

Egy életpálya a fém jegyében



Beszélgetésünk Roósz András akadémikussal, mi mással, mint a gratulációval kezdődik, hiszen március 15-én vette át a Széchenyi-díjat. Aktuális kutatási feladatokról folyik a diskurzus, ám minden témáról kiderül, hogy annak gyökerei mélyen a múltba nyúlnak vissza, személyekhez vagy közösségekhez kötődnek.

Én egyszerre vagyok egyetemi tanár, oktató, és az egyetemen, a tan széken, nyilvánvaló módon kutató. Ugyanakkor vezetek egy viszonylag nagy létszámú akadémiai kutatócsoportot, amely viszont kifejezetten csak kutatással foglalkozik. Ebből következik, hogy elég komplikált az életem. Ennek egy része kevésbé érdekes, a kutatás szervezésével, az adminisztrációval telik. Irányítani kell a kollektívát, amelynek most 17 tagja van. Ez a munka, mondom, nem igazán érdekes, sajnos a tevékenységem felét kiteszi. Annál izgalmasabb a szakma, mindaz, ami most már évek óta napirenden van. Nem nagyon csinállok olyat, ami ad hoc dolog... Régen, amikor ifjú ember voltam, természetesen ezt meg kellett tenni. Nagyobb témákat vezetek, és nagyobb témákon dolgozunk jó pár éve. Ezek közül az egyik – egyfajta szerelemgyerek, ha szabad ezt a kifejezést egy tudományos lapban használni – az egyensú-

lyi fázisdiagramokkal való foglalkozás, ezeknek a számítása. Jó egy évtizede kezdtem el velük foglalkozni, tehát akkor indult a dolog, és ma már több kutató, hallgató, diplomatervező foglalkozik a témával. Magát az eljárást sokféle ötvözetre használják. A kétalkotósok esetében tízes nagyságrendű a feldolgozás, van jó néhány háromalkotós, ez utóbbinál nem a teljes háromalkotósokat dolgozzuk fel, mert az általában nem érdekes, de olyan is előfordul, amikor a teljes háromalkotós elemzésére kerül sor. A likvidusz felületeit, ahol kezdődik a kristályosodás, a szolidusz felületeit, ahol befejeződik, egyszerűen meghatározható egyenletekkel írjuk le. Van egy doktóránduszom (*Kőrösy Gergő*), aki most egy szoftvert írt erre, nem is kell „kézzel csinálni”, beadjuk az adatokat és kiírja az egyenleteket. Egy nappali tagozatos hallgató pedig azzal foglalkozik, hogy egy háromalkotós ötvözetrendszernek az adatait gyűjti össze, és készít belőle egyenletet. *Mende Tamás*, fiatal kollégám ebből doktorált, nagyszerű disszertációt írt belőle. Ez a témacsokor egyike. Praktikusán, azt kell mondjam, hogy én azért lettem, s azért vagyok fémtannal foglalkozó ember, mert nekem ezt a technikumban megtanították, és én ebbe ott beleszerettem. Amikor az egyetemre, Miskolcra eljöttem, én ezt tudtam. Két féléven keresztül tanította *Káldor* professzor úr, de én már a kezdetén ismertem.

Nagy Jánosnak hívják...

Igen, ő volt az, aki a Technológia című tantárgyat ezen belül az egyensúlyi fázisdiagramokat tanította a középiskolában. Akkor persze, szó nem volt arról, hogy bármi módon számolni lehetne ezeket. Ám, hogy mennyire szerelemgyerek, ez bizonyítja: én az utolsó tudományos diákköri dolgozatomat, 1968-ban, ebből a témából írtam. Nem az EASTPHAD-eljárásból, ha-

nem a komplikáltabb CALPHAD-módozat alapjaiból. Volt egy harmincéves „luk”, egy időtartam, amikor ezzel nem foglalkoztam, de visszatértem hozzá. A diploma megszerzését követően elkezdtem viszont egy másik nagy témát, a szilárd oldatok kristályosodását, eljutva az eutektikumok kristályosodásáig. *Fuchs Erik* professzor úr volt az, aki felvetette ezt a témát, ebből írtam a kisdoktorimat 1972-ben, és sok-sok kollégával együtt művelem, azóta is.

