

Organikus közegű, koherens kaolin-szuszpenziók  
reológiai vizsgálata

Sümegei Mihály

JATE Kolloidkémiai Tanszék

A különböző anyagi minőségű porokból készült szuszpenziók, s köztük a tömény organoszuszpenziók a modern technikában egyre jelentősebb szerephez jutnak. Stabilitásuknak, illetve folyási tulajdonságaiknak ismerete pl. a lakkfestékek, olajbányászati öblítőiszapok, kenőzsirok és egyéb organikus közegű paszták elkészítése és felhasználása során elsőrendű fontosságú. Így az utóbbi években sok figyelmet szenteltek a tömény szuszpenziók reológiai vizsgálatának, mely Bingham /1/, Green és Weltmann /2,3/ ma már klasszikusnak tekinthető munkái alapján indult el, s Rebinder és munkatársainak /4-6/ munkássága révén egyre szemléletesebb összefüggések váltak ismeretessé a rendszerek szerkezete és reológiai tulajdonságai között. Ismeretessé vált az idő folyamán az is, hogy a rendszer koherenciájához egy minimális, rendszerenként különböző értékű  $\phi_0$  alsó határkoncentráció szükséges /4, 7, 8/, melyet a reológiai vizsgálatoknál is figyelembe kell venni.

Az organoszuszpenziók szisztematikus vizsgálata Wo. Ostwald, Haller /9/ és Buzágh /10/ munkásságával kezdődött. Az organoszuszpenziók reológiája területén a jelentősebb eredmények Rebinder és munkatársai /4, 11/ ill. Casson /12/, Bantoft /13/ és Asbeck /14/ nevéhez fűződnek.

A legfontosabb reológiai paraméterek a következők: a rendszerben levő térháló egy síkjában való nyírás megindításához szükséges  $\tau_h$  határnyirófeszültség /5,6/,

az ép térhálónak folyási egységekre való dezaggregáláshoz szükséges  $\tau_B$  Bingham-féle folyáshatár, ill. a rendszer egységnyi deformációgradiensű folyásának a fenntartásához a  $\tau_B$  felett szükséges nyiróerő, az  $\eta_{pl}$  plasztikus viszkozitás /1-3, 8/ és a lenyirt rendszer regenerálódási képességéről tájékoztató  $\tau_r$  maradó folyáshatár /8/.

A fenti paraméterek koncentrációfüggésének megállapítása a reológiai mérések kiértékelésének egyik leglényegesebb eleme, mert alapvető összefüggés látszik a koncentráció-függés és a szerkezetképzési sajátságok között. Az irodalomban /15/ számtalan összefüggés ismeretes is, de a levezetett egyenletek olyan nagyfokú egyszerűsítéseket tartalmaznak, hogy csak egészen kivételes esetekben tudják leírni a valóságot, az empirikus egyenletek általában csak egy-egy adott anyagtypus esetén alkalmazhatók, az az igény pedig, hogy a különböző folyáshatárokat - amint azt természetük indokolja is - egységes alapelvek szerint kezeljük, nem merült fel.

Jelen munka célja - egyéb, pl. bárium-szulfát, Ivegál stb. organoszuszpenziók után - alkohol-adalékot tartalmazó, toluol közegű kaolin-szuszpenziók esetén bemutatni egy félempirikus egyenlet használhatóságát a fenti paraméterek koncentráció-függésének leírására.

### Kísérleti anyagok és módszerek

Modellanyagon kezeletlen zettlizi kaolin, melyből a 10 mikronnál durvább részecskéket elkülönítettem. Közegként analitikai tisztaságú vegyszereket alkalmaztam. A nem ülepedő szuszpenziók  $\phi_0$  alsó határkoncentrációját üledéktérfogatméréssel határoztam meg. A reológiai vizsgálatokhoz a szuszpenziókat Retsch-Mühle /Type SM, NSZK/ achátmalomban való 30 perces őrléssel készítettem, a méréseket pedig Rotovisko /Haake, NSZK/ rotációsviszkozi-

méterrel, NV jelzésű mérőedényben, 25 C°-on végeztem.

