

## Kaptay György főbb tudományos eredményei (2012. szeptember)

Kaptay György (született Tatabányán 1960 márciusában) okleveles kohómérnök (1984), a műszaki tudomány kandidátusa (1988), habilitált (1998), egyetemi tanár (1999), az MTA doktora (2005). A Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit kft miskolci székhelyű BAY-LOGI Kutatóintézetének vezető kutatója, negyed állásban a Miskolci Egyetem professzora.

Oktatásszervezőként (a Miskolci Egyetemen) 1996 – 2004 között a Fizikai Kémiai Tanszék vezetője, 1998 – 2006 között a Műszaki Anyagtudományi Kar dékánja, 2003-2004-ben az anyagmérnöki BSc és MSc szakok országos akkreditációjának vezetője, 2007 óta a Kihelyezett Nanotechnológiai Tanszék vezetője, 2008 óta a BSc és MSc szintű nanotechnológiai szakirányok vezetője. Kutatásszervezőként fentiekén túl 2006-ban a BAY-NANO Kutatóintézet alapító igazgatója, az utódszervezetben jelenleg is a Nano-anyagok osztály vezetője. Iskolateremtő tevékenységét 46 TDK dolgozat, 19 diplomamunka és 9, sikeresen megvédett PhD disszertáció jelzi, jelenleg 5 beosztott és 10 hallgató kutatását irányítja. Egy önálló tankönyve jelent meg [Kaptay Gy. Anyagegyensúlyok makro-, mikro-, és nanoméretű rendszerekben, Raszter Kiadó, 2011, 359 oldal].

Fő kutatási területe az anyagtudomány, ezen belül a metallurgia, kémiai termodinamika, határfelületi jelenségek, elektrokémia, nanotechnológia. Elsősorban a fém-, só- és salakolvadékok, kompozitok, habok, emulziók, ötvözetek és kerámiák kutatásával foglalkozik. 35 impakt faktoros folyóiratban publikált 80 cikkének kumulatív impakt faktora<sup>1</sup> 104 körüli, egy szerzőre arányosan osztott parciális kumulatív impakt faktora 65 körüli. Ezen túl 25 magyar nyelvű folyóiratcikke jelent meg, ebből 17 a „BKL Kohászat” című szakmai lapban. Ismert független hivatkozásainak száma 1028, innen számított h-indexe 16.

**Fontosabb természet-tudományos eredményei** nagyrészt egyszerű cikkekben jelentek meg (csak a legfontosabb cikkek feltüntetésével):

Levezette a **határfelületi erők** általános képletét, innen származtatta az összes ismert határfelületi erő egyenletét egyszerű geometriai esetekre és megalkotta a határfelületi erők magyar és angol nyelvű koherens nevezéktanát [G.Kaptay: J Mater Sci 40 (2005) 2125-2131 (0,901/16)]<sup>2</sup>, magyar nyelven lásd: [Kaptay Gy. BKL Kohászat, 142/3 (2009) 39-46 (0/0)].

Komplex határfelületi feltételrendszert dolgozott ki a **szemcsékkel erősített kompozitok** gyárthatóságára [G.Kaptay, E.Báder, L.Bolyán. Mater Sci Forum 329 (2000) 151-156 (0,597/26)]. Ezen belül külön cikkei foglalkoznak a szilárd szemcsék kristályfronttal való kölcsönhatásával [G.Kaptay. Metall Mater Trans A 32A (2001) 993-1006 (1,273/20)], folyadék szemcsés anyagba hatolásának elméletével [T.Bárczy, G.Kaptay. Mater Sci Forum 473 (2005) 297-302 (0,399/24)] és ezen elmélet kísérleti bizonyításával [P.Baumli, G.Kaptay. Mater Sci Eng A 495 (2008) 192-196 (1,806/10)], folyadék szálas anyagba való behatolásával [G.Kaptay. Composites Sci Technol 68 (2008) 228-237 (2,533/12)] és szemcsék folyadékba hatolásával statikus [G.Kaptay. Mater Sci Forum 215 (1996) 459-466 (0/16)] és dinamikus körülmények között [O.Verezub, G.Kaptay, T.Matsushita, K.Mukai. Mater Sci Forum 473 (2005) 429-434. (0,399/4)].

