

ДИСТИЛЛЯЦИЯ

И

РЕКТИФИКАЦИЯ

Дистилляцией называется процесс частичного испарения разделяемой смеси жидкостей и последующей конденсации образующихся паров.

Дистилляцию применяют: для грубого разделения смеси, для предварительной очистки продуктов от примесей.

Ректификация — разделение однородных жидких смесей на составляющие вещества в результате противоточного взаимодействия паровой и жидких фаз. различают **низкокипящие (легколетучие)** и **высококипящие (труднолетучие)** компоненты.

НК- это компоненты с более низкой температурой кипения.

ВК- компоненты с более высокой температурой кипения.

Простая дистилляция

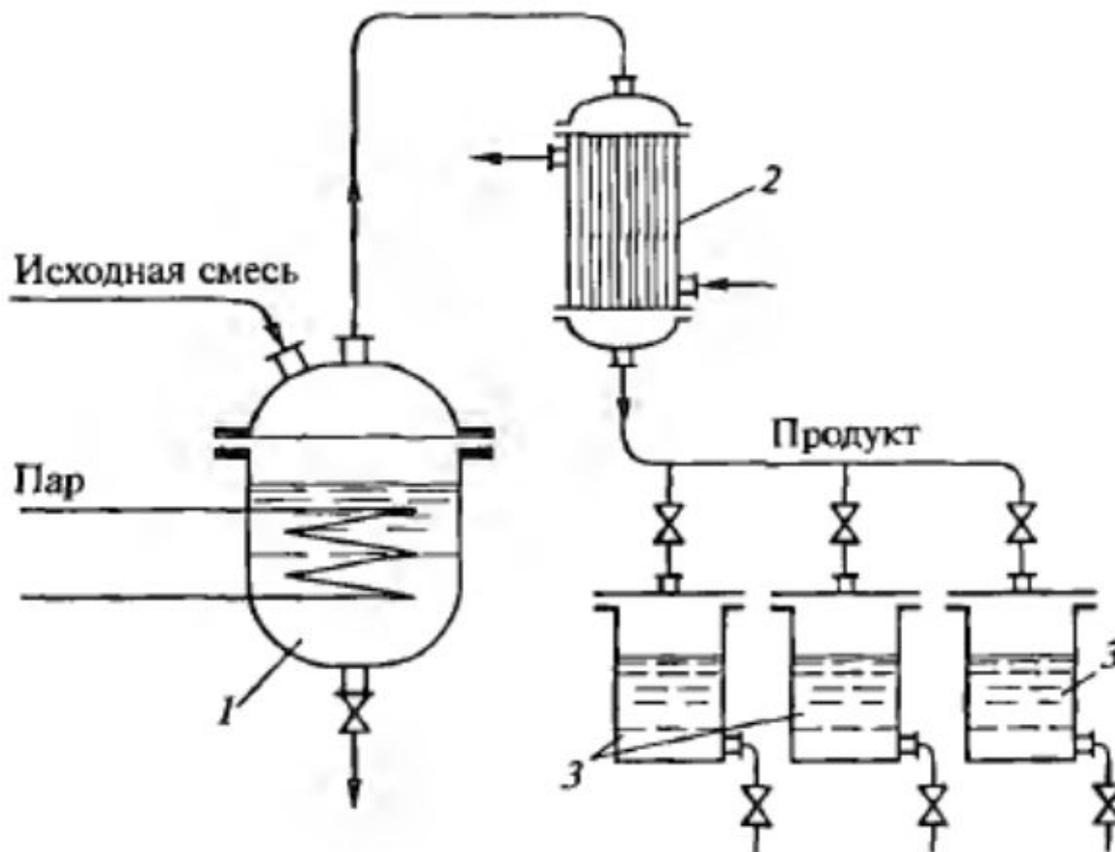


Рис. 11.4. Схема установки для простой дистилляции:

1 — куб; 2 — конденсатор; 3 — сборники

1.Периодическая схема.

