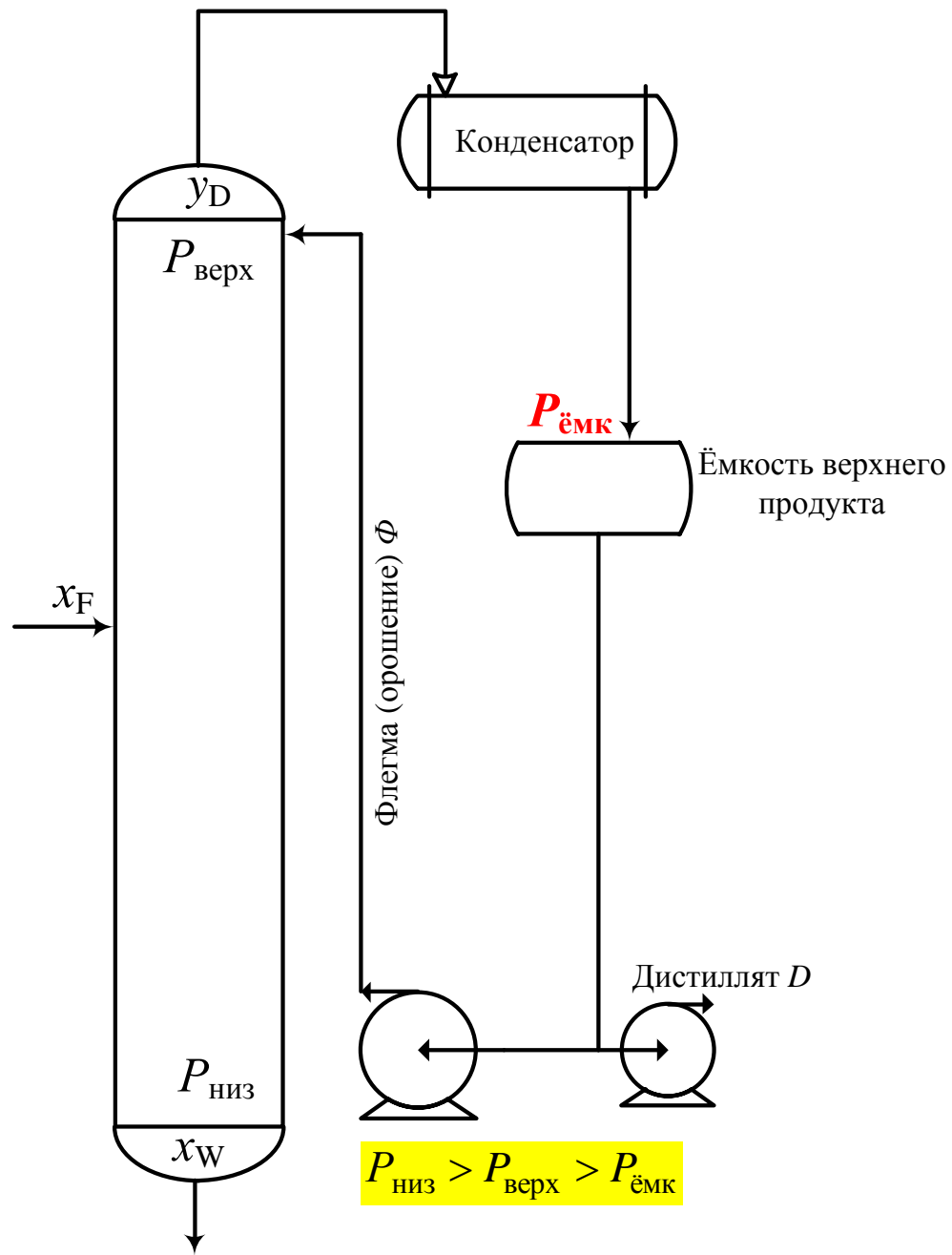


Выбор давления в колонне и расчёт  
температурного режима в ней

**Важно!** Под давлением в колонне понимают давление в сборнике верхнего продукта. Давление верха колонны будет выше из-за сопротивления трубы и конденсатора.

