

# **ТЕМА: РЕКТИФИКАЦИЯ**

---

Сущность процесса ректификации заключается в том, что в нем объединены оба процесса - частичное испарение (перегонка) жидкости и частичная конденсация паров. Обе эти операции осуществляются одновременно и многократно в ректификационной колонне (см. схему).

- а) теплообменник;*
- б) ректификационная колонна;*
- в) выносной кипятильник;*
- г) флегмовая емкость;*
- д) конденсатор (дефлегматор);*
- е) насос.*

Для процесса ректификации применяют в основном тарельчатые колонны. В них установлены горизонтальные тарелки с устройствами, обеспечивающими хороший контакт между жидкостью и паром (колпачковые, ситчатые, барботажные тарелки). Диаметр колонн бывает от 300-400 мм до 12 м и более. Высота колонн определяется количеством тарелок (от 10-30 до 100) и высота 30-70 м.

Подлежащая разделению смесь непрерывно подается в ректификационную колонну-б через ввод (называющиеся питательными тарелками), расположенный несколько выше середины корпуса колонны. Питательные тарелки делят колонну на две части: 1 - верхняя - укрепляющая; 2 - нижняя - исчерпывающая или куб колонны.

Куб колонны обычно снабжен выносным кипятильником-В, в межтрубное пространство которого подается пар. Введенная смесь углеводородов опускается по контактными устройствам в нижнюю часть колонны, называемую кубом. Навстречу потоку жидкости, поднимается пар, образующийся в результате кипения жидкости в кубе колонны (выносном кипятильнике).

**Вопрос: "Что горячее - пар или жидкость?"**

- Пар горячее. Поэтому на каждой тарелке ректификационной колонны при соприкосновении пара с жидкостью между ними происходит теплообмен. Более горячий пар отдает часть тепла жидкости, вследствие чего, жидкость частично испаряется, а пар частично конденсируется.

**Вопрос: "Как изменяется состав жидкости при частичном испарении и состав пара при частичной конденсации?"**

**Вывод:** При соприкосновении паров с жидкостью на тарелках ректификационной колонны, жидкость обогащается ВКК, а пары - НКК. При переходе паров на вышерасположенную тарелку, те же процессы повторяются, с той лишь разницей, что температура флегмы будет ниже и, следовательно, условия для конденсации ВКК из паров более благоприятные.

При достаточно большом числе тарелок пары, поднимающиеся с верхней тарелки, будут содержать почти чистый НКК. Эти пары поступают в конденсатор (дефлегматор), откуда часть образовавшегося конденсата - флегма подается на верхнюю тарелку для орошения колонны, а другая часть отводится как готовый продукт - дистиллят.

Флегма, стекающая с нижней тарелки колонны в перегонный куб, будет содержать преимущественно ВКК.

Количественное отношение флегмы к дистилляту, поступающему в сборник-г после его охлаждения в конденсаторе-Д) (дефлегматоре) называется флегмовым числом.

# РЕЖИМ РАБОТЫ КОЛОННЫ

- Тверха - Ткип. вещества, уходящего сверху колонны
- Ткуба - Ткип. вещества, уходящего из куба колонны

Пример: Смесь: А - 40° С режим Тверха = 40° С  
В - 60° С Ткуба = 60° С

- Если сверху и с низа колонны отбирается смесь углеводородов, то температура кипения находится по правилу аддитивности, т. е. учитывается процентное содержание вещества.

А-40°С Тверха =  $0,3 * 40 + 0,7 * 60$ °С А-30%; В-70%; В-60°  
С Тниза =  $0,15 * 120 + 0,85 * 150$ °С С-15%; Д-85%;

С-120°С  
Д-150°С

- Если в колонне разделяются жидкости, то она работает под атмосферным давлением. Давление в кубе всегда на 0,5 кгс/ больше, чем наверху. Если в колонне разделяют газы, то их сначала сжимают до состояния жидкости, и это давление поддерживают в колонне.

# МАТЕРИАЛЬНЫЙ БАЛАНС

Обозначим:

- **F** - количество поступающей на ректификацию смеси (кмоль/сек),
- **P** - количество полученного дистиллята (кмоль/сек);
- **W** - количество остатка (кмоль/сек);
- - состав смеси;
- - состав дистиллята;
- - состав остатка.

Тогда уравнение материального баланса для всего количества смеси примет вид:

$$F = P + W;$$

и уравнение материального баланса для НКК:

$$F * X_F = P * X_P + W * X_W$$

- **Пример:** На ректификацию поступает смесь метанол-вода в количестве = 5000 кг/час, содержащая метанола **A**! 40 вес%. Содержание метанола в дистилляте **A=98,5** вес%, в кубовом остатке **A=1,5** вес%.
- **Определить** количество дистиллята и остатка.

**Решение:** по уравнениям материального баланса, составленного для весовых количеств, имеем:

$$5000 = P + W;$$

$$5000 * 0,4 = P * 0,985 + W * 0,015;$$

- **Совместным решением** этих уравнений находим:

$$P=1985 \text{ кг/ч}=0,552 \text{ кг/сек}, W=3015 \text{ кг/ч}=0,838 \text{ кг/сек}.$$

