

# Kémiai reakciók, abszorpció és extrakció tanulmányozása spirálcöves filmképző-buborékolató készülékekben. XVI.

*Dr. Vodnár János, Kolozsi Jenő*

*Jelen dolgozat célja bemutatni a spirálcöves filmképző-buborékolató önkeverő típusú készülék hidrodinamikai viselkedését, valamint matematikai modellezését.*

*A tanulmány az előzőeknél néhányszor nagyobb méretű készülék egyedi jellemzése. A kísérleti eredmények alapján az ilyen típusú spirálcöves-buborékolató készülék eredményesen használható olyan félüzemi és ipari méretekben is, amikor a használt gáz minél teljesebb elnyelése, vagy vegyi átalakítása a cél.*

## Bevezető

Néhány előző közleményben [1-5] beszámoltunk azokról az eredményekről, amelyeket a spirálcövel ellátott, önkeverő típusú Vodnár-féle készülékek hidrodinamikai jellemzése és matematikai modellezése során nyertünk. Ezek a készülékek aránylag kis befogadóképességűek. Hasznos úrtartalmuk nem haladja meg a  $85 \text{ cm}^3$ -t. Ilyen esetben a használt gázhozam legfeljebb  $80 \text{ dm}^3/\text{h}$  szokott lenni. Ellenkező esetben a készülék hatékonysága csökken. Az ilyen körülményekre megadott matematikai modellekkel jól reprodukálhatók a kísérleti eredmények, amelyek a folyadékrecirkuláció hozamára és a készülékben bekövetkező nyomásesésre vonatkoznak.

Ebben a kísérlet-sorozatunkban egy olyan spirálcövel ellátott önkeverő típusú készülék hidrodinamikai viselkedését és matematikai modellezését írjuk le, melynek a hasznos úrtartalma 5-ször nagyobb, mint a fent jelzett körülményekben szereplő készülékeké.

E tanulmánnyal meg szeretnénk állapítani, hogy az eddigi, aránylag kis úrtartalmú készülékek jellemzése során kapott matematikai modellek, milyen mértékben, illetve egyáltalán alkalmazhatók-e néhányszor nagyobb méretek esetében.

E készülékekkel elért kísérleti eredmények igen figyelemreméltók. Így például, a kénhidrogénnek N-metil-pirrolidonban, a sósavnak vízben, a szén-dioxidnak kálium-hidroxid vizes oldataiban való abszorpciójakra elért abszorpciós fok  $90$ - $94$  %-os növekedést mutat (összehasonlítva egy spirálcső nélküli, de azonos töltési térfogatú készülékkel). Alkil-benzoloknak gáznemű kéntrioxiddal végzett szulfonálásánál az összkonverzió növekedése  $97,8$  %-os, míg a toluol folyamatos klórozásánál  $195$  %-os.

E készülékek mindenekelőtt laboratóriumi kísérletezéseknél tesznek jó szolgálatot, de eredményesen használhatók félüzemi és ipari méretű készülékek gyanánt is, különösen olyan esetekben, amikor a használt gáz minél teljesebb elnyelése, vagy vegyi átalakítása a cél.

## A készülékek technikai-gazdasági előnyei

A Vodnár-féle készülékek számos előnnyel rendelkeznek az ugyanarra a célra használt, megszokott készülékekkel szemben.

Ezek közül említésre méltók a következők:

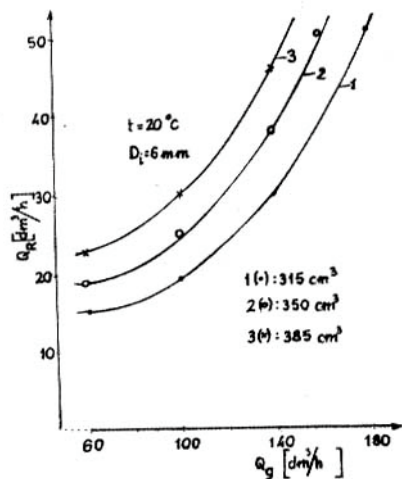
- a folyadékok (szuszpenziók) és gázok közötti érintkeztetés igen jó körülmények között valósul meg, aminek eredményeként az elérhető abszorpciós fok-értékek általában  $90$  %, az összkonverzió-értékek pedig  $190$  % körüli növekedést mutatnak;
- rugalmasak a gázhozam változással szemben;
- megvalósul a bennük levő folyadék önkeverése;
- használhatók mind folyadékfilm-rendszerű, mind buborékolató készülékeként;
- a működésükkor fellépő nyomáscsökkenés nem nagy;
- nem reagálnak érzékenyen a bevitt, vagy a használatuk ideje alatt keletkező diszpergált szilárd fázissal szemben, amikor porózus üveglemezzel ellátott készülékek használhatatlanokká válnak;
- felhasználhatók gázok nagyfokú tisztítására;
- jól használhatók bizonyos gázok teljes abszorpciójára (gázok oldatainak előállítására) stb.

