

ORGANIKUS KÖZEGŰ SZUSZPENZIÓK ÜLEPEDÉSI SAJÁTSÁGAI

Doktori értekezés

Irta és a József Attila Tudományegyetem Természet-
tudományi Karához benyújtotta

Sipos Emese
okl.vegyész

Szeged, 1970.



Diss. B 506



Dolgozatomat a József Attila Tudományegyetem
Kolloidkémiai Tanszékén készítettem Dr. Szántó Ferenc
egyetemi docens úr vezetésével, akinek dolgozatom
tárgykörének kijelöléséért, valamint messzemenő támo-
gatásáért e helyen is hálás köszönetet mondok.

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS

I. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

1. Tömör, nem duzzadó szerkezetű részecskéket tartalmazó szuszpenziók ülepedési sajátosságai . . . 2."
2. Duzzadó és peptizálható részecskékből álló szuszpenziók ülepedési sajátosságai 7."
3. Ülepedési görbék jellege 13."
4. Ülepedés kvantitatív leírása 15."

II. KISÉRLETI ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK 24."

III. KISÉRLETI EREDMÉNYEK

A. Kvarc

1. Kvarc ülepedése különböző polaritású közegekben 26."
2. Durva kvarc frakció ülepedése elegyekben . . . 36."

B. Precipitált BaSO_4

1. BaSO_4 ülepedése különböző polaritású közegekben 47."
2. BaSO_4 szuszpenziók ülepedése széntetraklorid-metanol elegyekben 62."

C. Organofil bentonit

1. Különböző mértékben organofilizált bentonit minták ülepedése toluolban 72."
2. Benton 27 és Benton 34 szuszpenziók vizsgálata 87."

IV. KISÉRLETI EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE	102.
ÖSSZEFOGLALÁS	120."
IRODALOMJEGYZÉK	123."

B E V E Z E T É S

Az organikus közegű szuszpenziók ülepedése igen bonyolult és kvantitatíve nehezen kezelhető probléma. Ezzel indokolható, hogy igen kevés szaknak az irodalmi adatoknak a száma, amelyek ezzel a kérdéssel rendszeresen foglalkoztak, jóllehet az ülepedési sebesség és üledéktérfogat mérés az egyik legérzékenyebb módszer a részecskék közötti erőhatások, az adhézió, a részecske és a közeg közötti kölcsönhatások, a liofilitás tanulmányozására. Márpedig ismeretes, hogy a részecskék méretén és alakján, valamint azok térbetöltésén kívül ezek a tulajdonságok szabják meg a szuszpenziók stabilitását és fizikai sajátságait.

Az organikus közegű szuszpenziók vizsgálata nemcsak elméleti, hanem gyakorlati szempontból is igen jelentős. Számos iparágban, így a lakk- és festékiparban, elektrotechnikában, műanyag- és gumiiparban, valamint az olajbányászatban nyernek széleskörű alkalmazást.

Mivel az irodalom és saját vizsgálataim szerint is lényeges különbség van egyfelől a tömör részecskéjű rendszerek, másfelől pedig a duzzadó és peptizálódó részecskéjű rendszerek ülepedési sajátságai között, ezért ezen két rendszertípus tulajdonságait mind az irodalmi, mind a kísérleti részben külön tárgyalom.

I. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

1./ Tömör, nem duzzadó szerkezetű részecskéket tartalmazó szuszpenziók ülepedési sajátosságai

Barus és Schneider /1/, valamint Loos /2/ megállapították, hogy a tömör részecskéket tartalmazó szuszpenziók üledektérfogata elsősorban a diszperziós közeg minőségétől függ.

Wo.Ostwald és Haller /3/, Buzágh /13/ K.L.Wolf /4/ valamint Szántó, Horkay, Fraknóy-Kőrös, Udvarhelyi /5/ számos érleménnyel végeztek üledektérfogat-mérést. Megállapításaik szerint az apoláris közegekben a hidrofil érlemények üledektérfogata nagy, míg poláris folyadékokban kicsi. Az üledektérfogat tehát annál nagyobb, minél kisebb a közeg dielektromos állandója.

Brintzinger, Haug, Sachs /6-11/ igen részletesen foglalkoztak organikus közegű pigment szuszpenziók elektrokinetikai tulajdonságaival. Többek között megállapították, hogy a szuszpenzió sajátosságait nemcsak a közeg dielektromos állandója, hanem a közeg molekuláinak alakja és szerkezete is befolyásolja.

Buzágh /12/ kvareszuszpenziókkal végzett vizsgálatainak során kimutatta, hogy az üledektérfogat nagyságát illetően elsősorban a részecskék közötti tapadóerőnek, az adhézióknak van mérvadó szerepe /13/. Szoros összefüggést talált az ad-

hézió és az üledéktérfogat változása között /14/, és pedig olyan értelemben, hogy minél nagyobb az adhézió annál nagyobb az üledéktérfogat.

Buzágh ezen megállapításával jól értelmezhető az a - már korábban ismert - kísérleti tény, hogy a vizes közegű szuszpenziók nagyobb üledéktérfogatot adnak koaguláltató elektrolitek jelenlétében mint tiszta vízben /15-18/. Ennek oka Buzágh szerint: tiszta vizes kvarcssuszpenzió esetén tömör szerkezetű, kis térfogatú üledék jön létre, mivel kicsi az adhézió és a részecskék el tudnak csuszni egymáson. Ha azonban koaguláltató elektrolitet adunk a rendszerhez, akkor az adhézió nő, a részecskék csúcsaikkal élleikkel egymáshoz tapadnak és így laza szerkezetű, nagy üledéktérfogatot adnak.

Buzágh /12/ eredményei azt bizonyítják, hogy ezek a megállapítások nemcsak elektrolit tartalmú vizes szuszpenziókra érvényesek, hanem olyan szuszpenziókra is, amelyek közege szerves folyadék. Míg azonban vizes elektrolit oldatok esetén az elektromos kettősréteg két jellegzetes tulajdonsága: a töltés és a rétegvastagság játszik alapvető szerepet az adhézió és az üledéktérfogat szempontjából, addig szerves folyadékokban elsősorban a liofilitás, ill. a lioszféra vastagsága a mérvadó. Az adszorpciós rétegek jelentőségét már T. Graham is felismerte a szolok állandóságával kapcsolatban. A részecskék felületén kialakuló kellő szer-

kezetű és vastagságú adszorpciós réteg csökkenti az adhéziót és növeli a részecske és a közeg közötti kontinuitást. A szuszpenziók stabilitását ugyanis a Wo.Ostwald-Buzágh elmélet értelmében az szabja meg, hogy a diszperz rész mennyire épül be a diszperziós közegbe és mennyire képes vele egyéges, harmónikus rendszert. A beépülés mértéke a részecske-részecske közötti kölcsönhatás - az adhézió - és a részecske-közeg közötti kölcsönhatás - a liofilitás - mértékétől függ.

Ehbinder /19/, K.L.Wolf és Kuhn /20/, Mack /21/, Buzágh /22/, Buzágh és Szántó /23/ szerint a poláris részecskének apoláris közegben elfoglalt üledéktérfogata jelentősen lecsökken asszimmetrikusan poláris sajátosságú adalékanyagok hatására. Ezt a hatást irányított adszorpciós réteg kialakulásával magyarázzák. Az asszimmetrikusan poláris molekulák a részecskék felületén úgy helyezkednek el, hogy poláris csoportjukkal a részecske, apoláris csoportjukkal a közeg felé irányulnak és esáltal a két fázis között folytonos átmenetet biztosítanak. Ennek következtében csökken az adhézió, tehát az üledéktérfogat is.

Nagyfokú asszimmetriával és különleges asszociációs képességgel rendelkező molekulákat tartalmaznak a nedvesítőszerek. A nagy asszociációképesség következtében polimolekulás adszorpciós réteget képesek létrehozni a szilárd részecske felületén, amely növeli a kontinuitást a részecske és a közeg között. Nedvesítőszerek hatására - már igen kis

koncentrációban is - igen számottevő az üledéktérfogat csökkenése. Ezek az eredmények egyeznek L.K.Wolf-Kuhn /20/, valamint Brintzinger és munkatársai /9/ korábbi eredményeivel.

Kevésbé asszimmetrikusan poláris molekulákat tartalmaznak az alifás alkoholok. Ezeknek az ülepedési sajátságokra kifejtett hatását egybevetve a nedvesítőszer ugyanazon körülmények között kifejtett hatásával megállapítható, hogy a nedvesítőszer üledéktérfogat-csökkentő un. "szedimentaktiv hatása" felülmulja az alkoholokét. Ez egyrészt az üledéktérfogat abszolút értékében, másrészt abban nyilvánul meg, hogy azonos körülmények között a nedvesítőszerből néhány tized százalékra, míg az alkoholokból több tíz százalékra van szükség azonos hatás eléréséhez.

Blom /24/ összefüggést mutatott ki a nedvesedési hő és az üledéktérfogat nagysága között. Vizsgálatai szerint a nedvesedési hő növekedésével csökken az üledéktérfogat.

Mack /21/ a hidrofil szilárd testek szerves folyadékban nyert nedvesedési feszültsége és a víznek az illető folyadék felszínén mért adhéziós feszültsége között keresett kapcsolatot. Megállapította, hogy hidrofil örlemények esetén annál nagyobb az üledéktérfogat, minél kisebb az organikus közeg kiterjedési feszültsége a víz felszínén, vagyis minél nagyobb az organikus közeg és a víz közötti határfeületi feszültség.

A nedvesedési és adhéziós viszonyok vizsgálatára nemcsak az üledéktérfogat, hanem az ülepedési sebességmérés is alkalmas. R. Wolff /25/ cikkében találunk rendszeres kísérleti adatokat különböző polaritású szerves közegekben történő ülepedés módjáról és a mérvadó tényezők szerepéről. A szerző megállapítja, hogy a poláris részecskék poláris közegben diffuzan, apoláris közegekben éles határfelülettel ülepednek. Megállapítja továbbá, hogy poláris folyadékokban mind az üledéktérfogat, mind az ülepedési sebesség kicsi.

Az ülepedési sebesség nagyságából következtet Bieshoff /27/ a poláris részecske nedvesedésére és koagulálására. Méréseit különböző összetételű közegekben végezte. Ülepedési görbéi alapján aggregációs állandót számolt, amelyet az egyes közegekre jellemzőnek talált.

Szántó, Horkay, Czako-Nagy /26/ megállapítása szerint az eredmények kiértékelésénél figyelembe kell venni a szuszpendálásnál és az ülepedés közben lejátszódó állapotváltozásokat. A száraz porban aggregátumok vannak, amelyek folyadékban való szuszpendálásakor többé-kevésbé szétesnek, dezaggregálódnak. A dezaggregáció függ a részecskék között fellépő adhéziós erőktől, ill. a közeg nedvesítő hatásától. Ha a részecskék között az adhézió nagy - a liofilitás kicsi - a szuszpenzióban nagyméretű aggregátumok jönnek létre, amelyek igen nagy sebességgel, éles határfelülettel ülepednek.

Közepes adhézió - növekvő liofilitás - esetén a rendszer dezaggregálódik, nő a térfogategységben lévő részecskék száma. Az egymáshoz így közelebb kerülő részecskék összekapcsolódhatnak és összefüggő szerkezetet képezhetnek. Minél nagyobb mértékű a szerkezetképzés, annál nagyobb a részecskék egymást akadályozó hatása az ülepedésben, így annál kisebb az ülepedés sebessége. Analóg a helyzet, ha ugyanazon diszperz rész és diszperziós közeg esetén a diszperz rész koncentrációját növeljük. A szuszpenzió-koncentráció növelésével tehát az ülepedés sebessége csökken.

Igen nagy liofilitás esetén, amikor az adhézió kicsi, a szerkezet összeomlik, az ülepedés diffúz jellegű.

2./ Duzzadó és peptizálható részecskékből álló szuszpenziók ülepedési sajátosságai

Buzágh - mint tárgyaltam - már 1930-ban /12/ rámutatott arra, hogy a tömör, primer részecskéket tartalmazó szuszpenziókban az adhézió és az üledéktérfogat parallelitást mutat olyan értelemben, hogy annál nagyobb az üledéktérfogat, minél nagyobb az adhézió. Később megállapította azt is, hogy egészen másként viselkednek azok a szuszpenziók, amelyekben a részecskék erősen duzzadhatnak és peptizálódhatnak /13, 28, 29/.

Ilyen rendszert képvisel pl. a Na-montmorillonit vízben, amely egy stabilis kolloid oldatot vagy gélt képez

a diszperz rész koncentrációjától függően. Az így kialakult rendszerek gyakorlatilag nem ülepednek. Koaguláltató elektrolit hatására azonban mind a szorból, mind a gélből ülepedő szuszpenziót kapunk, amelynek üledéktérfogata a koagulátor koncentráció függvényében egyre kisebb és kisebb lesz, amíg el nem érünk egy konstans határértéket /30/. Ezeknél a rendszereknél várható, hogy az adhézió mellett a duzzadás mértéke és a peptizáció is mérvadó lehet az üledéktérfogat és az ülepedés szempontjából. Láthatjuk, hogy éppen fordított a helyzet, mint a tömör, nem peptizálható részecskéket tartalmazó szuszpenziók esetén /12/, ahol ugyanis nő az üledéktérfogat a koaguláltató elektrolitek hatására.

A viszonyok pontosabb megismeréséhez először a montmorillonit szerkezetét kell megvizsgálnunk. Ismeretes, hogy a montmorillonit lemezalakú részecskékből álló rétegrácsos szerkezetű alumínium-szilikát /31/. Az egyes rétegek is síkhálós szerkezetűek, a köztük lévő távolság mintegy 10 Å. A montmorillonit kristálynak szubmikroszkópos belső felületei vannak. Mind a külső mind a belső felületek hidrofíli természetűek és a vizgőzt jól adszorbeálják.

Szerves folyadékokban lényegesen kisebb a montmorillonit duzzadása, mint vízben. A folyadékfelvétel mértékét elsősorban a duzzasztó folyadék természete határozza meg.

Bradley /32/, Hofmann és munkatársai /33/, valamint Greene-Kelly /34/ megállapították, hogy poláris folyadékokban nagyobb a montmorillonitok duzzadása mint apolárisokban. Növekszik a montmorillonit duzzadóképesége apoláris szerves folyadékokban, ha a felületét megfelelő adszorpciós réteg felvitelével még a felszuszpendálás előtt módosítjuk. A montmorillonit cserepozícióban lévő kationai révén organofil kationok segítségével szerves közegben jól nedvesedő ún. "organofil bentonit"-ot nyerünk. Organofil bentonitnak nevezzük azokat az organikus bentonit s ármazékokat, amelyek szerves közegben jól duzzadnak, peptizálódhatnak és belőlük nagy diszperzitásfokú, igen állandó szuszpenziók állíthatók elő. Organofilizáláshoz általában olyan eszimetrikusan poláris molekulájú vegyületeket alkalmazhatunk, amelyek a felületen többnyire kemisorpciós úton, irányítottan kötődnek meg oly módon, hogy a molekula poláris csoportjával a poláris felületű részecske, apoláris csoportjában pedig a közeg felé irányul. Az így kapott termék sajátosságait nemcsak az organofilizáló szer minősége, hanem annak mennyisége is meghatározza.

Igen jól duzzadnak az organofil bentonitok nitrobenzolban és két különböző polaritású folyadék elegyeiben. A nitrobenzol duzzasztó hatását Hendricks, Nelson és Alexander /54/ azzal magyarázták, hogy a nitrobenzol elég poláris ah-

hoz, hogy a bentonit poláris felületein adszorbeálódnak, de rendelkezik apoláris csoporttal is, amely a felületen lévő apoláris láncot is szolvatálja. Ugyanílyen duzzasztó hatást észleltek poláris-apoláris folyadék elegyekben is. Oktadecilammónium-bentonitot vizsgáltak toluol-metanol elegyekben és az üledéktérfogat maximumgörbe szerint változott az alkohol koncentráció függvényében. Legnagyobb üledéktérfogatot 10 % alkohol tartalmú elegyben észleltek. A szerzők szerint párhuzam van az üledéktérfogat és az organofilitás, valamint a duzzadás között. A montmorillonit ezen duzzadása nem növeli a rétegek közötti távolságot és határesetben a rétegek dezaggregációja következik be. Ez a folyamat a térfogategységben lévő részecskék számának és anizometriájának növekedését eredményezi. Az így anizotrikussá vált részecskék közepes nagyságú adhézió esetén összekapcsolódhatnak és viszonylag stabil ún. "kártyaváz struktúra" alakul ki, amely igen nagy üledéktérfogatot és kis ülepedési sebességet eredményez /30/. Hofmann és Hausdorf /30/ rámutatnak arra, hogy ez a nagy üledéktérfogat nem egy egyensúlyi állapotnak felel meg, hanem a bentonit lemezekből kialakult "kártyaváz struktúra" által késleltetett ülepedés következménye. Megállapítják, hogy az ülepedés az anyag minőségétől és a körülményektől függően történhet Stokes-féle feltételeknek megfelelően, vagy aggregált állapotban /kártyaváz szerkezet, éles határfelülettel történő ülepedés/.

Jordan /35/ részletesen vizsgálta a bentonit organofilizálását befolyásoló tényezők hatását az átalakítás mértékére. Az organofilizálást különböző szerves ammónium-származékok sóival hajtotta végre. Az organofilitás, ill. duzzadás mértékéül az üledéktérfogatot fogadta el. Jordan szerint is párhuzam van az üledéktérfogat, a duzzadás ill. az organofilitás között.

Szántó és Veres /36/ organofil bentonit szuszpenziók ülepedési sebességét és üledéktérfogatát vizsgálták poláris és apoláris folyadékokban valamint elegyekben. Tiszta közegekben végzett vizsgálataik alapján rámutatnak, hogy a Hofmann-féle elképzelés az organofil bentonitokra is alkalmazható. A közeg nedvesítőképességének és összetételének változtatásával a szuszpenziók hasonló típusait állíthatjuk elő, mint a hidrofil agyagásványokból azok töltésviszonyainak változtatása útján. Megállapítják továbbá, hogy a szuszpenziók stabilitását és üledéktérfogatát a kvázi-tixotróp kártyaváz struktúra kialakulása, a peptizáció és a részecskék közötti kölcsönható erők határozzák meg. Ebből következik, hogy a Jordan-féle megállapítás, mely szerint az organofil bentonit üledéktérfogata a duzzadás mértékének tekinthető, nem teljesen helytálló. Ez a megállapítás csak abban az esetben érvényes, ha az anyag a különböző közegekben nagyságrendileg különböző mértékben peptizálódik, hasonló peptizációs feltételek esetén azonban az üledéktérfogat nagy-

ságát - Buzágh korábbi elképzeléseinek megfelelően - az adhézió határozza meg. Kimutatták, hogy a dioktadecilammónium-bentonit szuszpenziók ülepedési sebessége a benzol-alkohol elegyekben minimum-maximum-minimum görbe szerint változik az alkoholkoncentráció függvényében. Az ülepedési sebesség minimumaiban csaknem tixotróp a rendszer, az üledék kártyaváz szerkezetű.

Szántó és Várkonyi /37/ későbbi kísérleteik során megállapították, hogy a duzzadó szerkezetű részecskénél - feltételezve, hogy ezek duzzadása és dezaggregációja az adott közegben lehetséges - az üledéktérfogat a duzzadó- és dezaggregálódó képességgel változik párhuzamosan, azaz antipárhuzamosan az adhéziós erőkkel, a viszonyok tehát éppen fordítottak, mint a kompakt részecskékből álló rendszereknél. Míg a tömör részecskéjű rendszereknél a maximális nedvesítés, tehát kis adhézió minimális üledéktérfogatot eredményez, addig a duzzadóképes részecskéket tartalmazó rendszereknél a maximális nedvesedés maximális üledéktérfogatot hoz létre.

Az irodalmi áttekintésből kitűnik, hogy igen kevés a különböző szerkezetű részecskékkel organikus közegben végzett ülepedési sebesség-mérés. Különösen kevés azoknak az irodalmi adatoknak a száma, amelyek a duzzadó szerkezetű részecskéket tartalmazó szuszpenziók ülepedési sebességével foglalkoznak. Ezek a vizsgálatok pedig több fontos elvi és gyakorlati kérdésre adhatnak választ. A közeg minőségének

és összetételének módszeres változtatásával ugyanis igen széles határokon belül változtathatjuk a lioszorpciós és adhéziós viszonyokat és ezáltal a duzzadó részecskéjű rendszereknél a duzzadás és peptizáció mértékét. Ily módon megvizsgálhatjuk, hogy az ülepedési sebesség és üledéktérfogat változása milyen tényezőkkel van összefüggésben.

Kísérleti munkám során megvizsgáltam a tömör, primer szerkezetű részecskéket, a kevésbé tömör, dezaggregációra hajlamos szekunder szerkezetű részecskéket, valamint a duzzadó és peptizálható szerkezetű részecskéket tartalmazó rendszerek ülepedési sajátosságait szerves folyadékokban. A különböző szerkezetű részecskéket tartalmazó modellanyagok: kvarc, precipitált BaSO_4 és organofil bentonit voltak.

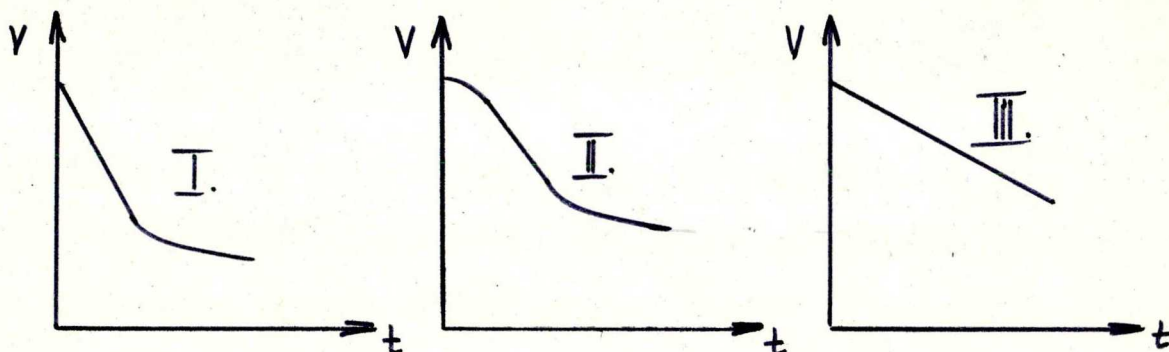
3./ Ülepedési görbék jellege

Az ülepedés vizsgálatának egyik módszere az ülepedési sebesség-mérés, amelynek során egy meghatározott térfogatú szuszpenzió határfelületének süllyedési sebességét mérjük. A határfelületnek az egyes időpontokhoz tartozó értékeit az idő függvényében ábrázolva az ülepedési görbét kapjuk. Az ülepedési görbéknek három különböző típusát különböztetjük meg /Smellie és LaMer /38/ és Michaels és Bolger /39//:

I. típusú ülepedési görbék viszonylag nagy meredekségű lineáris szakasszal indulóak,

II. típusúaknak nevezzük azokat az ülepedési görbét, amelyek inflexiós ponttal rendelkeznek,

III. típusú az ülepedési görbe, ha kis meredekségű és közel lineáris jellegű.



I. típusú görbét kapunk, ha a szuszpenziók hígak és a kvázi-egyensúlyi állapot a felszuszpendálás után gyorsan kialakul. A lineáris szakasznak megfelelő idő alatt az egyes aggregátumok laza szerkezetet képeznek, egymás ülepedését csak kis mértékben akadályozzák. Az ülepedési görbe akkor hajlik el a lineáristól, ha az ülepedő részecskék egy bizonyos idő után az üledék térfogati töménysége következtében akadályozzák egymást. Ezután már csak az üledék tömörödése megy végbe.

II. görbetípusnak megfelelő ülepedés nagyobb mértékű szerkezetképződés esetén játszódik le, tehát pl. ugyanazon rendszereknél nagyobb szuszpenziókoncentrációnál, vagy dezaggregáltabb rendszereknél kisebb szuszpenziókoncentráció esetén. E görbe az előző típustól abban különbözik, hogy az ülepedés kezdetén végbemenő aggregációs, illetve szerkezet-

átalakulási folyamat lassú. Ez a görbe kezdeti u.n. "lappangási szakaszában" jut kifejezésre.

III. típusú görbe adódik olyan rendszereknél, amelyeknél eleve csaknem teljesen koherens szerkezet jön létre, így a szokott értelemben vett ülepedésről már nem beszélhetünk, csak a szerkezet zsugorodásáról.

4./ Az ülepedés kvantitatív leírása

A diszperziós analízis számára oly fontos Stokes-f. törvény az idők folyamán számtalanszor volt - mind elméleti, mind gyakorlati - vizsgálatok tárgya. A Stokes-féle egyenlet merev, gömbalakú és nem kifejezetten liofil egyedi /egymástól független/ részecskék ülepedésére érvényes. Általában azonban a részecskék nem gömbalakúak, hanem gyakran pl. szilánkszerűen tört darabok, vagy pálcika - illetve lemezalakú részecskék. A szerzők nagy része megkísérelte kiterjeszteni a Stokes törvényt a nem gömbalakú részecskékre is /40, 41, 42/ tekintetbe véve a részecske-koncentráció hatását az ülepedési sebességre /43, 44, 45, 42/, vagy számítva a fal-effektust /45/.

Flokkulált szuszpenziókra vonatkozó első általános tanulmány Coe és Clevenger-től származik /46/, akik leírják a különböző koncentráció-zónákat, amelyek az ülepedő szuszpenzióban megfigyelhetők. Bemutattak arra is, hogy a kiszorított felső folyadék felfelé történő áramlása a pórusáramlás egyik speciális esete.

Wadsworth és Cutler /47/ flokkuláló ágensek hatását tanulmányozták kaolin szuszpenziók ülepedési sebességére.

Smellie és Lamer /48, 49/ ugyancsak koagulált kaolin szuszpenziókat tanulmányozva, feltételezték, hogy az ülepedési sebesség kapcsolatba hozható a kiszorított felső folyadék áramlási sebességével. A Darcy-féle szűrési egyenletet alkalmazták és egy extrapolációs eljárást javasoltak az üledék végső térfogatának kiszámítására.

Gaudin, Fuerstenau és Mitchell /50, 51, 52/ röntgensugár abszorpciós technikát használtak az üledékben lévő kaolin lokális koncentrációjának mérésére az idő és a hely függvényében. Az így kapott sűrűségsvények jelezték, hogy a kiszorított felső folyadék meglehetősen nagyméretű pórusokon keresztül el-hagyja a réteget az ülepedés kezdeti fázisában, majd később a szedimentációs szilárdulás kompressziós fázisában már sokkal szűkebb kapillárisokon keresztül távozik az üledékből.

Steinour /42/ tömör, gömbalakú részecskékből álló tömény szuszpenziók ülepedési sebességét vizsgálta. Egy fél-empirikus kifejezést adott meg a tömény szuszpenzió kezdeti ülepedési sebességére, mint a Stokes törvény szerint eső, közepes méretű, egyedi részecskékből álló ülepedés tört részét és információt nyert a különböző alakú egyedi és flokkulált részecskék által immobilizált folyadék mennyiségére.

Michaels és Bolger /39/ szerint a tanulmányok nagy része a jelenségekben a szuszpenzió mikrostrukturájának nem tulajdonít jelentőséget. Ezért kaolin modellanyagon végzett vizos közegű vizsgálataik alapján az ülepedési sebesség leírására egy egyenletet adtak meg. Kiindulási egyenletük a Richardson-Zaki /45/ által korábban egyenlő gömbalakú részecskék ülepedési sebességére elméletileg levezetett egyenlete volt:

$$Q_o = v_s \frac{4,65}{\epsilon} \quad /1/$$

ahol Q_o = az ülepedési sebesség,

v_s = a végtelen hig rendszer részecskéinek ülepedési sebessége,

ϵ = a porozitás = $1 - \phi$

Ezt az összefüggést Michaels és Bolger aggregátumokat tartalmazó szuszpenziók ülepedési sebességére módosították. Feltételezték, hogy d_A - az aggregátumok átlagos átmérője - relative független az anyag koncentrációjától hig sorozaton belül és hogy a d_A nem változik az ülepedés megkezdése után. A hig rendszerek ülepedési sebességének töménység-függése az /1/ egyenlet alapján következőképpen írható ele:

$$Q_o = \frac{g / \rho_A - \rho_w / d_A^2}{18 \eta_w} / 1 - \phi / 4,65 \quad /2/$$

ahol

g = a nehézségi gyorsulás,

- ρ_A = az aggregátum sűrűsége,
 ρ_W = a víz sűrűsége,
 d_A = az aggregátum átmérő /mikronban/,
 η_W = a víz viszkozitása,
 ϕ_A = az aggregátumok térfogathányada.

Michaels és Bolger az aggregátumok szerkezetét figyelembevevő faktort vezettek be:

$$c_A = \frac{\phi_A}{\phi} \quad /3/$$

ahol ϕ_A az aggregátum-ok térfogathányada, ϕ pedig a diszperz rész térfogattörtje. c_A az aggregátum lazaságára illetve folyadéktartalmára jellemző.

Az anyagmérlegből következik, hogy:

$$\rho_S - \rho_W = \phi_A (\rho_A - \rho_W) = \phi (\rho - \rho_W) \quad /4/$$

Igy a /2/ egyenlet a következőképpen alakul:

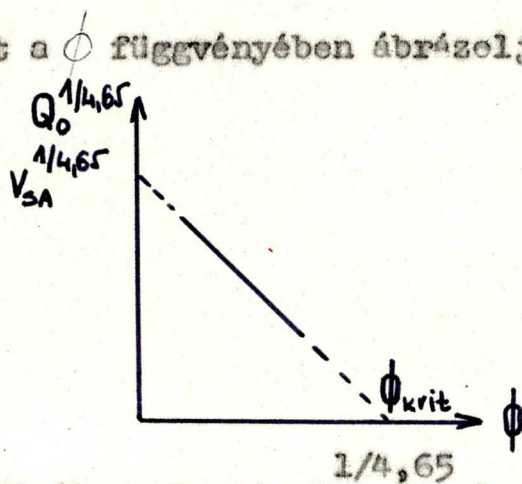
$$Q_o = \frac{\epsilon / \rho - \rho_W / d_A^2}{18 \eta_W c_A} / 1 - c_A \phi /^{4,65} \quad /5/$$

ahol ρ = az adott szilárd anyag sűrűsége.

