

RESEARCH AND EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE POWER COEFFICIENT OF NEW TYPE MIXING DEVICE "KS - 3.1 PM"

Evgeni Kraychev

University of Mining and Geology “St. Ivan Rilski”, 1700 Sofia; E-mail: evgeni.kraychev@mgu.bg

ABSTRACT. In this publication, serves the purpose of presenting the performance characteristics for power consumption in emulsion stirring for a new mixing device tentatively named "KS - 3.1 PM". The name comes from the design, which consists of a planetary mechanism with three gears mounted in an aluminum housing, from which bushings are welded, on which three energy-saving mixers are mounted. Thus, the rotary motion from the DC motor is multiplied, because we have motion around its own axis and along a ring gear. The power factor $K_N \leq 1.5$, for the working range of Reynolds is ($Re_e \geq 87\ 000 \div 175\ 000$), which meets the requirement $3.3 \cdot V_r \leq 4.5$ m/s and refers to the category of energy-saving mixers.

Key words: mixing device, energy-saving, planetary mechanism, emulsion.

ИЗСЛЕДВАНЕ И ОПИТНО ОПРЕДЕЛЯНЕ НА КОЕФИЦИЕНТА НА МОЩНОСТТА НА НОВ ТИП РАЗБЪРКВАЩО УСТРОЙСТВО „КС – 3.1 ПМ“

Евгени Крайчев

Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, 1700 София

РЕЗЮМЕ. В настоящата публикация са представени получените резултати относно работните характеристики за консумираната мощност при разбъркване на емулсии за едно ново разбърквачко устройство, условно наречено „КС - 3.1 ПМ“. Наименованието идва от конструкцията, която се състои от планетарен механизъм с три зъбни предавки, монтирани в алуминиев корпус, от които са заварени втулки, на които са монтирани три енергоспестяващи бъркачки. Така въртеливото движение от правотоковия двигател се мултиплицира, защото имаме движение около собствена ос и по зъбен венец. Коефициентът на мощността $K_N \leq 1,5$, за работен диапазон на Рейнолдс е ($Re_e \geq 87\ 000 \div 175\ 000$), което отговаря на изискването $3,3 \cdot V_n \leq 4,5$ m/s и се отнася към категорията на енергоспестяващите бъркачки.

Ключови думи: разбърквачко устройство, енергоспестяване, планетарен механизъм, емулсия.

Въведение

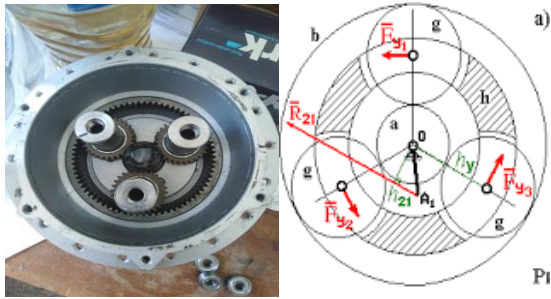
Разбъркването е основен хидро-динамичен процес, който в повечето случаи е съчетан с топло- и масообменни процеси, осъществяващи се в реактори с механични бъркачки. С оглед на непрекъснатото повишаване на цената на електроенергията, особено значение придобива проблемът за намаляване на производствените разходи, респективно времето за хомогенизиране на системи газ-течност-твърда фаза. В почти всички производства от фармацевтичната, химическата, хранително-вкусовата и особено в биотехнологичната промишленост, ефективността на разбъркването и ниски производствени разходи са основни критерии за цената и качеството на крайния продукт. Бъркачките на новото разбърквачко устройство са подобрени модификации на наши предишни енергоспестяващи лопаткови и турбинни видове. Флуидът се атакува с „режещ ръб“, в резултат на което има диспергиране на газови мехури, което води до увеличаване на масообменната повърхност. Освен това бъркачките се въртят едновременно около оста си и по

външния зъбен венец в алуминиевия корпус, като по този начин се наслаgват радиални, аксиални и тангенциални компоненти на скоростта на разбъркване.