Most, ebben az időszakban, melyek a témakör legfontosabb kérdései?

Van egy ESA finanszírozható MICAST-program, ezen belül azzal foglalkozunk, hogy az olvadáramlás milyen hatással van a kristályosodott szerkezetre. A hőmérséklet és a koncentrációkülönbség hatására az olvadéban sűrűségkülönbség lép fel, és ennek következtében áramlás indul. Ennek két vetülete van: az egyik, mi építettünk két olyan berendezést, amellyel kényszeráramoltatni tudjuk az olvadékat. Ez egy indukciós elven működő megoldás, gyakorlatilag van egy forgó vagy haladó mágneses tér, benne az olvadék, ami a motor forgó része – ez egy aszinkronmotor.

A berendezést ki találta ki?

A forgó mágneses terűt én, a haladót *Rónaföldi Arnold* villamos mérnök kollégám. Az első változatot nagyjából én építettem, a fejlettebb változatot és a haladó mágneses térrel működőt *Rónaföldi Arnold*, vele fogtunk össze. Ez úgy indult, hogy én jártam ki Stuttgartba dolgozni 1984-től kezdődően, tizenegy éven át, minden évben három hónapot kristályosodási témában. Ott megismertem egy *Lorenz Ratke* nevezetű kollégát, aki később a DLR, a Deutsche Luft und Raumfahrttechnik – ez központja a német űrkutatásnak – anyagtudományi laboratóriumának a vezetője lett. 1999-ben fel-

hívott, hogy csinálnak egy nagy nemzetközi teamet, amely ezzel a témával foglalkozik, van-e kedvem a munkába bekapcsolódni. Erlangenben megalapítottuk akkor a hat kutatócsoportból álló teamet, három német, két francia, egy angol, meg én. Beadtunk egy pályázatot, a projektet elnyertük, 2000-ben kezdődött valójában a munka. Már a MICAST négyenél járunk, most adjuk be az ötödikre a pályázatot. Van ennek egy űrtechnikai vonzata is, mert nem csak a földön vizsgáljuk ezt a kérdéskört, hanem az űrben is. Ezeket az űrpróbákat nem mi, hanem a németek készítik elő, és a nemzetközi űrállomáson csinálták meg a kísérleteket. A mintákat mi is megkaptuk, mi is értékeltük, szimuláljuk is azt, hogy mi történt a kristályosodás során. A munka mind a mai napig folyik. Rónaföldi Arnold ebből készítette, Kovács Jenő ebből készíti a PhD-disszertációját. Nagy Csaba PhD-hallgató pedig a grenoble-i kollégákkal együtt a folyamat szimulációjával foglalkozik. A kiinduló pontja ennek a témakörnek, a magyar-szovjet űrrepülés során végrehajtott űrtechnológiai kísérlet, a Bealuca-program volt. Annak az elvi alapját az én kandidátusi disszertációm adta.

Volt e annak a programnak következménye, hozadéka?

Hogy a szovjeteknél volt-e nem tudjuk, oly mértékű volt a titkolódzás, hogy még a földi kemencéhez sem engedtek közel bennünket. Egy hozadékat nem lehet eltagadni, ez az űrkemence építése. Nem tudtuk egészen pontosan milyenek a SALJUT 6-on a berendezések, de az eredményekből kiderült, hogy nem használhatók. Ekkor jött egy ötlet Fuchs Eriktől, hogy egy olyat kellene csinálni, amiben semmi nem mozog, sem a próba, sem a kemence, és mégis tudunk irányítottan kristályosítani. *Bárczy Pállal* ketten irányítottuk az elkészítését. Az amerikaiak vettek belőle hármat, de az űrbe sajnos nem került fel.

Térjünk vissza a szimulációhoz...