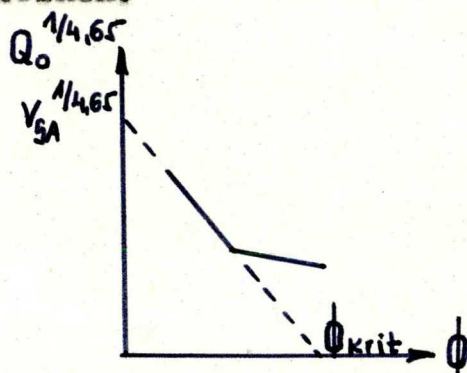
$$\text{Átalakítva: } Q_o^{1/4,65} = V_{SA}^{1/4,65} / 1 - c_A \phi / \quad /6/$$

ahol V_{SA} a Stokes-f. ülepedési sebesség egyetlen aggregátum esetén.

Ha a $Q_0^{1/4,65}$ -t a ϕ függvényében ábrázoljuk, egyenest kell kapnunk:



Az egyenes ordináta metszete $V_{SA}^{1/4,65}$ -t adja, amelyből d_A számítható, az abcissza tengely metszetéből nyert ϕ_{krit} értékéből c_A határozható meg. A nagy szuszpenzió töménységek felé haladva a kezdeti lineáris megtörik és egy kisebb meredekségű, újabb lineáris szakasz lép fel. Összehasonlítva az ülepedési görbék alakját, lefutását a számított lineárisokkal, összefüggést látunk az ülepedési görbe jellegének megváltozása és a lineáris iránytangensének változása között. Amint a nagyobb szuszpenziókoncentrációnál az ülepedési görbe kezdeti szakaszán fellép a lappangási szakasz, a $Q_0^{1/4,65} - \phi$ lineárisok megtörnek.



A Michaels-Bolger-f. kiértékelési mód csak I. típusú ülepedési görbe esetén alkalmazható eredményesen, hiszen a módszer az ülepedési görbe lineárisából vett ülepedési se-

besség értékek alapján következtet az ülepedő egyedek méretére illetve ezek lazaságára és folyadéktartalmára. A II. típusú ülepedési görbe esetén ez a kiértékelési mód már nem eléggé megbízható. Az ülepedés megkezdésekor fellépő u.n. "lappangási szakasz" figyelmen kívül hagyja, mivel itt is csak a lineáris szakasz meredekségéből számol.

Ezért a II. típusú ülepedési görbék értékelésére Nagy István matematikus szóbeli közlése alapján th /tangens hyperbolicus/ függvényt alkalmaztam:

$$f/x/ = P \operatorname{th} /Nx + R/ + S \quad x \geq 0 \quad /7/$$

alakú és itt $N < 0$, $P, R, S > 0$ állandók. Feladat ezen paraméterek meghatározása.

Az $f/x/$ függvény néhány tulajdonsága:

$f/x/$ szigorúan monoton csökkenő

$$f/0/ = P \operatorname{th} R + S \quad 0 \quad /8/$$

$\lim_{x \rightarrow \infty} f/x/ = S - P$ és ez a görbénkre > 0 , így $S > P$ -nek is teljesülnie kell.

$$f'/x/ = \frac{P N}{\operatorname{ch} /Nx + R/} < 0 \quad /9/$$

$$f''/x/ = \frac{-2PN^2 \operatorname{sh} /Nx + R/}{\operatorname{ch}^3 /Nx + R/} \quad /10/$$

és az $f''/x/ = 0$ feltételből inflexiós pont van a $\operatorname{sh}/Nx+R/=0$, azaz az $x = -R/N > 0$ helyen.

A maximális görbületű helyek számítási problémák miatt nem számíthatók a görbület-függvény szélső értékeiként /paraméteres harmadfokú egyenletet kellene megoldani/. Jól kezelhetők viszont az első derivált változási sebességét mérő második derivált maximum helyeivel, vagyis $f''''/x/$ o-helyeivel:

$$f''''/x/ = \frac{-2PN / 1 - 3 \operatorname{th}^2 / Nx + R //}{\operatorname{ch}^2 / Nx + R /} \quad /11/$$

és innen a keresett helyek:

$$x = -\frac{R}{N} + \frac{\operatorname{arth} \frac{1}{3}}{N} \quad /12/$$

Ezen tények ismeretében az ülepedési görbe adatainak felhasználásával kaphatjuk a paraméterek első közelítését, amelyeket P_0 , N_0 , R_0 és S_0 -al jelölünk. Ezek kiszámítása a következő egyenletrendszer megoldásával történik:

$$f/0/ = P_0 \operatorname{th} R_0 + S_0 \quad /13/$$

$$f/\infty/ = \lim_{x \rightarrow \infty} f/x/ = S_0 - P_0 \quad /14/$$

$$x_{\text{infl}} = -\frac{R_0}{N_0} \quad /15/$$

$$x_{\text{görb}} = -\frac{R_0}{N_0} + \frac{\operatorname{arth} 1/3}{N_0} = x_{\text{infl}} + \frac{\operatorname{arth} 1/3}{N_0} \quad /16/$$

Az egyenletrendszer a következőképpen oldható meg: $f/0/$, $f/\infty/$, x_{infl} /az inflexiós hely abcissza értéke/ és $x_{\text{görb}}$ a görbe

/a maximális görbületű helyek közül a kisebb x-koordinátájú/ közelítő értékeit a grafikonról leolvastva behelyettesítjük. Ezután a /16/ egyenletből N_0 , majd a /13-14/ lineáris egyenletrendszerből P_0 és S_0 értéke kiszámítható.

Az így kapott paraméterek jellemzők az ülepedő szuszpenziókra. R_0 paraméter az ülepedési görbe kezdeti, lappangási szakaszának hosszával arányos, azaz a felszuszpendálás utáni szerkezetátrendeződési folyamat gyorsaságára jellemző. Ha az $x_{\text{görb}} = 0$, azaz az ülepedési görbe lineárisan indul, $R_0 = \text{konstans}$, amely a /15/ és /16/ egyenletekből világosan kitűnik. N_0 paraméter az ülepedési görbe lineáris szakaszának meredekségével arányos. S_0 paraméter az üledéktérfogat és P_0 értékéből adódik, kevésbé jellemző paraméter. P_0 paraméter a szuszpenzió ülepedési sebességére és üledéktérfogatára jellemző. A th -függvény a II. típusú ülepedési görbe értékelésére a legalkalmasabb, mivel ezen görbe alak a leg hasonlőbb a th függvény menetéhez. A I. típusú ülepedési görbe esetén ugyanis $x_g / x_{\text{görb}} = 0$, $R_0 = \text{konstans}$, így P_0 paraméter, amelyet a következőképpen kapunk a /13-14/ egyenletrendszerből:

$$P_0 = \frac{f/0/ - f/\infty/}{1 + th R_0/} \quad /17/$$

lényegében az $f/\infty/$ -től, azaz az üledéktérfogattól függ csak és így kevésbé jellemző.

III. típusú ülepedési görbe esetén nem áll módunkban az x_g és x_i / x_{infl} kijelölése, mivel az ülepedési görbe igen kis meredekségű lineárisal közelíthető meg. Így itt a th -függvény ilyen összefüggésben való alkalmazása ugyancsak értelmetlen.

II. KISÉRLETI ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

A diszperz rendszer stabilitási viszonyait ülepedési sebesség és üledéktérfogat-mérés alapján tanulmányoztam, különböző szerkezetű diszperz rész esetén.

A primer, kompakt szerkezetű részecskéket tartalmazó rendszerek vizsgálatára kvarc frakciókkal végeztem méréseket. Öt, különböző méretű részecskéket tartalmazó kvarc frakció:

$$5 < d < 10 \mu\text{m}$$

$$10 < d < 15 \mu\text{m}$$

$$15 < d < 20 \mu\text{m}$$

$$20 < d < 25 \mu\text{m}$$

$$d > 25 \mu\text{m} \text{ közül legkiterjedtebben a}$$

$d > 25 \mu\text{m}$ méretű részecskéket tartalmazó frakciót vizsgáltam. Néhány összehasonlító mérést - a részecskeméret befolyásának tanulmányozására - a legfinomabb $5 < d < 10 \mu\text{m}$ méretű frakcióval is végeztem. A $d > 25 \mu\text{m}$ viszonylag durvább, polidiszperznek tekinthető kvarc frakció ülepedési sebességét és üledéktérfogatát tiszta, különböző polaritású közegekben, valamint széntetraklorid-metanol elegyekben mértem. Az alkalmazott közegek p.a. tisztaságúak voltak.

A szekunder, nem duzzadó szerkezetű részecskék ülepedését precipitált BaSO_4 modellanyaggal tanulmányoztam. Ülepedési sebességet és üledéktérfogatot mértem különböző polaritású tiszta közegekben, valamint széntetraklorid-

-metanol elegy közegekben.

A szekunder duzzadó szerkezetű, lamellás jellegű részecskéket tartalmazó diszperz rendszerek stabilitását organofil bentonit modellanyaggal vizsgáltam. A különböző mértékben organofil bentonit minták alapanyaga természetes mádi-koldúi bentonit volt. Az organofilizálás cetil-piridinium-kloriddal történt. Az egyes minták szervesanyag-tartalma: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 g/100 g szárazanyag volt. Összehasonlító méréseket végeztem két amerikai bentonit mintával: Benton-34 és Benton-27 készítményekkel.

Az ülepedési sebesség méréseket a következők szerint végeztem: az alkalmazott ülepitőcsövek 0,2 ml beosztású, csiszolt dugóval ellátott, állandó keresztmetszetű és magasságú, 20 ml térfogatig jelzett kémcsövek voltak. A kémcsöveket kb. félig töltöttem az alkalmazott közeggel és több részletben felfuszpendáltam az analitikai pontossággal kimért, megfelelő mennyiségű anyagot. Az utolsó részlet hozzáadása után a 20 ml-es jelig töltöttem a közeggel a kémcsövet. A szuszpenzió egyenletes eloszlását a kémcső többszöri felrázásával biztosítottam, majd a kémcsövet 25 C⁰-os termosztátba helyeztem.

A duzzadó részecskéket tartalmazó szuszpenziókat átlagosan 12-14 napig duzzasztottam, a nem duzzadó részecskéjű rendszerek esetén két napig tartó várakozás után kezdtem el az ülepedési sebesség-mérést. Az üledéktérfogatokat 2 heti várakozás után olvastam le. Az alkalmazott modellanyagok légszárazak voltak. Az ülepedési sebesség és üledéktérfogat mérések pontossága $\pm 0,2$ ml volt.

III. KISÉRLETI EREDMÉNYEK

A./ Kvarc

1./ Kvarc ülepedése különböző polaritású tiszta közegekben

A $d > 25 \mu\text{m}$ méretű részecskéket tartalmazó polidiszperz kvarc frakció ülepedését lakkbenzin, toluol, széntetraklorid, metanol, amilalkohol, és aceton közegekben tanulmányoztam. A kvarc a különböző polaritású közegekben igen eltérően viselkedett. A szuszpenzió csak lakkbenzinben, toluolban és széntetrakloridban ülepedett éles határfelülettel, míg acetonban, metanolban és amilalkoholban diffúz jellegű ülepedés alakult ki. Ezért a határfelület süllyedési sebességét csak az első három közegben tudtam mérni, míg a többi közegben csak az üledéktérfogatokat határoztam meg.

a/ $d > 25 \mu\text{m}$ méretű kvarc frakció ülepedése toluolban

A $d > 25 \mu\text{m}$ méretű részecskéket tartalmazó kvarc toluolban a felszuszpendálás után azonnal megjelenő éles határfelülettel ülepedett. Az apoláris toluol rosszul nedvesíti a poláris felületű kvarc részecskéket, így a felszuszpendálás során dezaggregálódott részecskék ülepedés közben ismét összekapcsolódtak, nagyméretű, laza aggregátumokat képeztek, amelyek gyorsan kiülepedtek.

A szuszpenzió-koncentráció tartomány, amelyben az ülepedési sebességet jól tudtam mérni, $\phi = 7,54 - 18,81\%$ /tf/ között volt.

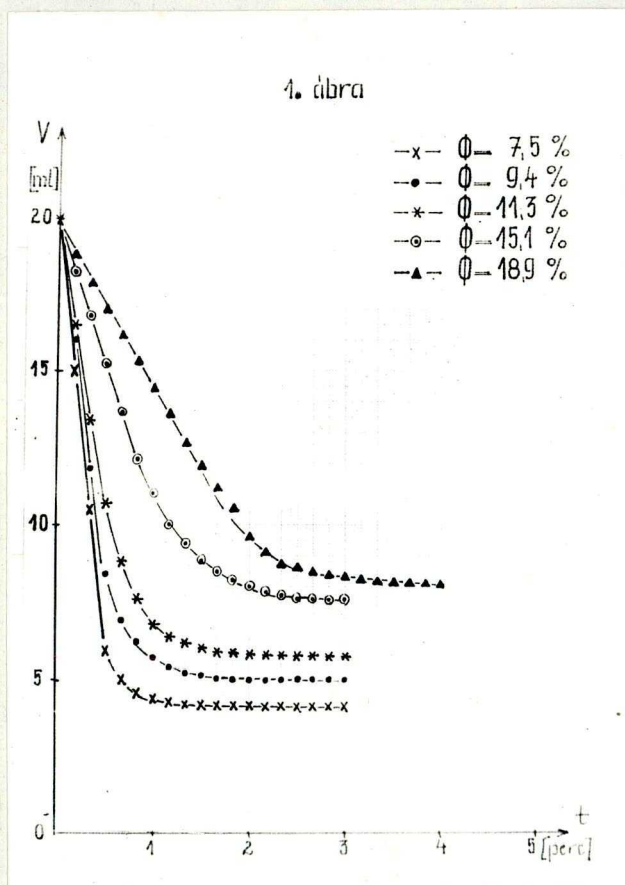
A kvarc különböző koncentrációjú szuszpenzióinak ülepedési görbéit az 1. ábra mutatja. Az alacsonyabb szuszpenzió-koncentrációnál $\phi = 3,77\%$ az ülepedés diffúz, a határfelület csak bizonyos idő eltelte után válik láthatóvá. Nagyobb szuszpenzió töménységek felé haladva a felszuszpendálás után kialakuló határfelület konstans sebességgel süllyed, az ülepedési görbe tehát lineáris szakasszal induló I. típusú görbe.

Az ülepedési görbék értékelésére, az adott közegben kialakult átlagos aggregátum-átmérő és a lazaság mértékének c_A -nak - számítására a Michaels-Bolger-féle összefüggést alkalmaztam. Az I. típusú ülepedési görbék lineáris szakasának meredekségéből Q_0 ülepedési sebesség-értékét grafikusán határoztam meg. Az így kapott értékeket $Q_0^{1/4,65} - \phi$ függvényében ábrázolva lineárist kaptam. ϕ a szilárd anyag koncentrációja ml/ml-ben. A lineáris ordináta metszetéből $v_{SA}^{1/4,65}$ értékét nyertem, amelyből a Stokes-egyenlet alapján d_A aggregátum átmérőt számítottam. A lineáris abszcissza metszetéből - az ir dalmi részben ismertetett módon - c_A -t számítottam. A kapott eredményeket az I. táblázat tartalmazza.

Mértem ugyanezen szuszpenziók üledéktérfogatát, amelyeket 10 nap várakozás után olvastam le.

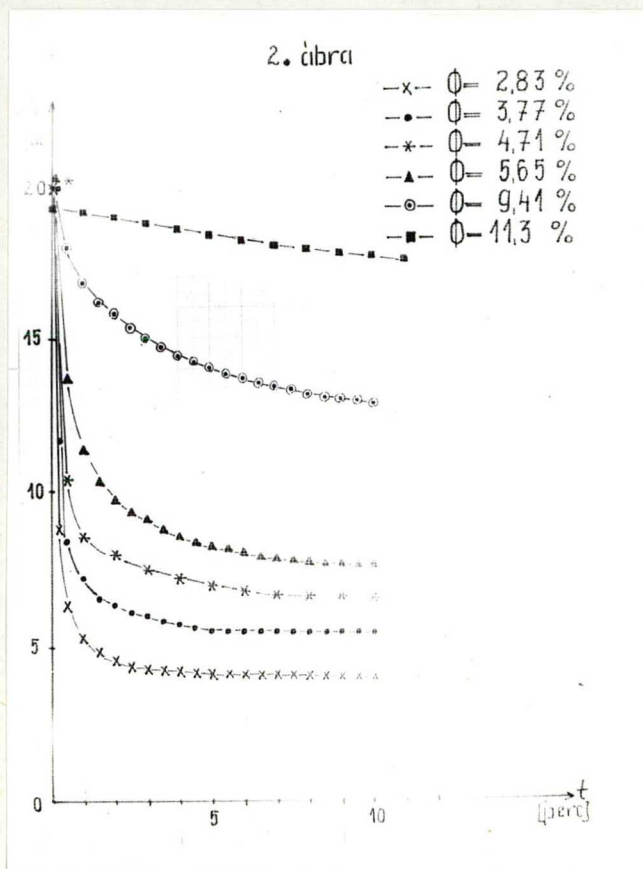
Összehasonlításként a legfinomabb frakciú $5 < d < 10 \mu m$ ülepedését is mértem toluolban. A mérhető szuszpenzió-koncentráció tartomány kisebb koncentrációk felé tolódott el.

Az ülepedési görbék /lásd 2. ábra/ $\phi = 5,65\%$ szuszpenzió-koncentrációig I. típusúak, a $\phi = 9,4$ és $11,3\%$ -os töménységű szuszpenziók ülepedési görbéi azonban már III. típusúak. Az ülepedési görbékét ugyancsak Michales-Bolger-féle módszerrel értékeltém, a nyert paramétereket az I. táblázat tartalmazza.



1. ábra

A $d > 25 \mu$ m kvarc frakció ülepedése toluolban



2. ábra

$5 < d < 10 \mu\text{m}$ kvare frakció ülepedése toluolban

I. táblázat

A $d \geq 25 \mu\text{m}$ és az $5 < d < 10 \mu\text{m}$ kvarc frakció ülepedési paraméterei toluolban

d / μm /	szuszp.konc. ϕ /%/	Q_0 /ml/sec/	üledéktérf. /ml/	ül.seb. $\times \eta$ / $\Delta \rho$	V_{SA} /ml/sec/	d_A / μm /	c_A	fajlagos ül.térf. /ml/g/
>25	7,5	0,47	3,6	0,158	1,56	159	2,61	0,872
	9,4	0,42	4,5	0,14				
	11,3	0,29	5,1	0,097				
	15,1	0,16	7,0	0,054				
	18,9	0,08	8,6	0,027				
5 < d < 10	2,82	0,74	3,7	0,248	1,12	255	6,25	
	3,77	0,52	4,9	0,174				
	4,71	0,323	5,9	0,108				
	5,65	0,210	7,2	0,07				
	9,4	0,067	11,8	0,022				
	11,3	0,066	14,3	0,021				

b./ Durva kvarc frakció ülepedése lakkbenzinben és széntetrakloridban

Analóg jellegű ülepedés játszódott le lakkbenzinben és széntetrakloridban. Az ülepedési görbék I. típusúak. Ezek lineárisából meghatározott Q_0 ülepedési sebesség értékek a lakkbenzinben valamivel nagyobbak adódtak - azonos szuszpenzió-koncentráció esetén - , mint széntetrakloridban. Ezen eltérés oka, hogy a széntetraklorid sűrűsége majdnem kétszerese a lakkbenzin sűrűségének. Így széntetrakloridban az ülepedés lassabb, az ülepedési görbék elnyultabbak. A mérhető szuszpenzió-koncentráció tartomány $\phi = 9,4-18,81\%$ között volt.

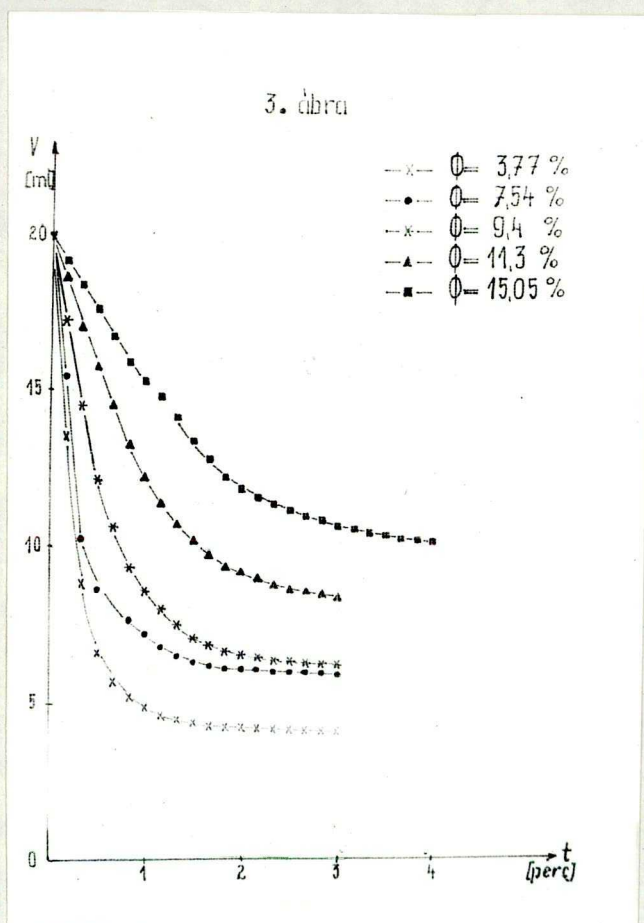
Az ülepedési görbéket a 3-4. ábra mutatja. Ugyanezen szuszpenziók üledéktérfogatait a II. táblázat foglalja össze. Az üledék nagy térfogatú, laza, viszonylag könnyen szuszpendálható volt.

c./ Durva kvarc frakció ülepedése acetonban, amilalkoholban, és metanolban

A $d > 25 \mu$ méretű részecskéket tartalmazó frakció ülepedését nem tudtam követni már acetonsan sem. Az aceton dielektromos állandója alapján a poláris közegekhez sorolandó, szimmetrikusan elhelyezkedő $-CH_3$ csoportjai következtében azonban közepesen poláris közegként viselkedik. A durva kvarc azonban éles határfelület nélkül, diffuzan ülepedett az ace-

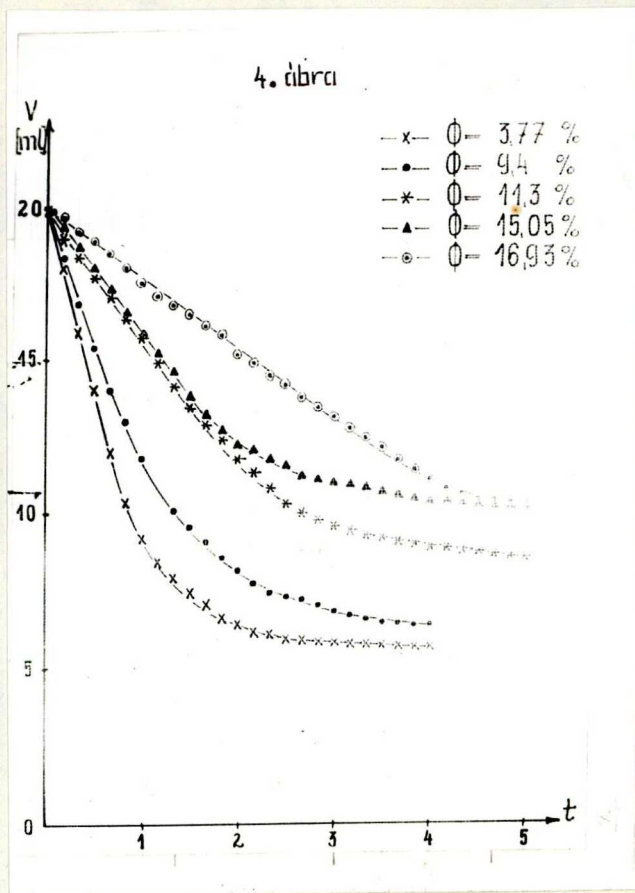
tonban. Analóg módon viselkedett amilalkoholban és a kifejezetten poláris metanolban is. Az ülepedési sebesség mérése vagyis a határfelület süllyedési sebessége tehát nem volt mérhető. Így ezeknél a közegeknél csak az üledéktérfogat értékeit határoztam meg /lásd III.táblázat/. Az üledék ezekben a közegekben rendkívül tömör, nehezen szuszpendálható.

Az 5. ábra az üledéktérfogat változását mutatja a bemért anyagmennyiség függvényében. A függvények lineárisoknak adódtak. Legnagyobb az üledéktérfogat acetonban és legkisebb metanolban.



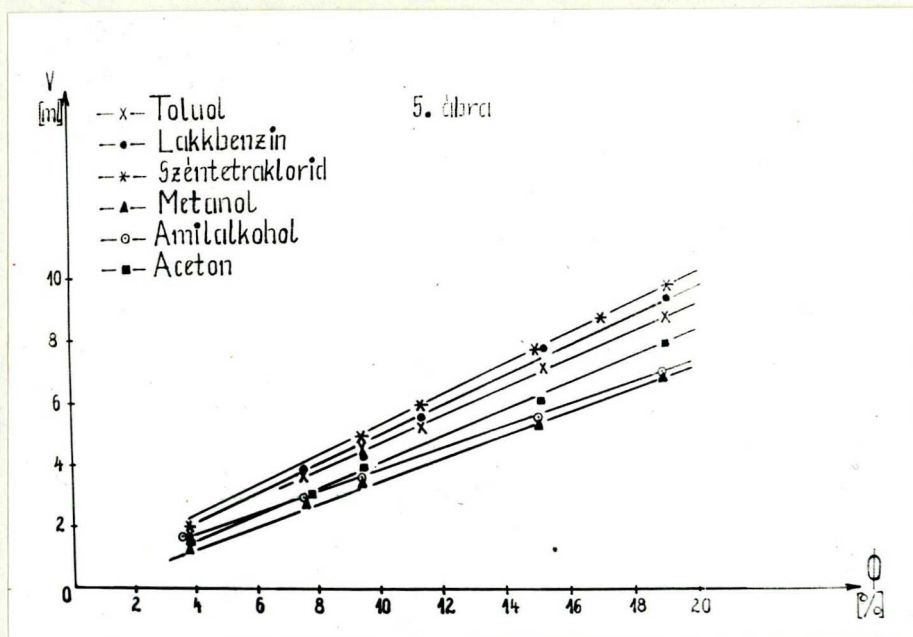
3. ábra

A $d > 25 \mu\text{m}$ kvarc frakció ülepedési görbéi lakkbenzinben



4. ábra

A $d > 25 \mu\text{m}$ kvare frakció ülepedési görbéi széntetrakloridban



5. ábra

A $d > 25 \mu\text{m}$ kvare frakció üledéktérfogat értékei a különböző közegekben

II. táblázat

A $d > 25 \mu\text{m}$ kvarc frakció ülepedési paraméterei lakkbenzinben és széntetrakloridban

Közeg	Szuszp.konc. ϕ /%	ül.seb. /ml/sec/	ül.térf. /ml/	ül.seb. η $\Delta\rho$	V_{SA} /ml/sec/	d_A / μm /	c_A	fajl.ül.térf. /ml/g/
lakk- benzin	3,77	diff.	1,7	diff.	1,84	198	2,85	0,907
	7,54	0,62	3,6	0,252				
	9,4	0,46	4,3	0,188				
	11,3	0,27	5,5	0,11				
	15,05	0,14	7,7	0,057				
	18,8	0,08	9,2	0,033				
széntetra- klorid	3,77	diff.	2,0	diff.	0,582		2,38	0,967
	9,4	0,2	4,8	0,19				
	11,3	0,14	5,8	0,14				
	15,05	0,07	7,8	0,069				
	16,93	0,06	8,6	0,059				
	18,81	0,04	9,6	0,039				

III. táblázat

A $d > 25 \mu\text{m}$ kvarc frakció üledéktérfogata acetonban, amilalko-
holban és metanolban

Szuszp.konc. ϕ /%	Üledéktérfogat /ml/		
	metanol	amilalkohol	aceton
3,7	1,3	1,5	1,5
7,5 4	2,7	2,8	2,9
9,4	3,4	3,5	3,9
15,05	5,2	5,4	6,0
18,8	6,7	6,8	7,8
fajl.ül.tf. /ml/g/	0,665	0,711	0,755

2./ Durva kvarc frakció ülepedése elegyekben

A $d > 25 \mu$ m kvarc frakció ülepedését növekvő metanol-koncentráció esetén vizsgáltam széntetrakloridban. A szuszpenzió-koncentráció $\phi = 5,65 - 13,2\%$ -ig változott. Az ülepedési görbéket a 6-15. ábrák mutatják, az ülepedési sebesség értékeket a IV. táblázat tartalmazza.

Az apoláris széntetraklorid rosszul nedvesíti a poláris felületű kvarcot, így a kvarc széntetrakloridban éles határfelülettel ülepedett. A közeg nedvesítőképességét metanol hozzáadásával növelhetjük. Az alkalmazott metanol-koncentrációk: 0,124; 0,247; 0,370; 0,494; 1,235; 2,47; 7,42; 12,35; 24,7 mól/liter voltak.

