

## Válasz a megjegyzésre

BODRI BERTALAN\* – BODRINÉ CVETKOVA LUJZA\*

A gránátos granulit cseppek lesüllyedésének sebességét leíró (a Megjegyzésben (1)-el jelzett) szedimentációs képlettel kapcsolatos észrevételében *Korvin G.* figyelmen kívül hagy két körülményt.

Az egyik az, hogy a kérdéses összefüggést dolgozatunkban az  $\eta_1 > \eta_2$  feltétel teljesülése mellett, és nem pedig  $\eta_1 \gg \eta_2$  esetén alkalmazzuk. Ez utóbbi esetben nem viszkózus cseppeknek, hanem szilárd részecskéknek (blokkoknak) viszkózus folyadékban való mozgásáról lenne szó. A sűrűség-diszkontinuitás felbomlásának kezdeti stádiumát tanulmányozva ugyan mind az  $\eta_2 \ll \eta_1$ , mind az  $\eta_2 = \eta_1$  eseteket megvizsgáltuk, kiderült azonban, hogy a felaprózódás folyamata igen kevésbé érzékeny az  $\eta_2/\eta_1$  viszonyra. Így tehát a Megjegyzés (5) képletébe a valódi  $\eta_2/\eta_1$  viszonyt behelyettesítve, a szedimentáció sebességére adódó összefüggésben az együttható értéke semmiképpen sem lehet a *Stokes*-formulában szereplő  $\frac{2}{9}$ .

A másik, az előbbinél lényegesebb körülmény az, hogy a Megjegyzés (2), (3), (5) képletei a feladat nulladik közelítésben történő leírását adják. Ezek az összefüggések csak erősen felhígított szuszpenzióra alkalmazhatók, amikor is a nehezebb komponens  $C$  tömegkoncentrációja az egy ezreléket sem éri el ( $C \ll 1$ ). Más szóval, az említett képletek izolált részecskének végtelen folyadéktérfogatban való mozgását írják le. Más a helyzet esetünkben, amikor a gránátos granulit cseppek egymástól való  $r$  távolságának és  $R$  sugarának a hányadosa  $\sim 10$  körüli érték. Adott részecske (csepp) sebességének számításakor itt figyelembe kell venni az összes többi részecskének a perturbáló hatását is. A mérsékelt koncentrációjú ( $C < 1$ ) szuszpenzióban fellépő részecske kölcsönhatási effektust az  $r$  távolság szerint lineáris tagokig bezárólag vettük figyelembe úgy, hogy közben az egyszerűség kedvéért csak két részecskepár egyidejű kölcsönhatását tekintettük. Összegezve a részecskék  $b$  mobilitásának arra a két alternatív esetre vonatkozó növekményeit, amikor a ható erő és a sebesség iránya egybeesik a részecskepárt összekötő egyenessel, illetve arra merőleges, a mobilitási együtthatóra a következő formula adódik

$$b = b_0 \left( 2 + \frac{9}{4} \frac{R}{r} \right), \quad (1)$$

ahol  $b_0$  a végtelen folyadéktérfogatban mozgó izolált részecske mobilitási együtthatója. A meglehetősen hosszadalmas levezetés helyett megjegyezzük, hogy *Batchelor (1976)*, valamint *Hinch (1977)* a részecskék hidrodinamikusan kölcsönhatásának általánosabb esetét vizsgálva olyan megoldást határoztak meg, amelyből az (1) összefüggés részesetként adódik. Feltéve, hogy az  $r/R$  hányados értéke mintegy 3 és 20 között változik, a mobilitás növekedésének középértéke

\*ELTE, Geofizika Tanszék

fenti intervallumban  $\approx 2,5$  lesz. A mobilitási együtthatónak ezt az értékét az ismert (Landau és Lifsic, 1953)

$$F = \frac{v}{b} \quad (2)$$

összefüggésbe (ahol  $F$  a közegellenállási erő) behelyettesítve és feltételezve, hogy  $\eta_1 = \eta_2$ , a szedimentáció sebességét leíró képlet együtthatójára valóban közelítőleg  $\frac{2}{3}$  adódik.

Ami a lesüllyedő cseppek alakját illeti, Korvin G. azt a nagyon speciális esetet tekinti, amikor a csepp (blokk) lineáris kiterjedése különböző irányokban erősen eltérő. (11)-ben felírt feltételezése esetünkre vonatkoztatva annyit jelent, hogy míg a süllyedő ellipszoidális blokk maximális kiterjedése 2–3 km, addig minimális mérete mindössze néhányszor tíz métert tesz ki. Véleményünk szerint nagyon kétséges, hogy ilyen folyamat (ami nem is annyira blokkok leszakadása, mint inkább a kéreg alsó rétegének lehántása lenne) fizikailag megvalósulhatna, amikor is a szeparálódó két anyag viszkozitása és sűrűsége igen kevésbé különbözik, a rendszerben csak függőleges irányú erők hatnak, és nincsenek horizontális hasító feszültségek. Mindenesetre a (11) feltételezés megengedhetőségét szigorú vizsgálattal kell megalapozni. Megmutatható, hogy kevésbé egzotikus esetben, amikor az ellipszoid  $a$ ,  $b$ ,  $c$  féltengelyei ugyan eltérnek de nagyságrendben megvegyeznek, a csepp alakját gömb helyett ellipszoidnak véve, a süllyedés sebessége lényegesen nem változik meg.

Legyen  $a \sim b \sim c \sim R_{\text{eff}}$ . Akkor a Megjegyzésben felírt összefüggésekre rendre

$$\chi_0 \sim 2R_{\text{eff}}^2, \quad (\text{Megjegyzés, 8. képlet})$$

$$\gamma_0 \sim \frac{2}{3}, \quad (\text{Megjegyzés, 9. képlet})$$

$$R \sim R_{\text{eff}} \quad (\text{Megjegyzés, 7. képlet})$$

adódik. Tehát az ellipszoidális csepp  $\frac{1}{6\pi\eta_2 R}$  mobilitása ez esetben  $b \sim \frac{1}{6\pi\eta_2 R_{\text{eff}}}$  lesz, ami megfelel az  $R_{\text{eff}}$  sugarú, gömbszerű csepp mobilitásának.

#### IRODALOM

- Batchelor, G. K. (1976). Brownian diffusion of particles with hydrodynamic interaction. *J. Fluid Mech.*, 74:1–29.
- Hinch, E. J. (1977). An averaged-equation approach to particle interactions in a fluid suspension. *J. Fluid Mech.*, 83:695–720.
- Landau, L. D. and Lifsic, E. M. (1953.) *Mechanika szplosnih szred.* GITTL., Moszkva, 788 pp.