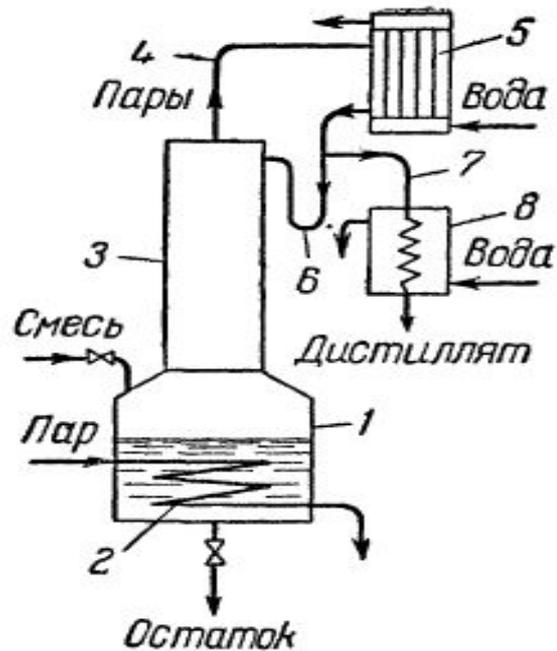


Рис. 19-14. Схема ректификационной установки периодического действия:

1—куб; 2—змеевик; 3—колонна; 4—труба для отвода паров из колонны; 5—дефлегмагор; 6—труба для возврата флегмы; 7—труба для отбора дистиллята; 8—холодильник.

2. Непрерывная установка.

