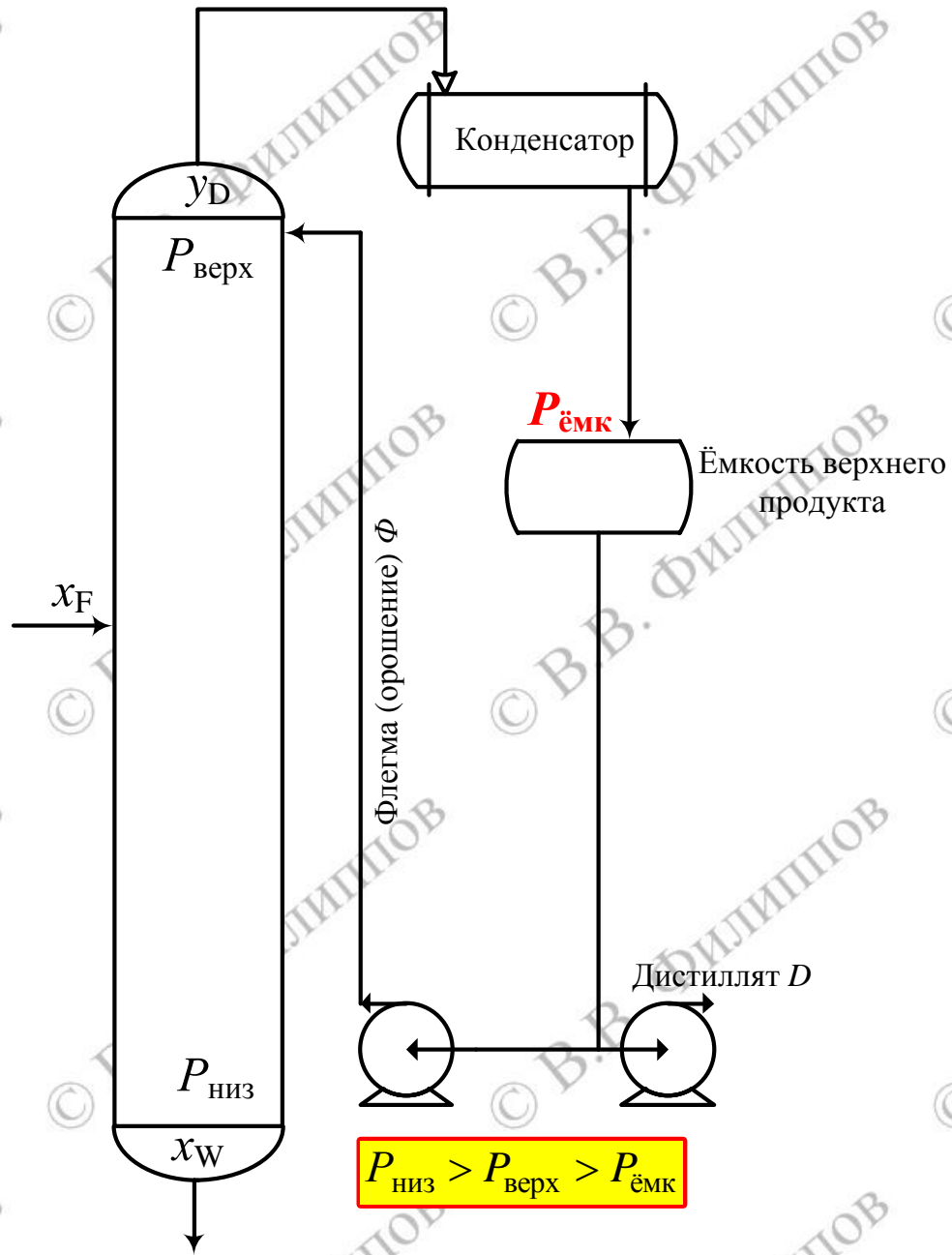


Выбор давления в колонне и расчёт температурного режима в ней

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°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°C .
Вполне приемлемо. Легко
сконденсируем, используя обратную
воду.