## A használt készülék és a kísérleti módszer leírása

A használt készülék Pyrex üvegből készült. Úrtartalma  $500 \text{ cm}^3$ , hasznos térfogata pedig  $400 \text{ cm}^3$ . A gáznak a folyadékkal való érintkeztetésére egy  $6 \text{ mm}$  belső átmérőjű üvegcsőből készült csővel, a folyadék-recirkuláció számára egy  $8 \text{ mm}$  belső átmérőjű csővel van ellátva. Szakirodalombeli megnevezése a Vodnár-2 készülék [1,2].

A készülék tartályrészének az alján található elzáró-ürítő csap teflonból készült.

A kísérletekhez gázfázisként levegőt, folyadékként pedig desztillált vizet használtunk. A levegőhozamot rotaméterrel mértük és értéke  $60$ - $180 \text{ dm}^3/\text{h}$  között változott. A készülékbe  $285$ - $385 \text{ cm}^3$

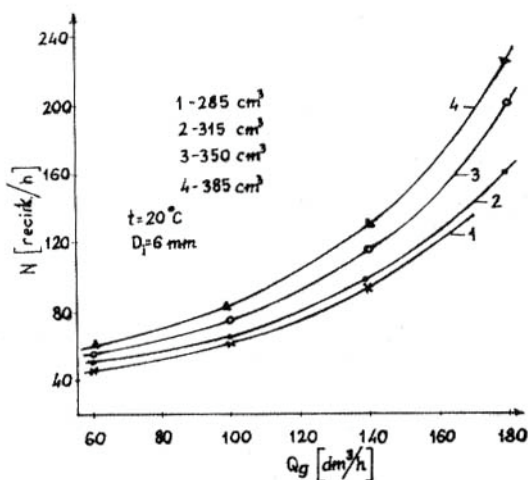


1. ábra

A folyadék recirkulációs hozamának ( $Q_R$ ) a változás, a gázhozam ( $Q_g$ ) függvényében

vizet töltöttünk. A víz szempontjából a mérések szakaszosak voltak (csak a levegőáram volt folyamatos).

A hidrodinamikai mérések során a készülékbe vitt víz recirkulációs hozamát ( $Q_R$ ) követtük a levegőhozam ( $Q_g$ ), a készülékbe betöltött víz ( $V$ ) mennyisége és a készülék üzemelése közben, a benne megvalósuló folyadékoszlop magasságának ( $H$ ) a függvényében. A víz, készüléken belüli, recirkulációs hozamának a mérésére kolorimetriás módszert használtunk. Mégpedig, a recirkulációs csőben lefelé áramló vízbe megfelelő mennyiségű festékanyagot vittünk be, és mértük azt az időt, ami eltelik miközben a festett folyadék eljut egyik jeltől a másikig. Előzőleg a cső két jel közötti térfogatát megmértük.

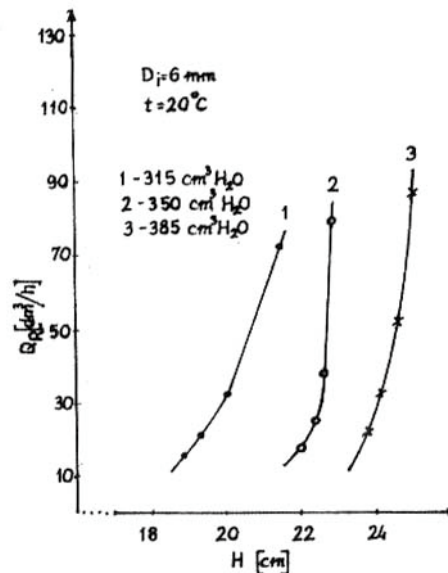


2. ábra

A recirkulációs folyadékhozam ( $Q_R$ ) változása, a folyadékoszlop magasságának ( $H$ ) függvényében

