Курский государственный медицинский университет

Кафедра общей химии

Тема

Азеотропные смеси. Перегонка

План лекции

1. Азеотропные смеси. Диаграммы состояния. Второй закон Коновалова
2. Законы Вревского;
3. Разделение неограниченно растворимых жидкостей. Перегонка.

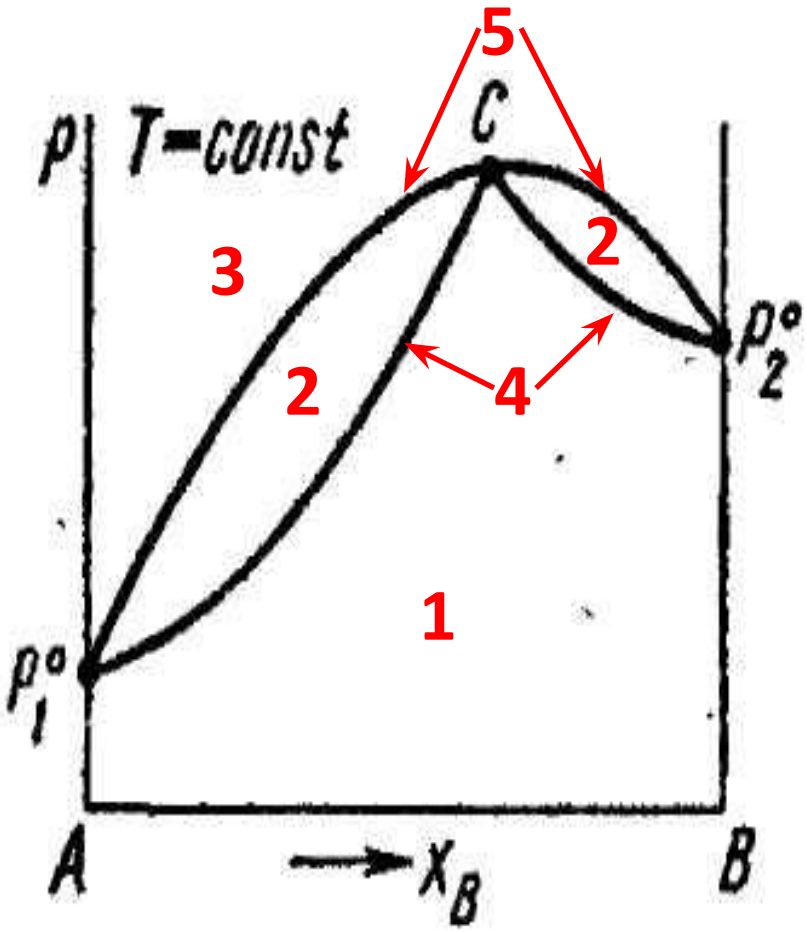
Азеотропные растворы

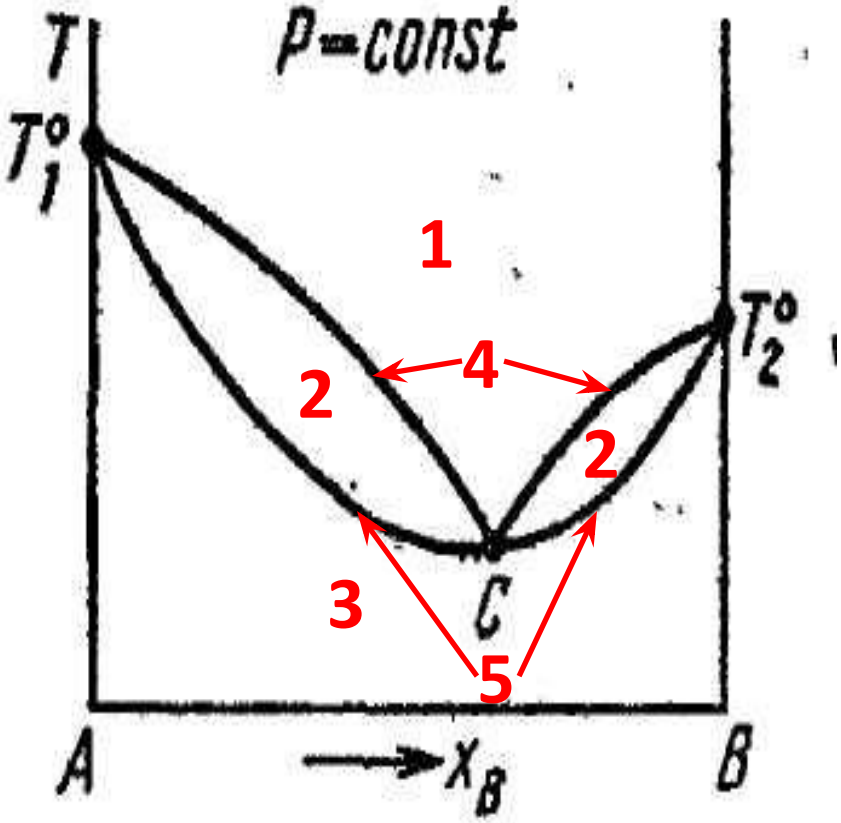
На диаграммах состояния p – f(состав) и T – f(состав) со значительными отклонениями от законов Рауля на линиях жидкости имеются экстремальные точки, где они касаются линии пара. *Это – азеотропные смеси*.

Азеотропные растворы - это растворы неограниченно растворяющихся друг в друге жидкостей, при испарении которых образуется пар такого же состава, что и исходная жидкая смесь.