Komplex határfelületi feltételrendszert dolgozott ki a **szemcsékkel stabilizált habok** stabilitására: elméletileg meghatározta a habstabilitáshoz szükséges optimális peremszög intervallumot [G.Kaptay. Colloids Surfaces A, 230 (2004) 67-80 (1,513/112)] (a sok hivatkozás ellenére a cikk lényegét néha félremagyarázzák, lásd [G.Kaptay: Adv Colloid

<sup>1</sup> Az impakt faktor értékek az ISI alapján (összhangban az MTMT adataival). A 2012-es cikkek impakt faktora becsült érték, a 2011-es IF-ral van egyenlővé téve.

<sup>2</sup> A folyóirat neve után: kötet (év) oldalak (impakt faktor / független hivatkozások száma).

Interface Sci 170 (2012) 87-88 (8,120/0)]. Ezt az elvet kiterjesztette a **szemcsékkel stabilizált emulziókra** is [G.Kaptay. Colloids Surfaces A 282 (2006) 387-401 (1,611/56)].

Komplex modellrendszert dolgozott ki a **fémolvadékok** termodinamikai tulajdonságai (olvadáspont, moláris térfogat, hőkapacitás) és **termofizikai tulajdonságai** között, úgymint kohéziós energia, felületi feszültség és annak hőmérsékleti koefficiense, hőtágulási együttható [G.Kaptay. Mater Sci Eng A 495 (2008) 19-26 (1,806/11)], egyéb határfelületi energiák [G.Kaptay. Mater Sci Forum 473 (2005) 1-10 (0,399/16)], kritikus hőmérséklet [G.Kaptay: Int J Thermophysics, doi: 10.1007/s10765-012-1270-5 (0,953/0)], dinamikai viszkozitás [G.Kaptay. Z Metallkd 96 (2005) 24-31 (0,842/18)] és öndiffúziós tényező [G.Kaptay. Int J Mater Res 99 (2008) 14-17 (0,819/4)]. Külön foglalkozott az alumínium olvadékok fedő oxidréteg felületi feszültséget megváltoztató hatásával [G.Kaptay. Mater Sci Forum 77 (1991) 315-330 (0/33)].

A folyékony oldat/gáz határfelületek felületi feszültségére ismert Butler egyenletet kiterjesztette folyadék/folyadék [G.Kaptay. Calphad 32 (2008) 338-352 (1,530/5)] és koherens szilárd/szilárd [G.Kaptay. Acta Mater, doi: 10.1016/j.actamat.2012.09.002 (3,755/0)] határfelületek **határfelületi energiáinak** elméleti számítására.

Új modellt dolgozott ki fémolvadékok **felületi fázisátalakulásának** számítására [G.Kaptay. Calphad 29 (2005) 56-67 (1,344/4)], amit később munkatársaival az A-TIG hegesztési varratok modellezésére is kiterjesztettek [T. Sándor, C. Mekler, J. Dobránszky, G. Kaptay: Metall Mater Trans A, doi: 10.1007/s11661-012-1367-2 (1.545/0)]. Ennek lényege, hogy a monotektikus rendszerekben az oldhatatlansági területen kívül, a nagyobb felületi feszültségű komponens oldalán a kisebb felületi feszültségű (azaz felületaktív) komponens adagolásának hatására egy adott kritikus térfogati összetétel mellett a felületen megjelenik egy főleg a felületaktív komponenset tartalmazó nano-réteg. A kritikus térfogati összetétel hőmérsékletfüggő, ami az egyensúlyi fázisdiagramokon egy új vonalat ad (= SPT-vonal = surface phase transition line = a felületi fázisátalakulás vonala). Az SPT vonal két oldalán különbözik a felületi feszültség hőmérsékleti koefficiensének előjele, emiatt különbözik a felületi hőmérséklet-gradiens hatására fellépő Marangoni áramlás iránya is.