A '90-es évek közepe táján egy olyan szimulációs technikával kezdtünk el dolgozni, amit régen kitaláltak, csak a számítástechnika fejletlensége miatt nem volt könnyű alkalmazni. Ma már ennek az ellenkezője igaz, van

egy egyszerű egyfázisú anyag, alumínium-ötvözetet, hengereljük, majd újrakristályosítjuk. Mi történik? Keletkeznek új csírák, általában a szemcsehatárokon, és ezek elkezdnek növekedni. Lesz egy finomabb újrakristályosított szerkezet. Ezt tudjuk, valahogy így van. Nagy hőmérsékletű mikroszkópon meg is lehet nézni. Az említett szimulációs technikánál az alakított darab képét beviszed a számítógépbe, felosztod nagyon sok kis cellára – úgy is hívják, hogy cellaautomata módszer – s megadod, ha egy cellának az energiája meghalad egy értéket, akkor az képes újrakristályosodni. Bizonyos módon kiosztjuk az energiát a cellákra, s egy idő múlva gyönyörűen látszik, ahogyan keletkeznek a csírák, s filmszerűen látszik az átalakulás. *Barkóczy Péterrel* és *Geiger János* ábrázoló geometria docenssel csináltuk ezt a munkát. Mindketten ebből készítették a sikeresen megvédett PhD-értekezésüket. Ez a cellaautomata módszer kevésbé ismert, a Monte Carlo módszerhez hasonlatos, ami talán ismertebb. Most az auszteniesséssel foglalkozunk ezen a témakörön belül, *Karacs Gábor* doktorandusz ebből készíti PhD-disszertációját. Példának mondom, egy tisztán perlités acélt felmelegítünk az auszteniessé mezőbe, ott auszteni csírák keletkeznek, és a perlitben ezek elkezdnek növekedni, s egyszer csak a perlit eltűnik, a maradék karbid is szépen feloldódik. Ezt a folyamatot ugyanezzel a szisztémával gyönyörűen lehet szimulálni, és filmszerűen látod, hogy a perlit hogyan alakul át ausztenié.

Mire jó ez a szimulációs forma?

Arra, hogy megértjük és jóval pontosabban tisztázódik, hogyan megy végbe a folyamat.

Régi megállapításokat, feltételezéseket igazol vissza ez az eljárás?

Valóban, de kicsit tovább is lehet menni, mert ha ezek a feltételezések beigazolódnak, a mérési eredmények leírhatókká válnak, meg lehet kísérteni olyannak a leírását is ezzel, amire nincs mérés. Nem azt mondom, hogy a technológiába azonnal be lehet építeni, de előrejelzésre, bizonyos dolgok megbecsülésére nagyon alkalmas.

Vannak olyan témák, amelyekkel bizonyos érdekek, például a kar vagy éppen a tudomány érdeke miatt kell foglalkozni. Ilyen például a FORR-ÁSZ.

Ez az „is-is” esete. Mi a FORR-ÁSZ-nak azt a részét vállaltuk el, amihez úgy gondoljuk, hogy értünk, nyilván nem azt, amiről fogalmunk sincs, és aminek előzményei sincsenek. Az egyik a kétalkotós ötvözeteknek a kristályosodása. Két, három, aztán többalkotós is lesz belőle majd. A FORR-ÁSZ egyik célja, hogy olyan ötvözeteket, lágy forrasztóanyagokat kitaláljunk, amiben nincs ólom. Azoknak az ónalapú, de ólmot nem tartalmazó két-három vagy többalkotós ötvözeteknek a kristályosodási tulajdonságait derítjük ki, amelyek esetleg lehetnek ilyen forrasztóanyagok. Ebben a munkában a kutatócsoport teljes leány csapata részt vesz (*Czél Györgyné, Rontó Viktória, Svéda Mária, Tomolya Kinga, Sycheva Anna, Nagy Erzsébet*). Van egy másik része a munkának: keményforrasszal is foglalkozunk, az autóhűtők gyártásához szükséges többféle alumíniumlemez előállításának technológiájáról van szó. Ebben a munkában együtt dolgozom a Tanszék két nagy öregével, *Tranta Ferenc* és *Sólyom Jenő*vel, akik a fiatalokat megszegyenítő szorgalommal dolgoznak a projekten.