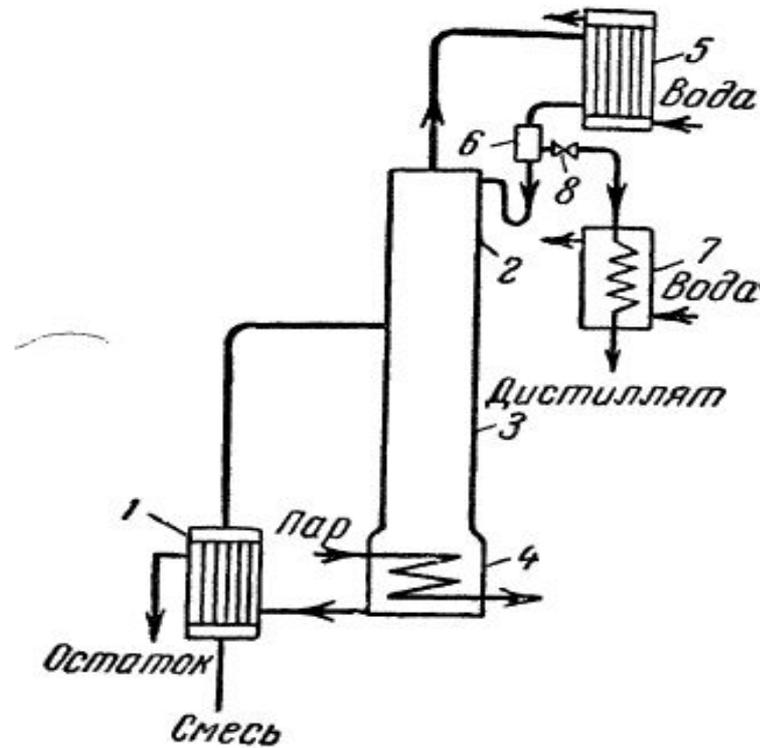
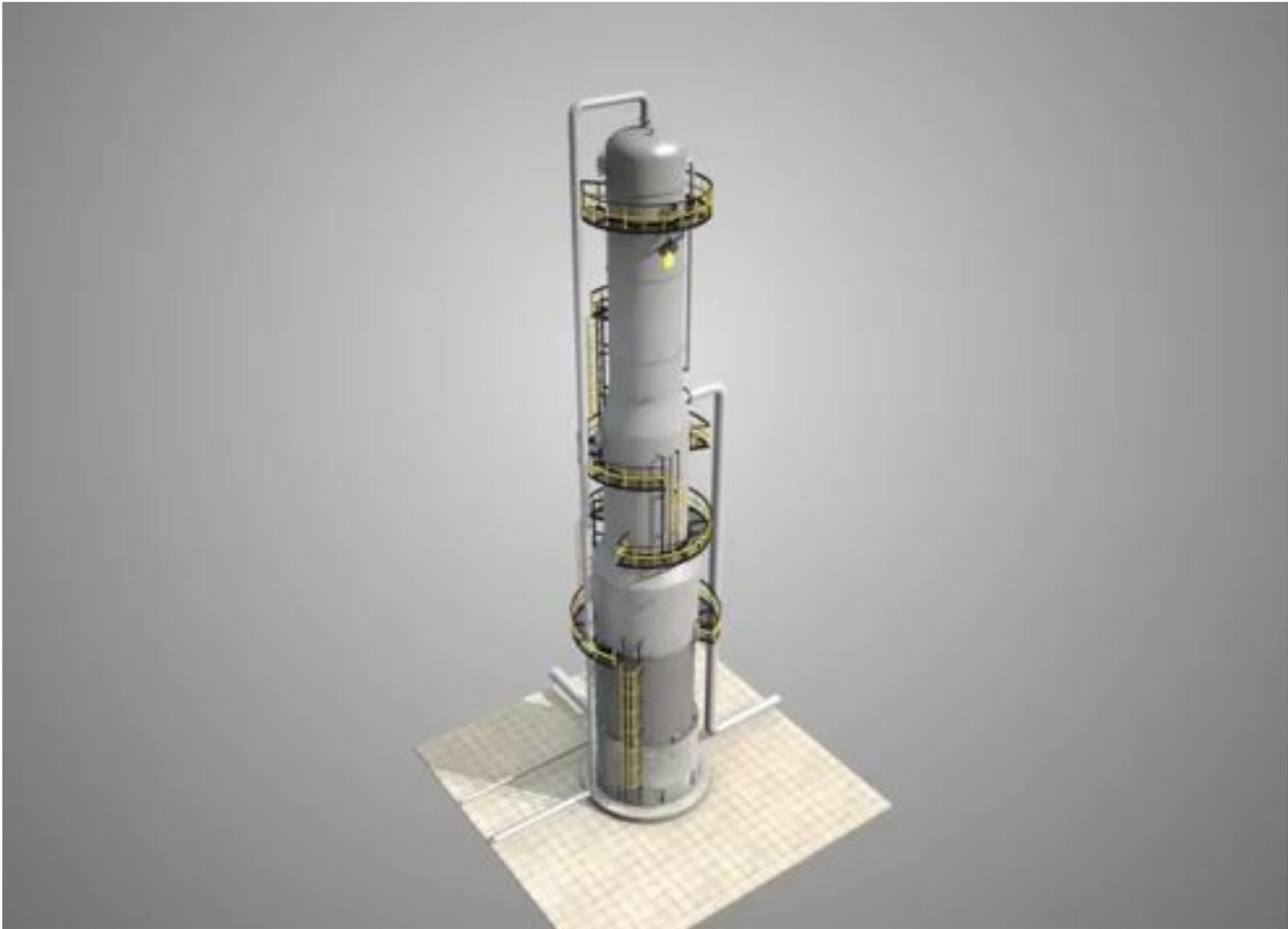


Рис. 19-15. Схема ректификационной установки непрерывного действия:

1 — теплообменник; 2 — укрепляющая колонна; 3 — исчерпывающая колонна; 4 — кипятильник; 5 — дефлегматор; 6 — распределительный стакан; 7 — холодильник; 8 — вентиль, регулирующий отбор дистиллята.