## A kísérleti eredmények és azok kiértékelése

A hidrodinamikai mérések első részében a  $Q_R$  értékének a változását vizsgáltuk, a gázhozam ( $Q_g$ ) függvényében, a készülék változó folyadékterhelése mellett, 20°C-on, 6 mm-es spirálcső átmérő ( $D_i$ ) mellett. Ezeket az eredményeket szemlélteti az 1. ábra. Látható, hogy miközben a levegőhozam 60-tól 140 dm<sup>3</sup>/h-ig növekszik,  $Q_R$  (a



3. ábra

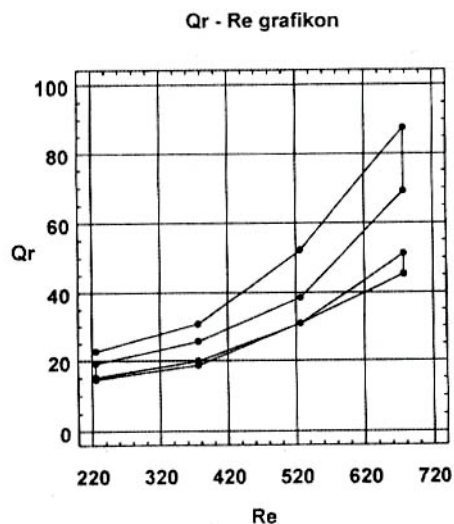
A teljes folyadékrecirkuláció számának ( $N$ ) a változása, a gázhozam ( $Q_g$ ) függvényében

folyadék recirkulációs hozama) értéke csaknem megkétszereződik, s ezáltal a folyadék keverésének az intenzitása lényegesen megnő, ez pedig elsőrendű feltétele annak, hogy a készülék betölthesse az ideális reaktor szerepét.

A 2. ábra a fentiekkel azonos körülmények között végzett kísérletek eredményeit szemlélteti, ahol a független változó nem a gázhozam, hanem a folyadékoszlop magassága ( $H$ ) volt. Jól látható, hogy  $H$ -nak az értéke igen nagy mértékben befolyásolja a recirkulált folyadék mennyiségét ( $Q_R$ ).

Így például, a készülék 385 cm<sup>3</sup>-es folyadékterhelése mellett, miközben  $H$  értéke 23,8-ről 24,5-re növekszik,  $Q_R$  értéke 16-ról kb. 88 dm<sup>3</sup>/h-ra növekszik. Ez egyben azt is jelenti, hogy a lehetőségekhez mérten, minél magasabb készüléket kell használni.

Végül a 3. ábrával szemléltetjük a folyadék, készüléken belüli teljes recirkulációjának számát ( $N$ ), a gázhozam függvényében. Azt találjuk, hogy miközben  $Q_g$  értéke 60-ról 180 dm<sup>3</sup>/h-ra emelkedik, a teljes folyadékrecirkuláció száma 65-ről 230-ra növekszik. Ez más szóval azt jelenti, hogy például a készülék 385 cm<sup>3</sup>-es folyadékterhelése mellett, ez az egész folyadékmennyiség egy óra alatt 230-szor halad át a recirkulációs csövön.



5. ábra

$Q_r$  folyadékrecirkulációs hozam ( $dm^3/h$ ) változása a  $Re$  értékének függvényében

Ilyen nagy recirkulációs szám esetén a készülék a legtöbb reakciófajta, illetve abszorpció szempontjából kielégíti az ideális készülékkel szemben támasztott követelményeket.