Kísérleti eredmények

A vizsgálatok során mért határnyirófeszültséget, ill. maradó folyáshatárt és a reogrammból nyerhető Bingham-féle plasztikus viszkozitást, ill. folyáshatárt az alábbi táblázatban a szuszpenzió-koncentráció függvényében foglaltam össze:

Közeg	$\phi$	$\tau_h$	$\tau_r$	$\tau_B$	$\eta_{pl}$
Toluol	12,0	180	95	55	1,00
	14,0	225	175	80	1,21
	15,0	315	180	110	1,32
	16,0	445	200	160	1,48
	17,5	690	505	180	1,59
	18,0	825	510	280	1,78
	19,0	985	560	315	2,00
	20,0	1410	710	405	2,24
	23,5	3710	1995	995	3,59
	24,0	3980	2520	1350	3,99
	26,0	5010	5105	1990	5,02
Toluol:	15,0	130	60	80	0,90
85,48 mol%	16,0	160	80	90	1,05
Metanol:	17,5	205	95	125	1,12
14,52 mol%	19,0	245	125	160	1,29
	20,0	315	160	195	1,34
	25,0	895	445	505	1,98
Toluol:	17,5	55	40	125	2,15
84,78 mol%	19,0	80	55	160	2,53
Propanol:	20,0	95	60	250	3,04
15,22 mol%	22,5	160	125	380	4,00
	25,0	315	225	575	5,37

A táblázatban a szuszpenzió-koncentráció a diszperz rész

térfogat-százakékában, a folyáshatár-értékek  $\text{din/cm}^2$ , a  
 plasztikus viszkozitás pedig poise egységben szerepel.

A mérési eredmények értékelése

A fenti táblázatban levő paraméterek koncentráció-függésé-  
 nek értékelését az

$$\eta_{pl} = \tau_0 / 1 + \frac{\phi - \phi_0}{100 - \phi} \quad /m \quad /1/$$

ill. a  $\tau_B = \tau_0 / 1 + \frac{\phi - \phi_0}{100 - \phi} \quad /n \quad /2/$

összefüggések segítségével elvégezhetjük. A /2/ összefüg-  
 géssel azonos alakú a  $\tau_h$ -ra és  $\tau_r$ -re följirt egyenlet is.  
 Az összefüggésekben szereplő  $\eta_{pl}$ ,  $\tau_B$ ,  $\tau_h$   
 és  $\tau_r$  a  $\phi$ ,  $\tau_0$ ,  $\tau_0$ ,  $\tau_h^0$ , ill.  $\tau_r^0$  a  $\phi_0$   
 koncentrációhoz tartozó plasztikus viszkozitás, Bingham-  
 féle folyáshatár, határnyirófeszültség és maradó folyásha-  
 tár. Az összefüggések logaritmizált alakja mérési eredmé-  
 nyeink behelyettesítésekor lineárist adott, ez az össze-  
 függés helyességét igazolja, s lehetővé tette, hogy meg-  
 határozzuk az összefüggésekben szereplő konstansokat. Ezek  
 értékét az alábbi táblázat tartalmazza.

Közeg	$\phi_0$	$\tau_h^0$	$\tau_r^0$	$\tau_0$	n	$\tau_0$	m
Toluol	12,0	180	125	65	20	1,00	8,7
Toluol-metanol	14,8	125	65	70	18	0,90	6,4
Toluol-propanol	16,3	40	30	100	15,5	1,48	9,8

Az üledéktérfogathból számolt  $\phi_0$  értékek azt mu-  
 tatják, hogy a propanol nagyobb, a metanol kisebb mérték-  
 ben javítja a hidrofil felületű kaolin-részecskék nedvese-  
 dését toluolban.

Mindhárom folyáshatár koncentráció-függésére azonos  
n exponens adódott, igazolva azt a feltevést, hogy a ha-

tárnyirófeszültséget, a maradó és a Bingham-féle folyáshatárt voltaképpen azonos tényezők szabják meg; számértékükben az okoz csak eltérést, hogy különböző mértékben lenyirt, ill. ép szerkezettel rendelkező rendszerekhez rendelhetők.

Az  $n$  exponens számértékének csökkenése párhuzamos a  $\phi_0$  növekedésével. Ez egyrészt mutatja azt, hogy az  $n$  jellemezheti az adhéziót, másrészt azt is, hogy a folyáshatár szuszpenzió-koncentráció függvényének meredekségét, s magát a folyáshatárt is az adhézió döntő módon befolyásolja.

A  $\tau_0$  értéke az üledék tömörödésével, a  $\phi_0$  növekedésével együtt nő, tehát a  $\tau_0$  párhuzamosan változik a fajlagos adhézió növekedésével.

