



Рис. IX-19. Расчет числа ступеней противоточной экстракции на диаграмме X-Y: AB — рабочая линия; OC — равновесная кривая

же с уменьшением содержания извлекаемого компонента Y_N в выходящем из аппарата потоке рафината. Кроме того, чтобы уменьшить расход растворителя, в исходном потоке L_{N+1} следует обеспечить по возможности более низкое содержание извлекаемого компонента x_{N+1} (в идеальном случае $x_{N+1} \rightarrow 0$).

Рассмотрим материальный баланс по извлекаемому компоненту для части аппарата, расположенной выше тарелки с номером i :

$$P_i y_i + L_{N+1} x_{N+1} = P_N y_N + L_{i+1} x_{i+1},$$

или

$$P_0 (Y_i - Y_N) = L_{N+1} (X_{i+1} - X_{N+1}).$$

Отсюда получаем уравнение рабочей линии для противоточной экстракции:

$$Y_i = \frac{L_{N+1}}{P_0} X_{i+1} + \left(Y_N - \frac{L_{N+1}}{P_0} X_{N+1} \right). \quad (\text{IX.12})$$

В координатах X-Y уравнение (IX.12) характеризует прямую, проходящую через точки A (X_1, y_0) и B (x_{N+1}, Y_N). При $Y_i = y_0$ и $X_{i+1} = X_1$ из уравнения (IX.12) получим уравнение (IX.11). Наклон рабочей линии определяется удельным расходом растворителя L_{N+1}/P_0 .

На диаграмму X-Y необходимо нанести также равновесную кривую OC, отвечающую определенной температуре экстракции (рис. IX-19).

Расчет ступеней экстракции может быть начат, например, от точки A, положение которой определяется концентрациями встречных неравновесных потоков в нижнем сечении аппарата. Уходящие с первой тарелки потоки рафината P_1 и растворителя L_1 находятся в равновесии, и концентрации в них извлекаемого компонента определяются точкой 1, находящейся на равновесной кривой. Между первой и второй тарелками движутся встречные потоки P_1 и L_2 , концентрации извлекаемого компонента в которых отвечают точке 2 на рабочей линии. Абсцисса точки 2 дает состав растворителя X_2 , стекающего со второй тарелки. Со второй тарелки уходит поток рафината, находящегося в равновесии с потоком растворителя, покидающего ту же тарелку (точка 3 на кривой OC). Продолжив аналогичные построения, получим концентрации x_{N+1} и Y_N , которые отвечают точке B на рабочей линии. В результате для изменения состава рафината в заданных пределах потребовалось три теоретические ступени контакта.

Увеличение удельного расхода растворителя L_{N+1}/P_0 обуславливает поворот рабочей линии вокруг точки B и ее удаление от равновесной кривой. В итоге это приводит к уменьшению числа контактных ступеней, необходимых для заданного разделения.