

17. Даракчиев Р.Д., Н.Н.Колев. Предотвращения растекания жидкости к стенке колонных аппаратов с насадкой. *Химическое и нефтяное машиностроение*, 1986, No 8, п.13-14.
18. Колев Н., J.Cervenka, Kp.Семков, Vi.Stanek, Z.Broz, P.Даракчиев, Устройство за преразпределение на течната фаза в колони с пълнеж. Патент на РБ No 44653.
19. Schultes M., Influence of liquid redistributors on the mass-transfer efficiency of packed columns, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 2000, 39, 1381-1389.
20. Muir L.A., C.L.Briens, Low pressure drop gas distributors for packed distillation columns, *Canad. J. Chem. Eng.*, 64, 1986, 1027-1032.
21. Suess Ph., Analysis of gas entries of packed columns for two phase flow, *Institution of Chemical Engineers Symposium Series No 128*, 1992, A369-A383.
22. Porter K.E., Q.H.Ali, A.O.Hassan, A.F.Aryan, Gas distribution in Shallow packed beds, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 32, 1993, 2408-2417.
23. Yuan Xiaojing, Weichao Li, The influence of various gas inlets on gas distribution in packed columns, *Institution of Chemical Engineers Symposium Series No 142, part 2*, 1997, p.931-938.
24. Кабаков М.И., В.Д.Андросов, Устройство для распределения газа в массообменном аппарате, Авт. свид. СССР, № 451443 / 1972 г.
25. Редин В.И., В.В.Габко, Газораспределительное устройство для массообменных аппаратов, Авт. свид. СССР, № 1149987 / 1983 г.
26. Зиберт Г.К. и др., Газораспределительное устройство, Авт. свид. СССР, № 1643030 / 1989 г.
27. Daraktschiev R., Ergebnisse einer Untersuchung der Gasverteilung uber dem Querschnitt einer Fullkorperkolonne. *Chemical Engineering and Processing*, 1984, 18, No 6, p.317-322.
28. Dodev Ch., R.Darakchiev, Study on the gas flow distribution in columns with honeycomb packing, *Bulg. Chem. Commun.*, 1999, 31, No 1, 51-58.
29. Dodev Ch., N.Kolev, R.Darakchiev, Gas flow distributor for packed bed columns, *Bulg. Chem. Commun.*, 1999, 31, No 3/4, 414-423.
30. Додев Ч., Р.Даракчиев, Относно разпределението на газа в топло- и масообменни апарати с пълнеж, *Научни трудове на ВИХВП-Пловдив*, 2000, том XLIV, Св.3, 51-56.
31. Даракчиев Р., Изследване на разпределителни устройства за контактни економайзери, Доклад на VII национална конференция с междун. Участие "Топло- и ядреноенергийни проблеми на НРБ", Варна, 1988.
32. Идельчик И.Е., Методы для..., *Хим.пром*, 1968, №4, 289-297.
33. Додев Ч., Р.Даракчиев, Разпределение на газа в контактни економайзери, Сборник доклади на Енергофорум'2000, том I, 2000, 141-144.
34. Додев Ч., Подобряване разпределението на газа в колонни апарати с пълнеж, Сборник доклади на научна конференция ЕМФ'99, том II, 1999, 24-29.
35. Kolev N., R.Darakchiev, K.Semkov, Chloroform stripping from waste waters, *Ind.Eng. Chem.Res.*, 1997, 36, No1, 238-240.

## Изследване на топлообмен при разбъркване на емулсии в лабораторен реактор

доц. д-р инж. Стоян Г. Крайчев

проф. д-р инж. Стоян Л. Невенкин

гл.ас инж. Камен Стоков

инж. Росен П.Цеков

инж. Евгени Ст. Крайчев

Катедра ТХТ-Технически Университет, София

**Abstract:** This paper reflects the results of a laboratory research of the heat-exchange in a reactor with geometrical volume of  $V=24 \text{ dm}^3$ , mixed by a energy-saving device "Eleron-2" [1] and filled in with an emulsion with a given concentration of vegetable oil in water. Researched were heat-exchange systems of casing. The results were compared with those given in the specialised literature [2].