Új elvet és algoritmust dolgozott ki az **elektrokémiai szintézis diagramok** számítására [G.Kaptay: Electrochim Acta, 60 (2012) 401-409 (3,832/0)]. Ennek lényege, hogy amennyiben egy elektrolitból több ion válik le egyidejűleg, a fázisdiagrammal összhangban meghatározható a katódtermék egyensúlyi állapota (a fázisok száma, mibenléte, egymáshoz viszonyított aránya és összetétele).

Továbbfejlesztett a **Calphad** (= fázisdiagramok számítása) módszert **nanorendszerekre** [G.Kaptay. J Mater Sci, 2012, doi: 10.1007/s10853-012-6772-9 (2,015/0)]. Ezen belül kiterjesztette a Gibbs féle fázis-szabályt nanorendszerekre [G.Kaptay. J Nanosci Nanotechnol. 10 (2010) 8164–8170 (1,352/0)] és a koncepcionális hibát tartalmazó Kelvin egyenlet korrekciójával új, Gibbs termodinamikájával összhangban lévő egyenleteket vezetett le a nanocseppek feletti egyensúlyi gőznyomására, a nanokristályok olvadáspontjára [G.Kaptay. J Nanosci Nanotechnol, 12 (2012) 2625-2633 (1,563/0)] és a nanokristályok oldhatóságára [G.Kaptay: Int J Pharmaceutics, 430 (2012) 253-257 (3,350/0)]. Ezzel feloldotta a Kelvin egyenletből származó Gibbs-Thomson egyenlet és a Gibbstől származó csíráképződési elmélet közötti 135 éves ellentmondást is.

Új exponenciális egyenletet vezetett be az oldatok **többlét Gibbs energiája** hőmérsékletfüggésének leírására [G.Kaptay. Calphad 28 (2004) 115-124 (2,119/36)], ami garantálja, hogy a Calphad számítások eredményeként nagy hőmérsékleten sem kapunk hibás eredményt (mint ahogy az a klasszikus lineáris egyenletből gyakran következett). A módszert kínai szerzőtársakkal ternér rendszerekre is kiterjesztette [Y.Tang, Y.Du, L.Zhang, X.Yuan, G.Kaptay. Thermochim Acta, 527 (2012) 131-142 (1,805/0)]. A módszer elméleti megalapozása vezette el a termodinamika egy lehetséges új főtételéhez, miszerint a reális

oldatok a hőmérséklet növelésével (de konstans nyomás és összetétel mellett) fokozatosan az ideális oldat állapot felé tartanak, feltéve, hogy a komponensek és az oldat standard állapotait egyformára választjuk [G.Kaptay. Metall Mater Trans 43A (2012) 531-543 (1,545/0)].

Megmutatta, hogy az **SI mértékegységrendszer** által megadott hét alaplémértékegység és hét alapmennyiség helyett öt is elegendő a természet leírásához [G.Kaptay. JMM B 47 (2011) 241-246. (1,317/1)], magyar nyelven lásd: [Kaptay Gy. Magyar Tudomány, 7 (2012) 856-860 (0/0)]. A fényerősség (cd) ugyanis nem alap-, hanem származtatott mennyiség (mértékegység), míg az anyagmennyiség (mol) nem alap, hanem kiegészítő mennyiség (mértékegység). Utóbbi ugyanis a tetszőlegesen definiált Avogadro számon alapul, ami ugyan hasznos mennyiség, de nincs rá feltétlenül szükség a természet leírásához, hiszen elegendő a matematikából ismerni a pozitív egész számokat ahhoz, hogy az atomokat megszámozzuk.

