

А.И.Ершов, М.Ф.Шнайдерман, С.К.Протасов

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СКОРОСТНОЙ ТАРЕЛКИ С  
ПРЯМОТОЧНО-ЦЕНТРОБЕЖНЫМИ КОНТАКТНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Использование массообменных тарелок с взаимодействием фаз в закрученном потоке внутри контактных элементов дает возможность значительно увеличить производительность существующих абсорбционных и ректификационных аппаратов [1]. В настоящее время проведены исследования разнообразных конструкций подобного принципа действия, однако результаты не всегда можно сопоставить между собой, поскольку гидродинамические параметры не выражены через единые критерии, а привязаны к конкретным конструктивным размерам устройств.

В данной работе в качестве независимого переменного, характеризующего степень закрутки потока, принята величина безразмерного момента количества движения в тангенциальном направлении [2]

$$M = 2 \int_0^1 \bar{u} / \bar{w} \bar{z}^2 d\bar{z} \quad (1)$$

Учитывая характер распределения тангенциальной скорости в закрученном потоке, и на основе проведенных экспериментальных исследований поля скоростей для конкретных закручивателей, получена следующая зависимость для величины безразмерной тангенциальной скорости

$$\bar{w} = 2/\bar{z} \exp(-1/2M\bar{z}), \quad (2)$$

где  $U$ ,  $W$ ,  $U_{cp}$  — осевая, тангенциальная и среднерасходная скорости;  $z$ ,  $R$  — текущий радиус и радиус трубы;  $\rho$  — плотность газа;  $\bar{z} = z/R$ ;  $\bar{u} = U/U_{cp}$ ;  $\bar{w} = W/U_{cp}$

Эффективность работы тарелок элементного типа с рециркуляцией жидкой фазы и общим переливом на ступени во многом зависит от расхода жидкости через контактные элементы. Существенное влияние на эту величину оказывает гидравлическое сопротивление контактного элемента и место ввода жидкости.

нами исследовано гидравлическое сопротивление входа и выхода из контактного элемента. Коэффициент гидравлического сопротивления входа в значительной степени зависит от способа закрутки потока и качества изготовления закручивателя. Зависимость коэффициента гидравлического сопротивления выхода от  $M$  является в определенной мере универсальной. Получены следующие выражения

$$\xi_{\text{вых}} = \exp(M^2) \quad \text{для} \quad 0 < M < 0,9; \quad (3)$$

$$\xi_{\text{вых}} = 0,54 \exp(1,6M) \quad \text{для} \quad 0,9 < M < 1,2 \quad (4)$$

В случае подвода жидкой фазы по радиальным трубкам выше закручивателя проанализировано влияние места ввода жидкости по радиусу и степени закрутки потока на ее расход.

Используя выражение для радиальной составляющей скорости, полученное из уравнения Навье-Стокса, и пренебрегая малыми величинами, имеем

$$\frac{\partial p}{\partial r} = \rho \frac{W^2}{r} \quad (5)$$

Подставляя (2) в (5) и выражая величину статического давления через коэффициент гидравлического сопротивления

$$\xi_{\text{об}} = \frac{2(P - P_{\text{ср}})}{\rho U_{\text{ср}}^2} \quad (6)$$

получим

$$\xi_{\text{об}} = 4e^{-\frac{1}{M^2}} \left( M^2 + \frac{M}{r} \right) - 8M \int_0^1 e^{-\frac{1}{M^2}} (Mz + 1) dz, \quad (7)$$

где 
$$P_{\text{ср}} = \frac{2}{R^2} \int P r dz$$

Интеграл в правой части уравнения (7) не берется в квадратурах. С помощью ЭВМ было получено численное решение. Результаты представлены в таблице I.

Используя данные таблицы I, можно моделировать различный характер изменения нагрузок по фазам с изменением места ввода жидкости и степени закрутки потока.

Экспериментально исследовался также унос капель из контактного элемента в зависимости от степени закрутки потока  $M$  и места ввода жидкости при различных нагрузках по фазам. Зависимость расхода уноса от степени закрутки потока в

на скорости  $14+22$  м/с и плотности вращения  $\nu = 1+5$  м<sup>3</sup>/мч имеет экстремум. При  $M = 0,6+0,8$  унос жидкости будет минимальный.

С изменением места ввода жидкости в радиусе от стенок к центру величина уноса в окрестности стенки до  $0,2 \bar{z}$  изменяется незначительно, а затем от  $0,2$  до  $0,6 \bar{z}$  наблюдается резкое увеличение брызгоуноса.

Таблица I

Коэффициенты гидравлического сопротивления  $\xi_{доп}$  в зависимости от степени закрутки потока и места ввода жидкости

№ п/п	$M$	$\bar{z}$	$\xi_{доп}$				
			0,2	0,4	0,6	0,8	I
I	0,50	-0,42	-0,34	-0,11	0,15	0,39	
2	0,55	-0,60	-0,46	-0,13	0,21	0,51	
3	0,60	-0,82	-0,59	-0,15	0,28	0,63	
4	0,65	-1,07	-0,74	-0,16	0,36	0,76	
5	0,70	-1,37	-0,89	-0,17	0,44	0,90	
6	0,75	-1,70	-1,04	-0,17	0,53	1,03	
7	0,80	-2,06	-1,20	-0,16	0,62	1,17	
8	0,85	-2,45	-1,36	-0,15	0,72	1,32	
9	0,90	-2,88	-1,52	-0,14	0,82	1,46	
10	0,95	-3,33	-1,68	-0,12	0,92	1,61	
11	1,00	-3,80	-1,83	-0,10	1,03	1,75	

## Л и т е р а т у р а

1. Ершов А.И. Разработка, исследование и применение элементных ступеней контакта с взаимодействием фаз в закрученном проточке. Автореф. докт. дис. Ленинград, 1975.

2. Аэродинамика закрученной струи. Под ред. Ахметова Р.З. М., Энергия, 240 стр.