### I Въведение.

В технологичното производство често се налага да се осъществява топлообмен (загряване или охлаждане) при емулсии. Това са несмесваеми течности, с различна плътност и вискозитет, които участват "солидарно" с топлофизическите си свойства и параметри в процеса на топлообмена. За емулсиите е известно процентното съдържание на двете фази, участващи в сместа ( $\phi\%$ -за леката фаза и  $1-\phi\%$  за основната фаза – носител). В литературата има публикувани данни [2,3], че при разбъркване на емулсии в реактори, с определен тип бъркачка, могат да бъдат използвани критериални уравнения за основната фаза – носител, но да бъдат заместени топлофизическите данни за сместа (емулсията). Изчисляването на тези топлофизически параметри се препоръчва да става по следния начин [3]:

- динамичен вискозитет на емулсията:

$$\mu_{EM} = \mu_{\phi}^{\phi} \cdot \mu_n^{(1-\phi)} \quad , \text{Pa.s} \quad (1)$$

- топлопроводност

$$\lambda_{EM} = \left[ \frac{2\lambda_n + \lambda_o - 2\phi(2\lambda_n - \lambda_o)}{2\lambda_n + \lambda_o - \phi(\lambda_n - \lambda_o)} \right] \cdot \lambda_n \quad \text{, W/mK} \quad (2)$$

• Плътност на емулсията

$$\rho_{EM} = \phi \cdot \rho_o + (1 - \phi) \cdot \rho_n \quad \text{, kg/m}^3 \quad (3)$$

• специфичен топлинен капацитет

$$C_{EM} = \phi \cdot C_o + (1 - \phi) \cdot C_n \quad \text{, J/kgK} \quad (4)$$

• Число на Прандтл за емулсията при съответна температура:

$$Pr_{EM} = \frac{C_{EM} \cdot \mu_{EM}}{\lambda_{EM}} \quad (5)$$

• Число на Рейнолдс при разбъркване с параметрите на сместа :

$$Re_{\phi,EM} = \frac{\rho_{EM} \cdot \mu \cdot D^2}{\mu_{EM}} \quad (6)$$

Целта на настоящето изследване е да се провери с каква точност може да се прилага за емулсии , изведена по-рано от нас критериална зависимост [7] , отнасяща се за еднофазни системи, валидни за система кожух на лабораторен реактор, при стандартна конфигурация на съда и разбърквашо устройство "Елгерон-2" [1] :

$$Nu_{\lambda,EM} = 0.32 \cdot Re_{EM}^{0.66} \cdot Pr_{EM}^{0.24} \cdot \left( \frac{\mu_{EM}}{\mu_{оп,EM}} \right)^{0.14} \quad (7)$$

Уравнение (7) е определено от нас на същия опитен стенд и при същата методика на изследване, при използване на вода и диетилентгликол, като разбърквани среди.

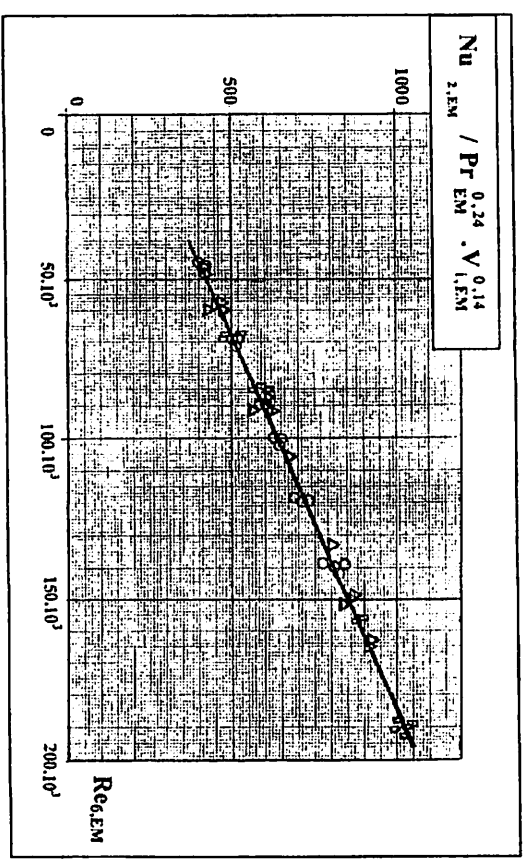
**II. Опитен стенд, използвани емулсии и обработени опитни данни.**

Опитният стенд , състоящ се от два контура за циркулация – топла вода (като топлоносител) и един контур ,предназначен за емулсията, е описан подробно в [4], заедно с методиката на измерване. Емулсията се охлажда и разбърква непрекъснато в самостоятелен резервоар , за да не се утавява. Използва се балансовият

метод за обработка на данните и определяне на  $\alpha_2$  и респективно  $Nu_2$  (откъм чл. 1 на разбъркването).