Anint a 16. ábra mutatja, igen kis mennyiségű metanol hatására az ülepedési sebesség nagymértékben lecsökken a tiszta széntetrakloridban mért értékhez viszonyítva. E csökkenés mértéke a szuszpenzió-töménység növekedésével csökken. Valamennyi szuszpenziótöménység esetén a 0,124 mól/liter metanolt tartalmazó elegyben minimális az ülepedés sebessége. További alkohol-adalék hatására az ülepedési sebességnek a szuszpenzió-töménység növekedésével ellaposodó maximuma lép fel. Ez a maximum azonban minden szuszpenzió-koncentrációnál kisebb ülepedési sebességet jelent, mint a széntetrakloridban mért érték. A maximum $\phi = 5,6\%$ töménységű szuszpenzióban 0,124 mól/liter metanoltartalmú elegyben, a $\phi = 7,54\%$ kon-

centrációjú szuszpenzióban 0,247 mól/liter alkohol adaléknál kifejezett és a szuszpenzió-koncentráció növekedésével egyre inkább a nagyobb alkohol-koncentrációk felé tolódott el.

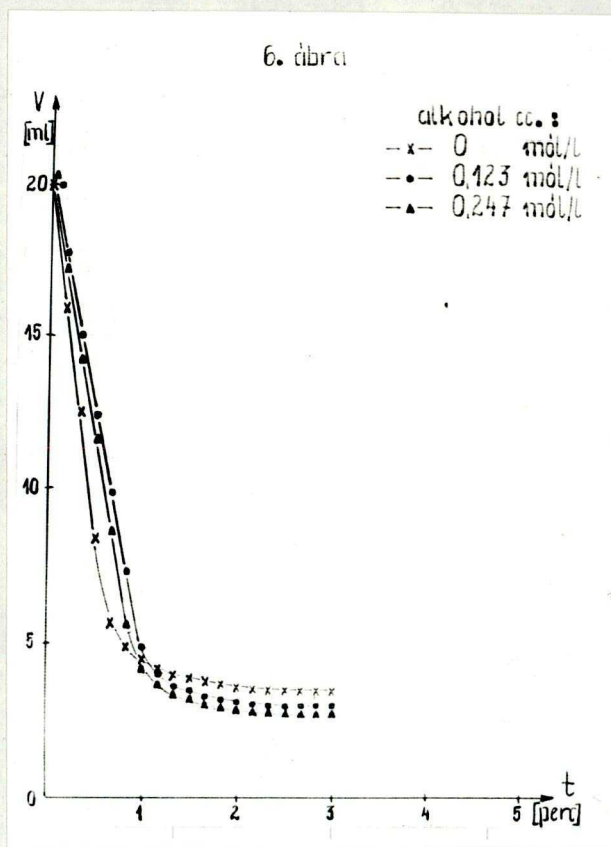
Az alkohol-koncentráció további növelésével az ülepedési sebesség csökken, az ülepedő rendszer határfelülete egyre kevésbé éles. A 0,124 mól/liter alkohol tartalmú széntetrakloridban még - a tiszta széntetrakloridhoz hasonlóan, bár már kevésbé - éles a határfelület. A 0,247 mól/liter metanol-koncentrációtól kezdve azonban egyre kevésbé éles az ülepedő szuszpenzió-oszlop határfelülete, a felette lévő folyadékfázis egyre opálosabb, amely a közeg nedvesítőkéességének növekedése következtében a dezaggregációs folyamat eredménye. Így a 2,47 és 7,42 mól/liter alkoholt tartalmazó széntetrakloridban a kvarc szuszpenziók ülepedési sebességének mérése már rendkívül nehéz. A 12,35 mól/liter metanol-adalék, valamint tiszta metanol esetén az ülepedés diffúz, a kialakult üledék kis térfogatú tömör, nehezen szuszpendálható.

Így az ülepedési sebességet az alkohol növekvő mennyiségének függvényében ábrázolva egy minimum-maximum-(minimum) jellegű görbét kaptam. Ezek a görbék a szuszpenzió-koncentráció növekedésével egyre alacsonyabb értékeken futnak.

Ugyanezen szuszpenziók üledéktérfogatát az alkohol-koncentráció függvényében ábrázolva, gyakorlatilag folytonosan csökkenő jellegű görbéket kaptam /lásd 17. ábra és IV. táblázat/. Az ülepedési sebesség minimum-maximum-(minimum) jellegű változá-

sát az alkohol-koncentráció függvényében az üledéktérfogat nem mutatja. Ennek nemcsak metodikai, hanem elvi okai is vannak.

A kapott ülepedési görbéket, mivel I. típusúak, Mechaels-Bolger-féle módszer szerint értékeltem. A számított d_A és c_A értékeket az V. táblázat tünteti fel. Láthatjuk, hogy a d_A - az aggregátumok átlagos átmérője - a kezdeti nagymértékű csökkenés után enyhén növekszik a 0,247 mól/liter alkohol tartalmú elegyben, majd a 0,370 mól/liter alkohol-tartalomtól ismét csökken. Az aggregátumok lazaságára és folyadéktartalmára jellemző c_A paraméter változása analóg az előbbivel /lásd 18. ábra/.

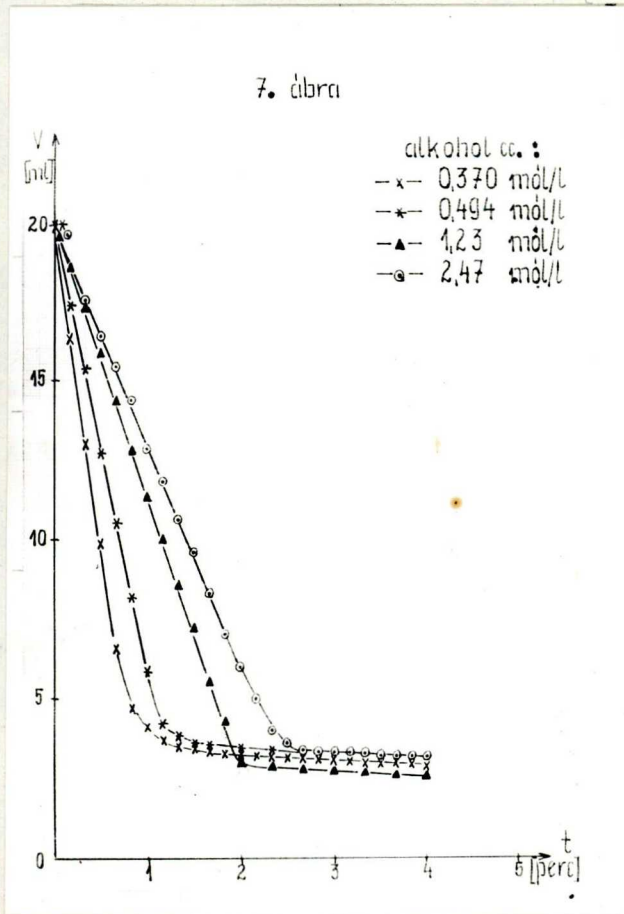


6. ábra

$\Lambda \phi = 5,65 d > 25 \mu m$ kvare frakció ülepedése elegyekben

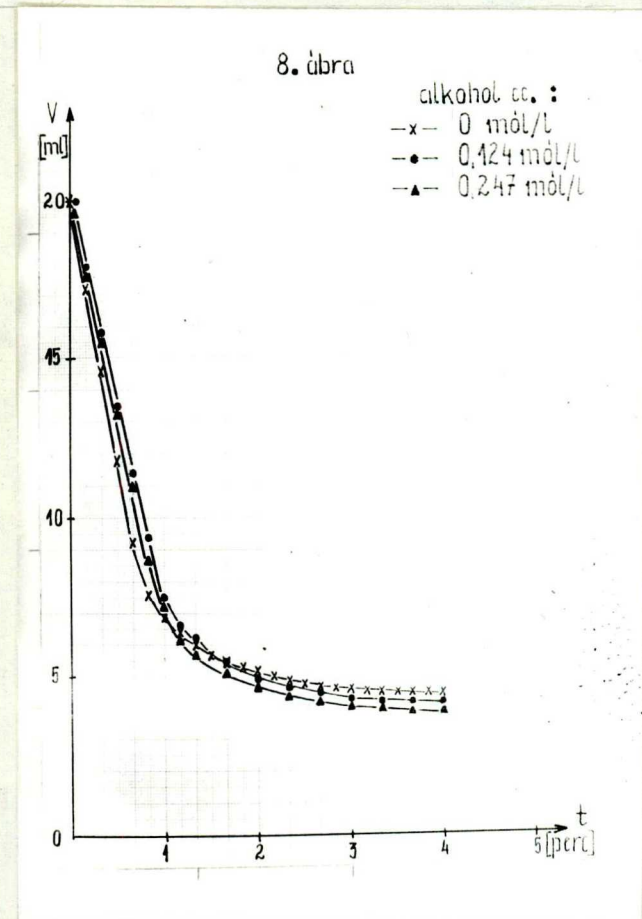
7. ábra

$\Delta \phi = 5,65\%$ koncentrációjú $d > 25 \mu\text{m}$ kvare
 ülepedése elegyekben



8. ábra

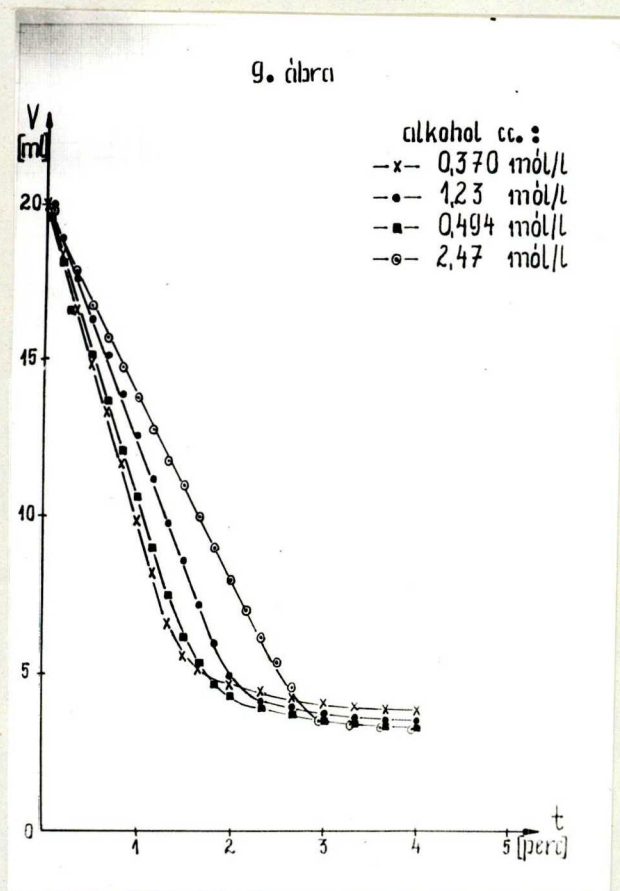
$\Delta \phi = 7,56\%$ koncentrációjú $d > 25 \mu\text{m}$ kvare
 ülepedése elegyekben



- 39 -

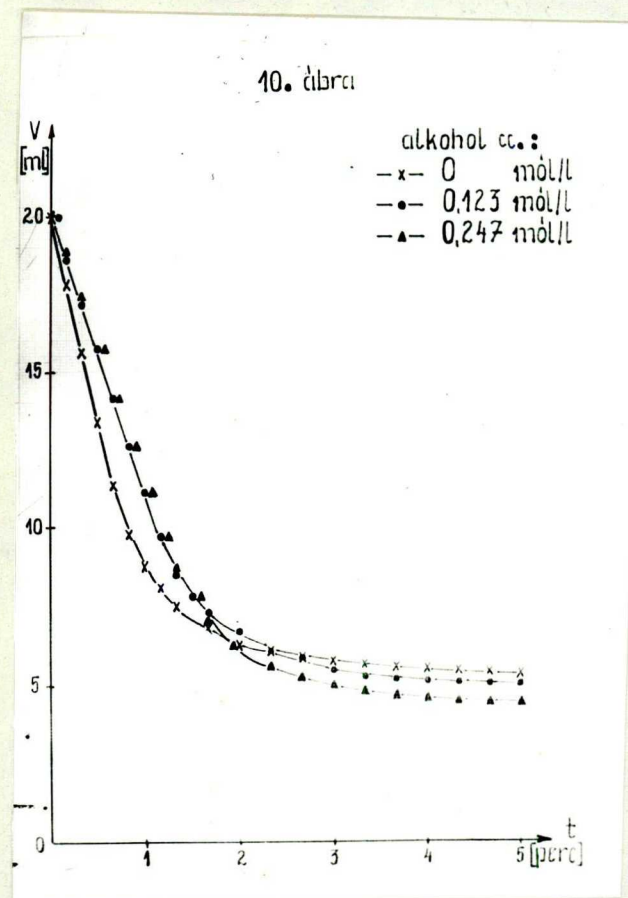
9. ábra

A $\phi = 7,56\%$ koncentrációjú $d > 25 \mu\text{m}$ kvare
 ülepedése elegyekben



10. ábra

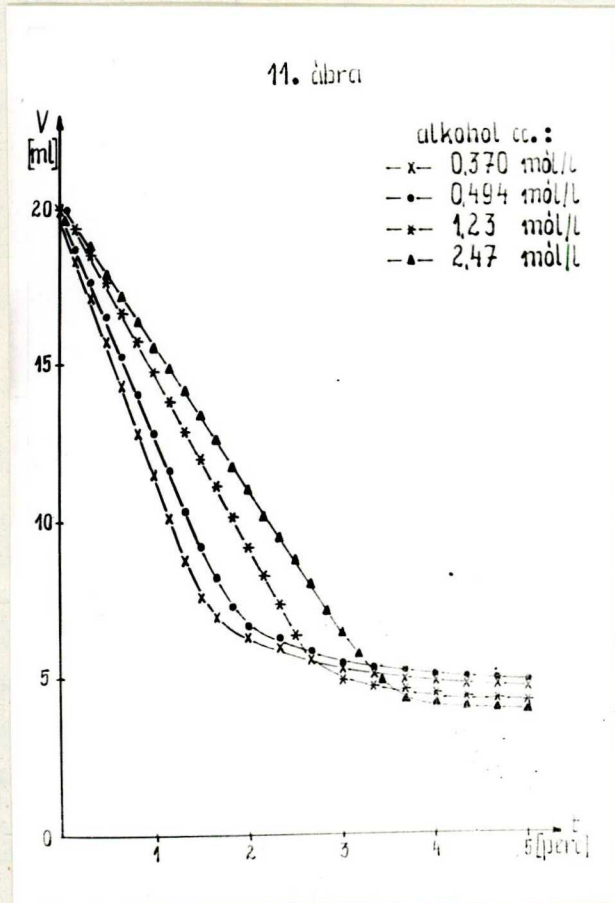
A $\phi = 9,4\%$ koncentrációjú $d > 25 \mu\text{m}$ kvare
 ülepedése elegyekben



- 40 -

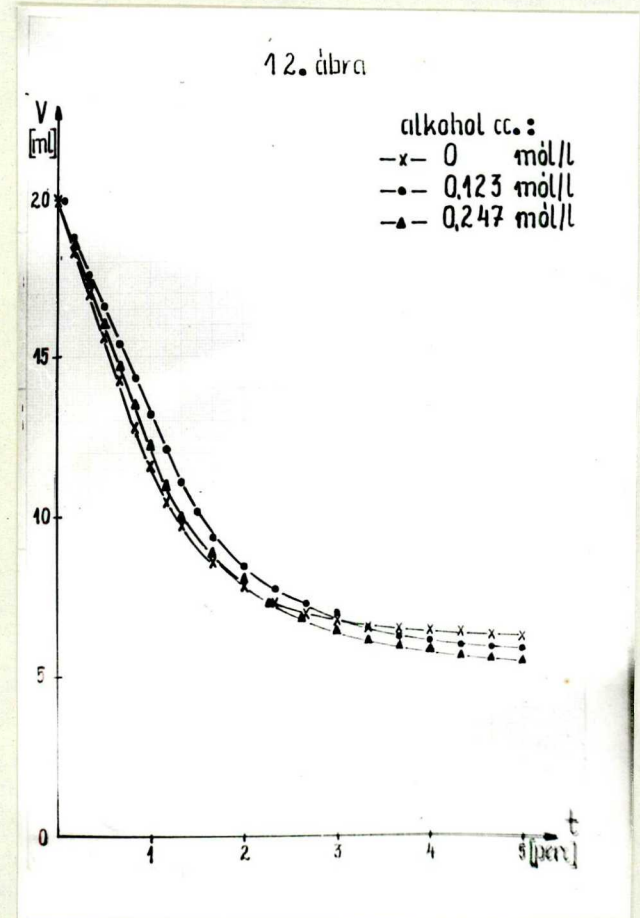
11. ábra

$\Delta \phi = 9,4\%$ koncentrációjú $d > 25 \mu$ m kvare
ülepedése elegyekben



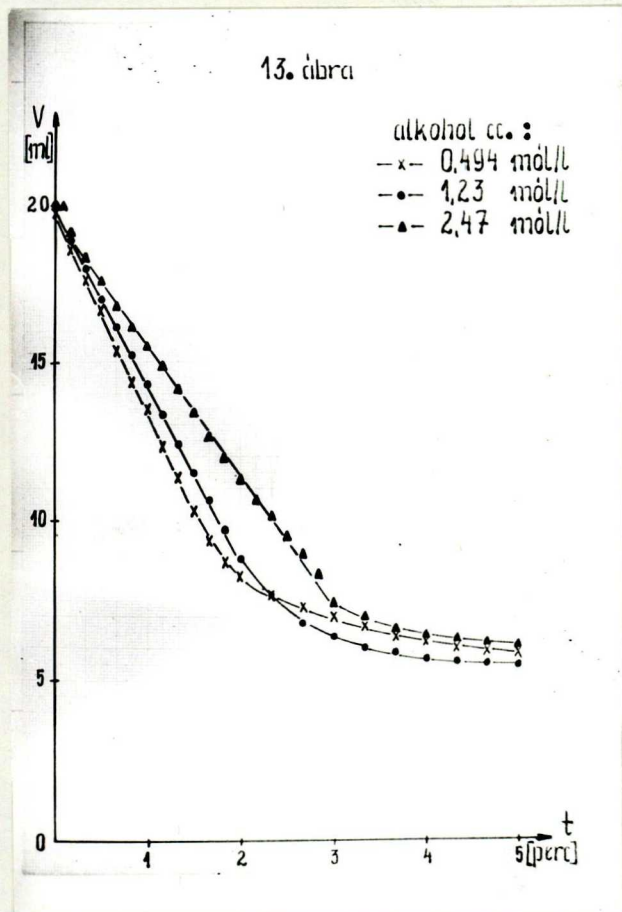
12. ábra

$\Delta \phi = 11,3\%$ koncentrációjú $d > 25 \mu$ m kvare
ülepedése elegyekben



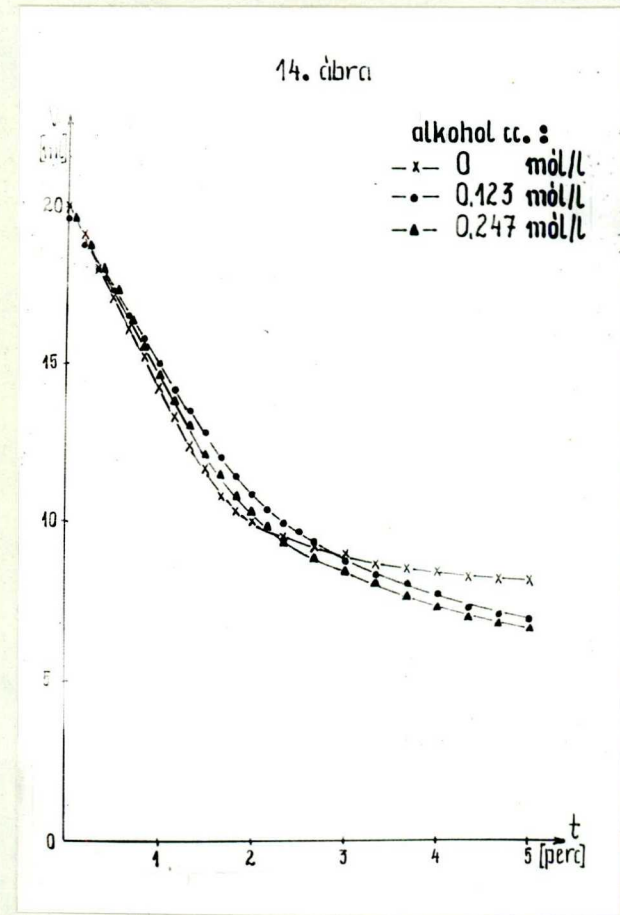
13. ábra

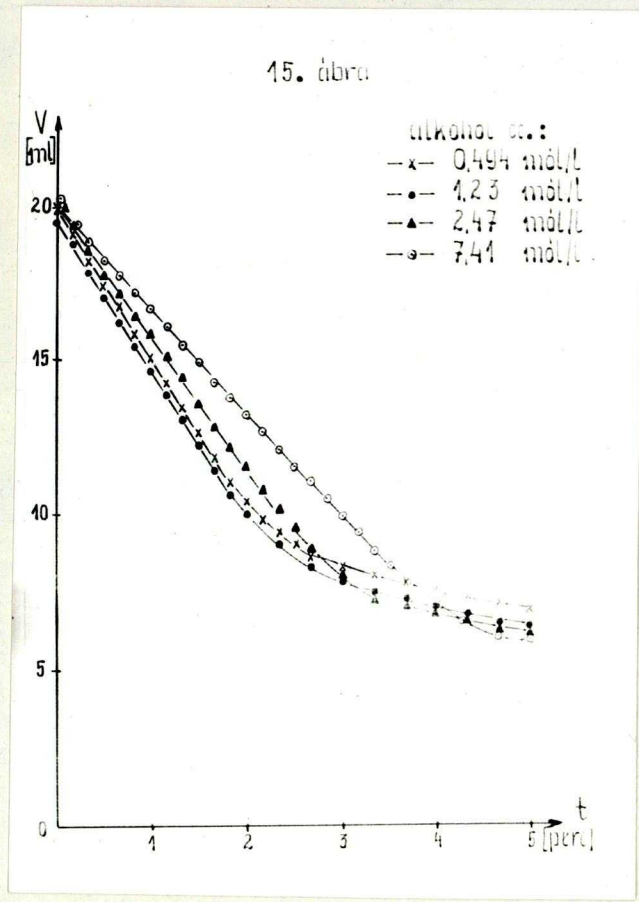
A $\phi = 11,3\%$ koncentrációjú $d > 25 \mu$ m kvare
ülepedése elegyekben



14. ábra

A $\phi = 13,2\%$ koncentrációjú $d > 25 \mu$ m kvare
ülepedése elegyekben





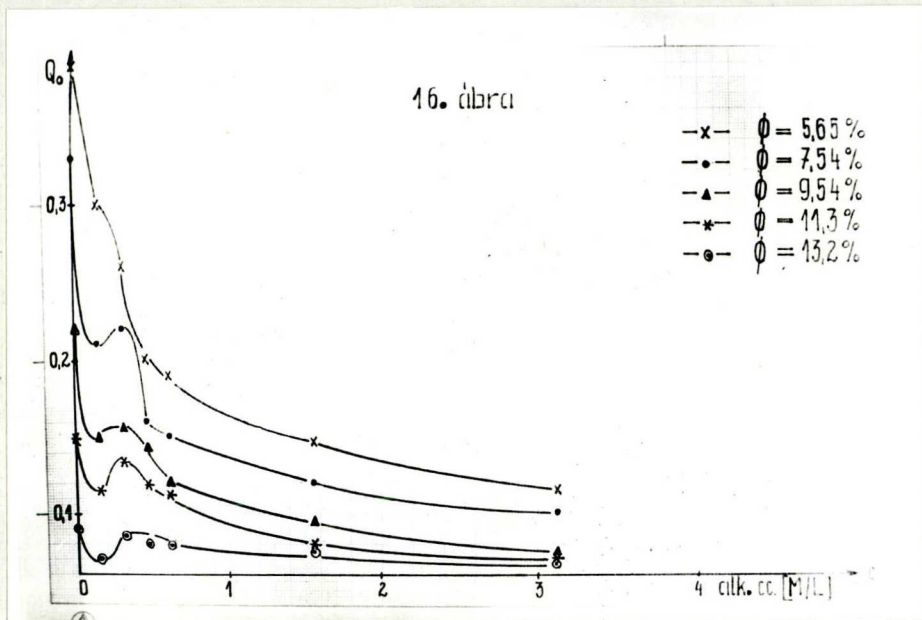
15. ábra

A $\phi = 13,2\%$ koncentrációjú $d > 25 \mu m$ kvarc ülepedése elegyekben

IV. táblázat

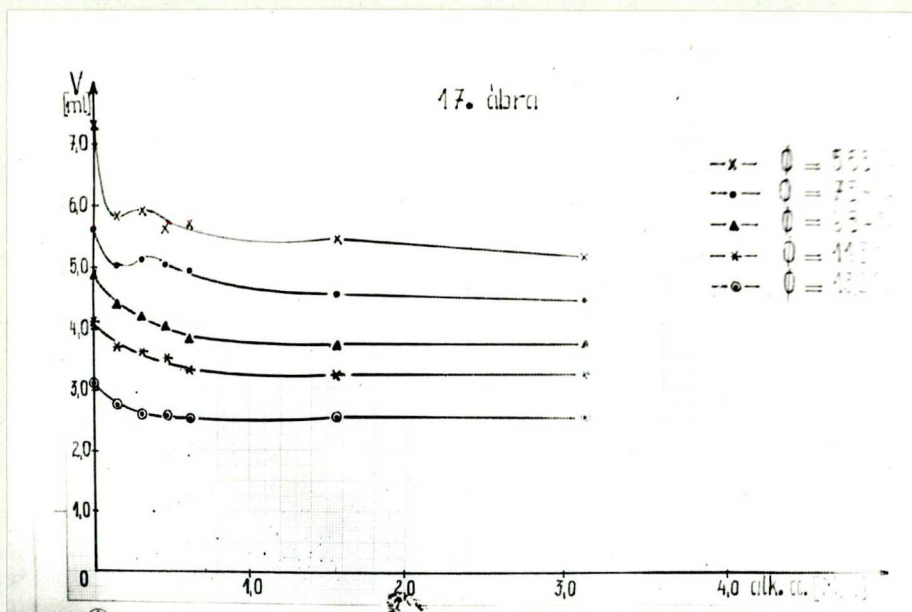
A $d > 25 \mu$ m kvare frakció ülepedési paraméterei széntetraklorid-metanol elegyekben

Szuszp. konc. ϕ / %	Paraméter	Alkoholkoncentráció /mól/liter/									
		0	0,12	0,25	0,37	0,49	1,24	2,47	7,41	12,4	24,7
5,65	Q_0	0,4	0,25	0,29	0,2	0,23	0,145	0,12	-	-	-
	$V_{ü}$	3,2	2,7	2,6	2,8	2,5	2,4	2,4	2,3	2,2	2,1
7,54	Q_0	0,33	0,21	0,22	0,16	0,15	0,12	0,1	-	-	-
	$V_{ü}$	4,0	3,9	3,4	3,5	3,2	3,2	3,1	2,9	2,8	2,7
9,4	Q_0	0,22	0,15	0,16	0,14	0,12	0,09	0,08	-	-	-
	$V_{ü}$	4,9	4,4	3,9	4,2	4,1	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4
11,3	Q_0	0,15	0,12	0,14	0,12	0,11	0,09	0,07	-	-	-
	$V_{ü}$	5,6	5,4	5,1	4,9	5,0	4,5	4,4	4,3	4,1	4,0
13,2	Q_0	0,09	0,07	0,085	0,08	0,08	0,075	0,07	-	-	-
	$V_{ü}$	7,3	5,8	5,9	5,6	5,7	5,4	5,1	5,0	4,9	4,8



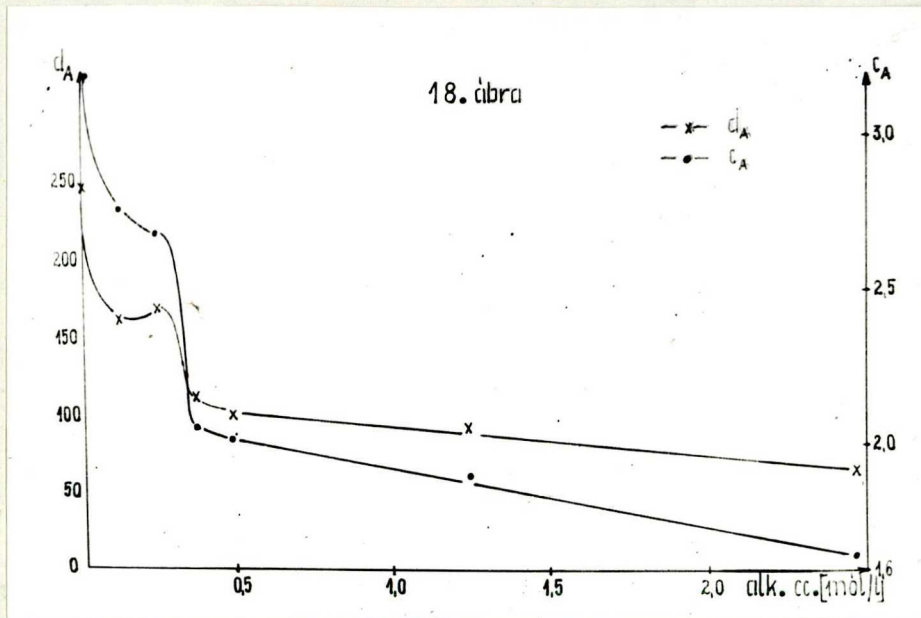
16. ábra

Durva kvarc frakció Q_0 -nak változása az alkohol-konc. függvényében



17. ábra

Durva kvarc frakció üledéktérfogatának változása az alkohol-koncentráció függvényében



18. ábra

A d_A és c_A változása az alkohol-koncentráció függvényében

V. táblázat

A $d > 25 \mu\text{m}$ kvarc frakció d_A és c_A értékei különböző összetételű széntetra-klorid-metanol elegyekben

Paraméterek	Alkohol-koncentráció /mól/liter/						
	0	0,12	0,25	0,37	0,49	1,24	2,47
d_A	248	173	179	112	110	91	71
c_A	3,2	2,8	2,7	2,06	2,02	1,9	1,6

B./ Precipitált BaSO_4 ülepedési sajátosságai

1./ BaSO_4 ülepedése különböző polaritású közegekben

A szekunder, de nem duzzadó részecskéket tartalmazó rendszerek ülepedésének vizsgálatára precipitált BaSO_4 -ot használtam fel különböző polaritású ill. összetételű közegekben. Az alkalmazott közegek: lakkbenzin, toluol, aceton, toluol + 0,2% /tf/Zn-naftenát, laurilalkohol, metanol, oktanól, amilalkohol és butanol. A szuszpenzió-koncentráció tartomány $\phi = 1,77-4,0\%$ volt.

a/ BaSO_4 ülepedése lakkbenzinben és toluolban

A BaSO_4 az alkalmazott közegek közül a legrosszabbul lakkbenzinben és toluolban nedvesedett. A felszuszpendálás után azonnal nagyméretű, laza aggregátumok jöttek létre, amelyek igen nagy sebességgel és éles határfelülettel ülepedtek. A határfelület feletti folyadék-fázis tiszta, a kialakult üledékek nagy térfogatúak és könnyen szuszpendálhatók voltak.