Újabb tématerület: hogyan került a képbe az amorf fém?

Bő tíz évvel ezelőtt, be lehetett adni egy nagyobb pályázatot az MTA-n, olyat, ami egy jelentősebb lélekszámú akadémiai kutatócsoport munkáját feltételezi. Hirtelen kialakult egy olyan fiatal csapat (a fentebb emlegetett leány csapat), amelynek tagjait jó lett volna itt tartani, s akkor kerestünk olyan akadémiai témát, amely a világban kurrensnek számít. Ez volt a tömbi amorf fém, pontosabban ötvözet. A vizsgáló technikánk megvolt hozzá. Valamikor a '90-es évek közepén valaki talált egy olyan ötvözetet, amiből a néhány 10 mikronnál vastagabb (néhány miliméteres) amorf próbát is lehetett készíteni, és nem is kellett nagyon gyorsan hűteni. Ezt hívják tömbi amorfnak, angolul bulk amorfnak. Azt gondoltuk, van öt-hat év lemaradásunk másokhoz képest, próbáljuk meg. Így indult. A kollégák lel-

kesek voltak. Építettünk hozzá egy centrifugál öntőberendezést, amiben mi is tudunk több ezer Kelvin per szekundummal hűteni. Szép ék próbákat öntünk, a csúcsa közel 10^4 K/s-mal, az alsó része 10^3 K/s-mal hűl. Ezt mi trükkös módon, ki is tudjuk mérni. Egy másik vonulata az amorfoknak, hogy máshogy is lehet amorf fémet gyártani, ez talán most a gyakorlathoz közelebb van. Ez a következő: készítünk egy olvadékot, azt valahogy megszilárdítjuk, feldaraboljuk nagyon apró kis szemcsékké, beletesszük egy golyósmalomba, ott elkezdjük őrölni, az ott bevitt energia következtében a kristályos rács egyre jobban torzul, egyszer csak amorf lesz. Az így előállított amorf pornak van egy érdekes tulajdonsága: található egy olyan hőmérsékleti tartomány, amiben viszkózus-sá, kvázi olvadékká válik, de még nem lesz kristályos. Ha visszahűtjük, amorf marad. Ha e fölé a hőmérséklet-tartomány fölé hevítjük, igen gyorsan kristályossá válik. Ezt a kvázi olvadékot, ha behelyezzük egy kis edénybe, összepréseljük ezen a hőmérsékleten, elő tudunk állítani tetszőleges alakú, méretű amorf darabokat.

Mitől különleges ez?

A mechanikai tulajdonságai miatt, és bizonyos anyagoknak a mágneses tulajdonságai is egészen különlegesek. Mi a mechanikai tulajdonságokkal foglalkozunk. Például a rézalapú cirkóniumot, alumíniumot, nikkelt tartalmazó ötvözetnek a szilárdsága messze meghaladja a legkeményebb acél szilárdságát. Van egy baja, a képlékenységi tulajdonságai nagyon rosszak. Most a következő lépés az, hogy az amorf port összekeverjük egy kris-

tályos anyaggal, amelynek jók a képlékenységi tulajdonságai, és így kompozitot gyártunk. Lesz egy nagyon nagy szilárdságú része, és lesz egy olyan része, ami képlékeny alakváltozásra hajlamos. Olyan alkatrészeknél izgalmas, amelyek kopásnak és hőigénybevételnek vannak kitéve. Például a műanyag fröccsöntésnél. Egyelőre nem járunk itt, de ez a végcél.

Megjelent a Fémtan I., amit a kiadó úgy ajánl, hogy messze túlmutat egy tankönyvön...

Bizonyos mértékig...