A reológiai szakirodalom szerzőinek többsége csak egyféle folyáshatárt használ fel a rendszerek jellemzésére. Alkalmazásuk jelen munkában mégsem öncélú, mivel érdekes tapasztalatként adódott, hogy a folyáshatárok értékei a különböző szuszpenzióknál az alábbi három sorrend valamelyikének felelnek meg:

$$\begin{array}{llll} \tau_h & > & \tau_r & > & \tau_B & & /3/ \\ \tau_h & > & \tau_B & > & \tau_r & & /4/ \\ \tau_B & > & \tau_h & > & \tau_r & & /5/ \end{array}$$

E sorrendek az egyes közegek esetén a legmesszebbmenően megegyeznek a reogrammok és a hiszterézis-hurok alapján felvázolható szerkezetképzéssel.

Vizsgált rendszereink közül a /3/ sorrendnek megfelelő, nagy adhézióju, kis koncentrációju, toluol közegű szuszpenziókban a szerkezet nyugalomban nagy szilárdságu /  $\tau_h$  nagy/, de nyiráskor a laza szerkezet összeomlik, s a lenyirt szerkezet folyási ellenállása /  $\tau_B$ / kicsi, ugyanakkor a lenyirt kötésponatok gyorsan regenerálódnak, s ezért viszonylag nagy  $\tau_r$  mérhető. A /4/ sorrendnek megfelelő, toluol-metanol közegű, közepes adhézióju rendszerek szerkezete még viszonylag laza, könnyen lenyirható,

igy  $\tau_B$  még kisebb  $\tau_h$ -nál, azonban a regenerálódás már lassu, ezért  $\tau_r$  értéke a másik kettőénél alacsonyabb. Az /5/ sorrendnek megfelelő, jól nedvesedő, toluol-propanol közegű rendszerek térhálója kis szilárdságu, a folyás már kis  $\tau_h$ -nál megindul, de a nagy tértöltésű rendszerek lenyirása - mivel térfogategységre sok gyenge kötéspont esik, azaz nagy a fajlagos adhézió - nagy  $\tau_B$ -t igényel. A  $\tau_r$  a  $\tau_h$ -nál csak kissé alacsonyabb, jelezve, hogy az ép szerkezet is igen kis szilárdságu.

Tapasztalataink szerint tehát a fentiekben bemutatott összefüggések alkalmasak a koherens organoszuszpenziók - s köztük az alkohol-adalékot tartalmazó, toluol közegű kaolin-szuszpenziók - reológiai jellemzőit a szuszpenzió-koncentráció függvényében leírni. Az összefüggések konstansai jellemzőnek látszanak a szerkezetképzési sajátságokra. A folyáshatárok sorrendjének jelentőségére felügyelve pedig szemléletesebbé, árnyaltabbá válik a különböző nedvesedésű rendszerek szerkezetképzéséről felvázolható kép.

I r o d a l o m :

- /1/ Bingham, E.C.: Fluidity and Plasticity, New York, 1922.
- /2/ Green, H.L.: Industrial Rheology and Rheological Structures, New York, 1949.
- /3/ Weltmann, R.N. Green, H.L.: J. Appl. Phys. 14: 569, 1943.
- /4/ Jahnyin, E.D., Taubman, A.B.: Dokl. Akad. nauk SzSzsZR 1955: 179, 1964.
- /5/ Rebinder, P.A.: Fiziko-himicseszkaja mechnyika gyiszpersznüh szstruktur, Otv. red. akad.P.A. Rebinder, Moszkva, 1966.
- /6/ Polak, A.F.: Babkov, V.V.: Fiziko-himicseszkaja mechnyika gyiszpersznüh szstruktur, Otv. red. akad. P.A. Rebinder, Moszkva, 1966.
- /7/ Hilbert, D.: loc. cit.: E.Manegold: Kapillarsysteme, I. 248. Heidelberg, 1955.
- /8/ Michaels, A.S., Bolger, J.C.: Ind.Eng. Chem. Fund. 1: 24, 153. 1962.
- /9/ Ostwald, Wo.: Haller W.: Kolloidchem, Beih, 29: 354, 1929.
- /10/Buzágh, A.: Kolloid-Z. 48: 370, 1929. 51: 105, 230, 1930. 52: 46, 1930.
- /11/Belugina, G.V. Zakijeva, Sz.H., Konsztantynova, V.V., Rebinder, P.A.: Koll. zs. 23: 658, 1961. 25. 555, 1963.
- /12/Casson, N.: Rheology of Disperse Systems, Edited by C.C. Mill. New York, 1959.
- /13/Bantoft, E.: Rheology of Disperse Systems, Edited by C.C. Mill. New York, 1959.
- /14/Asbeck, W.K.: Off. Pig. 33: 65, 1961.
- /15/Simha, R., Frish, H.L.: Rheology, Edited by F.R.Eirich, New York. 1965.