

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

ПИЩЕВАЯ
ТЕХНОЛОГИЯ

ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ПИТАНИЯ НА РЕЖИМ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ

П. С. ЦЫГАНКОВ, И. Ф. МАЛЕЖИК

Киевский технологический институт пищевой промышленности

Выявлены причины снижения производительности колонны с понижением концентрации питания. Дан график зависимости числа теоретических тарелок от концентрации питания при различных значениях флегмовых чисел.

Цель работы — выявить количественную зависимость между производительностью ректификационной колонны и концентрацией элюрата, поступающего на ее питание.

Исходя из схемы движения масс в колонне (рис. 1), составим материальный баланс по спирту;

$$Ax_a = Dx_d + Bx_b,$$

где A , D , B — количество соответственно элюрата, дистиллята и кубового остатка, $m^3/час$;

x_a , x_d , x_b — содержание спирта соответственно в элюрате, дистилляте и кубовом остатке, об. %.

Содержание спирта в дистилляте мы всюду принимали 96,2 об. %. При эксплуатации колонны стремятся к тому, чтобы ее производительность Dx_d с изменением x_a оставалась постоянной. А так как величина x_b практически равна нулю, то $Dx_d = Ax_a$. По техническим условиям $x_d = const$, следовательно, при постоянной производительности и $D = const$, т. е. с изменением x_a ,

будет меняться только $A = \frac{1}{x_a}$.

Производительность колонны с переменной концентрации питания при $x_d = const$ постоянна только при флегмовом числе $v = \frac{L}{D} = const$. Однако необходимое число теоретических тарелок n в колонне зависит от x_a (рис. 2). При этом величина парового потока, а следовательно, и расход пара на ректификацию постоянны, как и отношение жидкостного и парового потоков — $\frac{L}{G}$ в концентрационной части колонны.

В выварной части колонны n изменяется от $n = \infty$ при x_a_{min} до конечного n при любом значении $x_a > x_a_{min}$, а в концентрационной

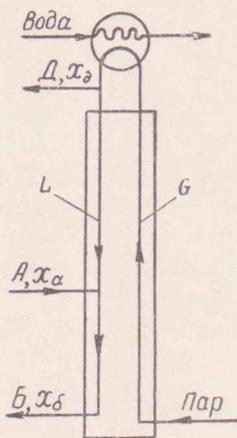


Рис. 1.

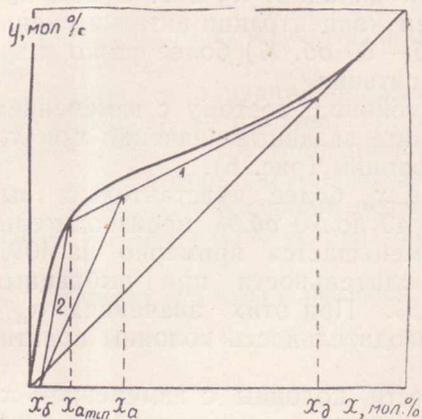


Рис. 2. Кривая равновесия для смеси этиловый спирт—вода. Рабочие линии для части колонны: 1 — концентрационной; 2 — выварной.

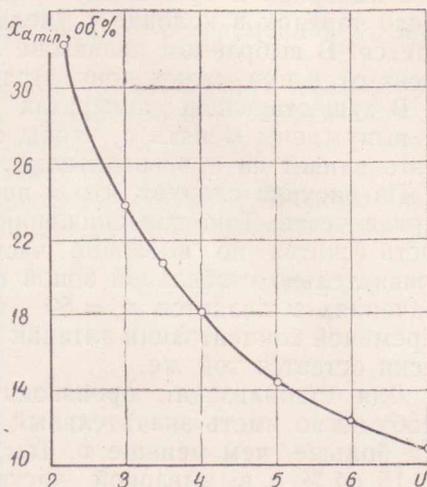


Рис. 3.

части соответственно от $n = \infty$ при $x_{a,min}$ до $n = 0$ при $x_a = x_d$.

Из уравнения рабочей линии 1 (рис. 2) концентрационной части

$y = \frac{v}{v+1}x + \frac{x_d}{v+1}$ следует, что определенному значению v соответствует определенное $x_{a,min}$, ниже которого любое n в выварной и в концентрационной частях не обеспечит необходимой степени концентрирования или вываривания спирта. График зависимости $x_{a,min}$ от v дан на рис. 3.

На рис. 4 показана зависимость

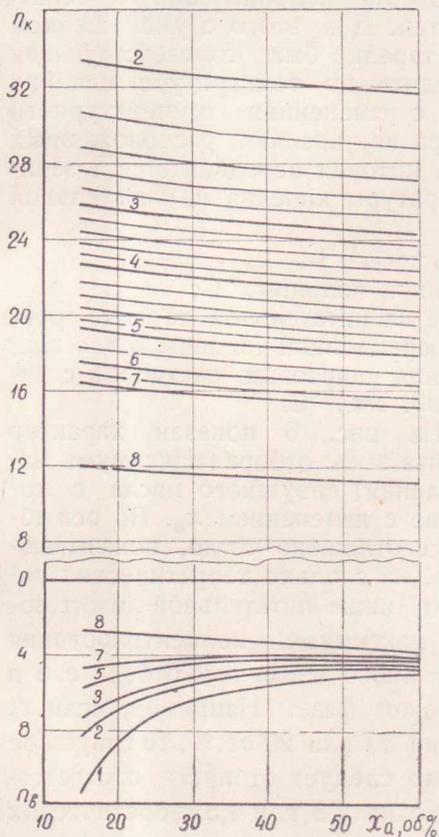


Рис. 4. 1— $v_{min}=2,2$; значения v : 2—3; 3—3,5; 4—4; 5—5; 6—6; 7—7; 8— ∞ .