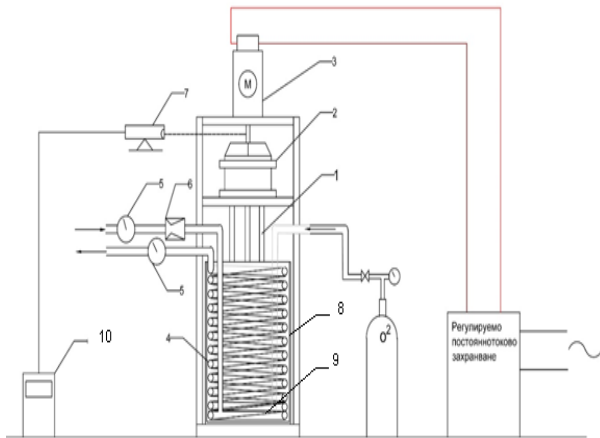
1. Схема на опитната постановка

Експерименталните изследвания са проведени на лабораторен полупромишлен реактор (8) с обем $V_R = 14,3$ dm³, изработен от плексиглас за по-добра визуализация на процесите. В него стандартно са монтирани 4 броя отражателни прегради (отбойници) и хоризонтално навита медна серпентина с дължина ($L_{серп.} = 7,94$ m). Преградите служат за избягване на ефекта на „фунията“ (завихряне на течността), а серпентината (4), в която тече топлоносител, служи за интензифициране на топлообмена и времето за разбъркване. На дъното на реактора е монтиран барботьор (9), служещ за насищане на средата с подходящ за целта инертен газ (кислород).

На фиг.1 е показан планетарния редуктор и схема на движението му. На фиг. 2, 3 и 4 са дадени снимки и схеми на основните възли от опитния стенд.



Фиг. 1. Планетарен редуктор и схема на движението му



Фиг. 2. Схема на опитната инсталация
 1 – енергоспестяващи бъркачки – 3 броя, 2 – планетарен редуктор, 3 – правотоков ел. двигател, 4 – медна серпентина, 5 – манометрични термометри, 6 – дигитален дебитомер, 7 – инфрачервен безконтактен оборотомер, 8 – реактор от плексиглас, 9 – барбутиращо устройство, 10 – записващо устройство



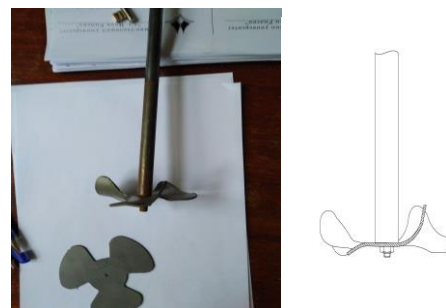
Фиг. 3. Снимка на опитната инсталация

Основният вал е зацепен към планетарен редуктор, от които излизат три работни органи. Честота на въртене на основния вал, респективно на трите бъркачки се регулира от автотрансформатор, а показанията се контролират от потенциометри съответно с волт- и амперметър, чрез калибровъчни криви.



Фиг. 4. Снимка на реактор 8 преди да влезе в работен режим

Монтирани са и чувствителни манометрични термометри (5) на входа и изхода на системата, както и дигитален дебитомер, отчитащ дебита в реално време. По този начин се съкращава времето за разбъркване, защото при една и съща мощност работят три бъркачки вместо една. Така се пести енергия при енергоемки процеси, които в някои случаи надхвърлят 200 часа в работен режим. Конструирана, изработена и охарактеризирана е нова конструкция на енергоспестяваща бъркачка, наречена КС 3.1ПМ (Крайчев, серия 3 в 1, планетарен механизъм), която атакува течността с режещ ръб и минимално съпротивление. На трите вала (фиг. 1), монтирани към планетарния механизъм чрез болтови слобки, могат да се поставят различен тип бъркачки със съответните геометрични характеристики. По този начин може да се направи сравнителен анализ на хидродинамиката на процеса разбъркване. Различните модификации на разбъркващите органи дават различни резултати при еднакви работни характеристики, както на реактора, така и на допълните възли към него.