Основные параметры ректификационных установок:

1. Производительность
2. Количество получаемого дистиллята
3. Расход греющего пара
4. Флегмовое число
5. Высота колонны



Обозначим через:

F- количество смеси, поступающей на ректификацию (кмоль/сек)

P- количество получаемого дистиллята (кмоль/сек)

W- количество остатка (кмоль/сек)

X_f, X_p, X_w- составы смеси, дистиллята и остатка

Тогда уравнение материального баланса для всего количества смеси примет вид:

$$\mathbf{F=P+W} \quad (1)$$

И уравнение материального баланса для НК:

$$\mathbf{F \cdot X_f = P \cdot X_p + W \cdot X_w} \quad (2)$$

Обозначим через:

G, L – количества паровой и жидкой фаз (кмоль/сек)

Y₁, Y₂ – молярные доли НК в парах на входе и выходе из колонны

X₁, X₂ - молярные доли НК в жидкости на входе и выходе из колонны

Рассмотрим произвольное сечение А-А в нижней или верхней части аппарата. В этом сечении состав пара **Y**, а состав жидкости **X**.

Составим уравнение материального баланса по НК для части аппарата, выше сечения:

$$\mathbf{G \cdot Y + L \cdot X_2 = G \cdot Y_2 + L \cdot X}$$

Откуда $\mathbf{Y = Y_2 - L/G(X_2 - X)}$ – уравнение рабочей линии ректификации.

Аналогично для части аппарата ниже сечения:

$$G \cdot Y_1 + L \cdot X = G \cdot Y + L \cdot X_1$$

Откуда $Y = Y_1 + L/G(X - X_1)$ –
уравнение рабочей линии
ректификации.

Количество поднимающегося пара G
постоянно по всей колонне.

$$G = \Phi + P$$

Отношение количества флегмы к количеству дистиллята:

$$\mathbf{R = \Phi / P} \text{ – } \underline{\text{флегмовое число}}$$

Следовательно количество флегмы $\Phi = PR$ и количество поднимающегося пара составляет: $G = PR + P = P(R+1)$, на каждый моль дистиллята в кубе должно быть испарено $(R+1)$ моль остатка.

В укрепляющей колонне количество стекающей жидкости равно количеству флегмы: $L = \Phi = PR$

А состав пара на выходе из колонны равен составу подаваемой на орошение флегмы: $y_2 = X_2 = X_p$

Подставляя значения L, G, y_2 и X_2 в уравнение рабочей линии, получим

$$\mathbf{Y = R / (R + 1) \cdot X + X_p / (R + 1)}$$
 – уравнение рабочей линии укрепляющей колонны.

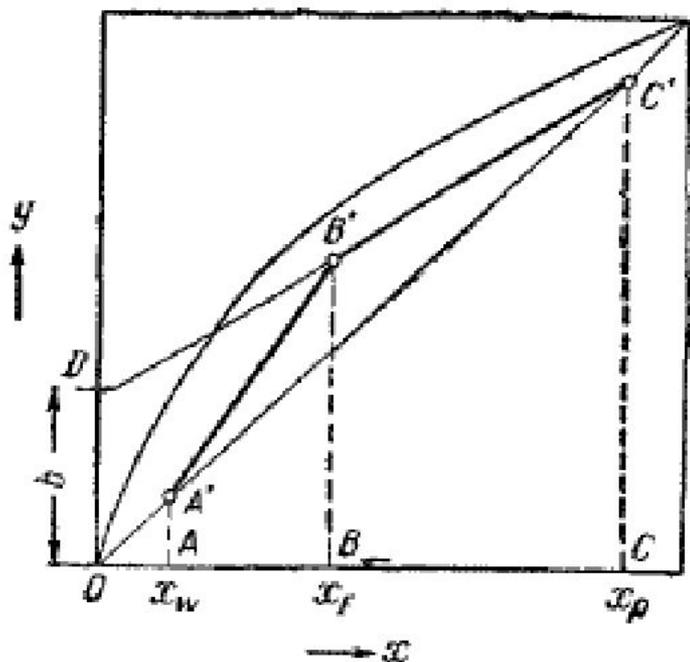


Рис. 19-10. Построение рабочей линии ректификационной колонны:

$A'B'$ — рабочая линия исчерпывающей колонны; $B'C'$ — рабочая линия укрепляющей колонны.

$$b = \frac{\overline{AA'}}{\overline{AA'} + 1}$$

$\text{tg} \alpha = \frac{\overline{AA'}}{\overline{AA'} + 1}$ — тангенс угла наклона рабочей линии.