А давление низа будет ещё выше из-за сопротивления контактных устройств.



Есть колонны, работающие под атмосферным давлением, есть под избыточным, и есть вакуумные колонны. Зачем изменяют давление?

Ответ очень простой: **чтобы изменить температуру в колонне.** При повышении давления температура кипения (конденсации!) увеличивается и наоборот – при понижении давления температура кипения понижается

Начнём с **повышенного давления.**

Уходящий с верха колонны пар нужно

сконденсировать. Самые дешёвые и

доступные хладоагенты – это вода и воздух.

Обычно в расчёт закладывается из средняя

температура  $25^{\circ}\text{C}$ .

Поступающий на конденсацию пар должен иметь температуру градусов на 30 больше, иначе не будет приемлемой разности температур  $\Delta t_{\text{ср}}$ .

Поэтому температура верха должна быть градусов 55 – 60.

Перейдём к примерам.

Допустим, верхний продукт колонны – гексан. Температура его конденсации при атмосферном давлении  $69^{\circ}\text{C}$ .  
Вполне приемлемо. Легко сконденсируем, используя оборотную воду.

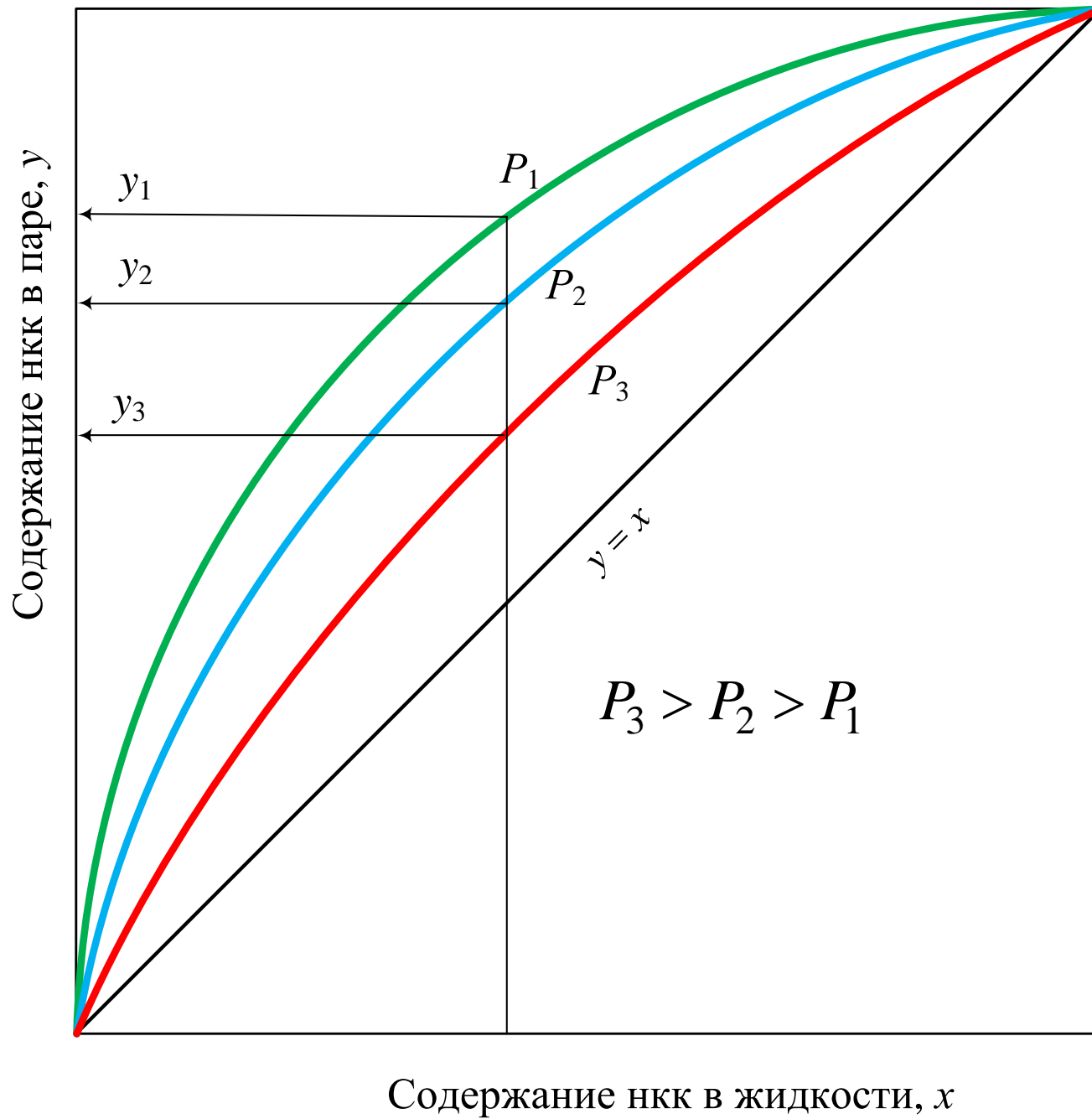
А если требуется сконденсировать пентан? Температура его конденсации  $36^{\circ}\text{C}$ . Мало. Если же поднять давление до 3 ат, то температура кипения составит  $70^{\circ}\text{C}$ . Отлично!