Фиг.5. Геометрия на разбъркващия орган

Лопатките прехвърлят течността, като движението е в радиална, аксиална и тангенциална посока. Другите видове бъркачки, като Елерон 1, Двоен импелер (Крайчев и Йорданов, 2003) и „Нарцис“ (Крайчев, Йорданов и Попова, 2004), са изследвани в наши предишни трудове, но са модифицирани и подобрени откъм геометрични

размери и радиуси на закръгление с цел постигане на по-малко съпротивление, респективно по-малка мощност на разбъркване. Направени са и експериментални изследвания с най-масово използваните бъркачки, като шест лопаткова турбина „Ръштън“ и различни видове импелерни и пропелерни разбъркващи устройства с цел да се направи сравнителен анализ на величините, обуславящи ефективността на разбъркване. Резултатите показват по-добри мощностни характеристики при еднакви работни условия и критерий на Рейнолдс, който е безразмерна величина и показва характера на процеса, тъй като представлява скорост на флуида умножен по характерен размер и отнесен към кинематичен вискозитет. Този критерий определя вида на течението на флуида т.е. ламинарен, преходен или турбулентен режим.

2. Представяне на резултатите

Първоначално е отчетена собствената мощност на празен ход при различни обороти $n=200\div 1000 \text{ min}^{-1}$, без устройството да бъде потопено в течна фаза. Така се отчита „нетната“ мощност на разбъркване на двете системи за вода и етилен гликол за три вида бъркачки. Изчислена е разликата между брутна мощност и собствената консумирана мощност на разбъркване (загуби от зъбни предавки и триене в лагерите). Видно е, че кривите на мощността на новото устройство са по-полегати, респективно използва се по-малко ел. енергия, тъй като работят едновременно три работни органа, на които са монтирани новата серия енергоспестяващи бъркачки. За интензифициране на топло- и масообмена, в медната серпентина тече топлоносител гореща вода с входна температура $78 \text{ }^\circ\text{C}$ и изходна $55 \text{ }^\circ\text{C}$.

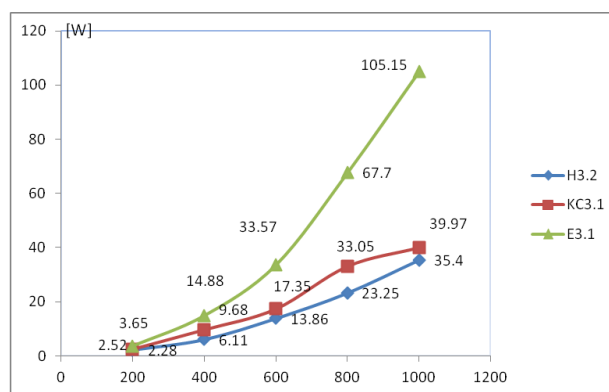
В таблици 1 и 2 са сравнени брутната и нетна мощност на разбъркване на вода и етилен-гликол за три серии буркачки. Оборотите на разбъркване варират от 200 до 1000 за минута. Във втората колона е изчислена мощността на празен ход, а в останалите колони са представени резултатите за трите серии бъркачки с различни флуиди.

Таблица 1. Сравнение на брутната и нетна мощност на разбъркване за вода за 3 серии бъркачки