A kapott ülepedési görbék általában II. típusúak /lásd 19-20. ábra/. A felszuszpendálás utáni szerkezetátalakulási folyamat nem pillanatszerűen játszódott le. Az emiatt fellépő lappangási szakasz után az ülepedési sebesség konstans, az ülepedési görbe ezen szakasza lineáris, majd egy igen kis meredekségű tömörödési szakasz következik.

A két közegben mért ülepedési sebesség - és üledéktérfogat - értékeket összehasonlítva láthatjuk, hogy közelítőleg azonos nagyságúak.

Az ülepedési görbék II. típusúak. Így a Michals-Bolger-féle módszer helyett a th -függvény szerinti értékelési módszert alkalmaztam. A kapott paramétereket a VI. és VII. táblázat tartalmazza.

b./ BaSO₄ ülepedése acetonban

A lakkbenzinnél és toluolnál polárisabb aceton jobban nedvesíti a BaSO₄-ot. A részecskék aggregációja csökken, a toluolban és lakkbenzinben szemelláthatóan nagyméretű, laza aggregátumok eltűnnek. A dezaggregációs folyamat következtében nő a térfogategységben lévő részecskék száma, egymást akadályozó hatásuk az ülepedésben. Az ülepedési sebesség csökken, az ülepedési görbék időben elnyultabbak /lásd 21. ábra/. Az adhézió csökkenésének megfelelően csökken az üledéktérfogat is.

A th -függvény módszerével való értékelés útján kapott paramétereket a VIII. táblázatban láthatjuk.

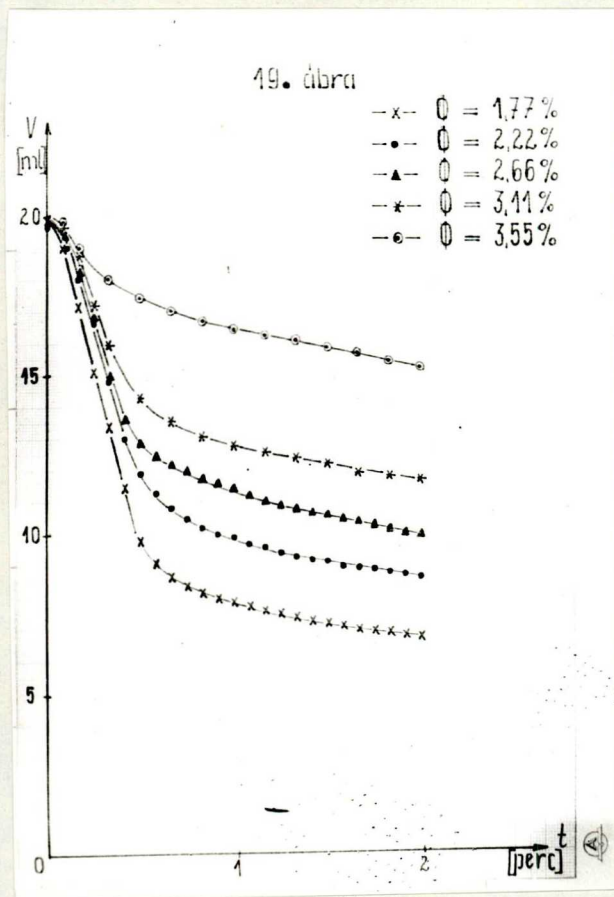
c./ A BaSO₄ ülepedése toluol + 0,2% Zn-naftenátot tartalmazó közegben

A BaSO₄ nedvesedőképesége a szilárd anyag mennyiségére számított 0,2% Zn-naftenát nedvesítőszer tartalmú toluolban tovább növekszik, így az azonos koncentrációjú szusz-



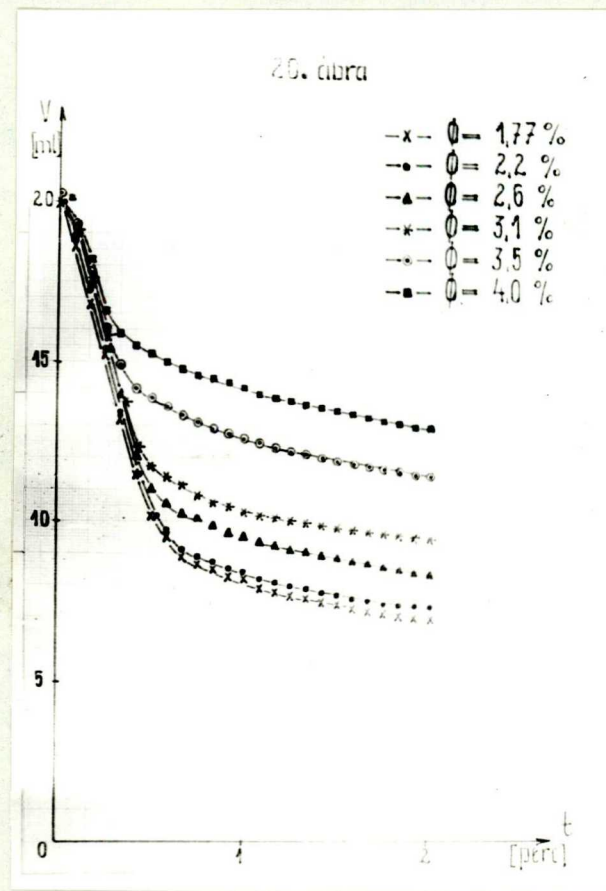
19. ábra

BaSO₄ szuszpenziók ülepedési görbéi
lakkbenzinben



20. ábra

BaSO₄ szuszpenziók ülepedési görbéi
toluolban



VI. táblázat

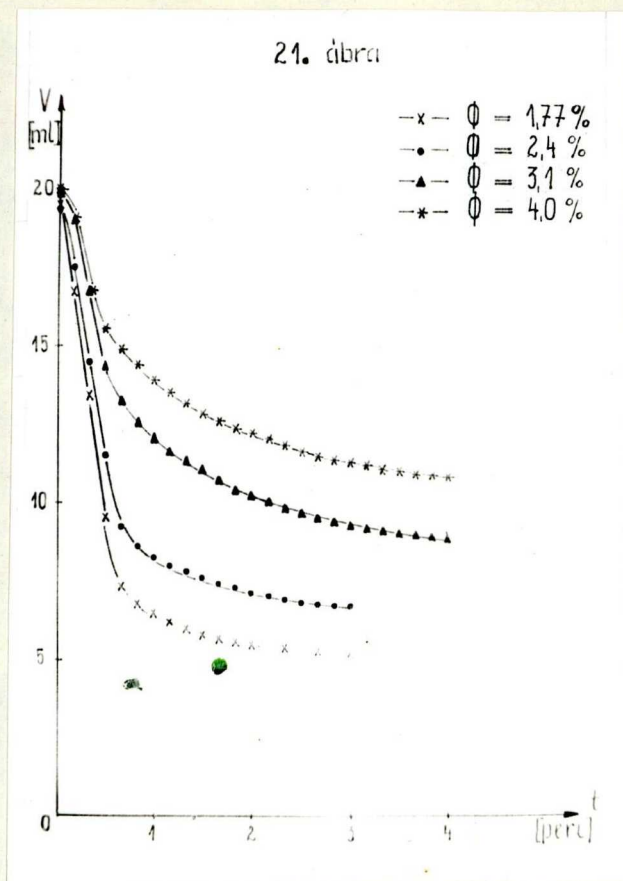
BaSO₄ szuszpenziók ülepedési paraméterei
lakkbenzinben

Szuszp. konc. ϕ /%	ül. seb. /ml/sec/	ül. térf. /ml/	N _o	R _o	P _o
1,77	0,48	5,0	2,54	0,83	9,1
2,22	0,47	6,6	2,63	0,88	8,04
2,66	0,40	7,8	2,82	0,89	7,0
3,1	0,24	9,2	2,47	0,78	6,53
3,55	0,2	10,9	2,82,	0,658	5,77
4,0	rosszul értékelhető ülepedési görbe				

VII. táblázat

BaSO₄ szuszpenziók ülepedési paraméterei toluolban

Szuszp. konc. ϕ /%	ül. seb. /ml/sec/	ül. térf. /ml/	N _o	R _o	P _o
1,77	0,48	4,7	2,54	0,79	9,13
2,22	0,40	6,3	2,85	0,89	8,01
2,66	0,38	7,6	2,89	0,9	7,23
3,11	0,36	8,8	2,82	0,79	6,73
3,55	0,32	10,1	3,29	0,88	5,82
4,0	0,30	11,3	4,3	1,02	4,89



21. ábra

$BaSO_4$ szuszpenziók ülepedése acetoneban

VIII. táblázat

$BaSO_4$ szuszpenziók ülepedési paramétereit acetoneban

Szuszp.konc. ϕ /%	ül.seb. /ml/sec/	ül.térf. /ml/	N_0	R_0	P_0
1,77	0,37	3,6	2,08	0,76	9,68
2,44	0,30	5,5	1,68	0,82	8,29
3,11	0,22	7,0	1,92	0,73	7,92
4,0	0,2	8,9	1,88	0,752	6,78

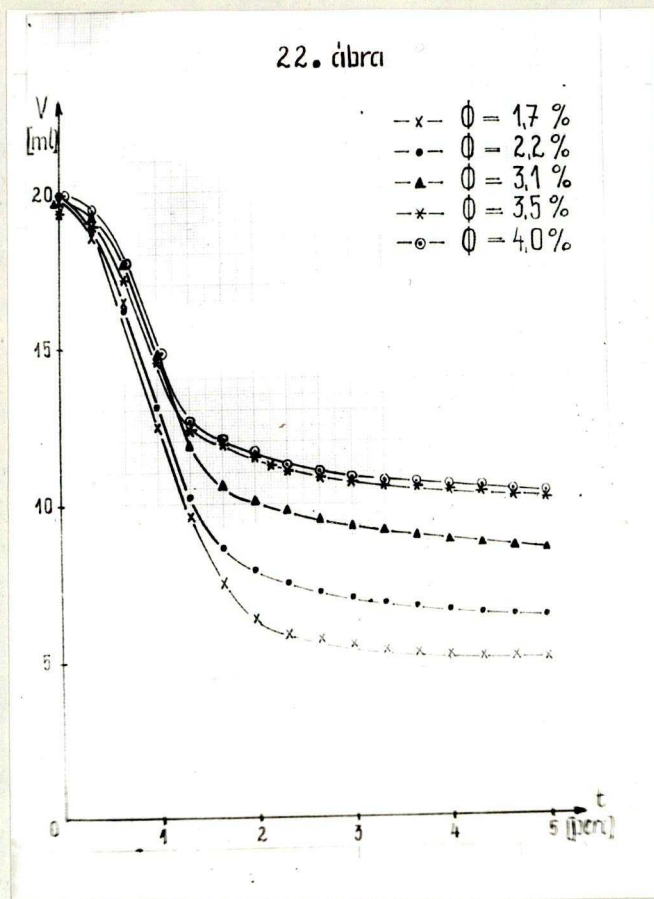
penziók ülepedési sebesség és üledéktérfogat-értékei az előző közegekhez képest további csökkenést mutatnak. Összehasonlítva a tiszta toluolban kapott ülepedési paramétereket a 0,2% nedvesítőszer tartalmú toluolban nyert paraméterekkel, látható, hogy a viszonylag kis mennyiségű Zn-naftenát nedvesítőszer is lényeges különbségeket eredményezett: pl. a fajlagos üledéktérfogat toluolban 3,15 ml/g, nedvesítőszer esetén 2,55 ml/g.

A részecskék dezaggregációja a közeg nedvesítőképességének növekedésével tovább növekszik. Az ülepedő szuszpenzió-oszlop határfelülete már kevésbé éles, mint az előbbi közegekben. A határfelület feletti folyadékfázis enyhén opálos.

Az ülepedési görbék II. típusúak, időben egyre elnyultabbak. A görbék értékelése itt is a t_h -függvény alkalmazásával történt. A kapott paramétereket a IX. táblázat, az ülepedési görbéket a 22. ábra mutatja.

d/ BaSO₄ szuszpenziók ülepedése laurilalkoholban

A laurilalkohol az alkalmazott közegek közül igen nagy viszkozitásával tűnik ki, amelyben a nagy fajsúlyú BaSO₄ is csak igen kis sebességgel tud ülepedni. Így az ülepedési görbék /lásd 23. ábra/ rendkívül elnyultak és II. típusúak. A fajlagos üledéktérfogat azonban az előző közegekben mért értékekhez képest kisebb, amely tehát a BaSO₄ nedvesedő képességének további növekedését jelenti laurilalkoholban.



22. ábra

$BaSO_4$ szuszpenziók ülepedése toluol + Zn-naftenát közegben

IX. táblázat

$BaSO_4$ szuszpenziók ülepedési paramétereit toluolban + Zn-naftenátban

Szuszp. konc. ϕ /%	ül. seb. /ml/sec/	ül. térf. /ml/	N_o	R_o	P_o
1,77	0,16	4,2	0,85	0,66	9,21
2,22	0,15	5,1	0,94	0,70	8,52
2,66	0,14	6,3	1,04	0,71	7,43
3,11	0,14	7,1	1,04	0,74	7,15
3,55	0,133	8,2	0,94	0,78	6,69
4,0	0,13	8,8	1,23	0,8	5,9

A felszuszpendálás után hamarosan megjelenő határfelület a tiszta apoláris közegekhez viszonyítva lényegesen kevésbé éles, a felette lévő folyadékfázis opálos, amely csak hosszabb idő után tisztul le teljesen.

A th -függvénnyel számított és egyéb paramétereket a X.táblázat tartalmazza.

e/ A $BaSO_4$ szuszpenziók ülepedése metanolban

A poláris metanol jól nedvesíti a precipitált $BaSO_4$ -ot. Ezért az ülepedési sebesség és üledéktérfogat értékei további csökkenést mutatnak az apolárisabb közegekhez képest, a rendszerek stabilitása nőtt. A fajlagos üledéktérfogat kisebb, az ülepedési sebesség a viszkozitás lényegesen kisebb volta következtében azonban nagyobb, mint laurilalkoholban.

Az ülepedő rendszer határfelületének élessége ismét csökken az előző közegekhez viszonyítva. A folyadékfázis a határfelület felett teljesen opálos, a nagymértékű dezaggregációs folyamat eredményeként.

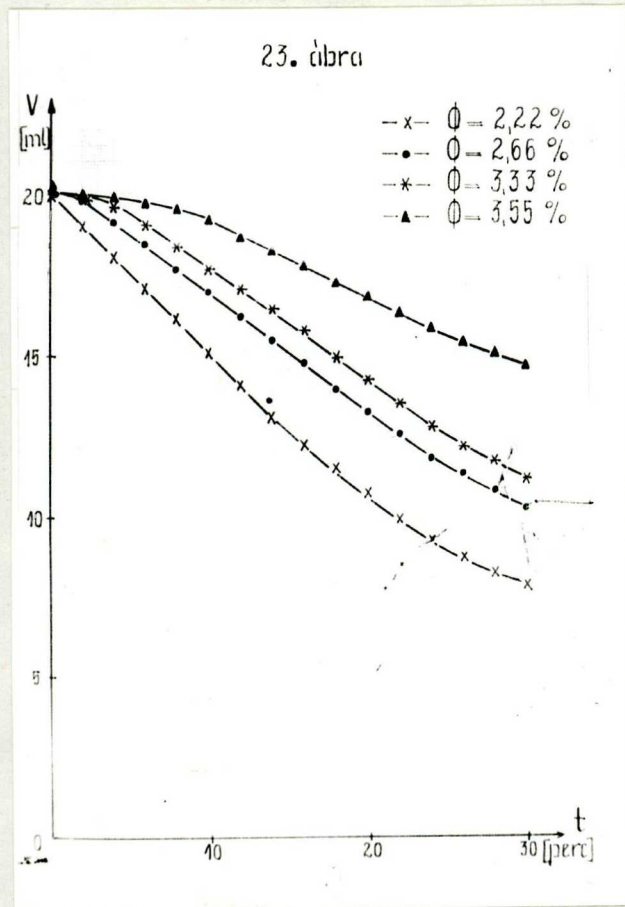
A kapott üledék kicsi, de még viszonylag mozgékony. A th -függvénnyel számított paramétereket a XI.táblázat, az ülepedési görbéket a 24.ábra mutatja.

f/ A $BaSO_4$ szuszpenziók ülepedése oktanolban

Oktanolban a $BaSO_4$ igen lassan, kevésbé éles, rosszul észlelhető határfelülettel ülepedett, a szuszpenziók stabilitása nőtt. A korábbi közegekhez képest az oktanol jobban ned-

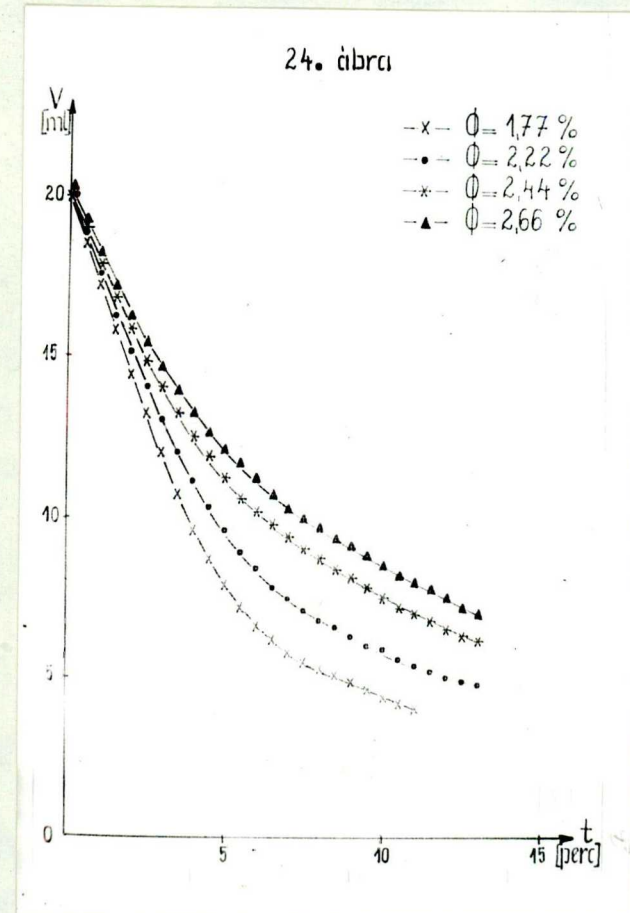
23. ábra

BaSO₄ szuszpenziók ülepedési görbéi
laurilalkoholban



24. ábra

BaSO₄ szuszpenziók ülepedési görbéi
metanolban



X. táblázat

BaSO₄ szuszpenziók ülepedési paraméterei laurilalkoholban

Szuszp.konc. ϕ /%/	ül.seb. /ml/sec/	ül.térf. /ml/	N ₀	R ₀	P ₀
2,2	0,008	2,8	0,05	0,83	10,6
2,6	0,007	3,0	0,05	0,79	10,2
2,88	0,005	3,2	0,04	0,74	10,3
3,11	0,0055	3,3	0,04	0,78	10,1
3,33	0,004	3,7	0,035	0,88	9,53
3,55	0,003	4,1	0,030	0,89	9,26

XI. táblázat

BaSO₄ szuszpenziók ülepedési paraméterei metanolban

Szuszp.konc. ϕ /%/	ül.seb. /ml/sec/	ül.térf. /ml/	N ₀	R ₀	P ₀
1,7	0,046	2,1	0,26	0,66	11,4
2,2	0,04	2,6	0,24	0,66	11,03
2,4	0,033	2,9	0,25	0,66	10,84
2,6	0,031	3,1	0,24	0,67	10,61
2,89	0,028	3,5	0,23	0,70	10,28
3,1	0,03	3,7	0,22	0,70	10,15

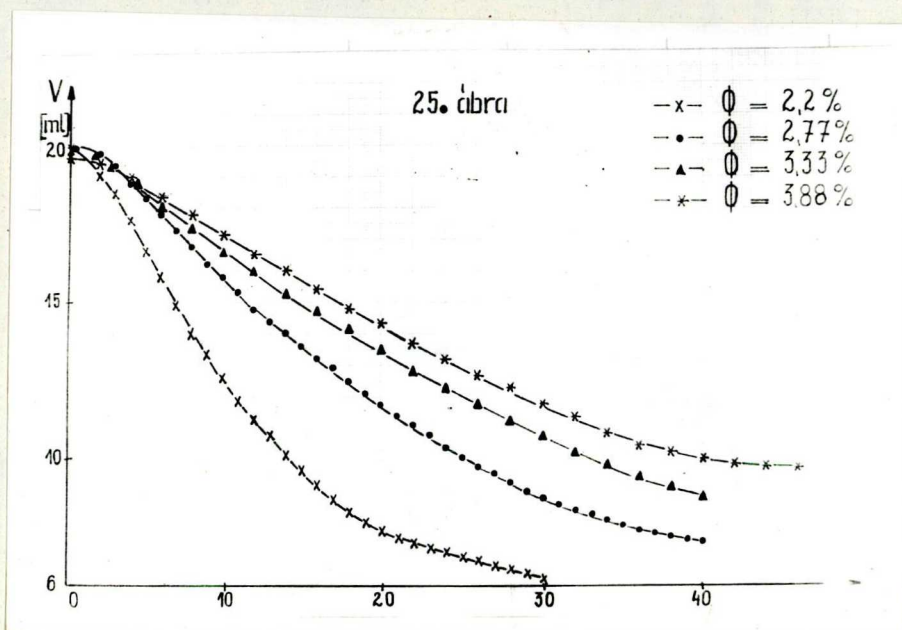
vesíti a BaSO_4 -ot, így az üledéktérfogat és az ülepedési sebesség csökken. Az ülepedési görbék időben igen elnyúltak /lásd 25.ébra/ - különösen nagyobb szuszpenzió-koncentrációk esetén - majdnem III.típusúak. Így a t_h -függvény alkalmazása már kissé nehézkes, de még jellemző. A kapott ülepedési adatokat a XII.táblázatban láthatjuk.

g/ BaSO_4 szuszpenziók ülepedése amilalkoholban és butanolban

A legjobban nedvesedik a BaSO_4 amilalkoholban és butanolban. E két közegben kapott ülepedési paraméterek gyakorlatilag azonosak /lásd XIII-XIV.táblázat/. Az ülepedési görbék /lásd 26-27.ébra/ elnyúltak, az ülepedés csak rendkívül nehezen követhető az alig éles határfelület, és a felette lévő folyadékfázis nagyfokú opálossága következtében a rendszerek igen stabilak.

A kialakuló üledék tömör és nehezen szuszpendálható. A t_h -függvény értékelési mód szerint kapott eredményeit a XIII. és XIV.táblázat tartalmazza.

A XV.táblázatban összefoglalóan láthatjuk a ϕ 2,22% koncentrációjú szuszpenziók ülepedési adatait a különböző polaritású közegekben azok legfontosabb fizikai jellemzőivel együtt. A sorrendet a fajlagos üledéktérfogat alapján állítottam fel. A táblázatban látható az $U_{l.seb.} \times \eta / \Delta \rho$ értékek is az egyes közegeknél lévő viszkozitás- és sűrűségkülönbségek kiküszöbölésére.



25. ábra

BaSO₄ szuszpenziók ülepedése oktanolban

XII. táblázat

BaSO₄ szuszpenziók ülepedési paraméterei oktanolban

Szuszp. konc. ϕ [%]	ül. seb. /ml/sec/	ül. térf. /ml/	N ₀	R ₀	P ₀
2,2	0,015	2,2	0,085	0,75	11,06
2,77	0,009	2,9	0,079	0,78	10,63
3,11	0,006	3,1	0,058	0,72	10,60
3,33	0,006	3,3	0,055	0,73	10,27
3,55	0,006	3,4	0,050	0,74	10,18
3,88	0,005	3,5	0,043	0,76	10,15

XIII. táblázatBaSO₄ szuszpenziók ülepedési paraméterei amilalkoholban

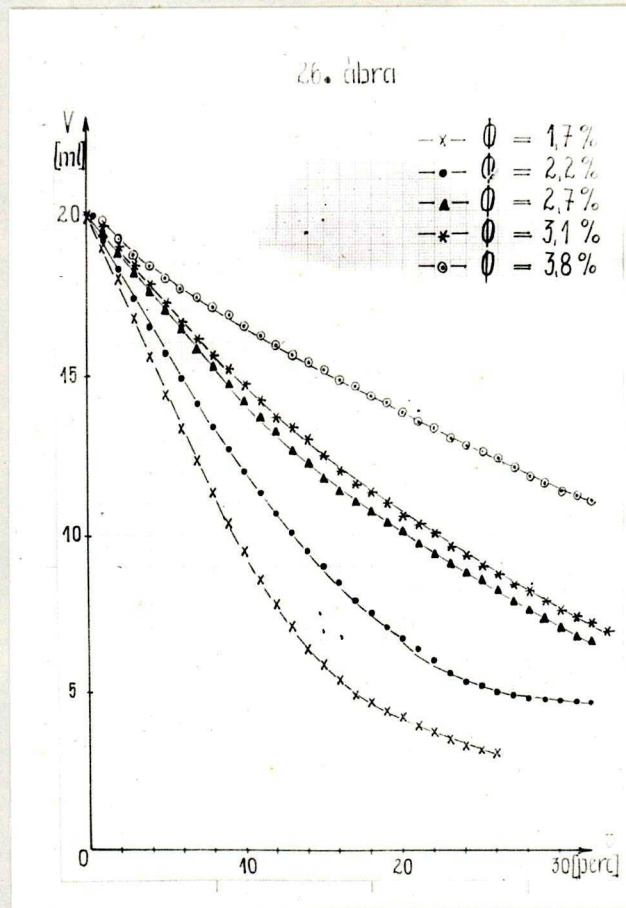
Szuszp.konc. ϕ /% /	ül.seb. /ml/sec/	ül.térf. /ml/	N _o	R _o	P _o
1,77	0,018	1,7	0,101	0,66	11,60
2,2	0,013	2,3	0,082	0,66	11,22
2,77	0,008	2,6	0,092	0,704	11,03
3,11	0,009	2,9	0,085	0,66	10,84
3,33	0,006	3,2	0,106	0,658	10,65
3,88	0,004	3,5	0,096	0,66	10,46

XIV. táblázatBaSO₄ szuszpenziók ülepedési paraméterei butanolban

Szuszp.konc. ϕ /% /	ül.seb. /ml/sec/	ül.térf. /ml/	N _o	R _o	P _o
2,2	0,013	2,0	0,082	0,66	11,41
2,88	0,008	2,9	0,081	0,66	10,84
3,33	0,007	3,2	0,075	0,66	10,77
3,55	0,006	3,5	0,074	0,66	10,46
4,0	0,004	3,8	0,070	0,66	10,27
4,4	0,003	4,4	0,064	0,66	9,88

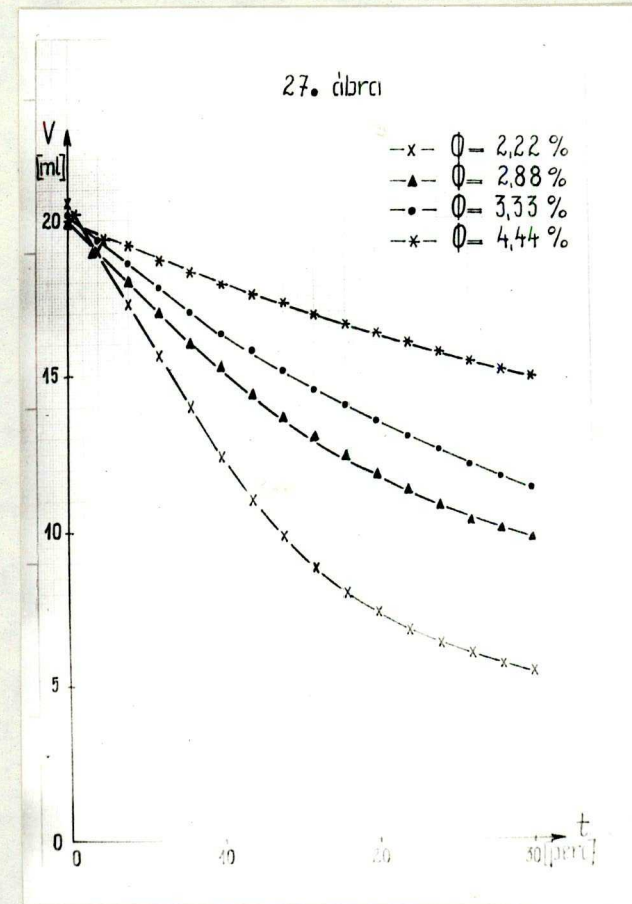
26. ábra

BaSO₄ szuszpenziók ülepedési görbéi
amilalkoholban



27. ábra

BaSO₄ szuszpenziók ülepedési görbéi
butanolban



XV. táblázat

$\phi = 2,22\%$ koncentrációjú BaSO_4 szuszpenziók ülepedési paraméterei különböző

közegekben

Közeg	η /cp/	ül.seb. /ml/sec/	ültérf. /ml/	fajl.ül.térf. /ml/g/	ül.seb. $\times \eta$ $\Delta \rho$	V_{SA} ml/sec/	d_A	c_A	P_o	N_o
lakkbenzin	0,76	0,47	6,6	3,18	0,44	1,26	171	7,69	7,74	2,63
toluol	0,6	0,40	6,3	3,15	0,28	1,25	171	7,66	8,09	2,85
aceton	0,39	0,30	5,3	2,65	0,149	0,714	94	7,14	8,29	1,7
toluol +0,2% Zn- naftenát	0,6	0,15	5,1	2,55	0,104	0,203	39,5	2,53	8,52	0,94
laurilalk.	17,4	0,008	2,8	1,4	0,180	0,030	191	11,62	10,59	0,05
metanol	0,52	0,04	2,6	1,3	0,026	0,112	52	9,52	11,03	0,24
oktanol	8,1	0,015	2,3	1,15	0,146	0,046	135	9,9	11,06	0,09
amilalk.	4,6	0,013	2,2	1,1	0,075	0,046	113	10,64	11,22	0,082
butanol	2,3	0,013	2,0	1,0	0,038	0,036	62	9,34	11,41	0,08

A Michaels-Bolger-féle értékelési mód érvényességét is megvizsgáltam. A kapott d_A és c_A paraméterek azonban nem változnak szisztematikusan a közegek polaritásának változásával, a fajlagos üledéktérfogat csökkenésével. A V_{SA} értékek azonban a laurilalkoholban kapott érték kivételével beillenek a fajlagos üledéktérfogat szerinti sorrendbe, az ülepedési sebességgel parallel csökkennek. Mivel azonban a II. típusú ülepedési görbénél és csak a lineáris szakasz meredekségéből számol a Michaels-Bolger-féle kiértékelési mód és a teljes ülepedési görbe tendenciáját nem veszi figyelembe, ezzel indokolható a kapott paraméterek nem jellemző volta. A t_h -függvény alkalmazása jellemzőbb, az így kapott P_0 paraméterek szisztematikusan változnak, függetlenül az adott közeg viszkozitás és sűrűség értékétől.