3 ат для технологии невысокое  
давление. Часто используем давления  
гораздо выше. И всё из-за  
необходимости поднять температуру  
верха.

Например, разделение этана-этилена проводится при давлении 35 ат! Но и это не помогает. Приходится использовать низкотемпературную ректификацию с температурой верха до минус 20°C. Затраты огромные!

Кроме того, при повышении давления  
уменьшается разность между  
составами паровой и жидкой фаз. Это  
хорошо видно на рисунке



Отсюда следует, что повышение давления усложняет процесс ректификации. Приходится увеличивать высоту колонны, увеличивать флегмовое число  $R$  за счёт увеличения орошения, а это приведёт к увеличению нагрузки на кипятильник и конденсатор. Т.е. **капитальные затраты увеличиваются**. Но это окупается за счёт **снижения эксплуатационных затрат**.

# Использование пониженного давления

Понижение давления в колонне (вакуум) преследует две цели.

1. Использовать доступные теплоносители.

Например, водяной пар на производстве имеет обычно давление не выше 12 ат. Его температура при этом давлении  $187^{\circ}\text{C}$ .

Повышать выше экономически  
нецелесообразно. Но можно  
перейти на **огневой нагрев** в  
трубчатых печах, что и делают,  
например, в нефтепереработке.

Но трубчатые печи очень дороги.

Если же понизить давление, то

можно использовать водяной пар.

Т.е. в этом случае понижаем

давление из **ЭКОНОМИЧЕСКИХ**

**соображений.**



Вторая цель — предотвратить термические превращения к ректификационной колонне. Например, мазут под воздействием высокой температуры подвергается крекингу.

А стирол – мономер для получения полистирола – при температуре  $50^{\circ}\text{C}$  полимеризуется. Поэтому его отделяют от этилбензола при остаточном давлении примерно 40 мм рт. ст и температуре не выше  $40^{\circ}\text{C}$ .

Если повышение давления не представляет большой сложности, то **понижение** давления связано со значительными затратами на создание вакуума с помощью специальных дорогих и сложных устройств.

Т.е. в этих случаях понижаем давление  
**из технологических соображений.**

# Расчёт температур по высоте КОЛОННЫ

**Температура верха колонны** находится по уравнению изотермы паровой фазы для давления верха и состава дистиллята

$$\frac{P_{\text{верх}}}{P_1} y_D + \frac{P_{\text{верх}}}{P_2} (1 - y_D) = 1.$$

**Это самая важная температура!**

Температуру низа колонны (температуру куба)  
находим по уравнению изотермы жидкой фазы  
для давления низа и состава кубовой жидкости

$$\frac{P_1}{P_{\text{низ}}} x_W + \frac{P_2}{P_{\text{низ}}} (1 - x_W) = 1.$$

**End.**