

В.С. Хориков, С.К. Протасов

ВЛИЯНИЕ ПОДВОДА ЖИДКОЙ ФАЗЫ В КОНТАКТНОЕ УСТРОЙСТВО НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ МАССООБМЕНА ПРИ РЕКТИФИКАЦИИ

Разработаны новые конструкции массообменных тарелок элементного типа с взаимодействием фаз в закрученном прямотоке, которые позволяют значительно повысить эффективность процессов и увеличить пропускную способность аппарата [1 - 5].

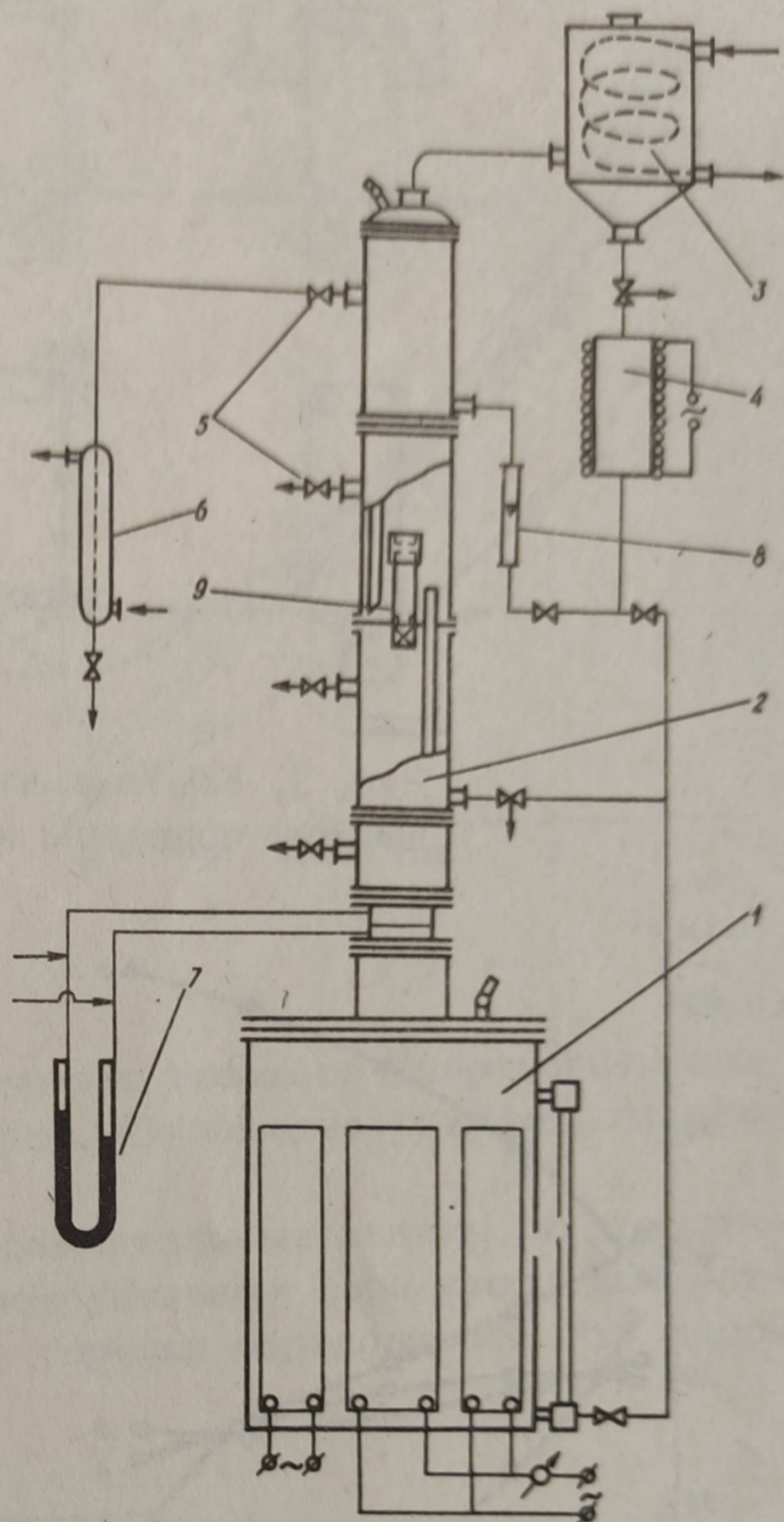
По принципу действия они созданы с циркуляцией жидкости на тарелке, т.е. когда жидкость многократно вступает в контакт со свежей порцией газа, и без циркуляции, когда жидкость после контакта с паром (газом) по переливному устройству направляется на нижележащую ступень. По подводу жидкости в зону контакта их можно подразделить на элементы с центральным и периферийным подводом.