Използвахме три вида емулсии чрез диспергиране на слънчогледово растително масло (олио) във вода. Процентното съдържание на растителното масло във водата е както следва:

- а) при литра олио, диспергирани в 60 литра вода, при което се получава  $\phi=4,76\%$  об., ( $\phi = 0,0476$ ,  $(1-\phi)=0,9524$ )
- б) шест литра олио, диспергирани в 60 литра вода, ( $\phi=0,09$ ,  $(1-\phi)=0,91$ )
- в) девет литра олио, диспергирани в 60 литра вода, ( $\phi=0,13$ ,  $(1-\phi)=0,87$ )



Фиг.1. Обобщена зависимост за  $Nu_{2,EM}$  от  $Re_{\phi,EM}$  за всички концентрации на изследваните емулсии, топлообменна система кожух и разбърквашо устройство "Елгерон-2"

Обработените данни , за  $Nu_{2,EM}$  , с топлофизическите показатели на получените емулсии, изчислени съгласно формули (1) до (6) , са нанесени на фиг.1, като предварително данните са разделени на комплекса  $Pr_{EM}^{0.24} \cdot V_{EM}^{0.14}$ .

Отчитано е влиянието на температурата на стената. Елиминирани са и случайни грешки при измерване на температурата, отнасящи се до определянето на  $Nu_{2,EM}$ . Данните се описват с много добра точност от зависимост (7), валидна за

еднофазни системи. Максималното им отклонение от това уравнение след обработката е  $\pm 4,23\%$ .

### III. Изводи и заключения

Проверена е експериментално една теза от специализираната литература, според която, за топлообмен при разбъркване за емулсии могат да се използват зависимости, изведени за еднофазни нютоннови течни системи, като се заместят топлофизичните данни за получените след смесване емулсии в уравнения, получени за даден тип разбърквощо устройство и за даден тип топлообменна система към реактор. Тезата е потвърдена категорично за една бъркачка наша конструкция - "Елерон-2". По този начин за "Елерон -2" се потвърждават успешно предишни изследвания, отразени в [1], за нютоннови еднофазни системи.

### IV. Използвани символи и означения (които не са описани и дефинирани в текста):

$Re_{G,EM} = \frac{\rho_{EM} \cdot \pi \cdot D^2}{\mu_{EM}}$  - число на Рейнолдс при разбъркване на емулсии;

$Nu_{2,EM} = \frac{\alpha_{EM} \cdot L}{\lambda_{EM}}$  - число на Нуселт при разбъркване на емулсии;

$L$  - характеристичен размер, m;

$V_{2,EM} = \left( \frac{\mu_{0,EM}}{\mu_{ср,EM}} \right)^{0,14}$  - комплекс, отразяващ отношение на вискозитетите на емулсията

за температура на сместа и за температурата на стената;

$\alpha_{EM}$  - коефициент на топлопредаване при разбъркване на емулсии,  $W/m^2K$

$\Phi$  - обмен процент на емулсията на леката фаза в носителя, % или част от единицата;

### Индекси

2 - от към страната на разбъркването;

EM - за емулсия;

$\Phi$  - за за диспергираната фаза (растително масло);

и на носителя (вода);

### V. Литература

- [1] Стоков К.В., Ст. Крайчев, Енергоспестяващо разбърквощо устройство за реактори "Елерон-2", Международна конференция "Energy and information systems and technologies", 7-8 June, 2001, Bitola, vol. 1, p. 116-120.
- [2] Kwasniak Jan, Wärmübertragung beim Rühren von Suspensionen und Emulsionen, Verfahrenstechnik 7(1973), №10, s. 287-292.
- [3] VDI-Wärmeatlas, 8-te Auflage, 1997, Ma 10.
- [4] Крайчев Ст. Р. Цеков., Сравнение на топлообмена при механично разбъркване на течности в реактор с различни топлообменни повърхнини, Научна конференция на ЕМФ - 2000, Сборник доклади, том II стр. 115