tárgyat periodikusan megvilágítják, amely a tárgy periodikus felmelegedést és az ezzel járó – az anyaghiánynál a környezetéhez képest eltérő – alakváltozást idézi elő. A tárgy felszínének alakváltozása mezejét pedig lézeres interferométerrel megjelenítik és értékelik. A másik az *ultrahang-gerjesztésű módszer*, amelynek lényege: a vizsgálandó tárgyra bevezetett ultrahang az anyaghiány környezetében hővé alakul, amely helyi alakváltozást, felszíni domborulatot eredményez. Az ehhez tartozó alakváltozás-mezőt a lézeres interferométerrel megjelenítik és értékelik.

A cikk az új roncsolásmentes eljárások alkalmazására példaként a szénszál-erősítésű műanyag kompozitból gyártott szerkezeti elemek, a rétegelt-ragasztott fa, fa-műanyag szerkezetek rétegződési hibáinak kimutatását említi, illetve felvételekkel illusztrálja.

Az üzemi szilárdság vizsgálati idejének csökkentése

Szerkezeti elemek üzemi szilárdságának meghatározása általában költség- és időigényes. A vizsgálati idő csökkentésének módszereit és kompromisszumait tekinti át C. M. Sonsino a Versuchszeitverkürzung in der Betriebsfestigkeitsprüfung című cikkében (Materialprüfung 2003/4). A vizsgálat időigénye az igénybevétel frekvenciájának és/vagy szintjének a növelésével elérhető, azonban figyelembe kell venni ennek a kifáradási élettartamra gyakorolt hatásait. Például: az ily módon vizsgált elem kifáradási élettartama azért lesz nagyobb, mert a valósághoz képest rövidebb időt tölt a korróziós környezetben, viszont rövidebb lesz az élettartama, mert már a nem tűrhető hőmérséklet-növekedés lerontja az eredetileg meglévő visszamaradt feszültségek élettartam-növelő hatását. Ismert, hogy a változó amplitúdójú terhelésre igénybevevett szerkezeti elem fáradási viselkedése általában nem határozható meg állandó amplitúdójú igénybevétellel. Viszont, a valószínűen nem károsító, de gyakran előforduló amplitúdók elhagyása hozzájárulhat a vizsgálati idő csökkentéséhez, azonban az igénybevételei programot az egyenértékű károsodás elv szerint ki kell egyenlíteni. Befejezésül szerző hangsúlyozza: a vizsgálati idő csökkentése számos kompromisszumon alapul. Különösen akkor kell a tudomány és a technika mindenkori állása szerint körültekintően eljárunk, amikor a biztonsági szempontból fontos alkatrészek üzemi szilárdságát vizsgáljuk ily módon.