Настоящая работа посвящена экспериментальному исследованию влияния различных способов подвода жидкости в зону контакта, а также кратности циркуляции жидкости и геометрических параметров на эффективность массообмена прямоточных контактных тарелок при ректификации.

Опыты проводились в трехступенчатой колонне диаметром 100 мм на бинарной системе этанол-вода. Схема установки изображена на рис. 1. Массообменная тарелка выполнена из контактного элемента диаметром 20 мм, длиной 120 мм и переливного устройства с высотой планки 40 мм. Для создания закрученного потока в элементе имелись тангенциальные входные щели, площадь которых равнялась площади поперечного се-

Рис. 1. Схема трехступенчатой ректификационной колонны:

1--куб-испаритель; 2--колонна; 3--дефлегматор;
 4--подогреватель флегмы; 5--штуцера для отбора проб;
 6--конденсатор для отбора проб пара; 7 --
 U-образный дифманометр; 8--ротаметр; 9--контактная тарелка.



чения контактного элемента, а площадь каналов для подвода жидкости была одинаковой во всех шести исследованных вариантах контактных устройств, изображенных на рис. 2, где подвод жидкости: а - периферийный без циркуляции жидкости на тарелке; б - периферийный с циркулирующей жидкости на тарелке; в - центральный до закручивателя; г - центральный после закручивателя; д - периферийный с подводными трубками в зону максимальных скоростей; е - периферийный с взаимодействием прямотока и закрученного потока.

Исследования проводились в диапазоне среднеосевой скорости пара в сечении контактного патрубка 10-20 м/с при полной флегме. Контрольной тарелкой являлась средняя, находящаяся в наиболее стационарных условиях.