**Fontosabb mérnöki eredményei** nagyrészt tanítványaival és/vagy külső munkatársakkal társszerzőségben születtek (csak a legfontosabb cikkek feltüntetésével):

Kutatócsoportjával olyan sóolvadék-családot fejlesztett ki, ami **alumínium** olvadék tökéletes nedvesítését biztosítja **karbon** felületen [P.Baumli, J.Sytchev, G.Kaptay. J Mater Sci 45 (2010) 5177-5190 (1.859/3)] és így nyomás alkalmazása nélkül sikerült létrehozniuk alumínium mátrixú, karbon szálakkal erősített **kompozitot** [P. Baumli, J. Sychev, I. Budai, J.T. Szabo, G.Kaptay: Composites A, doi: 10.1016/j.compositesa.2012.08.021 (2,695/0)].

Kutatócsoportjával kidolgozta a SiC szemcsékkel erősített Al mátrixú **kompozitok újrahasonosítását** és a SiC szemcsékkel erősített felületű alumíniumszemcsék gyártását [D.Madarasz, I.Budai, G.Kaptay. Metall Mater Trans 42A (2011) 1439-1443 (1,545/1)].

Kutatócsoportjával új anyagcsaládot alkotott: a **szemcsékkel stabilizált fémemulziókat** [G.Kaptay, I.Budai: US Patent US 2011/0185855 A1, Aug. 4, 2011], [I.Budai, G.Kaptay. Metall Mater Trans 40A (2009) 1524-1528 (1,564/4)]. A fémemulziókat sikerült megfordítaniuk [I.Budai, O.Z.Nagy, G.Kaptay. Colloids Surfaces A 377 (2011) 325-329 (2,236/0)], illetve szemcsék helyett sikerült azokat többkomponensű fémolvadékból a hűtés hatására precipitálódó szilárd vékony filmekkel is stabilizálniuk [O.Z.Nagy, J.T.Szabo, G.Kaptay. Intermetallics, 26 (2012) 26-30 (1,649/0)].

Munkatársaival kidolgozta a **lézeres, in-situ felületi kompozitok** gyártási elvét és megvalósította azt az acél/Ti/WC rendszerben [O. Verezub, Z. Kálazi, G. Buza, N.V. Verezub, G. Kaptay. Surf. Coatings Technol 203 (2009) 3049-3057 (1,793/5)], majd az így keletkezett felületi kompozitból forgácsoló szerszámot készítettek és tesztelték annak viselkedését [O.Verezub, Z.Kálazi, A.Sytcheva, L.Kuzsella, G.Buza, N.V.Verezub, A.Fedorov, G.Kaptay. J Mater Process Technol 211 (2011) 750-758 (IF = 1.783/0)].

Kutatócsoportjával továbbfejlesztette a **szén nanocsövek elektrokémiai szintézisét** sóolvadékokból [J.Miklósi, P.Póczik, I.Sytchev, K.Papp, G.Kaptay, P.Nagy, E.Kálmán. Appl Phys A72 (2001) S189-S192 (1,722/7)] és az így keletkezett szén nanocsövek tisztítási technológiáját [T.Gábor, F.H.Kármán, J.Sytchev, E.Kálmán, G.Kaptay: Carbon 47 (2009) 1195-1198 (4,504/3)]. Részletesen vizsgálta alkáli fémek interkalációját a grafit grafén síkjai közé és a grafénsíkok leválását és szén nanocsövekké alakulását [J.Sytchev, G.Kaptay. Electrochim Acta 54 (2009) 6725-6731 (3,325/7)].

Kutatócsoportjával továbbfejlesztette a sóolvadékokból való **elektrokémiai vegyület-szintézis** elvét és gyakorlatát [G.Kaptay, S.A.Kuznetsov. Plasmas & Ions 2 (1999) 45-56 (0/40)], beleértve titán diborid rétegek elektrokémiai szintézisét kriolit olvadékból [S.V.Devyatkin, G.Kaptay. J Solid State Chem 154 (2000) 107-109 (1,527/9)], ami az alumínium elektrolizáló kádák nedvesíthető és inert katódjainak elkészítésére és javítására használható eljárás.