Vannak élethelyzetek, amikor a szakma elvárja a tudóstól egy nagyobb összegző, a tudományág addigi eredményeit összegző mű megírását...

Alig várom, hogy nyugdíjba küldjenek, akkor ezzel fogok foglalkozni.

A Fémtan I. még nem ez?

Nem, ez egy tankönyv. Ennek is van még egy fejezetrésze, amit meg kell írni a kétalkotósokon túl, a három és többalkotós fázisdiagramokról, számolási módszerekről. Írok azonban két másik könyvet, az egyik a kristályosodásról szól, úgy tervezem, hogy lesz egy tankönyvi része és egy tudományos kutatóknak szóló rész. A másik a szilárdfázisú átalakulásokkal foglalkozik. Az ausztenitesedés és társai.

Merrefelé halad a szakma, a fémtan tudománya?

Ha az anyagokról szól a történet és nem csupán a fémes anyagokról, az a véleményem, hogy a kompozitok felhasználása bizonyosan nagy léptékben fog nőni. A fémes vagy nem fémes

alapúak egyaránt. Ha a fémes területen maradunk, akkor az jóslható, hogy a különleges anyagok felé halad a világ. Ilyenek például a beszélgetésünkben már előfordult amorf fémek, ezekről szólva a legfontosabb kérdés: megtalálni, mire használhatjuk őket? Nagyon sok mindenre jók, az elmúlt 10-15 évben kezdték ezt kitalálni. A nagy tömeg valószínűleg nem ez lesz, például autót nem gyártanak amorf fémből továbbra sem. Nem kizárt, hogy fognak nagyobb tömegben alumíniumból vagy magnézium alapú ötvözetből karosszériát készíteni. Az acélgyártás a nagyszilárdságú acélok gyártása felé ment el, azért lehetett a gépkocsi tömegét csökkenteni, vagy ha nem csökkentették, de sokkal több mindent bele lehetett tenni, és a súlya még mindig inkább csökkent, mint nőtt. Összefoglalva: nagyjából ugyanezeket az ötvözetcsoportokat fogjuk használni, egyre hasznosabb tulajdonságokkal. Sokan mondták, hogy a kerámiák, s a műanyagok átveszik a fémek szerepét, és visszaszorulnak az utóbbiak. Ha a tömegüket tekintjük a felhasználást illetően, messze-messze a fémes szerkezetek tömege alatt vannak. Leírtam az akadémiai székfoglalóban anno, és a Fémtan I.-be is bekerült ez a mondat: „Ha valamely varázslat következtében életünkben eltűnnének a fémek, az emberi civilizáció visszasüllyedne a kőkorszak technikai szintjére, és az időt ismét homokórával mérnénk.”

Hajnal József

Dr. Roósz András akadémikust 2014. június 12-én három évre megválasztották a Magyar Tudományos Akadémia Miskolci Területi Bizottsága elnökének.

A Közép-európai Vaskultúra Egyesület Magyar Tagozatának tevékenysége, célkitűzése

Az Európai Tanács az 1980-as években határozta el, hogy Európa kulturális értékeinek demonstrálása és jobb kihasználása érdekében célszerű európai kulturális útvonalakat létrehozni. Elsőként 1987-ben a Santiago de Compostela zarándokutat (Szent Jakab út) ismerték el hivatalosan európai kulturális útvonalként.

A közép-európai vaskohászat történetével foglalkozó szakemberek már hosszabb ideje együttműködtek országuk, régiójuk vaskohászati emlékeinek, történelmének kutatásában, ápolásában és népszerűsítésében, amikor 2007-ben az Európai Tanács elismerte a Közép-európai Vaskultúra Egyesületet a Tanács kulturális útja-

ként. A tevékenység összefogására és koordinálására létrehozott „Közép-európai Vaskultúra Egyesület” központja az ausztriai Leobenben van, elnöke *Gerhard Sperl* professzor, tagja Bajorország, Csehország, Lengyelország, Szlovákia, Magyarország, Románia, Szlovénia és Olaszország. Magyarország részéről az egyesület