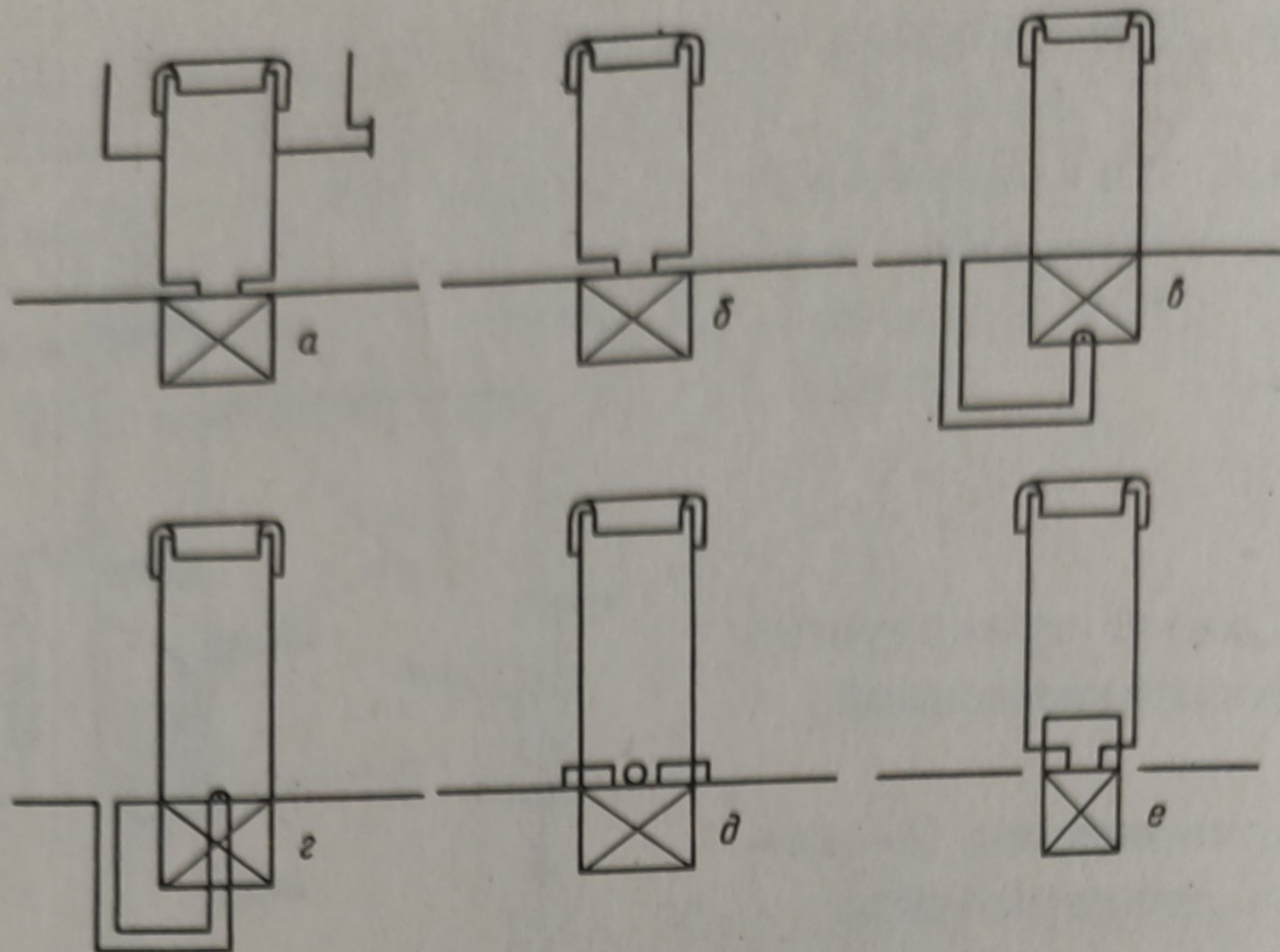


Рис. 2. Контактные элементы с различным подводом жидкости.