2./ BaSO₄ szuszpenziók ülepedése széntetraklorid- -metanol elegyekben

a/ Ülepedési sebesség mérés

A kvarchoz hasonlóan a precipitált BaSO₄ ülepedését is megvizsgáltam különböző összetételű széntetraklorid-metanol elegyekben, növekvő metanol-koncentráció esetén.

A különböző alkoholkoncentrációknál változtattam a szuszpenzió-koncentrációt is. Ez utóbbi: $\phi = 2,22; 3,33; 4,44; 5,55$ és $6,66\%$ volt. Egy adott szuszpenzió-koncentrációnál alkalmazott metanol-koncentrációk a következők voltak:

0; 0,124; 0,247; 0,370; 0,494; 1,235; 2,47; 7,42; 12,35 és 24,7.mól/liter.

A 28-31-ábrákon a $\phi = 2,22\%$ koncentrációjú BaSO_4 szuszpenzió ülepedési görbéit láthatjuk különböző alkohol-koncentráció esetén. A BaSO_4 tiszta széntetrakloridban aggregált állapotban, éles határfelülettel ülepedett. Az ülepedés I.típusú, lineárisan induló ülepedési görbét adott.

A 0,124 mól/liter alkohol hatására csökken az aggregátumok mérete, a rendszer lassabban ülepszik a tiszta széntetrakloridhoz képest, a szuszpenzió stabilitása nőtt.

A 0 és 0,124 mól/liter metanolt tartalmazó elegyekben való ülepedés görbéi keresztezik egymást. Az azonos időkhöz tartozó ülepedési szintek az ülepedés kezdeti stádiumában a 0,124 mól/liter metanol tartalmú elegyben magasabb értékeken vannak, mint a tiszta széntetrakloridban, majd a tömörödési szakasz előtt keresztezve egymást a 0,124 mól/liter alkoholtartalmú elegyben való ülepedés görbéje alacsonyabb értékeken fut. Ez a kereszteződés a további alkohol-koncentrációknál is megfigyelhető.

A 0,247 mól/liter alkohol adaléknál ismét nő az ülepedési sebesség, de a rendszer még aggregált állapotú és az aggregátumok összefüggő szerkezetet képezve ülepednek. A BaSO_4 részecskék kitapadnak az ülepitőcső falára, a szuszpenzió határfelülete éles, a felette lévő folyadékfázis tiszta.

0,370 és 0,494 mól/liter alkohol-tartalomnál tovább nő a közeg nedvesítő képessége. A dezaggregációs folyamat eredményeként lassan felbomló szerkezet egyre instabilabbá válik és a szuszpenziók egyre nagyobb sebességgel ülepednek. A 0,494/mól/liter alkohol tartalmú elegyben az ülepedési sebességnek maximuma van.

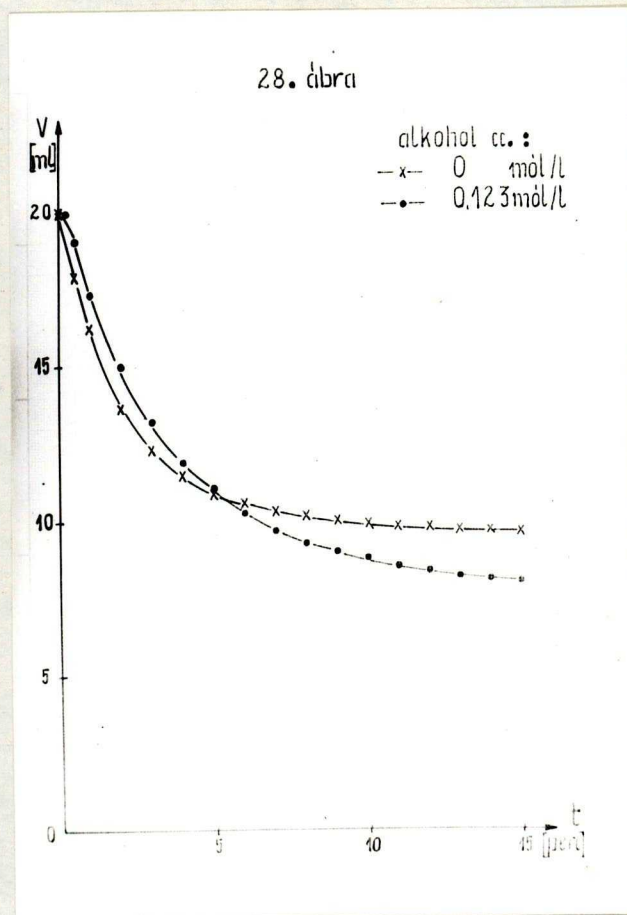
További alkohol adalék hatására javul a nedvesedés, nő a dezaggregáció mértéke, a közeg egyre jobban szolvatálja az összefüggő szerkezetből szabaddá váló részecskéket. Csökken az ülepedés sebessége, a rendszer stabilizálódik. Az 1,24 mól/liter alkoholadalék esetén a határfelület feletti folyadékfázis már opálos a dezaggregálódott részecskék következtében, a szuszpenzió már kevésbé éles határfelülettel ülepszik.

2,47 mól/liter alkohol tartalomnál az ülepedés követése az egyre diffuzabbá váló határfelület és a felette lévő folyadékfázis opálössága következtében igen nehéz. Az opálösság mértéke 7,42 és 12,35 mól/liter alkoholadalék esetén maximális. A szuszpenzió stabilitása nő és a 7,42 és 12,35 mól/liter alkohol-koncentráció között maximuma van, a rendszer erősen dezaggregált állapotú, a közeg nedvesítő képessége a legnagyobb.

Tiszta metanolban az előbbiekhöz képest - ha kis mértékben is - nőtt az ülepedési sebesség, a rendszer a 7,42 és 12,35 mól/liter metanoltartalmú elegyben lévő szuszpenziókhöz képest aggregáltabb, a nedvesítő képesség ismét

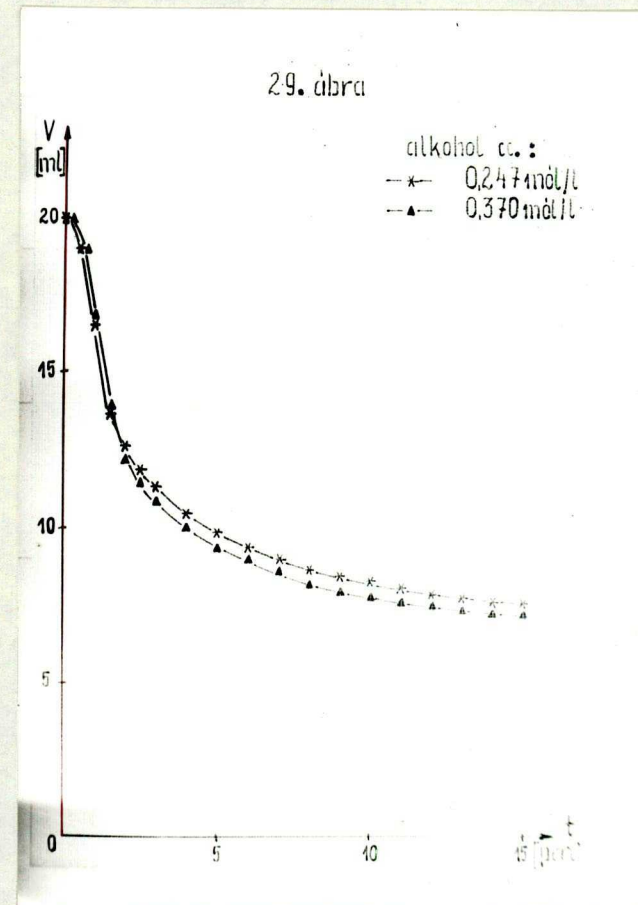
28. ábra

A $\phi = 2,22\%$ koncentrációjú BaSO_4 szuszpenziók ülepedése elegyekben



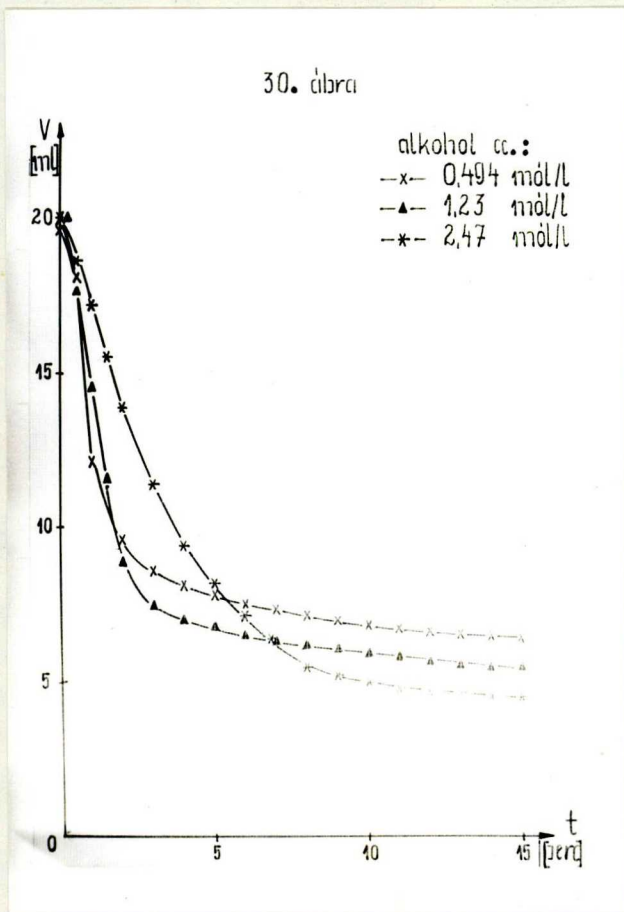
29. ábra

A $\phi = 2,22\%$ koncentrációjú BaSO_4 szuszpenziók ülepedése elegyekben



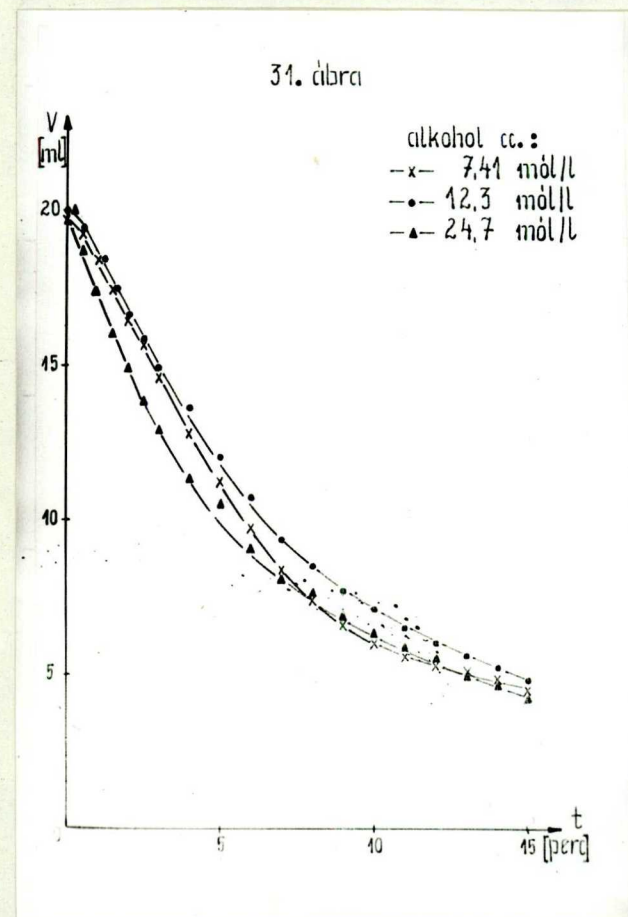
30. ábra

A $\phi = 2,22\%$ koncentrációjú BaSO_4 szuszpenziók ülepedése elegyekben



31. ábra

A $\phi = 2,22\%$ koncentrációjú BaSO_4 szuszpenziók ülepedése elegyekben



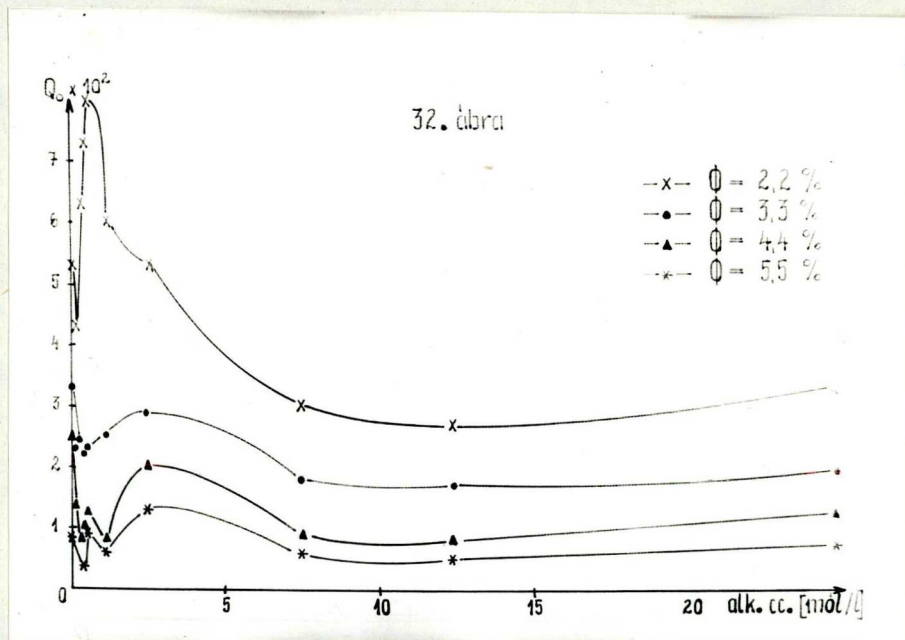
csökkent, a határfelület feletti folyadékfázis is lényegesen kevésbé opálos.

Az ülepedési görbék jellegváltozását a 28-31. ábrákon láthatjuk. Mivel a görbék I.-II. és közel III. típusúak, így egységes kiértékelési módszert nem alkalmazhattam. Az ülepedési görbék lineárisaiból számított Q_0 ülepedési sebességértékek ha abszolút értékben nem is, de tendencia jelleggel jellemzőnek bizonyultak. A Q_0 -alkohol-koncentráció függvényét $\phi = 2,22\%$ koncentrációjú szuszpenzió esetén a 32. ábra mutatja. Az ülepedési sebesség minimum-maximum-(minimum) jelleggel változik az alkohol-koncentráció növekedésével. Tiszta metanolban ismét enyhe növekedés látható. Ez a növekedés nemcsak a széntetraklorid és metanol eltérő sűrűség-értékeiből adódik, $\rho_{\text{CCl}_4} = 1,59$; $\rho_{\text{CH}_3\text{OH}} = 0,792$ hanem valóban azt igazolja, hogy a tiszta metanol kevésbé nedvesíti a precipitált BaSO_4 -ot, mint a 7,42 és 12,35 mól/liter metanolt tartalmazó széntetraklorid elegye.

Ezt a megállapítást alátámasztja az üledéktérfogat változása és a határfelület feletti folyadékfázis kitisztulási ideje is. Így az 1,24 mól/liter alkoholtartalmú elegyben a folyadékfázis gyakorlatilag azonnal kitisztul; 2,47 mól/liter alkoholtartalomnál már 3 óra 50 perc szükséges a folyadékfázis teljes kitisztulásához; 7,42 és 12,35 mól/liter alkoholadalek esetén a kitisztulási idő maximális: 5 óra 40 perc ill. 5 óra 20 perc, gyakorlatilag azonos. Tiszta metanolban a határfelület feletti folyadékfázis 1 óra 10 perc alatt le-

tisztul, ami összhangban van az ülepedési sebesség növekedésével.

Analóg módon játszódik le az ülepedés a nagyobb szuszpenzió töménységeknél is. A szuszpenzió-koncentráció növekedésével csökken az ülepedési sebesség, az ülepedési görbék elnyúltak és közel III. típusúak. A 0,494 mól/liter alkohol-tartalomnál jelentkező Q_0 maximum nagyobb szuszpenzió-koncentrációknál a növekvő alkohol-koncentrációk felé tolódik el és ellaposodik.



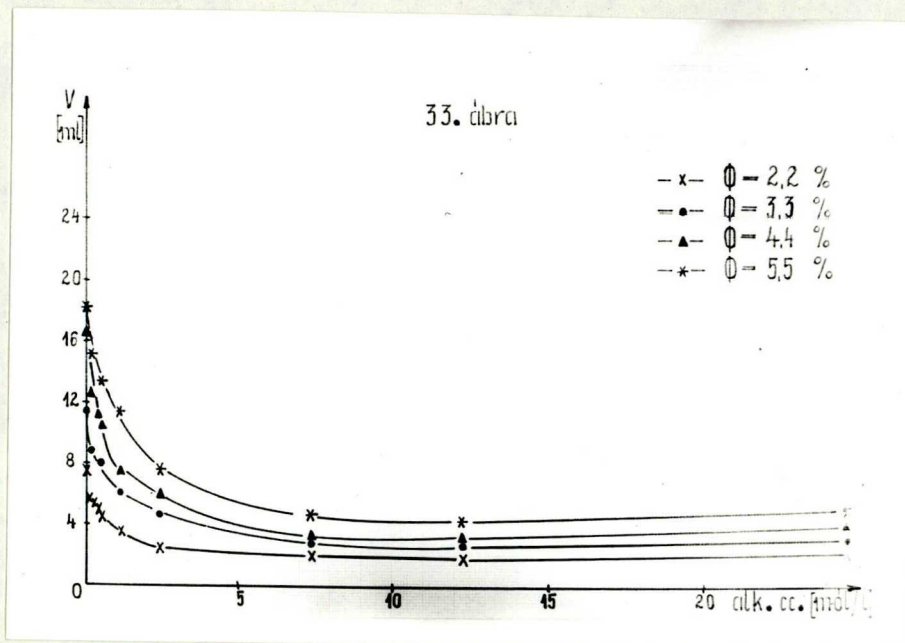
32. ábra

$BaSO_4$ szuszpenziók Q_0 -alkohol-koncentráció függvénye
széntetreklorid-metanol elegyekben

b/ Üledéktérfogat mérés

A BaSO_4 üledéktérfogata az elegy alkoholtartalmának növekedésével csökken, majd tiszta metanolban ismét növekszik. A 33. ábrán a különböző töménységű szuszpenziók üledéktérfogatának változását láthatjuk az alkohol-koncentráció függvényében. A szuszpenzió-koncentráció növekedésével természetesen nő az üledéktérfogat, a görbék egyre magasabb értékeken futnak. Az ülepedési sebesség változásánál fellépő minimum-maximum jelleg - a kvarchoz hasonlóan - az üledéktérfogatban nem jelentkezett, az üledéktérfogat lényegében monoton csökken 12,35 mól/liter alkoholtartalomig.

Tiszta metanolban azonban az ülepedés-sebességhez hasonlóan nagyobb az üledéktérfogat a 7,41 és 12,35 mól/liter alkohol tartalmú elegyben kapott értékekhez viszonyítva. A minimális üledéktérfogatnak megfelelő maximális nedvesedés tehát ezen összetételű elegyekben valósult meg. A különböző töménységű szuszpenziók ülepedési sebesség és üledéktérfogat értékeit a XVI. táblázat tartalmazza.



33. ábra

BaSO_4 szuszpenziók üledéktérfogatának változása különböző összetételű széntetraklorid-metanol elegyekben

XVI. táblázat

BaSO₄ szuszpenziók ülepedési paramétereit széntetraklorid-metanol elegyekben

Szuszp. konc. ϕ / % /	Paraméterek	Alkoholtartalom /mól/liter/									
		0,0	0,123	0,247	0,370	0,494	1,23	2,47	7,41	12,3	24,7
2,2	Q_o	0,053	0,043	0,066	0,073	0,10	0,06	0,053	0,03	0,027	0,033
	$V_{\bar{u}}$	7,7	5,8	5,4	5,0	4,6	3,6	2,7	2,0	1,9	2,1
3,3	Q_o	0,033	0,023	0,024	0,022	0,023	0,025	0,029	0,018	0,017	0,019
	$V_{\bar{u}}$	11,5	8,9	8,4	8,3	8,0	6,0	4,6	2,8	2,7	3,0
4,4	Q_o	0,025	0,014	0,008	0,01	0,013	0,008	0,020	0,009	0,008	0,013
	$V_{\bar{u}}$	16,5	12,4	11,7	11,2	10,4	7,5	6,0	3,3	3,2	4,0
5,5	Q_o	0,09	0,07	0,06	0,004	0,009	0,006	0,013	0,006	0,0053	0,007
	$V_{\bar{u}}$	18,1	15,0	14,5	13,7	13,5	11,3	7,6	4,6	4,2	5,1
6,6	Q_o	0,003	0,002	0,004	0,003	0,002	0,003	0,009	0,004	0,0037	0,0043
	$V_{\bar{u}}$	18,9	18,3	16,9	16,2	15,7	11,8	8,1	5,0	4,9	5,6
7,7	Q_o	0,003	0,002	0,004	0,003	0,002	0,003	0,003	0,003	0,027	0,004
	$V_{\bar{u}}$	19,0	18,8	18,6	17,6	15,8	13,3	11,0	5,6	5,8	6,6

C./ Organofil bentonit szuszpenziók ülepedése és ülepedék-
térforrása

Szekunder, duzzadóképes, lamellás szerkezetű részecs-
kéket tartalmaz az organofil bentonit. Ez esetben a szilárd
részecske felületét még a felszuszpendálás előtt növekvő
mennyiségű, aszimmetrikusan poláris vegyület /CPCl/ adszorp-
ciója útján módosítottuk. Ily módon a bentonit poláris felü-
letét egyre apolárisabbá, az apoláris organikus közegek szá-
mára egyre nedvesedőbbé tettük. Az alkalmazott organofil ben-
tonit minták szervesanyag tartalma a következők szerint növe-
kedett: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 g/100 g szárazanyag.

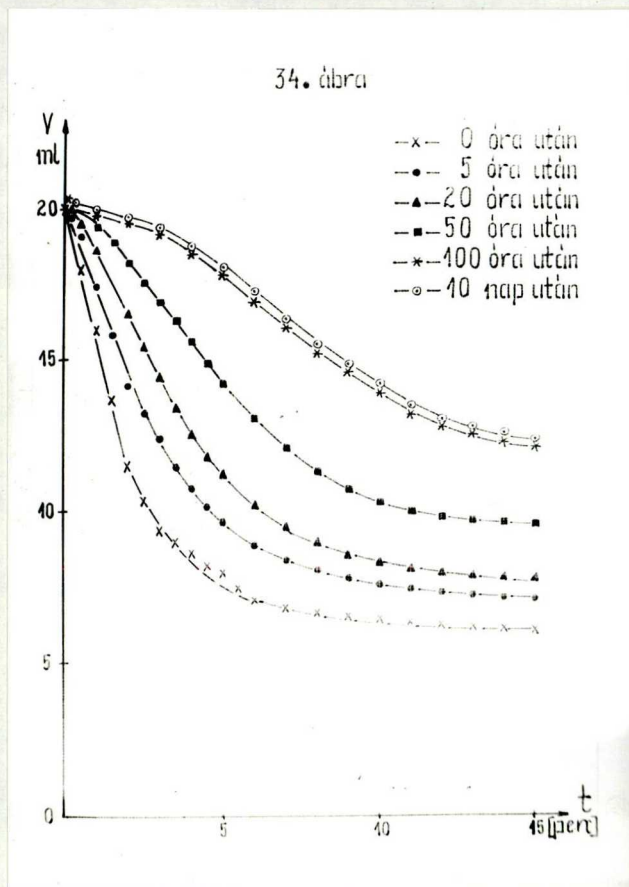
1./ Különböző mértékben organofilizált bentonit minták
ülepedése toluolban

a/ Időfüggés

Minden egyes mintából 4-5 különböző töménységű szusz-
penziót készítettem. A kezdeti szuszpendálást és ülepitést
többször megismételtem. Az organofil bentonit lassan duzzad
és dezaggregálódik toluolban. Így az idő függvényében mérve
ugyanazon szuszpenzió ülepedési sebességét, egyre laposabb
ülepedési görbét kaptam, azaz a dezaggregációs folyamat okoz-
ta részecskeszám növekedés hatására nő a részecskék egymásra
gyakorolt mechanikai akadályozó hatása az ülepedésben. Ha a
nedvesedés nem optimális mértékű, az így megnövekedett ré-

szecskeszám következtében egymáshoz közelebb kerülő részecskék összekapcsolódhatnak és u.n. kártyaváz struktúra jön létre, amely igen kis ülepedési sebességet és igen nagy üledékterefogatot eredményez. Így bizonyos idő után a görbék már teljesen fedik egymást, az ülepedés sebessége konstanssá, reprodukálhatóvá válik. Ezt a változást a 34. ábra mutatja.

34. ábra



Organofil bentonit szuszpenziók ülepedési sebességének változása az idő függvényében

b. Az organofilizálás mértékének hatása

Különböző organofilitású bentonit minták ülepedését toluolban vizsgáltam. Az organofilizálás mértékének növelésével a bentonit poláris felületét egyre apolárisabbá tesszük, így nő az apoláris toluol nedvesítő, duzzasztó és dezaggregáló hatása.

A 35. ábra a 20% szervesanyag tartalmú bentonit minta ülepedési görbéit mutatja. A felszuszpendálás után gyorsan kialakuló nagyméretű, laza aggregátumok igen nagy sebességgel jól leolvasható, éles határfelülettel ülepednek. Így az ülepedési görbék I. típusúak, nagy meredekségű lineáris szakasszal indulóak. A mérhető koncentráció-tartomány $\phi = 2,1-4,88\%$.

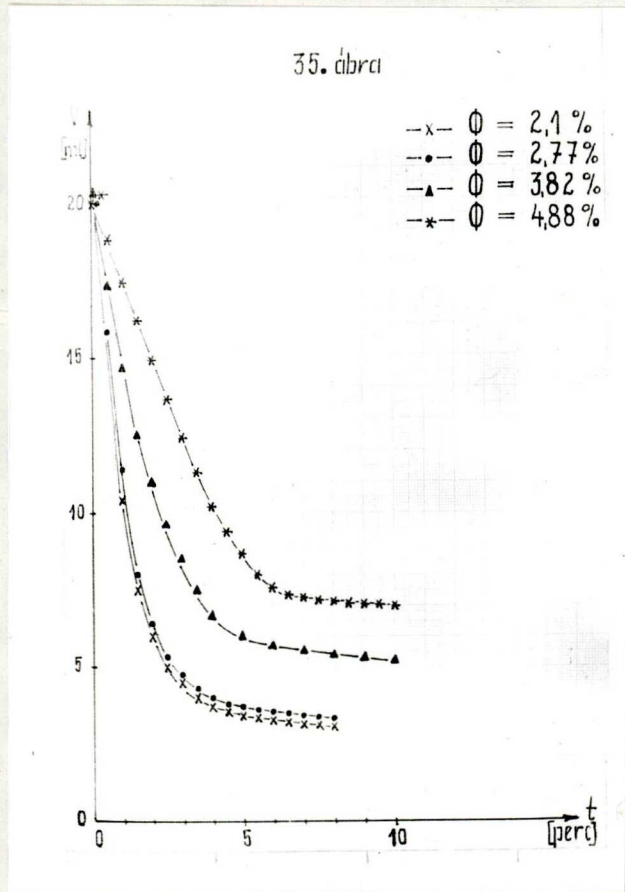
A 36. ábrán a 25%-osan organofilizált bentonit minta ülepedési görbéit láthatjuk. Az ülepedési görbék még I. típusúak, a koncentráció tartomány a kisebb anyagmennyiségek felé tolódott el.

A 37. ábra a 30%-osan organofilizált bentonit minta ülepedési görbéit ábrázolja. A koncentráció-tartomány, amelyben jól értékelhető görbéket nyerhettem, tovább tolódik a kis koncentrációk irányába. A $\phi = 2,32\%$ -os szuszpenzió ülepedési görbéinél már megjelenik a lappangási szakasz, a görbe II. típusú.

