

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

ПИЩЕВАЯ
ТЕХНОЛОГИЯ

ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК

663.551.24

ВЫБОР РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ТАРЕЛКАМИ В РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЕ

И. Ф. МАЛЕЖИК, П. С. ЦЫГАНКОВ

Киевский технологический институт пищевой промышленности

Определено расстояние между тарелками по высоте колонны в зависимости от содержания спирта в спирто-водном паре. Теоретически доказана необоснованность увеличения этого расстояния в нижней части колонны для спиртовой промышленности. Показано, что расчет следует вести по верхней части.

При проектировании ректификационных колонн необходимо иметь в виду, что расстояние между тарелками, имеющими сливные устройства, зависит в основном от следующих величин: $H=f(\omega, z, \gamma, A)$, где ω — скорость пара в свободном сечении колонны, z — глубина барботажа, γ — удельный вес пара, A — плотность орошения.

При конструировании тарелок z принимают величиной постоянной по всей высоте колонны, величина A , согласно экспериментальным данным [1], мало влияет на величину брызгоуноса и картину барботажа, а следовательно, и на межтарелочное расстояние. Таким образом, основными факторами будут ω и γ .

Таблица

Приход			Расход		
Наименование	Вес, кг	Количество тепла, ккал	Наименование	Вес, кг	Количество тепла, ккал
Эпюрат из эпюрационной колонны	2,76	242	Спирт-ректификат (жидкость)	1,0	54
Флегма и ректификат из дефлегматора (жидкость)	4,64	250	Пары сивушного масла	0,018	12
Спирто-водная жидкость из маслопромывателя	0,038	4	Пары, образующие нестандартный спирт	0,03	9
Греющий пар	2,062	1340	Потери спирта или тепла Лютерная вода (без конденсата греющего пара)	0,002	73
			Пары флегмы и ректификата, поступающие в дефлегматор.	1,75	182
			Конденсат греющего пара	4,64	1290
				2,06	216
Итого	9,5	1836	Итого	9,5	1836

Проследим, как изменяется скорость пара по высоте колонны. Обычно диаметр колонн по всей высоте принимается одинаковым. В таблице приведен материальный и тепловой баланс колонны (на 1 кг ректифицированного спирта), который дает возможность определить объем паров по ее высоте. В кубе колонны при $P = 2,5 \text{ м вод. ст.}$ $\gamma_{\text{пара}} =$

$= 0,73 \text{ кг/м}^3$, в верхней части колонны при $P=0,1 \text{ м. вод. ст.}$ $\gamma_{\text{пара}} = 1,46 \text{ кг/м}^3$ [2]. Тогда согласно таблице объем пара в колонне будет:

$$\text{внизу } V = \frac{2,062}{0,73} = 2,83 \text{ м}^3, \quad \text{вверху } V = \frac{4,64 + 0,03}{1,46} = 3,2 \text{ м}^3.$$

Таким образом, объем пара в верхней части колонны в 1,17 раза больше, чем внизу, соответственно и скорость пара вверху будет больше. Если принять скорость пара внизу $0,6 \text{ м/сек.}$, что практически может быть достигнуто при существующих расстояниях между тарелками, то в верхней части она составит $0,7 \text{ м/сек.}$

На рис. 1 дано изменение концентрации спирто-водного пара C и встречного потока жидкости по высоте колонны. График получен при следующих условиях: флегмовое число $v=3,5$; спирта в остатке $x_0 = 0,015 \text{ об. \%} = 0,0047 \text{ мол. \%}$; в элюате — $x_1 = 45 \text{ об. \%} = 19,21 \text{ мол. \%}$; в дистилляте — $x_2 = 96,2 \text{ об. \%} = 86,25 \text{ мол. \%}$. При этом колонна должна иметь $n_m = 33$ теоретические тарелки.