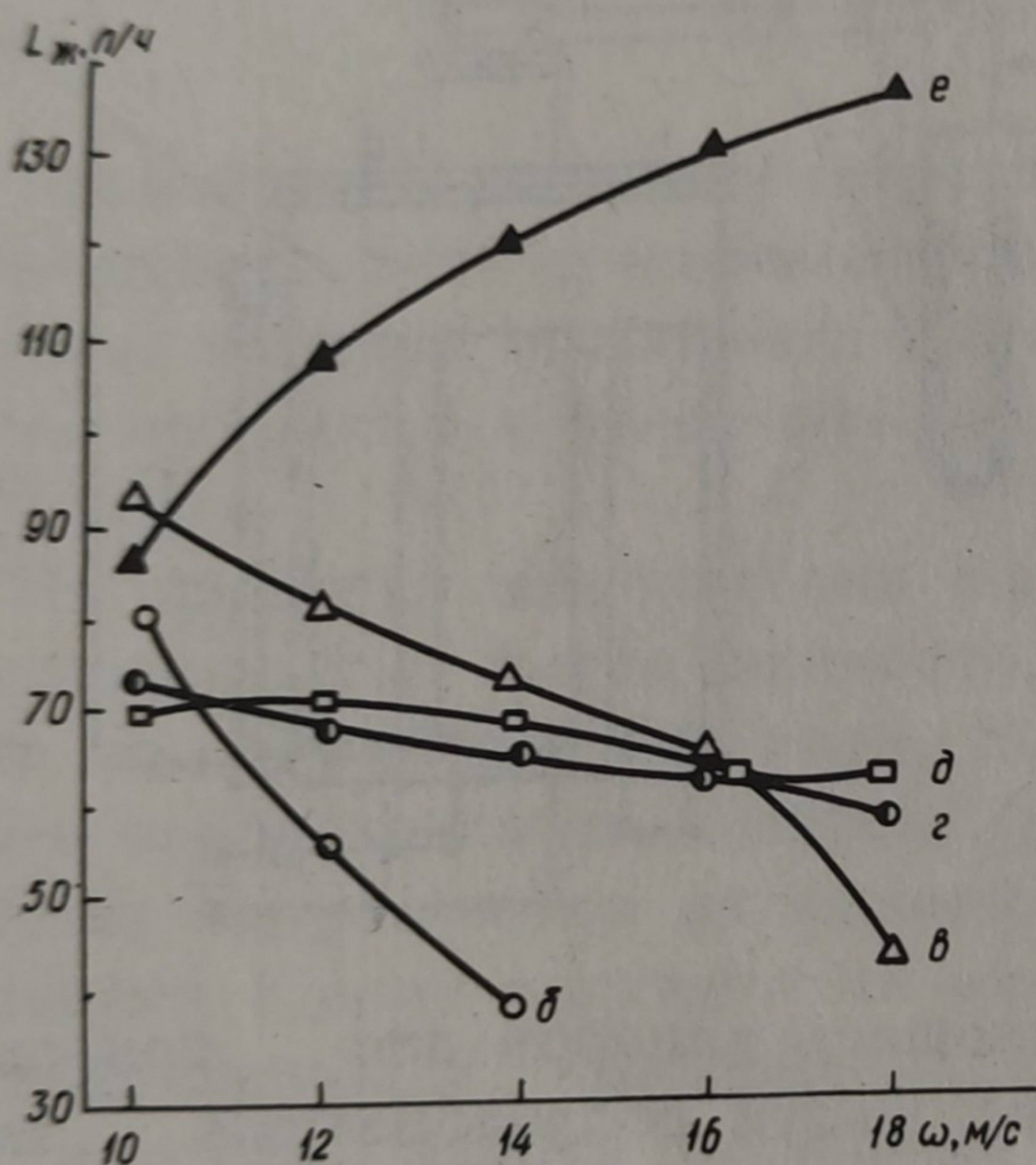


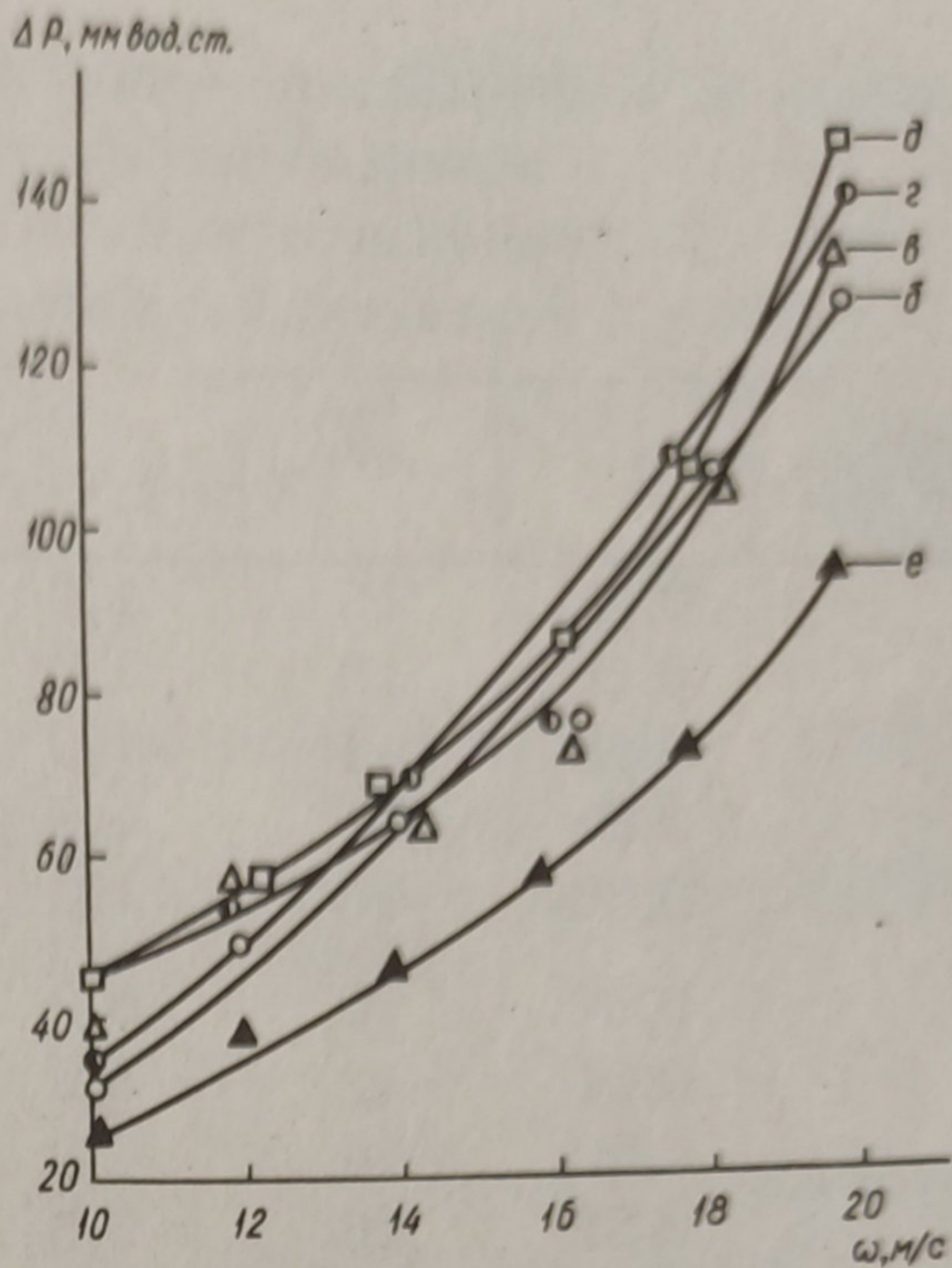
Рис. 3. Зависимость расхода жидкости через элемент от скорости газа для пяти вариантов подвода жидкости.