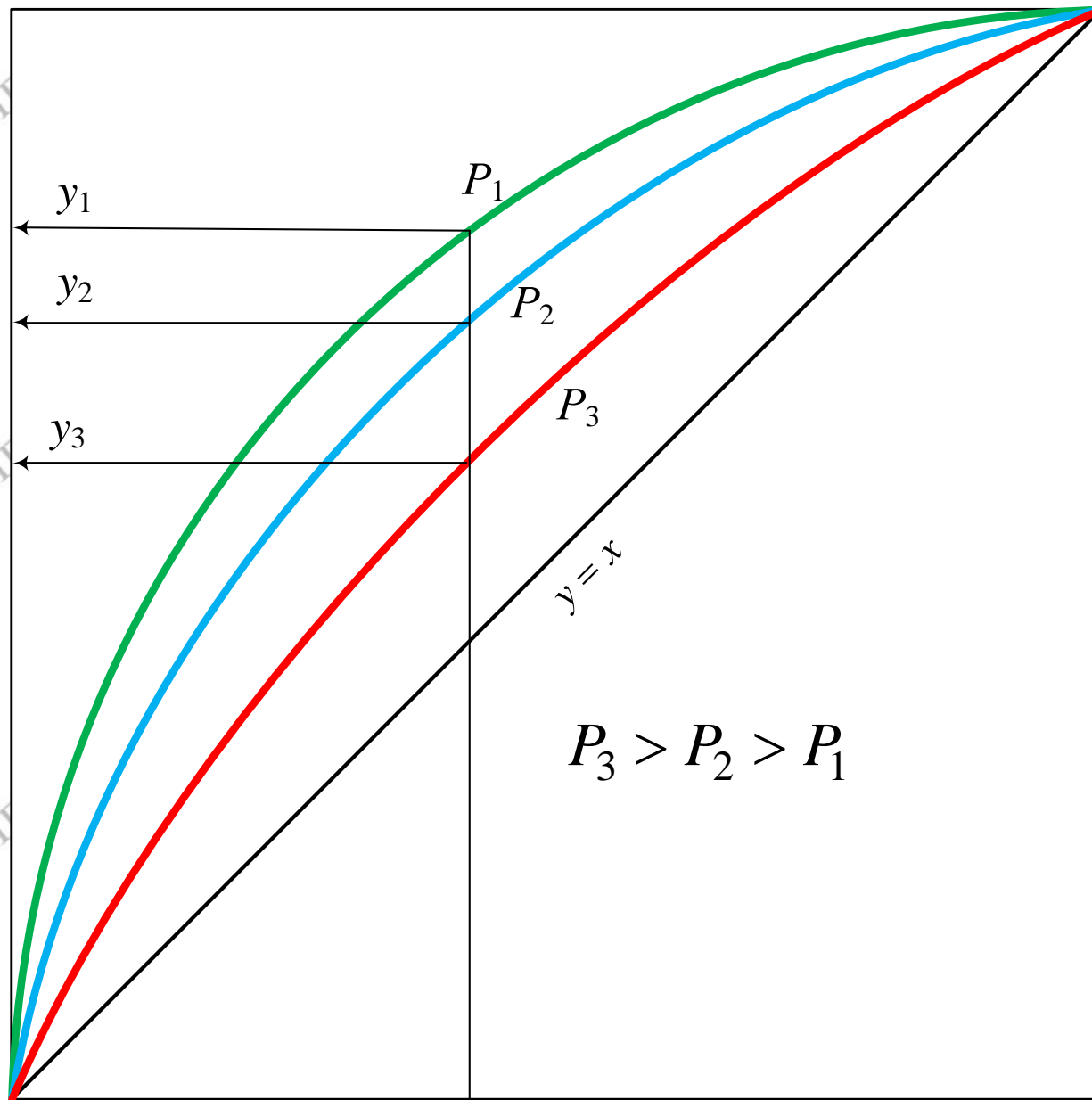
А если требуется сконденсировать пентан? Температура его конденсации 36°C . Мало. Если же поднять давление до 3 ат, то температура кипения составит 70°C . Отлично!

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

Содержание нкк в паре, y



Содержание нкк в жидкости, x

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°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°C полимеризуется. Поэтому его отделяют от этилбензола при остаточном давлении примерно 40 мм рт. ст и температуре не выше 40°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.