В зависимости от содержания спирта в паре был найден удельный вес спирто-водного пара γ над каждой действительной тарелкой в колонне n_d при к. п. д. тарелок $0,5$ (рис. 2, кривая 1). При этом γ определяли, исходя из давления в кубе колонны $P=2,5 \text{ м вод. ст.}$, что соответствует сопротивлению одной тарелки $36,5 \text{ мм вод. ст.}$

Если считать, что W изменяется равномерно по высоте колонны, то при взятой величине $W=0,6 \text{ м/сек}$ для нижней части колонны на любой n -ой тарелке будет:

$$W = 0,6 + \frac{0,7 - 0,6}{66} \cdot n = 0,6 + \frac{0,1}{66} \cdot n.$$

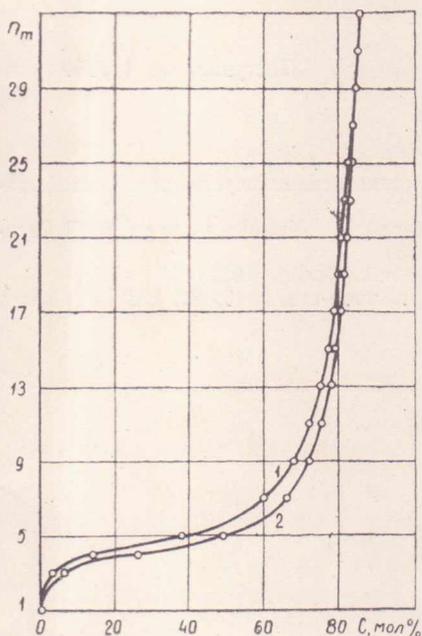


Рис. 1. 1 — в жидкой фазе; 2 — в паровой фазе.

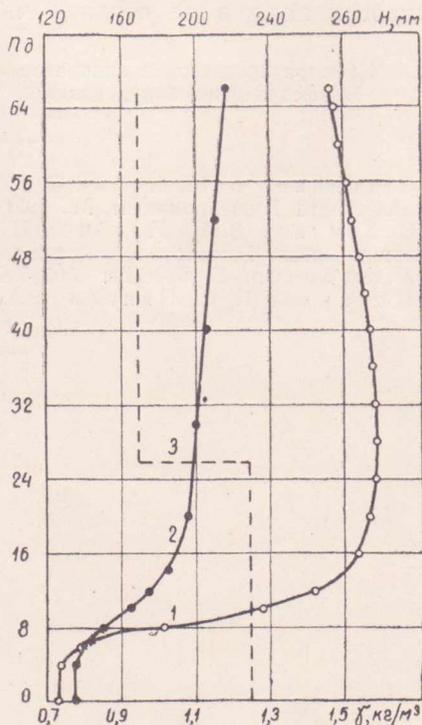


Рис. 2. Изменение удельного веса спирто-водного пара и расстояния между тарелками по высоте колонны.

Зная значения γ и W , находим оптимальное расстояние между тарелками по высоте колонны H (рис. 2) по расчету при давлении в кубе колонны 1,25 ата (кривая 2) и в ректификационных колоннах, выпускаемых тамбовским заводом «Комсомолец» (кривая 3). При этом мы пользовались графиком, составленным Киришбаумом по опытным данным для смеси этиловый спирт — вода [3].

Как видно из рис. 2, расстояние между тарелками для большей части колонны изменяется незначительно. Резкое уменьшение величины H наблюдается только в самой нижней части колонны. Исходя из этого, следует считать неоправданным увеличение расстояния между тарелками в этой части ректификационных колонн брагоректификационных аппаратов, выпускаемых в последние годы для спиртовой промышленности в соответствии с проектным заданием, разработанным институтом «Гипроспиртвино» [4].

Рис. 2 показывает, что при постоянном расстоянии между тарелками диаметр ректификационной колонны следует определять по γ и W не в нижней части колонны, как это обычно практикуется, а в верхней.

ВЫВОДЫ

1. Расстояние между тарелками при постоянном диаметре ректификационной колонны рекомендуется делать переменным.

2. Увеличение расстояния между тарелками в нижней части ректификационных колонн по сравнению с верхней следует считать необоснованным.

3. При постоянном расстоянии между тарелками расчет диаметра ректификационной колонны следует производить по удельному весу и скорости пара в ее верхней части.

Кафедра процессов и аппаратов
Кафедра спецоборудования

Поступила 11 I 1964

ЛИТЕРАТУРА

1. Стабников В. Н., Харин С. Е. Теоретические основы перегонки и ректификации спирта. Пищепромиздат, М., 1951.
2. Стабников В. Н., Мальцев П. М., Ройтер И. М., Метюшев Б. Д. Этиловый спирт. Гостехиздат Украины, Киев, 1959.
3. Kirschbaum E. Destillier und Rektifiziertchnik, Berlin, 1950.
4. Цыганков П. С., Николаев А. П. Спирт. пром-сть, № 3, 22, 1961.