В исчерпывающей колонне количество стекающей жидкости L больше количества флегмы Φ на количество исходной жидкой смеси F .

Обозначая $\Phi/P=f$ (относительный молярный расход питания), найдем для исчерпывающей колонны: $L=\Phi+F=P(R+f)$

Составы поступающего в колонну пара и вытекающей из нее жидкости равны составу остатка:

$$y_1=x_1=x_w$$

Подставляя значения L, G, y_1, x_1 в уравнение рабочей линии получим:

$Y=(R+f)/(R+1)x - (f-1)/(R+1) X_w$ – уравнение рабочей линии для исчерпывающей части колонны.

Тепловой баланс ректификационной колонны

Составим уравнение теплового баланса ректификационной колонны согласно схеме 19-13.

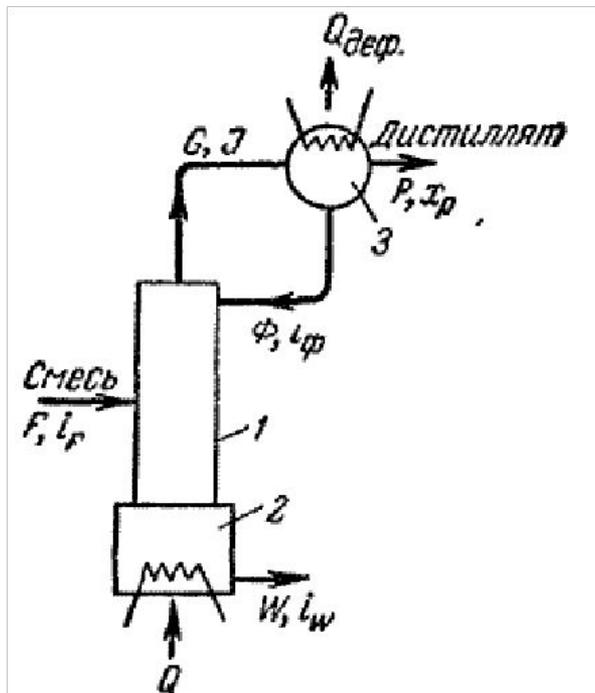


Рис. 19-13. Схема теплового баланса ректификационной колонны:

1 — ректификационная колонна;
2 — куб; 3 — дефлегматор.

Складывается из следующих частей:

Приход тепла	Расход тепла
<p>1. С исходной смесью, Q_f</p> <p>2. С теплоносителем в холодильнике, $Q_{кип}$</p> <p>3. С флегмой, Q_{ϕ}</p>	<p>1. С парами, поступающими из колонны в дефлегматор, $Q_{пар}$</p> <p>2. С кубовым остатком, Q_w</p> <p>3. Потри тепла в окружающую среду, $Q_{пот}$</p>

$$Q_f + Q_{\text{кип}} + Q_{\text{ф}} = Q_{\text{пар}} + Q_w + Q_{\text{пот}}$$

Подставляя развернутые значения отдельных величин решают это уравнение относительно $Q_{\text{кип}}$ и находят расход греющего пара в кипятильнике колонны

$$Q + F \cdot i_f + \Phi \cdot i_{\text{ф}} = G \cdot I + W \cdot i_w + Q_{\text{пот}}$$

Φ и W - количества остатка и флегмы (кмоль/сек)

G - количество уходящего из аппарата паров (кмоль/сек)

I - энтальпия паров (Дж/кмоль)

$i_f, i_{\text{ф}}, i_w$ – энтальпии смеси, остатка и флегмы (Дж/кг)

Решают это уравнение относительно Q .