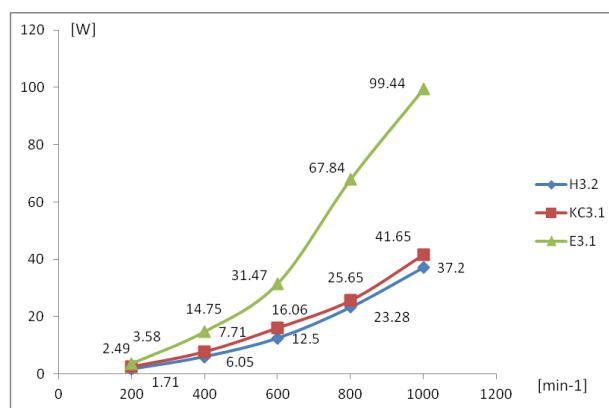
обороти	Мощност пр. ход	Мощност на разбъркване бруто		
		Н 3.1	КС 3.1	Елер.3.1
Min ⁻¹	[W]			
200	23,65	25,93	26,17	27,3
400	24,77	30,88	34,45	39,65
600	25,86	39,72	43,21	59,43
800	33,42	56,67	68,47	99,12
1000	62,67	98,07	102,6	167,82
обороти	Мощност пр. ход	Мощност на разбъркване нето		
Min ⁻¹	[W]	Н 3.1	КС 3.1	Елер.3.1
200	23,65	2,28	2,52	3,65
400	24,77	6,11	9,68	14,88
600	25,86	13,86	17,35	33,57
800	33,42	23,25	33,05	67,7
1000	62,67	35,4	39,97	105,15

Таблица 2. Сравнение на брутната и нетна мощност на разбъркване за етилен гликол за 3 серии бъркачки

Обороти	Мощност пр. ход	Мощност на разбъркване бруто		
		Н 3.1	КС 3.1	Елер.3.1
Min ⁻¹	[W]			
200	23,65	25,36	26,14	27,25
400	24,77	30,82	32,48	39,52
600	25,86	38,36	41,92	57,33
800	33,42	56,7	59,07	101,26
1000	62,67	99,87	104,32	162,11
Обороти	Мощност пр. ход	Мощност на разбъркване нето		
Min ⁻¹	[W]	Н 3.1	КС 3.1	Елер.3.1
200	23,65	1,71	2,49	3,58
400	24,77	6,05	7,71	14,75
600	25,86	12,5	16,06	31,47
800	33,42	23,28	25,65	67,84
1000	62,67	37,2	41,65	99,44



Фиг. 4. Графика на зависимостта на мощността на бъркачките от честотата на въртене за вода (данните са от таблица 1)



Фиг. 5. Графика на зависимостта на мощността на бъркачките от честотата на въртене за етилен гликол (данните са от таблица 2)

От графиките се вижда, че мощността на новите разбъркващи устройства е значително по-малка от познатия Елерон 3.1 при еднакви обороти на въртене, както и еднакви работни условия.

3. Заключение

Конструирана, изработена и охарактеризирана е нова конструкция на енергоспестяваща бъркачка, наречена КС 3.1 ПМ. Изследван и описан е коефициентът на мощността за две серии модифицирани бъркачки в лабораторен реактор с хоризонтално навита медна серпентина. Стойностите за K_N могат да се използват в практиката при изчисляване на теоретичната мощност за разбъркване съгласно уравнение:

$$P = K_N \rho n^3 d_b^5, W \quad (1)$$

Литература

Еленков, Д. 1962. *Процеси и апарати в химическата промишленост*, изд. Техника, София.

Дечева, С., И. Хинков, М. Кършева, С. Дянков. 2013. Моделиране на хидродинамиката в цилиндрични съдове с разбъркване, *Хранителна наука, техника и технологии, Пловдив 18-19.10. 2013.*

Крайчев, С. 2000. *Нови енергоспестяващи механични бъркачки за химическото, хранително-вкусовото и биотехнологично производство*. Хабилитационен труд, София.

Крайчев, Е., В. Йорданов 2003 *Топлообмен при разбъркване в течна среда в лабораторен реактор с нов тип аксиален импелер*, ЕМФ ТУ-София.

Крайчев, Е., В. Йорданов, И. Попова. 2004. *Опитно определяне коефициента на мощността на нов тип механично разбъркващо устройство-аксиален импелер*, ЕМФ ТУ-София.

Стренк, Ф. 1975. *Перемешивание и аппараты с мешалками*, Химия, Ленинград.

Mann R. 1983. *Gas – Liquid Contracting in Mixing Vessels*, Rudby, London

VDI – Waermeatlas (2002) 9 te Auflage.