A 38. ábrán különösen jól láthatjuk a 35%-osan organofilizált bentonit esetén az ülepedési görbék jellegváltozását a szuszpenzió-koncentráció növekedésével. Míg a $\phi = 0,71\%$ -os

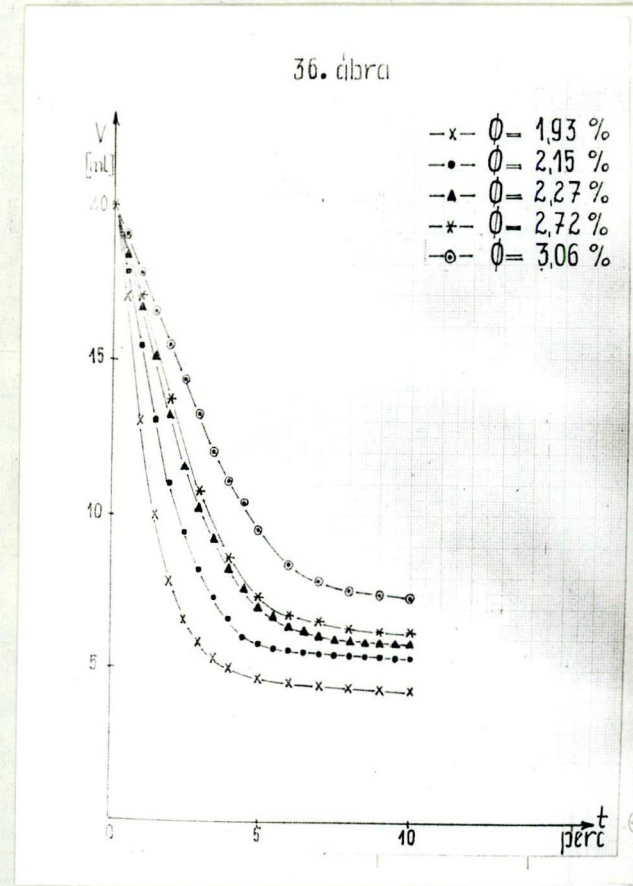
35. ábra

20%-osan organofilizált bentonit szuszpenziók ülepedési görbéi



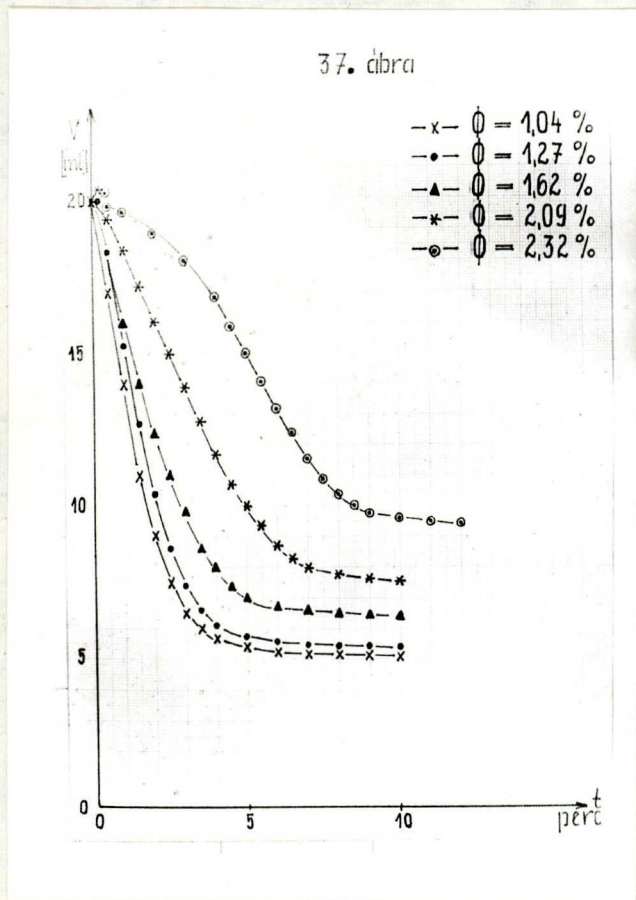
36. ábra

25%-osan organofilizált bentonit szuszpenziók ülepedési görbéi



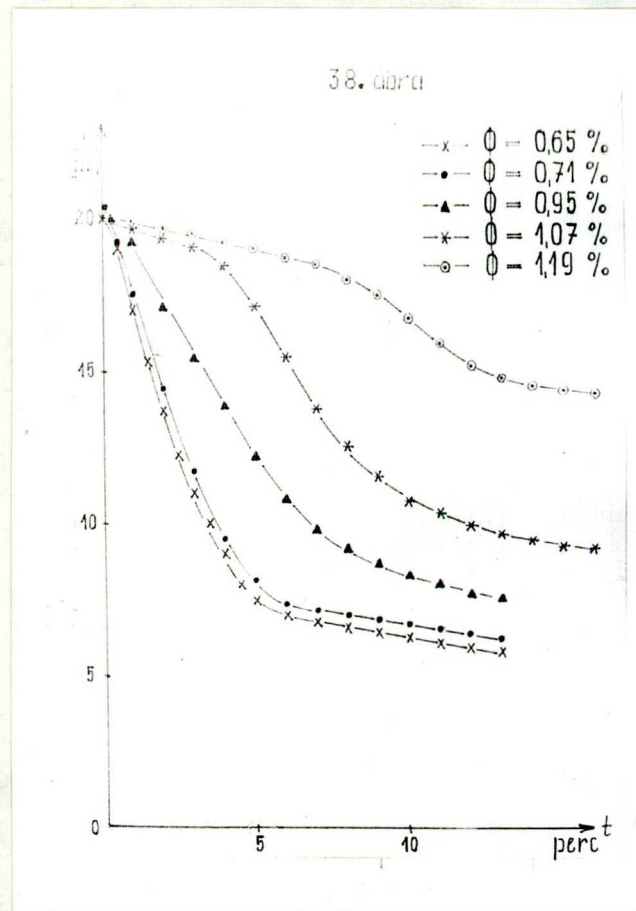
37. ábra

30%-osan organofilizált bentonit szuszpenziók ülepedési görbéi



38. ábra

35%-osan organofilizált bentonit szuszpenziók ülepedési görbéi



- 76 -

szuszpenzió ülepedési görbéje még közelítőleg I. típusú, addig a $\phi = 0,95\%$ -os szuszpenzióé már II. típusú, az ülepedés kezdetén fellépő lappangási periódus a szuszpenzió-koncentráció növekedésével egyre hosszabb, az ülepedési görbék ellaposodnak.

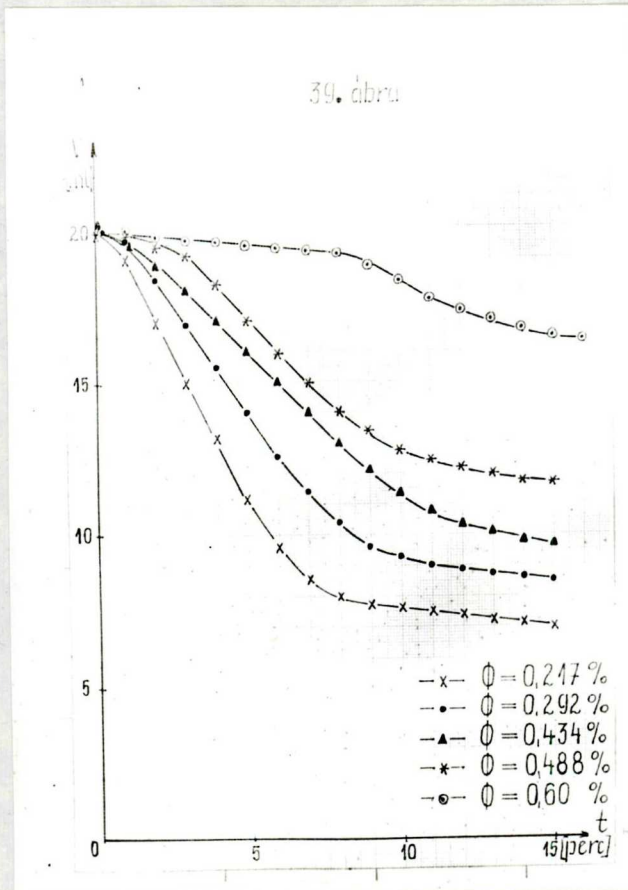
A 39-41. ábrákon a 40, 45 és 50%-osnak organofilizált bentonit minták ülepedési görbéit láthatjuk. Az organofilizáltság fokának növekedésével a dezaggregáció és a szerkezetképzés mértéke növekszik, egyre jobban ellaposodnak az azonos szuszpenzió-koncentrációjú, de növekvő organofilizáltsági fokú minták ülepedési görbéi. A koncentráció-tartomány, amelyben jól értékelhető ülepedési görbéket kaptam, láthatóan a kisebb anyagmennyiségek felé tolódott el /lásd XVII.táblázat/.

Az ülepedési görbéket mindkét módszerrel - Michaels-Bolger szerint és a th -függvénnyel is értékeltem. A Michaels-Bolger értékelési módszerrel kapott eredményeket a XVIII., a th függvénnyel nyert paramétereket a XIX. és a XX.táblázatok tartalmazzák.

Ha a Michaels-Bolger féle módszer szerint értékelünk, jóllehet az ülepedési görbék már a 30%-osan organofil mintánál II.típusúak, a kapott d_A és c_A értékeket eléggé jellemzőnek tekinthetjük /lásd XVIII.táblázat/. A d_A értékek nem mutatnak teljesen egyértelmű változást, de kisebb eltérésektől eltekintve csökkennek, az aggregátumok lazaságára ill. folyadéktartalmára jellemző c_A viszont az organofilizáltság fokával nő, jeléül a liofilitás és a dezaggregáció fokozódá-

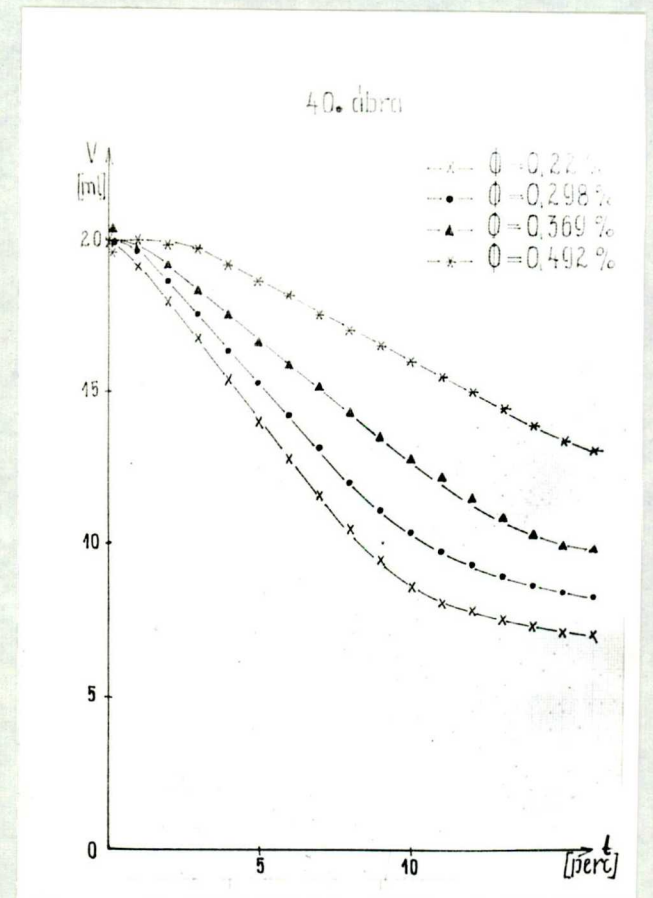
39. ábra

40%-osan organofilizált bentonit szuszpenziók ülepedési görbéi



40. ábra

45%-osan organofilizált bentonit szuszpenziók ülepedési görbéi



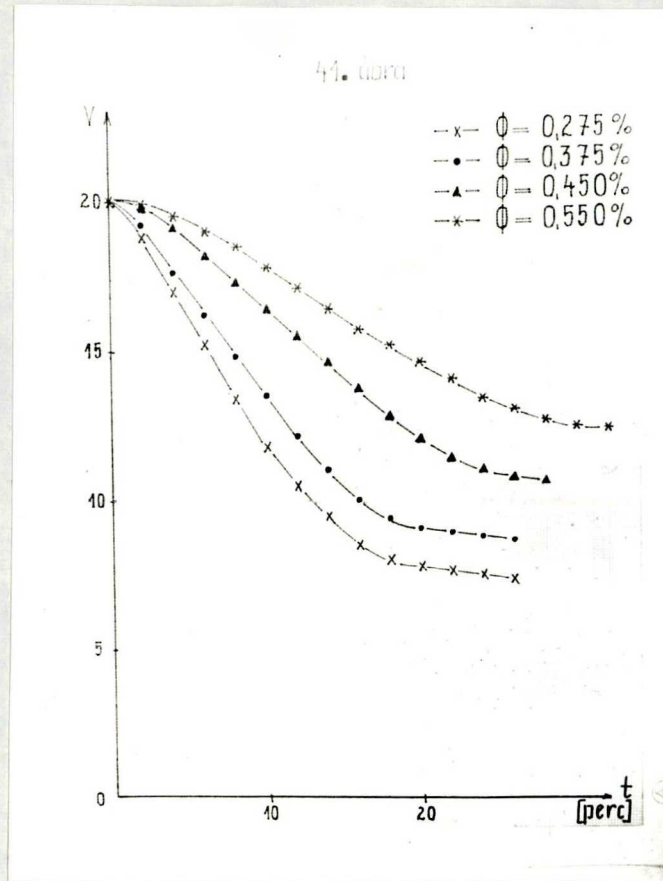
XVI. táblázat

A különböző organofilitású bentonit minták ülepedési paramétereit

Org.fok /%/	Szuszp.konc. φ /%/	ül.seb. /ml/sec/	ül.térf. /ml/	fajl.ül.térf. /ml/g/
20%	2,1	0,16	2,2	2,5
	2,77	0,14	3,3	
	3,82	0,09	4,4	
	11,0	0,042	5,6	
25	1,93	0,117	3,0	3,4
	2,15	0,077	3,3	
	2,27	0,057	3,6	
	2,72	0,052	4,5	
	3,06	0,02	4,8	
30	1,04	0,1	2,7	5,9
	1,07	0,088	3,0	
	1,27	0,075	3,3	
	1,62	0,063	4,1	
	2,09	0,037	5,0	
	2,32	0,028	5,5	
35	0,65	0,05	3,6	12,2
	0,71	0,04	3,8	
	0,95	0,035	3,8	
	1,07	0,027	5,0	
	1,19	0,013	6,2	

40	0,217	0,03	1,9	16,0
	0,292	0,025	2,9	
	0,434	0,017	3,8	
	0,488	0,013	4,6	
	0,60	0,01	5,4	
45	0,22	0,023	2,1	25,0
	0,298	0,017	3,1	
	0,369	0,013	4,1	
	0,442	0,008	5,0	
50	0,275	0,017	2,1	19,0
	0,375	0,012	3,0	
	0,450	0,008	3,6	
	0,550	0,007	4,5	

41. ábra



50%-osan organofilizált bentonit szuszpenziók ülepedési görbéi

XVIII. táblázat

A Michaels-Bolger összefüggés alapján számított értékek

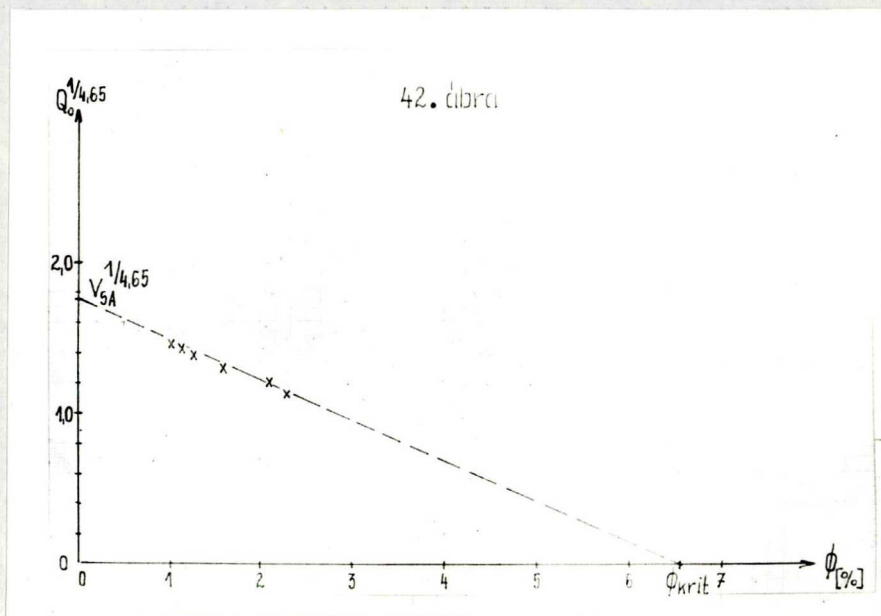
Org. fok [%]	d_A / μm /	V_{SA} / ml/sec /	$\phi_{\text{krit.}} \cdot 10^2$ [%]	c_A
20	151	0,40	12,75	7,8
25	297	0,652	6,2	18,0
30	166	0,23	6,6	15,3
35	195	0,148	3,2	31,6
40	145	0,053	2,1	48,1
45	116	0,045	1,6	62,1
50	127	0,036	2,0	50,5

sának. /Az értékelésre egy példát mutat a 42. ábra/.

A t_h -függvény alapján végzett értékelést tekintve, láthatjuk, hogy a paraméterek nem egyirányba változnak. Így az N_0 paraméter a szuszpenzió-koncentráció növekedésével csökken. Az R_0 paraméter /amely a lappangási szakaszra jellemző/ I. típusú függvényénél konstans, II. típusú függvényénél pedig a szuszpenzió-koncentráció növekedésével nő, R_0 minimális értéke arth $1/\sqrt{3} = 0,658$ amint az a /15/ és /16/ egyenletekből látható. P_0 paraméter a szuszpenzió-koncentráció növekedésével csökken, az organofilizáltsági fok növekedésével csökken. P_0 paramétert a szuszpenzió-koncentráció függvényében ábrázolva lineárisokat kaptam /lásd 43. ábra/. Láthatjuk, hogy a lineárisok meredeksége nő. Ha a lineárisok meredekségét az organofilizáltság fokának függvényében ábrázoljuk, egy telítési görbeszakasz után egy visszahajló szakasz látható. A $tg\alpha$ értékeket jellemzőnek találtam az organofil bentonit minták felületének liofilitására és a szuszpenziók stabilitására /lásd 44. ábra/. Ez az ábra is jól mutatja - más paraméterekkel összehangban - hogy a nedvesedés a 40-45 %-osan organofilizált mintáknál a legnagyobb mértékű, míg az 50%-os minta már úgy viselkedik, mintha túl lenne organofilizálva.

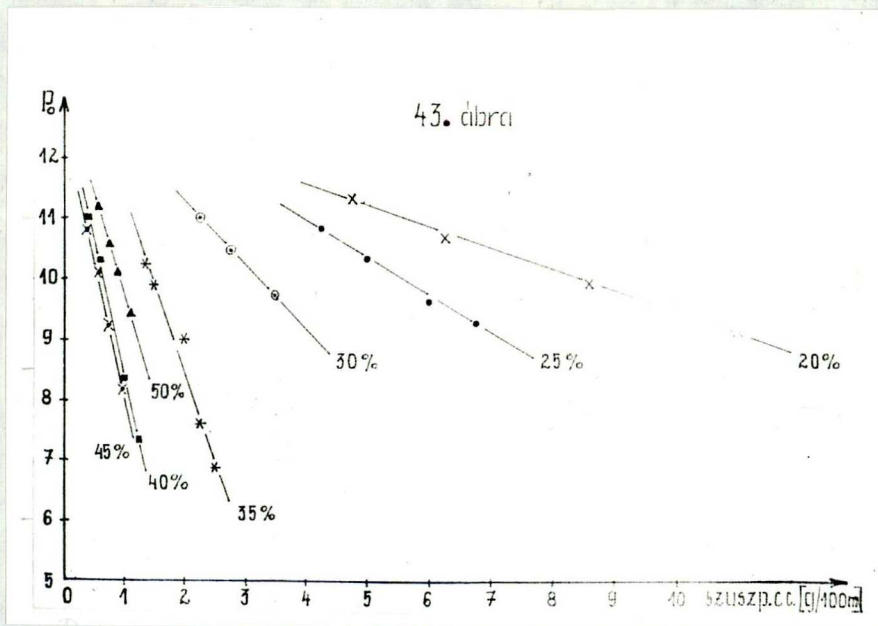
Az ülepedési görbék lineáris szakaszából grafikusán meghatározott Q_0 -t a szuszpenzió-koncentráció függvényében ábrázolva /lásd 45. ábra/ ugyancsak közelítőleg lineárisokat kaptam, ezek meredeksége azonban nem változik egyértelműen.

42. ábra



$Q_0^{1/4,65} - \phi$ függvény

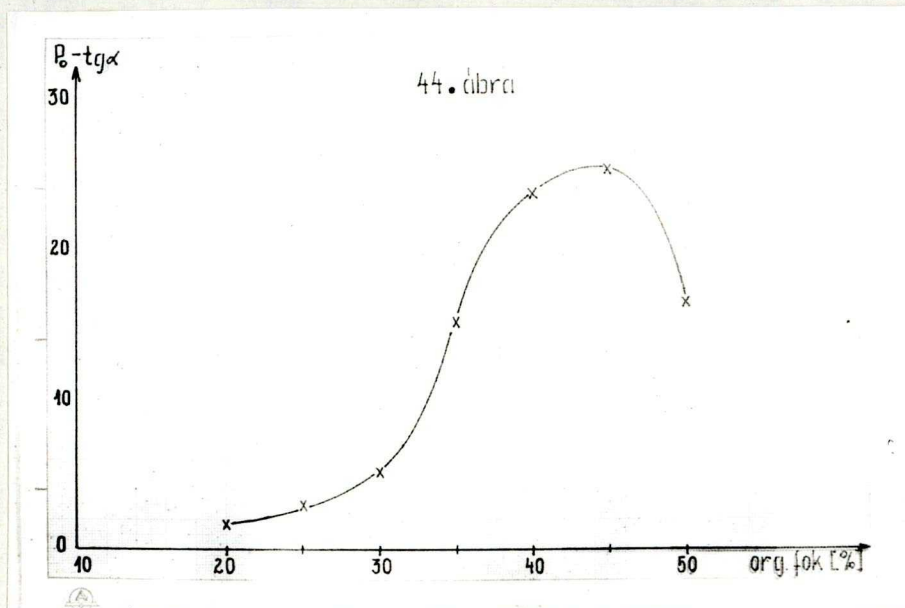
43. ábra



P_0 változása a szuszp.konc. függvényében

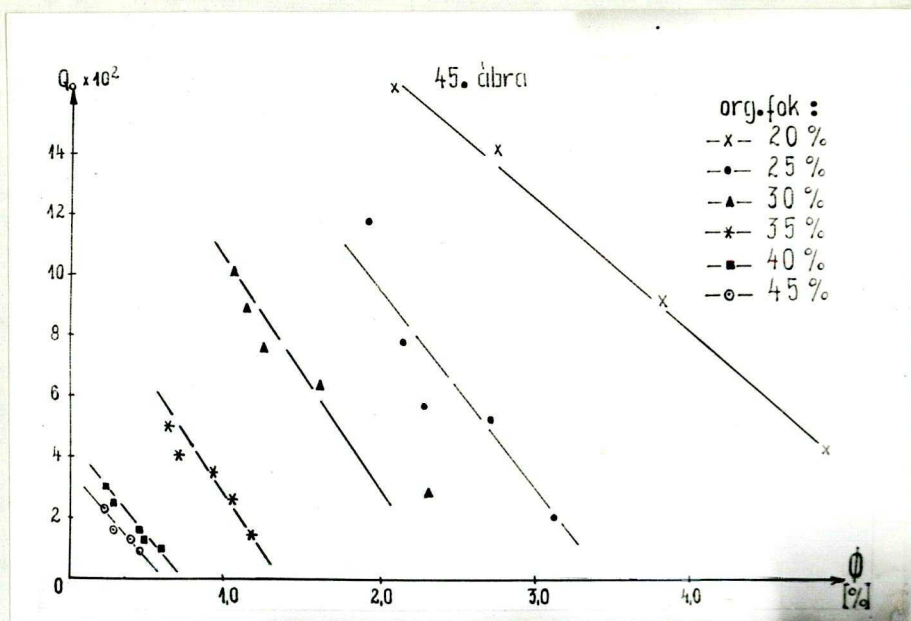
- 84 -

44. ábra



$P_0 - \text{tg} \alpha$ - organofilizáltsági fok függvény

45. ábra



Q_0 - szuszp.konc.-organofilizáltsági fok függvény

XIX. táblázat

A th-függvény szerinti értékeléssel kapott eredmények

Org.fok / % /	szuszp.konc. ϕ / % /	-N _o	R _o	P _o	S _o
20	2,1	0,822	0,658	11,29	13,49
	2,77	0,731	0,658	10,59	13,89
	3,82	0,506	0,658	9,89	14,29
	4,88	0,253	0,658	9,13	14,73
25	1,93	0,658	0,658	10,78	13,78
	2,27	0,366	0,694	10,25	13,85
	2,72	0,346	0,711	9,62	14,12
	3,06	0,286	0,744	9,32	14,12
30	1,04	0,598	0,658	10,97	13,67
	1,27	0,506	0,708	10,37	13,67
	1,62	0,47	0,752	9,72	13,82
35	0,65	0,329	0,691	10,26	13,86
	0,71	0,329	0,756	9,88	13,68
	0,95	0,223	0,792	9,04	14,04
	1,07	0,219	1,45	7,60	13,20

40	0,217	0,180	0,766	11,0	12,9
	0,292	0,169	0,77	10,36	13,26
	0,488	0,185	1,21	8,38	12,98
	0,60	0,193	2,21	7,39	12,79
45	0,22	0,137	0,768	10,88	12,98
	0,298	0,129	0,787	10,20	13,30
	0,369	0,112	0,793	9,58	13,68
	0,492	0,103	0,966	8,59	13,59
50	0,275	0,095	0,687	11,22	13,32
	0,375	0,083	0,70	10,60	13,60
	0,450	0,06	0,730	10,10	13,70
	0,550	0,051	0,761	9,44	13,94

c/ Üledéktérfogat mérés

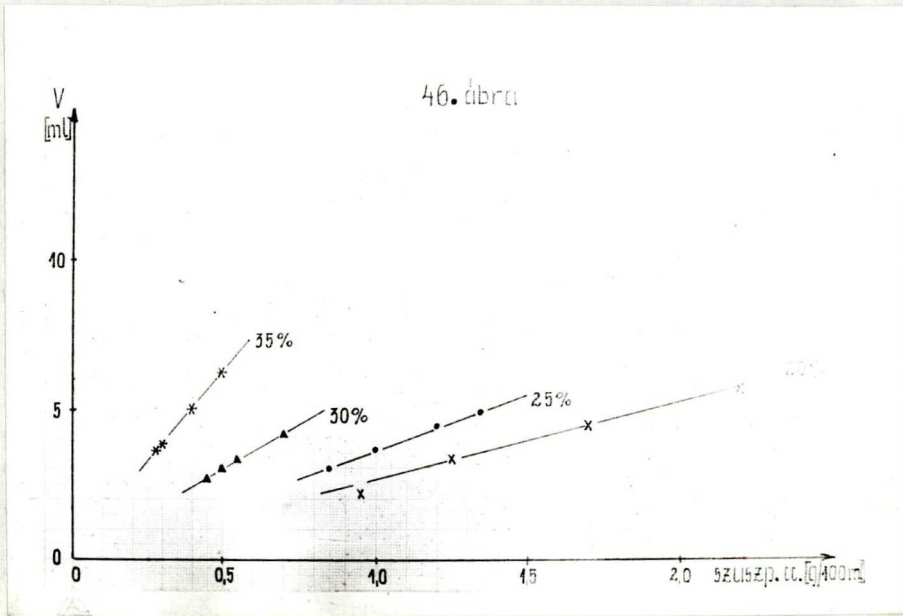
Valamennyi bentonit mintánál 4-5 különböző bemérés esetén meghatároztam az üledéktérfogatot. A mintákat átlagosan 8-10 napig duzzasztottam, az üledéktérfogatot pedig 3 heti válakozás után olvastam le. Ezen időre kialakult üledéktérfogat már konstansnak tekinthető. A 46. és 47. ábrákon az üledéktérfogatokat ábrázoltam a szuszpenzió-koncentráció függvényében.