Опыты показали, что количество жидкости, поступающей в контактный элемент, зависит от уровня жидкости на тарелке, площади и формы отверстий, а также скорости газовой фазы (рис. 3).

В пяти вариантах подвода из шести расход жидкости в элемент с увеличением расхода газа уменьшается в связи с ростом потерь напора на гидравлическое сопротивление.

Оценка по гидравлическому сопротивлению контактных элементов показывает, что конструкции с расположенными внутри подводными жидкостью трубками повышают их сопротивление.

Рис. 4. Зависимость гидравлического сопротивления от скорости пара (газа) в контактном элементе для пяти вариантов подвода жидкости.



Разделение поступающего в элемент газового (парового) потока на осевой и закрученный (рис. 4) заметно снижает гидравлическое сопротивление.

В табл. 1 приведены экспериментальные данные по эффективности для исследуемых конструктивных вариантов контактных элементов. Эффективность тарелки определялась по паровой фазе:

$$\eta = \frac{y_k - y_n}{y_k^* - y_n}$$

где η — эффективность тарелки по паровой фазе; y_n , y_k — соответственно начальная и конечная концентрации этанола в паровой фазе, $\frac{\text{кмоль спирта}}{\text{кмоль спирта} + \text{вода}}$; y_k^* — равновесная концентрация этанола в паровой фазе, $\frac{\text{кмоль спирта}}{\text{кмоль спирта} + \text{вода}}$.

Подводы жидкости в центральную часть элемента с помощью осевой трубки и радиальных трубочек на эффективность массообмена практически не оказывают влияния. Эффективность контактных элементов с периферийным подводом через

Таблица 1. Экспериментальные данные эффективности массо-обмена и гидродинамических параметров для тарелок с различным подводом жидкости в контактный элемент

Конструктивный вариант	η	ω , м/с	L/G , кг/кг	n	ξ	
					орошаемое	сухое
а	0,55	10	1,0	1,0	9,7	5,0
	0,58	12	1,0	1,0	8,0	5,8
	0,58	14	1,0	1,0	6,4	5,3
	0,61	16	1,0	1,0	5,7	4,7
	0,65	18	1,0	1,0	-	5,4
б	0,64	10	6,2	6,2	9,7	5,0
	0,61	12	3,6	3,6	8,0	5,8
	0,60	14	2,2	2,2	6,4	5,3
	0,55	16	0,5	0,5	5,7	4,7
в	0,61	10	7,1	7,1	10,8	6,4
	0,61	12	5,1	5,1	8,2	5,5
	0,61	14	4,0	4,0	6,8	4,7
	0,59	16	3,1	3,1	5,4	4,25
г	0,50	10	5,6	5,6	11,3	5,6
	0,53	12	4,4	4,4	10,7	6,2
	0,55	14	3,6	3,6	9,4	5,7
	0,56	16	3,0	3,0	7,8	4,9
д	0,54	10	5,4	5,4	10,4	7,0
	0,54	12	4,6	4,6	9,5	6,15
	0,56	14	3,7	3,7	7,9	5,6
	0,56	16	3,1	3,1	6,8	5,2
	0,61	10	6,9	6,9	9,5	4,2
	0,57	12	6,9	6,9	8,1	4,5
	0,51	14	6,6	6,6	6,9	4,0
	0,51	16	6,1	6,1	5,7	3,4

Примечание. ω - среднеосевая скорость в контактном элементе, м/с; $\frac{L}{G}$ - весовое соотношение жидкой и газовой (паровой) фаз, кг/кг; n - кратность циркуляции жидкости в контактном элементе; ξ - коэффициент гидравлического сопротивления.

кольцевую щель оказалась немного выше по сравнению с периферийным подводом через радиальные трубочки.

При проектировании прямоточных контактных тарелок элементного типа рекомендуется принимать во внимание все параметры, приведенные в таблице, а не только данные по эффективности.

Л и т е р а т у р а

1. Плехов И.М., Ершов А.И. Авт. свид. № 182108. - "Бюл. изобр". № 11 (1968).
2. Normann W. S. Пат. ФРГ № 1024488 (1958).
3. Пат. ФРГ № 1254125 (1967).
4. Пат. ФРГ № 1256192 (1967).
5. Пат. ФРГ № 1260437 (1968).