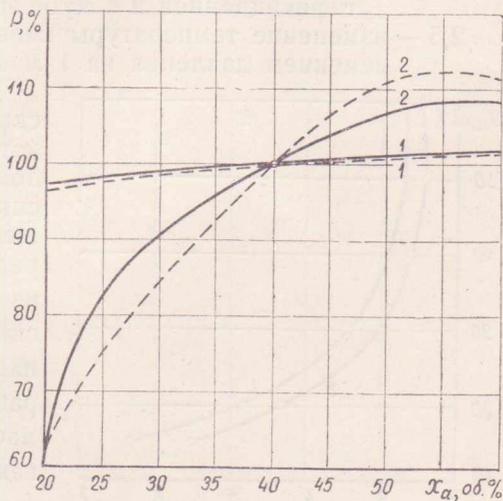


Рис. 5. Значения v : — 3,5; - - 4; для части колонны: 1—концентрационной; 2—выварной.

n_v в выварной и n_k в концентрационной частях от x_a и v . Суммарное число тарелок в колонне с увеличением концентрации питания уменьшается. В выбранном диапазоне x_a (15—60 об. %) более резко n зависит от v при малых концентрациях питания.

В существующих аппаратах n постоянно, поэтому с изменением x_a вынуждены менять v , чтобы сохранить заданные значения x_d и x_b , а это влияет на производительность колонны (рис. 5).

Из рисунка следует, что к перемене x_a более чувствительна выварная часть. Так, при снижении x_a с 40 до 20 об. % производительность (считая по выварной части) уменьшается примерно на 40%. Сравнительно стабильной зоной производительности при выбранных значениях v является $x_a = 50—60$ об. %. При этих значениях x_a с переменной концентрацией питания производительность колонны практически остается той же.

Для стабилизации производительности колонны с изменением x_a необходимо иметь значительный запас тарелок в выварной части и тем больше, чем меньше v . Так, при $v = 3$ с понижением x_a от 30 до 15 об. % n в выварной части должно увеличиться с 5,4 до 8,3, т. е. на 54%, а в концентрационной — с 32,7 до 33,5, или на 2,5%.

При проектировании колонны предусматривается определенный запас тарелок, но при эксплуатации все же с уменьшением x_a производительность резко падает, так как обычно не меняют режима работы колонны. Однако его следует поддерживать таким, чтобы сохранить условия, обеспечивающие работу колонны при $v = \text{const}$ для выварной и концентрационной частей. Для этого с уменьшением x_a необходимо, чтобы на питательной тарелке была соответствующая ему концентрация. За этим можно следить по температуре кипения на питательной тарелке: одновременно с изменением температурного режима на ней изменится и температура на тарелках, расположенных ниже — в зоне отбора сивушного масла, которая передвигается в зависимости от x_a . Для определения температуры кипения на питательной тарелке воспользуемся зависимостью:

$$t_{\text{num}} = t_g + 2,5 (H_p - H_g) \text{ } ^\circ\text{C},$$

где t_g — температура в кубе эспирационной колонны, $^\circ\text{C}$;

H_p и H_g — соответственно давление на питательной тарелке ректификационной и в кубе эспирационной колонны, *м вод. ст.*;

2,5 — изменение температуры кипения спиртовых растворов с изменением давления на 1 *м вод. ст.*, $^\circ\text{C}$.

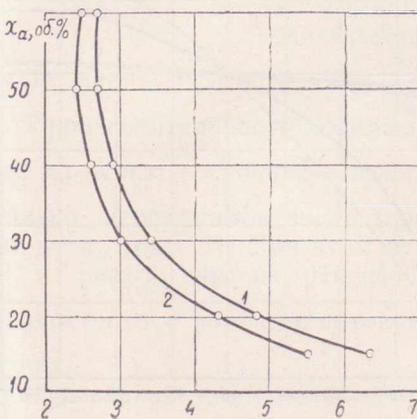


Рис. 6. Значения v : 1—3; 2—3,5.

На рис. 6 показан характер сдвига зоны отбора (максимума накопления) сивушного масла в колонне с изменением x_a . По оси абсцисс отложено число, показывающее, на сколько теоретических тарелок ниже питательной лежит зона максимума концентрирования сивушного масла при отборе его в паровой фазе. Например, если x_a равно 50 или 20 об. %, то сивушное масло следует отбирать соответственно на 2,5 или 4,5 теоретических тарелок ниже питательной (примерно на 5 или 9 реальных тарелок),

ВЫВОДЫ

1. Режим работы ректификационной колонны с переменной x_a должен меняться.
2. Для стабилизации производительности необходимо температурный режим на ее питательной тарелке устанавливать в зависимости от температуры в кубе эспурационной колонны.
3. Зона отбора сивушного масла зависит от x_a .
4. При проектировании ректификационных колонн необходимо вести расчет на наихудшие условия, возникающие при низких значениях x_a .

Кафедра процессов и аппаратов

Поступила 14 VIII 1963