2./Benton 27 és Benton 34 szuszpenziók vizsgálata

a/ Benton 27 szuszpenziók ülepedése

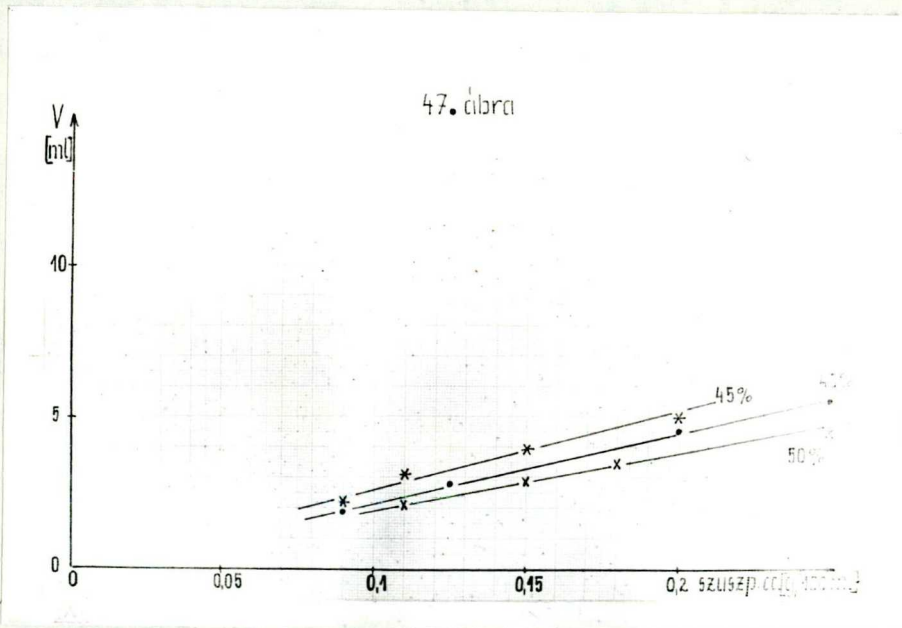
A Benton 27 amerikai bentonit ülepedési tulajdonságait is toluolban vizsgáltam. A mérések során különösen nagy problémát jelentett a szuszpenzió határfelületének követése a toluol és a Benton 27 szuszpenzió közel-eső törésmutatója miatt. Ez a határfelület még oldalmegvilágítás és sötét háttér segítségével sem vált láthatóvá. Ez a körülmény igen leszűkítette a mérhető koncentráció-tartományt. A Benton 27 ülepedési görbéit a 48. ábrán láthatjuk. A $\phi = 0,75; 1,0; 1,125\%$ szuszpenzió-koncentráció esetén tudtam ülepedési sebességet mérni. A $\phi = 0,75$ os szuszpenzió ülepedési görbéje még I. típusú, míg az 1,0 és 1,125%-os szuszpenzió ülepedési görbéjén már kifejezett lappangási szakasz jelenik meg. Az ülepedési paraméterek értékeit a XX. táblázat tünteti fel. Összehasonlításként bemutatom a 30 és 35%-osan organofilizált bentonit paramétereit is.

46. ábra



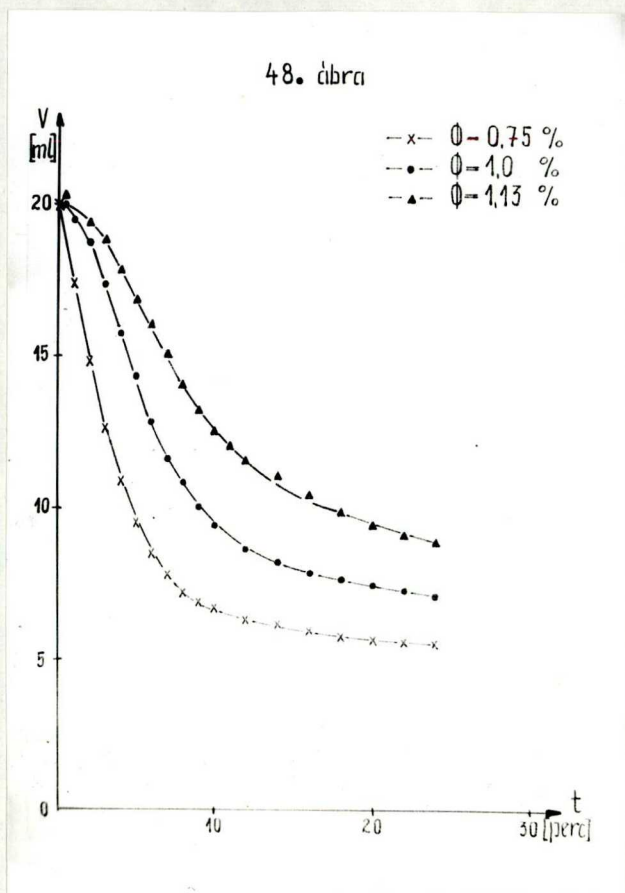
Organofil bentonit üledéktérfogatának változása a szuszpenzió-koncentráció függvényében

47. ábra



Organofil bentonit üledéktérfogatának változása a szuszpenzió-koncentráció függvényében

48. ábra



Benton 27 szuszpenziók ülepedési görbéi

XX. táblázat

Benton 27		30%-osan org. bent.		35%-osan org. bent.	
Szuszp.konc. ϕ /%/	ül.seb. /ml/sec/	szuszp.konc. ϕ /%/	ülseb. /ml/sec/	szuszp.konc. ϕ /%/	ül.seb. /ml/sec/
0,75	0,022	0,75	0,04	-	-
1,0	0,016	1,04	0,035	-	-
1,125	0,013	1,32	0,028	1,19	0,013

b/ A Benton 34 szuszpenziók ülepedésének vizsgálata

Ülepedési sebesség mérés

A Benton 34 ülepedési sebességét a szuszpenzió-koncentráció függvényében toluolban vizsgáltam. A Benton 27 szuszpenzióhoz hasonlóan itt is rendkívül nehéz a szuszpenzió határfelületének követése a nagyon közeleső toluol és a duzzadt állapotú Benton 34 törésmutatója következtében. Ez a törésmutatóbeli probléma főleg kis szuszpenzió-koncentrációnál jelentkezett, így emiatt egy adott koncentrációhatár alatt a határfelület süllyedését egyáltalán nem tudtam követni. A mérhető koncentrációtartomány alsó határát ez okból nem tudtam a kisebb koncentrációk felé kiterjeszteni. A felső határ kiterjesztése a nagyobb koncentrációk felé azért nem volt lehetséges, mert ezek a szuszpenziók rendkívül stabilak és gyakorlatilag nem ülepednek.

A 49. ábrán a Benton 34 szuszpenziók ülepedési görbéit láthatjuk. A $\phi = 0,25\%$ -os szuszpenziónál csak a 7. percben vált - igen rosszul ugyan, de - láthatóvá a határfelület, amelyet azután nagyítóval és oldalmegvilágítással tudtam követni. Arra, hogy alacsonyabb szuszpenzió-koncentrációnál is lehetne ülepedési sebességet mérni - ha a Benton 34 szuszpenziók törésmutatója eltérőbb lenne a toluolétól - az is utal, hogy a $\phi = 0,375\%$ -os szuszpenzió ülepedési görbéje már II. típusú, azaz nem lineáris szakasszal indul, az ülepedési sebesség csak kis idő után válik konstanssá.

A XXI. és XXII táblázatok a Benton 34 szuszpenziók, valamint összehasonlításként az 50%-osan organofilizált bentonit minta ülepedési sebességét tüntetik fel.

Üledéktérfogat mérés

Mértem ugyanezen szuszpenziók üledéktérfogatát is. A Benton 34 szuszpenziók üledéke áttetsző, laza és könnyen szuszpendálható. Az üledéktérfogat-értékeket a XXII. táblázat tünteti fel.

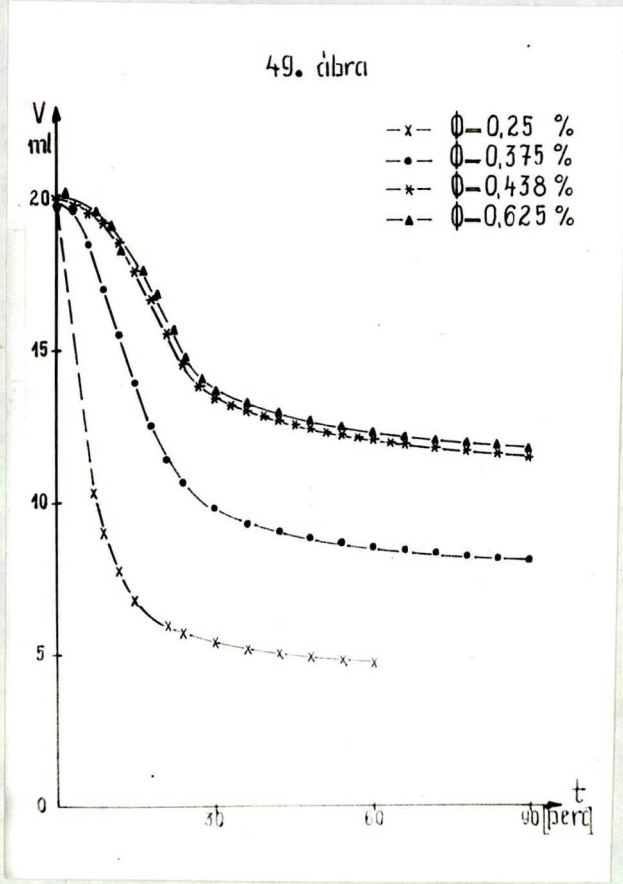
Benton 34 szuszpenziók ülepedésének vizsgálata alkoholokban

A Benton 34 amerikai bentonit minta ülepedését alkoholokban is megvizsgáltam. Az alkalmazott alkoholok: metanol, propanol és butanol voltak. Az organofil bentonit részecskéket az alkoholok rosszul nedvesítik, így az ülepedés diffúz határfelülettel történik, a létrejövő üledéktérfogat kicsi, az üledék tömör. Ezekben az alkoholokban a Benton 27 analóg módon viselkedett.

Benton 34 szuszpenziók ülepedési sajátosságai toluol-metanol elegyekben

A Benton 34 ülepedési sebességét, üledéktérfogatát, belső surlódását különböző összetételű toluol-metanol elegyekben is vizsgáltam. A méréseket egyrészt változó szuszpenzió-koncentráció mellett, másrészt egyazon szuszpenzió-kon-

49. ábra



Benton 34 szuszpenziók ülepedési görbéi toluolban

XXI. táblázat

Benton 34		50%-osan organofilizált bentonit	
szuszp. konc. ϕ /%/	ül. seb. /ml/sec/	szuszp. konc. ϕ /%/	ül. seb. /ml/sec/
0,25	0,013	0,275	0,017
0,375	0,009	0,375	0,012
0,436	0,007	0,450	0,008
0,50	0,006	0,55	0,007
0,62	gyakorlatilag nem ülepszik		

XXII. táblázat

Benton 34		50%-osan organofilizált bentonit	
Szuszp.konc. ϕ /%	ül.térf. /ml/	Szuszp.konc. ϕ /%	ül.térf. /ml/
0,375	5,4	0,275	2,1
0,436	6,4	0,375	3,0
0,50	7,5	0,450	3,6
0,62	8,0	0,55	4,5

centráció esetén is változó metanol-koncentráció mellett végeztem. A szuszpenzió-koncentrációk a következők voltak: $\phi = 0,375; 0,50; 0,60; 0,75\%$. Egy adott szuszpenziókoncentráció esetén a toluol-metanol elegy növekvő alkohol-koncentrációi a következők voltak: 0,061; 0,123; 0,247; 0,370; 0,494; 1,23; 2,47; 3,46; 4,94; 7,40; 9,88; 12,30; 24,7 mól/liter.

Ülepedési sebesség vizsgálata

Az 50. ábra az ülepedési sebesség változását mutatja az alkohol-koncentráció függvényében. Láthatjuk, hogy az ülepedési sebesség minimum-maximum-minimum jelleggel változik az alkoholtartalom növekedésével. Már kis mennyiségű alkohol hatására az ülepedési sebesség gyorsan csökken, majd minimumot ér el. További alkohol-adalék hatására

ismét nő az ülepedési sebesség és a görbe maximumot mutat. Ezen maximum után az ülepedési sebesség csökken és egy második, mélyebb minimumot ér el. A nagyobb /3,46-4,94 mól/liter/ alkohol-koncentrációknál az ülepedési sebesség értéke újból nő.

Az ábrán látható, hogy a $\phi = 0,375$ és $0,5\%$ -os szuszpenziók ülepedési sebesség minimuma $0,247$ mól/liter alkoholtartalmú elegyben van. A $\phi = 0,6$ és $0,75\%$ -os szuszpenzió a $0,370$ mól/liter alkohol-adaléknál mutat minimális ülepedési sebesség értékeket. Az $1,23$ mól/liter alkoholtartalmú elegyben a szuszpenziók már teljesen diffuzan ülepednek, éles határfelület nem alakul ki, a rendszerek nagymértékben peptizáltak. Így az ülepedési sebesség értékének meghatározása csak közeli pontossággal történhetett: átlagos ülepedési sebességet számítottam. A határfelület szintjét 24 óra után leolvastam és ezt az értéket osztottam az ülepedés idejével / 24 óra/. A $2,47$ mól/liter alkoholtartalmú elegyekben a szuszpenziók rendkívül stabilak, a vizsgálat időtartama alatt / $400-500'$ / ülepedést nem mutatnak. Az ülepedési sebesség-alkoholkoncentráció függvénynek itt szakadása van.

Az alkohol-koncentrációt tovább növelve az elegyben az alkohol poláris jellege válik dominálóvá, fokozatosan nő - a különböző szuszpenzió-koncentrációnál eltérő mértékben - az ülepedési sebesség. A különböző szuszpenzió-koncentrációk esetén hasonló lefutású görbéket kapunk. Összehasonlítva az ülepedési sebesség értékeket, láthatjuk, hogy - mint azt már

korábban is megállapítottuk - az ülepedési sebesség csökken a szuszpenzió-koncentráció növekedésével. A szuszpenziók ülepedési görbéi - kevés kivételtől eltekintve - III. típusúak. Így az ülepedési görbe értékelésére sem a Michaels-Bolger féle értékelési mód, sem a t_h -függvény nem alkalmazható. Az átlagos ülepedési sebesség értékeket a lineáris kis mére-
déséből grafikusán határoztam meg.

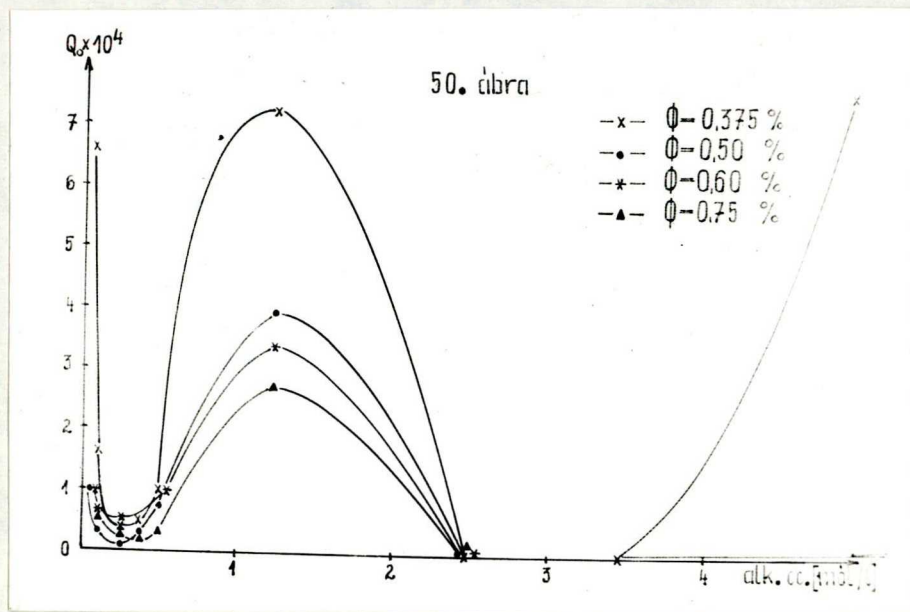
Üledéktérfogat mérés

Meghatároztam ugyanezen szuszpenziók üledéktérfoga-
tának értékét is, amelyeknek az alkohol-koncentráció növe-
kedésével való változását az 51. ábrán láthatjuk. Az üledék-
térfogat az elegy alkohol-tartalmának növekedésével maximum-
-minimum-maximum jelleggel változik és változása az ülepedé-
si sebességével antiparallel. Az ülepedési sebesség minimum
helyein az üledéktérfogat értéke maximumot mutat. A második
maximum /2,47 mól/liter alkohol-tartalom esetén/ után az ü-
ledéktérfogat kismértékben csökken.

Belső surlódás mérés

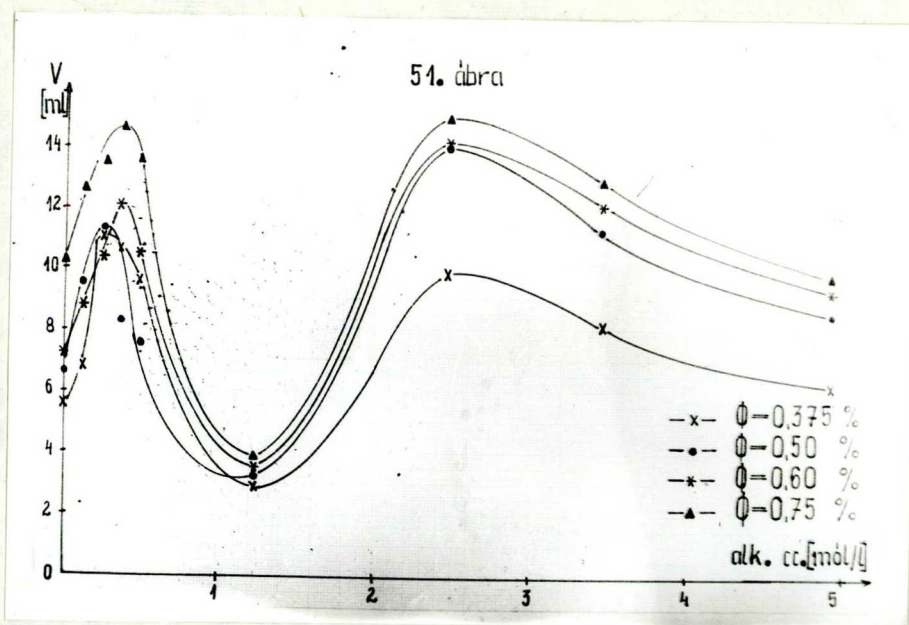
A belső surlódás változása, mint azt az 52. ábra mu-
tatja, analóg jellegű az üledéktérfogat- és antiparallel az
ülepedési sebesség változásával. Jól láthatjuk az ábrán a-
zonban, hogy az η_{rel} -alkohol-koncentráció függvényénél a meg-
felelő alkohol-tartalomnál fellépő szélső értékek kevésbé ki-
fejezettek. Az ülepedés paramétereit XXIII-XXVI. táblázatok
tartalmazzák.

50. ábra



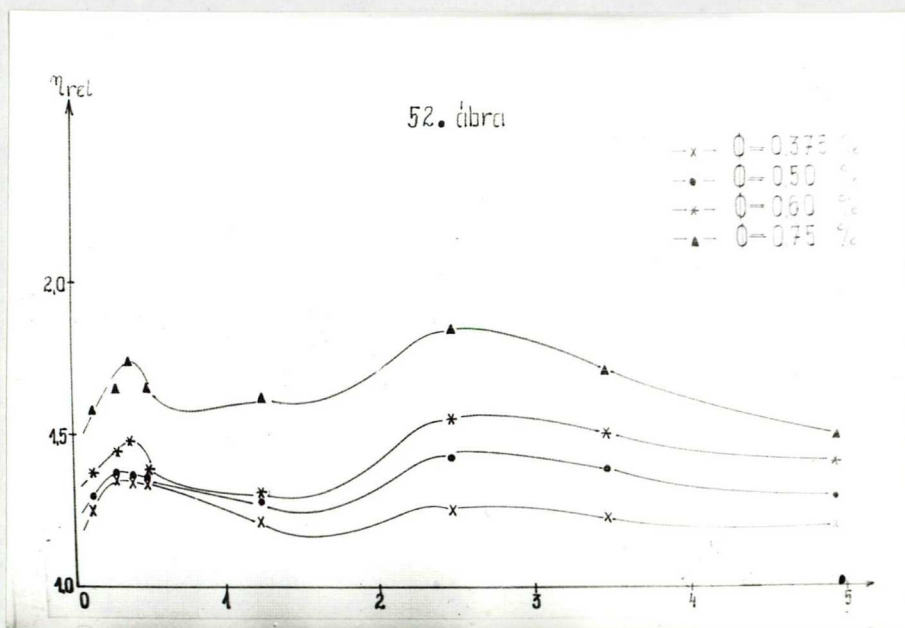
Q_0 -alkohol-koncentráció függvény

51. ábra



Üledéktérfogat-alkohol-koncentráció függvény

52. ábra



η_{rel} -alkohol-koncentráció függvény

XXIII. táblázat

A $\phi = 0,375\%$ -os Benton 34 szuszpenzió ülepedési paraméterei
különböző összetételű toluol-metanol
elegvekben

Metanol konc. /mól/lit./	ül.seb. $\times 10^3$ /ml/sec/	ül.térfogat /ml/	η rel
0,0	8,0	5,6	—
0,061	0,66	7,5	1,153
0,123	0,166	7,7	1,258
0,247	0,042	11,0	1,359
0,370	0,059	8,9	1,320
0,494	0,051	9,7	1,34
1,23	d.0,72	2,9	1,22
2,47	0,0	9,8	1,23
3,46	0,0	8,1	1,23
4,94	0,75	6,2	1,22
7,4	5,0	3,8	1,110
12,3	23,3	3,3	1,084

XXIV. táblázat

A $\phi = 0,50\%$ -os Benton 34 szuszpenzió ülepedési paramétereit
különböző összetételű toluol-metanol elegyekben

Metanol konc. /mól/lit./	ül.seb.x 10 ² /ml/sec/	ül.térfogat /ml/	n_{rel}
0,0	5,5	6,6	—
0,061	0,1	9,5	1,29
0,123	0,032	10,2	1,36
0,247	0,0006	11,2	1,38
0,370	0,033	8,1	1,36
0,494	0,166	7,5	1,35
1,23	d.0,39	3,2	1,28
2,47	0,0	13,9	1,43
3,46	0,0	11,2	1,39
4,94	0,0068	9,6	1,29
7,4	2,5	5,1	1,14
9,88	3,75	4,8	1,13
12,3	9,6	4,7	1,12

XXV. táblázat

$A\phi = 0,60\%$ -os Benton 34 szuszpenzió ülepedési paramétereit
különböző összetételű toluol-metanol elegyekben

Metanol konc. /mól/lit./	ül.seb. $\times 10^4$ /ml/sec/	ül.térfogat /ml/	η_{rel}
0,0	20,0	7,1	—
0,123	1,0	8,9	1,38
0,247	0,583	10,4	1,42
0,370	0,417	12,0	1,49
0,494	0,8	4,8	1,38
1,23	d.3,4	3,4	1,32
2,47	0,0	14,0	1,55
4,94	0,055	11,0	1,39
7,4	0,417	5,8	1,33
12,3	3,166	5,5	1,28

XXVI. táblázat

A $\phi = 0,75\%$ -os Benton 34 szuszpenzió ülepedési paramétereit
különböző összetételű toluol-metanol elegyekben

Metanol konc. /mól/lit./	ül.seb. $\times 10^4$ /ml/sec/	ül.térfogat /ml/	η_{rel}
0,0	18,0	10,2	—
0,123	0,55	12,7	1,58
0,247	0,33	13,5	1,64
0,370	0,25	14,6	1,74
0,494	0,32	13,6	1,65
1,23	d.2,7	3,8	1,62
2,47	0,0055	14,9	1,84
4,94	0,0161	11,2	1,49
7,40	0,35	7,8	1,37
12,3	2,6	6,5	1,35

IV. KISÉRLETI EREDMÉNYEK
ÉRTÉKELÉSE

A. Kvarc

1./ A kvarc ülepedése különböző polaritású tiszta közegekben

A tömör szerkezetű, poláris felületű kvarc rosszul nedvesedik az apoláris szerves közegekben, így a részecskék a közöttük működő adhéziós erőhatások következtében összekapcsolódnak és laza aggregátumokat képeznek, amelyek nagy sebességgel ülepednek. A részecskék között működő nagy adhézió nagy üledéktérfogatot eredményez.

A vizsgált apoláris közegek: lakkbenzin, toluol és széntetraklorid közül a legrosszabbul nedvesíti a kvarcot a széntetraklorid. A pontos kísérleti adatokat figyelembevéve láthatjuk, hogy a fajlagos üledéktérfogat a széntetrakloridban a legnagyobb, kisebb lakkbenzinben és legkisebb toluolban. Q_0 ülepedési sebesség - azonos szuszpenzió-koncentrációkat tekintve - azonban széntetrakloridban a legkisebb. Ez arra vezethető vissza, hogy a széntetraklorid sűrűsége lényegesen nagyobb, mint a lakkbenzin ill. toluolé. Ezért az összehasonlítás csak abban az esetben helytálló, ha kiküszöböljük a közegek viszkozitás és sűrűség különbségének befolyását. Az I. és II. táblázat az aggregátum méretre jellemző $ul.seb. \times \eta / \Delta \rho$ értékeket is tartalmazza. Láthatjuk, hogy az üledéktérfogatnak megfelelően az aggregáció mértéke is széntetrakloridban a legnagyobb.

A durva $d > 25 \mu\text{m}$, viszonylag izometrikus kvarc részecskék között ható adhéziós erők a már közepesen poláris acetoneban sem elegendő erősségűek a részecskék összekapcsolásához. Így a részecskék a közeg szolvát burkától körülveve különállóan ülepednek. A $d > 25 \mu\text{m}$ kvarc-frakció acetone közegű szuszpenziói ezért diffuz határfelülettel ülepednek. A fajlagos üledéktérfogat az apoláris közegekhez viszonyítva - a kisebb adhézióknak megfelelően - acetoneban kisebb.

Tovább nő a kvarcrészecskék nedvesedése amilalkoholban és a kifejezetten poláris metanolban. A III. táblázatban látható fajlagos üledéktérfogat értékek jól mutatják, hogy az adhézió és ennek megfelelően az üledéktérfogat metanolban a legkisebb, a vizsgált közegek közül.

Ezek a kísérleti adatok is alátámasztják Buzágh azon megállapítását /12/, hogy a nem duzzadó és nem peptizálható szilárd részecskéket tartalmazó szuszpenziókban az üledéktérfogat az adhézióval párhuzamosan változik, olyan értelemben, hogy minél nagyobb az adhézió, annál nagyobb az üledéktérfogat.

Megállapíthatjuk továbbá, hogy az ülepedési sebesség ill. az aggregáció foka analóg módon változik, mint az üledéktérfogat, azaz nagy adhéziójú rendszerekben nagy mértékű az aggregáció, az adhézió csökkenésével pedig csökken.

2./ Durva kvarc frakció ülepedése elegyekben

A kvarc széntetrakloridban éles határfelülettel, nagy sebességgel ülepedett, a létrejött üledék nagy térfogatú volt. Kis mennyiségű alkohol hatására az ülepedés sebessége nagymértékben lecsökkent. A jelenség oka, hogy az alkohol molekulák irányított adszorpciója következtében a részecskék közötti adhézió lecsökkent. Ennek következtében a részecskék dezaggregálódtak, a durvább részekhez tapadt kisebb részecskék kipeptizálódtak. A rendszerben nőtt a térfogategységben lévő részecskék száma, ugyanakkor a még meglévő jelentős adhéziós erők segítségével a részecskékből egy meghatározott szerkezet alakult ki. Így a szuszpenziók ülepedési sebessége csökkent és a rendszerek látszólag stabilisak voltak.

Növelve az elegy alkohol tartalmát tovább csökkent az adhézió, az alkoholemolekuláknak az eddig fedetlen felületrészekben való további irányított adszorpciója következtében fokozódott a közeg nedvesítőképesége. A lecsökkent adhézió már nem volt elegendő egy összefüggő struktúra fenntartásához, a rendszer destrukturalódott és a szerkezet összeomlott. Ennek megfelelően a szuszpenziók ülepedési sebessége növekedett, látszólagos stabilitásuk csökkent. További alkohol-koncentráció növeléskor a lioszféra és a közeg szerkezetében már a poláris komponens a domináló és ez a szerkezetváltozás az ülepedési sebesség csökkenését eredményezte.

Az üledéktérfogat az alkohol-koncentráció függvényében csökkent. Változása nem követi az ülepedési sebesség minimum-maximum jellegű változását. A 0,494 mól/liter alkohol-koncentrációig nagymértékben, majd növekvő alkohol tartalommal kisebb mértékben csökken az üledéktérfogat és a legkisebb tiszta metanolban, tehát a poláris felületű kvarc részecskéket a poláris metanol nedvesíti a legjobban.

A közeg nedvesítőképességének növekedésével csökkent a részecskék közötti adhézió és a tömör, nem duzzadó, nem peptizálható szemcséjű kvarc esetén az adhézióval párhuzamosan csökkent az üledéktérfogat is. Az ülepedése sebesség változása bonyolultabb, azonos viszonyok között az alkohol koncentráció növekedésével az elegyben minimum-maximum jelleggel változott.

Az V. táblázatban láthatjuk a Michaels-Bolger-féle értékelési módszerrel nyert paramétereket. A d_A , az aggregátumok átlagos métere - az ülepedési sebességhez hasonlóan - ugyancsak minimum-maximum jellegű változást mutat az alkohol-koncentráció függvényében, tükrözve az adott rendszerben uralkodó adhéziós és nedvesedési viszonyokat, ill. az ülepedési sebesség változását. A c_A paraméter analóg módon változik az alkohol-koncentráció növekedésével, azaz az aggregátumok lazasága a kezdeti minimum, majd maximum után fokozatosan csökken. Az eredmények igazolják, hogy a Michaels-Bolger-féle értékelés mód az I. típusú görbék esetén organikus közegű strukturált szuszpenziókra is alkalmazható.

B./ Precipitált BaSO_4 ülepedési sajátosságai

1./ BaSO_4 ülepedése különböző polaritású közegekben

A precipitált BaSO_4 nagy aggregációs hajlamú, keresztalakú kristálykákat tartalmazó, duzzadásra nem képes részecskékből áll. Rosszul nedvesítő közegekben az anizometrikus részecskék a közöttük működő nagy adhézió hatására összetapadnak, nagyméretű aggregátumokat képeznek. Ezek nagy sebességgel ülepednek, u.n. "szűrőhatás" figyelhető meg, azaz a közeg az aggregátumok közötti pórusokon igen nagy sebességgel távozik felfelé és a határfelületre érve a kisebb méretű részecskéket egy bizonyos magassáig magával ragadja. Ilyen viszonyok uralkodtak a BaSO_4 lakkbenzinben és toluolban való ülepedésekor. Ezekben a rendszerekben kialakult üledék a nagy adhézióknak megfelelően nagy térfogatú és könnyen szuszpendálható.