#### A készülék matematikai modellezése

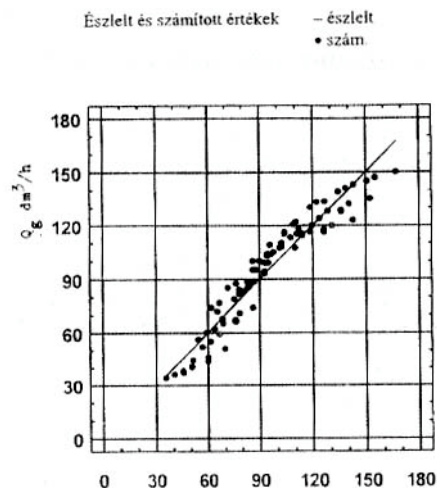
A fenti kísérleti eredmények birtokában lehetővé vált a szükséges matematikai modellek leírása, amelyek lehetővé teszik a folyadék recirkulációs hozamának ( $Q_R$ ) a kiszámítását a Reynolds-szám ( $Re$ ) függvényében, ami magába foglalja a gázhozammal ( $Q_g$ ), a gáz sűrűségével és viszkozitásával, valamint a készülék spirálcsővének belső átmérőjével ( $D_i$ ) szembeni függőséget is. Az egyik ilyen modell exponenciális jellegű és a korrelációs tényező értéke 0,903137:  $Q_R = \exp(a + b \cdot Re)$ , ahol  $a = 2,17714$ , míg  $b = 2,7923 \cdot 10^{-3}$ .

Az (1) modellel számított  $Q_R$  értékek jól egyeznek a mért értékekkel, ami a modell érvényességét igazolja. Ezt szemlélteti a 4. ábra is, ahol a modell alapján számított és a kísérletek alatt gyakorlatilag észlelt  $Q_R$  értékek szerepelnek, különböző gázhozamok ( $Q_g$ ) mellett.

A második egy reciprok típusú modell, ahol a korrelációs tényező értéke 0,899379:

$$1/Q_R = a + b \cdot Re, \text{ ahol } a = 0,0779374, \text{ míg } b = -9,19641 \cdot 10^{-5}$$

Ezzel a modellel is, az észleltekkel igen jól egyező számított értékeket lehet nyerni.



4. ábra

A különböző  $Q_g$  érték esetében számított és észlelt  $Q_R$  érték

Mindkét modellben, (1) és (2), szereplő  $Re$  értékek a független változó szerepét töltik be. A recirkulációs folyadékhozam ( $Q_R$ ) változását, a  $Re$  függvényében, az 5. ábra szemlélteti. Azt tapasztaljuk, hogy miközben  $Re$  értéke 220-ról 440-re növekszik,  $Q_R$  közel megkétszereződik, míg amikor  $Re$  értéke a háromszorosára növekszik, 220-ról 660-ra,  $Q_R$  értéke kb. a négyszeresére emelkedik, 20-ról 80-ra.

Az itt leírt kísérletek és a kapott eredmények azt bizonyítják, hogy az önkeverő típusú, spirálcsővel ellátott készülékek matematikai modellezését újból el kell végezni, valahányszor a használatra szánt készülék méretei 5-6-szor nagyobbak az előzőekben leírt és használt készülékekénél.

#### Irodalom

1. Vodnár, J., Magy. Kém. Lapja (Budapest), XLVIII, 3 sz., 125(1993).
2. Vodnár, J., Rev.Chim. (Bukarest), 43(1-2), 60(1992).
3. Vodnár, J., Kolozsi, J., Volum of CERECO'97-Karpat Euroregion Conference, Miskolc-Lillafüred (Hungary), 1997 június 1-4.
4. Vodnár, J., Enyedi, I., Múzeumi Füzetek (Kolozsvár), 6 sz., 107(1997)
5. Vodnár, J., Kolozsi, J., Múzeumi Füzetek (Kolozsvár), 7 sz., (1998)

## EMT TUDOMÁNYOS SZAKKONFERENCIÁK

1999.		
Időpont	Rendezvény neve	Helyszín
február 19–21.	<b>Bányász–kohász–földtan konferencia</b>	Szovátafürdő
március 26–28.	<b>SzámOkt '99</b>	Marosvásárhely
április 23–25.	<b>Országos Gépész Találkozó, OGÉT '99</b>	Félixfürdő
április 23–24.	<b>Faipari szaktalálkozó</b>	Székelyudvarhely
május 6–9.	<b>Sepsiszentgyörgyi EMT napok</b>	Sepsiszentgyörgy
június 4–6.	<b>Építészkonferencia, ÉPKO '99</b>	Székelyudvarhely
szeptember 17–19.	<b>Körmöczy János Fizikus Napok</b>	Szovátafürdő
október 15–17.	<b>Országos Szakmai Napok, OSZN '99</b>	Szatmárnémeti
november	<b>CompNews '99</b>	Kolozsvár
november 26–28.	<b>Vegyészkonferencia</b>	Kolozsvár