A közegek polaritásának növekedésével nőtt a nedvesítő képességük, a részecskék közötti adhézió csökkenésével a szuszpenziók egyre dezaggregáltabbak voltak. Csökkent a fajlagos üledéktérfogat - az adhézió csökkenésének megfelelően - az ülepedő szuszpenzió határfelülete egyre kevésbé volt éles és fokozódott a határfelület feletti folyadékfázis enyhe zavarossága. A vizsgált közegek nedvesítőkéesség szerint sorrendjének megállapítására a fajlagos üledéktérfogatot, mint jellemző paramétert találtam a legalkalmasabbnak, amely - mint

Kuno /53/ vizsgálatai is mutatták - normális folyadékokban és elegyekben független a viszkozitástól. A XV. táblázatban láthatjuk a közegek fajlagos üledéktérfogat csökkenése szerinti sorrendjét. Legnagyobb a BaSO_4 fajlagos üledéktérfogata lakkbenzinben és toluolban, legkisebb amilalkoholban és butanolban. A vizsgált közegek közül a BaSO_4 -ot tehát legrosszabbul a lakkbenzin és a toluol, legjobban pedig az amilalkohol és a butanol nedvesíti. Az így megállapított sorrendben az ülepedési sebesség Q_0 értékei is felelnek. Kivételt képeznek az igen nagy viszkozitású laurilalkoholban, oktanolban, valamint az igen kis viszkozitású metanolban kapott értékek. A viszkozitás- és sűrűségkülönbségek hatásának kiküszöbölésére ezuttal is az ülepedési sebesség $\times \eta / \Delta \rho$ értékeket számítottam.

Az ülepedési görbék általában II. típusúak voltak. Annak bizonyítására, hogy a Michaels-Bolger-féle értékelési mód II. típusú ülepedési görbék esetén nem alkalmazhatók kiélegítően, ezen ülepedési görbéknél is elvégeztem a fenti értékelési mód szerinti számításokat. A kapott c_A és d_A értékeket ugyancsak a XV. táblázatban foglaltam össze. Látható, hogy ezek az értékek nem változnak szisztematikusan. Különösen befolyásolja a kapott d_A értékeket a viszkozitás, így a nagy viszkozitású laurilalkoholban és oktanolban kiugróan nagy aggregátum méreteket kaptam.

Ezen okokból a BaSO_4 különböző közegekben nyert ülepedési görbéit a tangens hyperbolicus függvény alkalmazásával

is értékeltem. A kapott paramétereket - S_0 kivételével - a VI-XIV. táblázatokban tüntettem fel.

R_0 paraméter az ülepedési görbe lappangási szakaszára jellemző. A II. típusú görbéknel tehát R_0 a lappangási szakasz növekedésével, az adott rendszer esetén a szuszpenzió-koncentráció növekedésével nő. Nagyobb szuszpenzió töménység mellett az ülepedési görbéken egyre kevésbé kifejezett a lappangási szakasz, a görbék jellege már igen közel áll a III. típusú ülepedési görbéhez, így az R_0 ismét csökken és a /16/ egyenlet alapján egy konstans értékhez - arth $1/\sqrt{3}$ -hoz - tart.

N_0 paraméter az ülepedési görbék lineáris szakaszának meredekségére jellemző. A II. típusú ülepedési görbék esetén N_0 a szuszpenzió-koncentráció növekedésével csökken. Ha azonban a görbe jellege nem kifejezetten II. típusú, hanem rövid ideig tartó ülepedés után az üledék tömörödik, az N_0 ismét nő. Tehát csak azonosan II. típusú görbék összehasonlítva teljesül, hogy az N_0 a szuszpenzió töménység növekedésével csökken.

Azonos szuszpenzió koncentráció esetén a XV. táblázatban láthatjuk, hogy a közeg nedvesítőképségének növekedésével csökken az ülepedési sebesség, amelyet az ülepedési görbék lineáris szakaszának meredekségeként számítottam és ennek megfelelően N_0 - a meredekségre jellemző paraméter - is csökken. Az ülepedési sebesség laurilalkoholban kapott

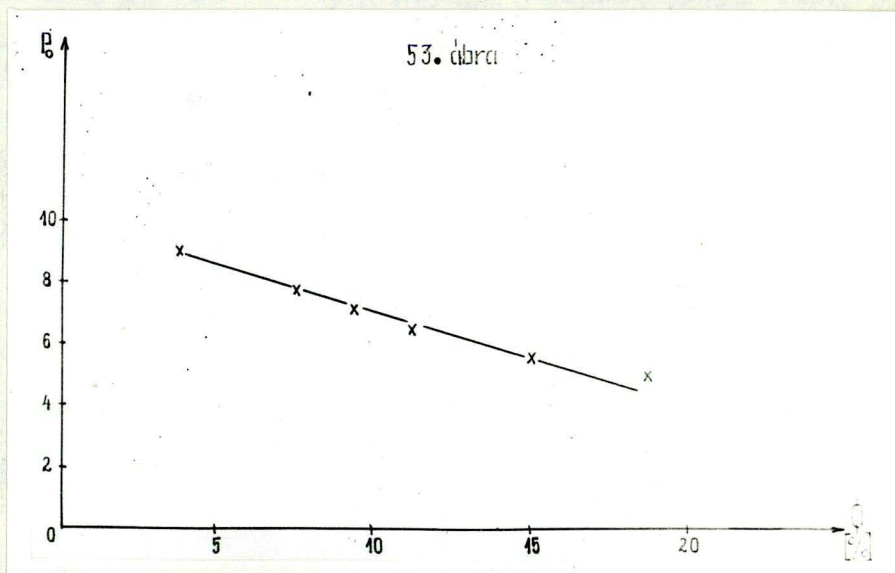
értékében jelentkező eltérést az N_0 paraméter is mutatja.

P_0 paraméter egy adott közegben a szuszpenzió koncentráció növekedésével csökken. Parallel változik tehát az ülepedési sebességgel és antiparallel az üledéktérfogattal. Azonos szuszpenzió-koncentráció esetén a közegek nedvesítő-képességének növekedésével az ülepedés egyre lassabb, az ülepedési sebesség csökken, ugyanakkor a P_0 - a fajlagos üledéktérfogat csökkenése következtében - nő.

A P_0 paramétert a szuszpenzió-koncentráció függvényében is ábrázoltam és így valamennyi közegben egy negatív meredekségű lineárist kaptam /lásd pl. lakkbenzinben 53. ábra/. Mivel a vizsgált szuszpenzió-koncentráció tartomány lényegében azonos a különböző közegekben, ezen lineárisok meredekségét az egyes közegekben uralkodó nedvesedési viszonyokra jellemzőnek találtam, ezen értékek szisztematikusan változnak - és pedig csökkennek - a fajlagos üledéktérfogat csökkenésével.

53. ábra

P_0 szuszpenzió koncentráció függvény lakkbenzinben



2./ BaSO₄ ülepedése különböző összetételű széntetraklorid-
-metanol elegyekben

A BaSO₄ viselkedése a különböző összetételű széntetraklorid-metanol elegyekben a kvarchoz hasonló. Az ülepedési sebesség az alkohol koncentráció növekedésével minimum-maximum jellegű görbe szerint változik. A különbség a kvarc és a BaSO₄ viselkedésében - az azonos összetételű elegyeket tekintve - egyrészt abban nyilvánul meg, hogy a BaSO₄ esetén a szélső értékek kifejezettebbek, másrészt magasabb alkohol-koncentrációnál jelentkeznek az ülepedési sebesség maximumok. Ennek egyik oka, hogy a vizsgált kvarc frakció relative durvább részecskékből állt, mint a precipitált BaSO₄, másrészt a kvarc és a BaSO₄ részecskék szerkezeti különbségének következménye. A kvarc frakció primer, nem duzzadó és nem dezaggregálható részecskéket tartalmaz, a BaSO₄ szekunder, nem duzzadó, de dezaggregálható részecskékből áll. Így azonos szuszpenzió-koncentráció mellett a BaSO₄ esetén lényegesen nagyobb a térfogategységben lévő részecskeszám.

Az üledéktérfogat az alkohol-koncentráció növekedésével fokozatosan csökken. Az ülepedési sebességben fellépő szélső értékeket az üledéktérfogat értékek - a kvarchoz hasonlóan - nem mutatják. Ez a következőképpen magyarázható: a BaSO₄-ot rosszul nedvesítő tiszta széntetrakloridban a részecskék közötti adhézió nagy, amely nagyméretű aggregá-

tumok kialakulását eredményezi, az üledék ennek megfelelően nagy térfogatú. Az alkohol adalék koncentrációjának növelésével fokozódik a közeg nedvesítőképesége, szolvatáló hatása, ezáltal csökken az adhézió és ennek megfelelően az üledéttérfogat is. A 12,3 mól/liter alkohol tartalmú széntetrazokloridban a BaSO_4 üledéktérfogata minimális, tiszta metanolban ugyanis az üledéktérfogat ismét nő. A nedvesedés akkor jó, ha a diszperz rész és a diszperziós közeg polaritása közel áll egymáshoz, ekkor legfolytonosabb a részecske és a közeg közötti átmenet, a legkisebb a részecske és a közeg közötti határfelületi feszültség. Ebből következik, hogy mivel a precipitált BaSO_4 felülete a 12,3 mól/liter tartalmú elegyben nedvesedik a legjobban és nem a tiszta metanolban - mint a kvarc - , így a BaSO_4 felülete a kvarchoz viszonyítva kevésbé poláris jellegű.

C./ Organofil bentonit szuszpenziók ülepedése

1./ Különböző mértékben organofilizált bentonit minták ülepedése toluolban

Ülepedési sebesség

A duzzadó és peptizálható részecskéjű bentonit poláris felületét organofilizálás útján növekvő mennyiségű organikus vegyülettel egyre apolárisabbá tettük. Ezáltal növeltük az apoláris toluol nedvesítőképeségét, amely fokozott mértékben behatol az organofil bentonit minták rétegei közé és la-

mellákra bontja azokat. Az adhézió csökkenése következtében az aggregátumok szétesnek, a dezaggregáció nő az organofilizáltság fokával. Az ily módon anizometrikussá vált részecskék fokozott mértékben képesek - optimális adhézió és részecskeszám esetén - kártyaváz strukturát kialakítani, tehát a rendszer szerkezetképző hajlama nő az organofilizáltság fokával. Ebből következik, hogy az organofilizáltság mértékének növekedésével csökken az azonos koncentrációju szuszpenziók ülepedési sebessége.

A különböző mértékben organofilizált bentonit minták ülepedési görbéin /lásd 35-41. ábrák/ jól látható az ülepedés jellegének változása. A legkevésbé organofilizált bentonit minták ülepedési görbéi I. típusúak. Ezekben a rendszerekben igen nagy a diszperz rész és a diszperziós közeg polaritása közötti különbség, a nedvesedés rossz, a részecskék között működő igen nagy adhéziós erők hatására nagyméretű aggregátumok jöttek létre, amelyek éles határfelülettel és viszonylag nagy sebességgel ülepedtek /lásd 34-35. ábrák/.

Növelve az organofilizáltság fokát, a nedvesedési viszonyos javulnak és a 30%-osan organofil bentonit $\phi = 2,3\%$ -os szuszpenziójában a dezaggregációs folyamat következtében megnövekedett számú részecskék összekapcsolódásával egy összefüggő szerkezet jött létre. A kialakult szerkezet azonban még nem elég stabil, a szuszpenzió a felszuszpendálás utáni rövid ideig tartó szerkezet-átrendeződést követően - amit az ülepe-

dési görbén megjelenő u.n.lappangási szakasz jellemez - egy meghatározott sebességgel ülepedett, az ülepedési görbe II. típusúnak adódott.

További organofil anyag tartalom növelés esetén a bentonit felülete egyre apolárisabbá válik és csökken az organofil bentonit részecske és az apoláris toluol közötti polaritáskülönbség, azaz javul a nedvesedés. A növekvő mértékű dezaggregáció a részecske számának növekedését eredményezi és a jól mérhető rendszerek szuszpenzió-koncentráció tartománya ennek megfelelően rendre a kisebb anyagmennyiségek felé tolódott el. Az azonos szuszpenzió-koncentrációjú bentonit minták ülepedése az organofilizáltság fokának növekedésével egyre lassabb, a nyert ülepedési görbék egyre elnyultabbak voltak.

Az ülepedési görbék a kisebb organofilizáltsági fokú bentonit mintáknál I., növekvő organofilitás esetén II. típusúak voltak. A Michaels-Bolger-féle értékelési módszerrel kapott paramétereket a XVIII. táblázat tartalmazza. A c_A konstans - amely az aggregátumok lazaságát jellemzi - nő, a V_{SA} Stokes-féle ülepedési sebesség pedig csökken az organofilizáltság fokának növekedésével. Ezek alapján megállapíthatjuk, hogy az 50%-osan organofilizált bentonit minta már úgy viselkedik, mintha "túl lenne organofilizálva". A d_A értékek azonban nem változnak egyértelműen, ezért ezen rendszereknél is alkalmaz-

tam a t_h -függvény szerinti értékelési módszert. A kapott paramétereket a XIX. táblázat tartalmazza. Az ülepedési görbe lineáris szakaszának meredekségére jellemző N_0 paraméter a szuszpenzió-koncentráció növekedésével csökken. Eltérések - a már korábban említett okokból - a közelítőleg III. típusú ülepedési görbéknél találhatók. N_0 paraméter az ülepedési görbék lappangási szakaszára jellemző, I. típusú görbéknél konstans - lappangási szakasz nincs - , majd a lappangási szakasz megjelenésével értéke nő. A közel III. típusú ülepedési görbéknél, ahol a lappangási szakasz egyre kevésbé kifejezett, N_0 értéke ismét csökken. N_0 a szuszpenziók szerkezetképzésével csökken, R_0 pedig a II. típuson belül nő.

P_0 paraméter egy adott organofilizáltsági fokú rendszernél a szuszpenzió-koncentráció növekedésével csökken. A P_0 tehát az ülepedési sebességgel parallel, az üledéktérfogattal antiparallel változik.

A különböző mértékben organofilizált bentonit minták esetén is ábrázoltam a P_0 paramétert a szuszpenzió koncentráció függvényében /lásd 43. ábra/. A P_0 a szuszpenzió-koncentráció növekedésével csökken, ezért valamennyi bentonit minta esetén negatív meredekségű lineárist kaptam. Ezen lineárisok meredeksége az organofilizáltság fokával nő. Az ábrából is látható, hogy az 50%-osan organofilizált bentonit minta úgy viselkedik, mintha túl lenne organofilizálva. A 44. ábrán ezen lineárisok iránytangens értékeit ábrázoltam az organo-

filizáltság fokának függvényében. Ezek az értékek igen jellemzők a felület liofilitására és a dezaggregációra, ill. a szuszpenzió stabilitására. Az organofilizálás fokával a stabilitás először kisebb mértékben, majd meredeken növekszik és meghatározott értéknél maximumot ér el.

Üledéktérfogat

Az üledéktérfogat-értékek a szuszpenzió-koncentráció növekedésével lineáris szerint változnak. Ezen lineárisok meredeksége nő az organofilizáltság fokával /lásd 46-47. ábrák/.

Az 50%-osan organofilizált bentonit minta nem követi ezt a tendenciát, üledéktérfogat-szuszenzió-koncentráció függvénye a 40%-osan organofilizált bentonit minta azonos függvénye alatt fut. Ennek alapján megállapíthatjuk, hogy legközelebb áll az organofil bentonit és a toluol polaritása - azaz legjobb a nedvesedés - a 45%-osan organofilizált bentonit mintánál, míg az 50%-osan organofilizált minta feltehetően túl van organofilizálva.

Az üledéktérfogat - mint azt Jordan /35/ megállapította - párhuzamosan változik az organofilizáltság fokával és a dezaggregáció mértékével. Növekvő organofil anyag tartalommal a fajlagos üledéktérfogat nő /lásd XVI. táblázat/. Az ülepedési sebesség és üledéktérfogat változása egymással ellentétes tendenciájú. Duzzadó és peptizálható részecskéjű rendszerek üledéktérfogata tehát Szántó és Várkonyi /37/

korábbi megállapításának megfelelően a dezaggregálódó - és duzzadóképeséssel változik parallel - azaz az adhéziós erőkkel antiparallel - olyan esetben, amikor a liofilitásban és a dezaggregáció mértékében kellően nagy változások vannak /Szántó és Veres /36//.

2./ Benton 27 és Benton 34 szuszpenziók vizsgálata

a/ Benton 27 szuszpenziók ülepedése

A Benton 27 /az Amerikai Egyesült Államokban gyártott organofil bentonit /speciális Mg-montmorillonit organofil származéka, szuszpenzióinak ülepedési sebesség értékeit a XX. táblázatban láthatjuk, amelyeket a különbség mértékben organofilizált bentonit minták adataival összevetve megállapíthatjuk, hogy a Benton 27 ülepedési sajátosságai alapján a GFC1-lel 30-35%-osan organofilizált bentonit minták közé sorolható, azaz a Benton 27 relative poláris felületű készítmény.

b/ Benton 34 szuszpenziók ülepedése

A Benton 34 szintén az USA-ban gyártott organofil termék /55/. ülepedési paraméterei alapján /lásd XXI-XXII. táblázatok/ megállapíthatjuk, hogy ez az anyag toluolban igen jól duzzadó apoláris jellegű és nagy diszpersitásfokú készítmény.

A Benton 34 szuszpenziók ülepedése toluol-metanol elegyben

Ülepedési sebesség

A Benton 34 organofil bentonit minta ülepedési sebessége és üledéktérfogata különböző összetételű toluol-metanol elegyekben három extrém pontot mutat.

Az 50. ábrán az ülepedési sebesség-alkohol-koncentráció függvényét láthatjuk. Tiszta toluolban a duzzadás következtében az organofil bentonit részecskék dezaggregálódtak, mivel azonban a poláris felületrészeket a toluol nem szolvatálja, ezek között viszonylag nagy adhéziós erők lépnek fel. Így a lamellákra bontott bentonit részecskék összekapcsolódnak és kártyaváz struktúra alakul ki, amelynek következménye a viszonylag lassú, éles határfelülettel történő ülepedés.

Kis mennyiségű alkohol hatására - az alkohol-molekulák irányított adszorpciója következtében - a részecskék egyre jobban dezaggregálódnak. Az alkoholemolekulákkal még be nem fedett poláris felületrészek között azonban még mindig megvan az adhéziós erőhatások lehetősége, sőt a részecskeszám növekedés következtében a szerkezetképző hajlam nő. A szuszpenziók ülepedési sebessége minimumot mutat, a rendszerek látszólag stabilisak.

Növelve az alkohol koncentrációját az elegyben, az adhézió tovább csökken, a poláris felületrészek teljessé váló szolvatációja következtében a részecskék közötti kapcsolatok

felbomlanak, a rendszer destrukturálódik. Ezért az ülepedés részben diffúz jellegűvé válik, a következő határfelület ülepedési sebessége nő, a látszólagos stabilitás minimális. Ugyanekkor a liofilitásnak és a valódi stabilitásnak maximuma van.

További alkoholadalék hatására már a közeg poláris jellege válik uralkodóvá, ennek következtében csökken az a-poláris felületű organofil bentonit részecske és az elegyközeg közötti folytonos átmenet, ezért a rendszer koagulál /Wo.Ostwald-Buzágh-féle kontinuitási elmélet/. Így a részecskék ismét szerkezetet képeznek, a kvázi-tixotróp jellegű szuszpenziók ülepedési sebessége csökken és ismét minimumot mutat. Ezután az alkoholkoncentráció további növelésével a bentonit részecskék eleve nem dezaggregálódnak, ebben az intervallumban egyre inkább durva koagulálás következik be szerkezetképzés nélkül, az ülepedés sebessége nő.

Üledéktérfogat

Az üledéktérfogat változása /lásd 51.ábra/ az ülepedési sebességgel ellentétes tendenciájú. A szerkezetképzés növekedésével az üledéktérfogat nő, az ülepedési sebesség minimumának megfelelő alkohol-koncentrációnál az üledéktérfogatnak maximuma van. A szerkezet felbomlásával, a közeg szolvatáló képességének növekedésével az üledéktérfogat csökken, az üledék duzzadt részecskékből áll, de tömör és

nehezen szuszpendálható. Az üledéktérfogatnak minimuma van az ülepedési sebesség maximumának megfelelő alkohol-koncentrációnál. További alkoholadalek hatására az üledéktérfogat ismét nő és az előbbi maximumnál nagyobb második maximumot ér el. Itt a rendszer kvázi-tixotróp, alig ülepszik, üledéktérfogata a maximális és kártyaváz szerkezetű. Az alkohol poláris jellegének uralkodóvá válásával a szerkezetképzés nélküli durva koagulálás tartományában az üledéktérfogat ismét csökken.

Belső surlódás

A belső surlódás, mint azt az 52. ábra mutatja, analóg jelleggel változik az üledéktérfogattal az alkohol-koncentráció növekedése esetén és antiparallel az ülepedési sebesség változásával.

ÖSSZEFOGLALÁS

Vizsgáltam a különböző szerkezetű diszperz részt tartalmazó organikus közegű szuszpenziók ülepedési sajátosságait különböző polaritású tiszta - és elegyközegekben.

1./ A tömör, nem duzzadó, nem peptizálható részecskéjű kvare frakció szuszpenziói a rosszul nedvesítő tiszta közegekben éles határfelülettel, nagy sebességgel ülepedtek, a rendszerek stabilitása kicsi volt. A közepes és nagy polaritású közegekben az ülepedés diffúz, éles határfelület nem alakult ki, a kis adhézió következtében a kialakult üledékek kis térfogatúak, tömörek és nehezen szuszpendálhatóak.

A különböző összetételű széntetraklorid-metanol elegyekben a kvare szuszpenziók ülepedési sebessége minimum-maximum jelleggel változott az alkohol-koncentráció függvényében, az üledéktérfogat - az adhézió fokozatos csökkenésének megfelelően - csökkent.

2./ ^A precipitált BaSO_4 szuszpenziók ülepedési sajátosságait különböző polaritású közegekben vizsgáltam. A közegek nedvesítőképességének javulásával a BaSO_4 szuszpenziók egyre dezaggregáltabbak, az azonos koncentrációjú szuszpenziók ülepedési sebessége és fajlagos üledéktérfogata csökken.

A különböző összetételű széntetraklorid-metanol elegyekben a precipitált BaSO_4 szuszpenziók ülepedési sebessége - a kvarchoz hasonlóan - minimum-maximum jelleggel változott, üledéktérfogata fokozatosan csökkent. Míg azonban a

kvare esetén a tiszta metanol nedvesíti a legjobban a poláris felületű kvarcot, addig a BaSO_4 legjobban nedvesedik az 50% alkoholtartalmú elegyben, tehát a BaSO_4 felülete kevésbé poláris, mint a kvare felülete.

3./ A duzzadó és peptizálható részecskéjű különböző mértékben organofilizált bentonit ülepedési sajátságait toluolban, a Benton 34 és Benton 27 ülepedését toluolban, a Benton 34 szuszpenzió stabilitását toluol-metanol elegyekben is vizsgáltam.

Az organofilizáltság fokának növekedésével a bentonit felületét egyre apolárisabbá tettük, ezáltal növeltük az organofil bentonit részecske és az apoláris toluol közötti átmenet folytonosságát. Az organofilizáltság fokával csökken az organofil bentonit szuszpenziók ülepedési sebessége, a rendszerek egyre stabilabbak. Az üledéktérfogat a duzzadó és dezaggregálódó részecskéjű organofil bentonit esetén a duzzadás és az organofilizáltság fokával változik párhuzamosan, azaz ellentétesen az adhéziós erőkkkel.

A Benton 34 amerikai bentonit szuszpenziók ülepedési sebessége toluol-metanol elegyben minimum-maximum-minimum jelleggel, üledéktérfogata és belső sűrűsége ezzel ellentétesen, azaz maximum-minimum-maximum jelleggel változott.

4./ Az ülepedési görbék értékelésére a Michaels-Bolger-féle, és a th-függvény szerinti értékelést alkalmaztam. Megállapítottam, hogy a Michaels-Bolger-féle értékelési mód I. ti-

pusú ülepedési görbék esetén organoszuszpenziókra is érvényes, II. típusú ülepedési görbéknel azonban nem alkalmazható kielégítően. A t_h -függvénnyel kapott paraméterek jellemzőek az ülepedő szuszpenzióra.

További feladat a paraméterek pontos fizikai tartalmának meghatározása, valamint a t_h -függvény további módosításával ezen értékelési módszer alkalmazásának mindhárom típusú ülepedési görbére való kiterjesztése.

IRODALOMJEGYZÉK

- 1./ Barus, C.- E.A.Schneider: Bull.U.St.Geol.Survey 36, 508
/1886/
- 2./ Leos, A.: Weinbau und Weinhandel 17, 131 /1899/
- 3./ Wo.Ostwald - Haller W.: Kolloidchem.Beih. 29, 354 /1929/
- 4./ K.L.Wolf: Farbe und Lack 64, 612 /1958/
- 5./ Szántó F., F.Horkay, Fraknóy-Körös, Udvarhelyi K.: Farbe
und Lack 71, 882 /1965/
- 6./ Brintzinger H.- Haug R.- Sachs G.: Farbe und Lack
58, 143 /1952/
- 7./ - " - 58, 522 /1952/
- 8./ - " - 60, 59 /1954/
- 9./ - " - 57, 5 /1951/
- 10./ - " - 60, 15 /1954/
- 11./ - " - 60, 95 /1954/
- 12./ Buzágh A.: Kolloidchem.Beih. 32, 114 /1930/
- 13./ Buzágh A.: Kolloid-Z. 47, 370 /1929/
51, 105 /1930/
51, 230 /1930/
52, 46 /1930/
53, 294 /1930/
- 14./ Buzágh A.: Kolloid-Z. 76, 2 /1936/
- 15./ Schulze, F.: Ann.d. Phys. und Chem. 129, 382 /1866/
- 16./ Atterberg, H.: Landw.Vers.Stat. 69, 133 /1908/
- 17./ Foder, A. - Schönfeld, B.: Kolloidchem.Beih. 19, 1 /1924/
- 18./ Freundlich, H.-W.Sachs: Zeitschrift f. phys.Chem.
145, 177 /1929/

- 19./ Reh binder, P.: Zeitschrift f. phys.Chem. 146, 63 /1930/
20./ Wolf, K.L. - Kuhn, D.: Angew.chem. 63, 277 /1951/
21./ Mack, Ch.: Ind.Eng.Chem. 27, 1500 /1935/
22./ Buzágh A.: Acta chim.Hung.Tom.I.Fasc. 1, /1951/
23./ Buzágh A. - Szántó F.: Kolloid-Z. 141, 1 /1955/
24./ Blom, A.V.: Kolloid-Z. 51, 186 /1930/
25./ R.Wolff: Kolloid-Z. 150, 71 /1957/
26./ Szántó F., P.Herkay, I-Czakó-Nagy: Kolloid-Z. B.201,
136 /1965/
27./ Bischoff, E.: Kolloid-Z. 168, 8 /1960/
28./ Buzágh A.: Magyar Kémiai Polyóirat 56, /1950/
29./ Buzágh A.: MTA Kém.Tud.Oszt.Közl. 2, 131 /1952/
30./ Hofmann, U. - A.Hausdorf: Kolloid-Z. 110, 1 /1945/
31./ R.E.Grim: Clay Mineralogy, New York 1953.
32./ Bradley, W.F.: J.Am.Chem.Soc. 67, 974 /1945/
33./ Hofmann, U. - R.Fahn - A.Weiss: Kolloid-Z. 151, 97 /1957/
34./ Greene-Kelly, R.: Trans.Paraday Soc. 51, 412 /1955/
- " - : - " - 52, 1281 /1956/
- " - : J.Coll.Sci. 11, 77 /1956/
- " - : J.Phys.Chem. 60, 808 /1956/
35./ Jordan, J.W.: J.Phys.Chem. 53, 294 /1949/
36./ Szántó F. - Veres S.: Acta Phys. et Chem Szeged, 157
/1963/
37./ Szántó F. - B.Várkonyi: Kolloid-Z. 191, 123 /1963/
38./ La Mer, V. K. - Smellie R.H. - Ir.Lee P.K.: J.Coll.Sci.
11, 720 /1956/

- 39./ Michaels, A.S. - J.C. Bolger: Industr. Eng. Chem. Fund. 1,
24 /1962/
- 40./ Andreasen, A.M.H.: Kolloid-Z. 48, 175 /1929/
- 41./ Burgers, J.M.: Second Report on Viskosity and Plasticity
pp.113.V.A.51, Acad. Sci., Amsterdam, 1938
- 42./ Steinhour, H.A.: Ind. Eng. Chem. 36, 618; 840; 901 /1944/
- 43./ Hawkesley, P.G.W.: Some Aspects of Fluid Flow, Chap. 7.
Arnold Co., London, 1951.
- 44./ Kynch, G.J.: Trans. Faraday Soc. 48, 1666/1952/
- 45./ Richardson, J.F. - Zaki W.N.: Trans. Inst. Chem. Eng. 32, 35
/1954/
- 46./ Coe, H.S. - Clewenger, G.H.: Trans. Am. Inst. Minig. Eng. 55,
356 /1916/
- 47./ Wadsworth, M.B., Cutler, I.B.: Mining, Eng. 8, 830 /1956/
- 48./ La Mer V.K. - Smellie, R.H. - J.R. Lee, P.K.: J. Coll. Sci.
12, 230 /1957/
- 49./ Smellie, R.H. - La Mer, V.K.: J. Coll. Sci. 11, 704 /1956/
- 50./ Gaudin, A.M. - Fuerstenau, M.C.: Eng. Mining. J. 159, 110/1958/
- 51./ - " - " : Preprint, Intern. Mining.
Proc. Congr. London, Apr. /1960/
- 52./ - " - Mitchell, S.R.: Mining. Eng. 11, 613 /1959/
- 53./ Kuno, H.: Kolloid-Z. 166, 55 /1959/
- 54./ Hendricks, S.B. - R.A. Nelson - L.T. Alexander: J. Am. Chem.
Soc. 62, 1457 /1940/
- 55./ Jordan, J.W.: Clay and Clay Minerals 10, 299 /1963/