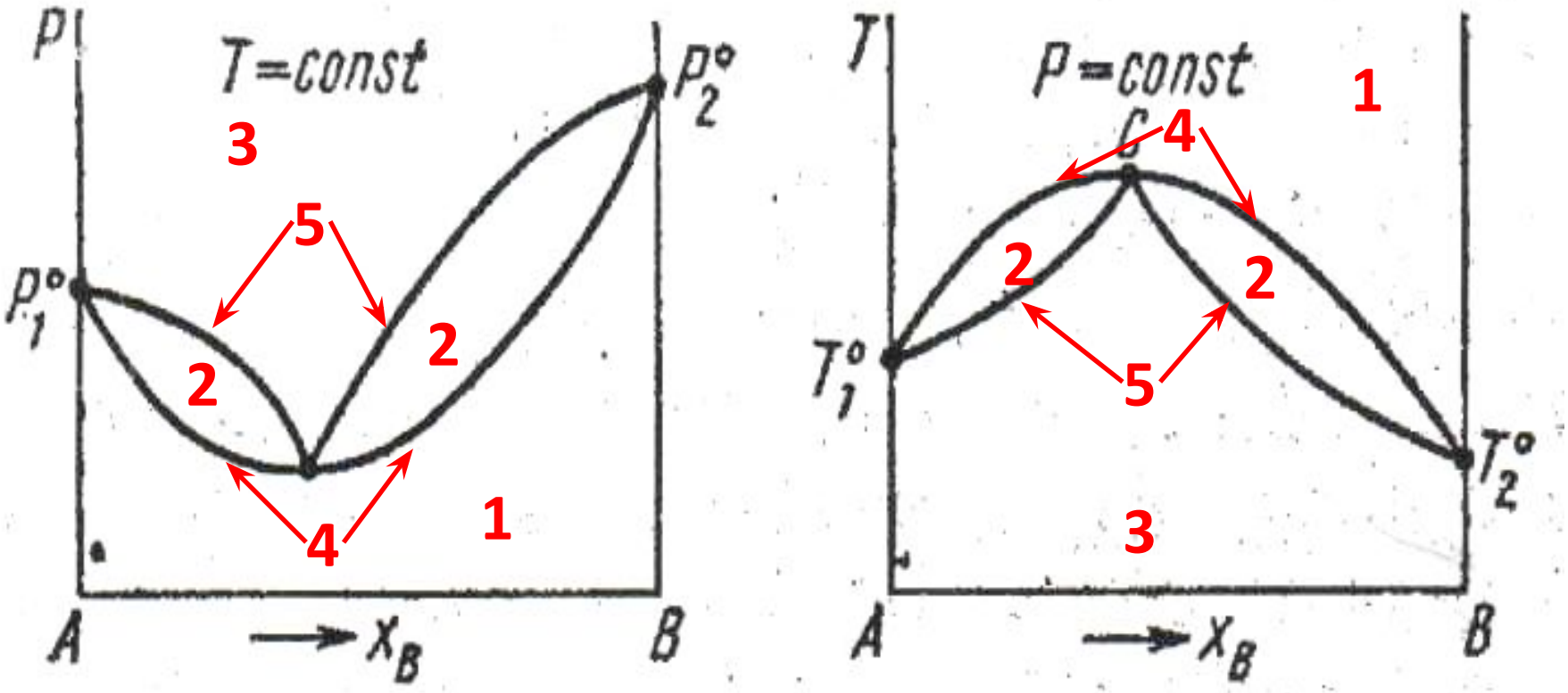
$$\left(\chi_{\text{пар}} = \chi_{\text{жидкости}}\right)$$

Система с «+» отклонением от закона Рауля с максимумом давления пара или минимумом температуры кипения





Система с «-» отклонением от закона Рауля с минимумом давления пара или максимумом температуры кипения



Второй закон Коновалова

Максимум на кривой общего давления соответствует минимуму на кривой температур кипения и отвечает такому равновесию раствора и его насыщенного пара, при котором составы обеих фаз одинаковы.

Примеры

Азеотропные смеси с $t_{кип}^{min}$

Этанол – вода

Изобутанол – вода

Ацетон - сероуглерод

Азеотропные смеси с $t_{кип}^{max}$

$HCl – H_2O$

$H_2SO_4 – H_2O$

Ацетон – хлороформ

Условия образования азеотропов:

1. Значительное отклонение свойств растворов от идеальных.
2. Незначительное отклонение от идеальности при близком значении p_0

Свойства азеотропных растворов

1. Состав пара равен составу жидкости.
2. Кипят при постоянной температуре.
3. Являются условно однокомпонентными.
4. Инвариантны (C = 0).
5. Имеют max или min по сравнению с чистыми компонентами или раствором иного состава.
6. Не подвергаются разделению на чистые компоненты при перегонке.

Сравнение азеотропной смеси с чистыми веществами

1. Как у чистых веществ состав азеотропного раствора не изменяется при кипении при заданном внешнем давлении и постоянной температуре.
2. При изменении внешнего давления меняется не только $t_{кип}$, но и состав азеотропного раствора, отсюда следует, что

азеотропная смесь не является химическим соединением: ее состав зависит от температуры, давления и природы веществ.

Разделение неограниченно растворимых жидкостей.

Перегонка

Перегонка (дистилляция)

процесс очистки жидкостей от растворённых в них нелетучих примесей или разделение смеси на фракции, отличающиеся по составу, путём испарения и последующей конденсации паров.

Перегонка

Основная закономерность

В основе метода лежит различие составов жидкости и образующегося из неё пара, т. е. I закон Коновалова.

Использование перегонки

- ✔очистка жидкостей (например, получение дистиллированной воды);
- ✔разделение на фракции, которые отличаются по составу;
- ✔разделение смеси веществ на чистые компоненты.

Разновидности перегонки

1. Простая – однократная;

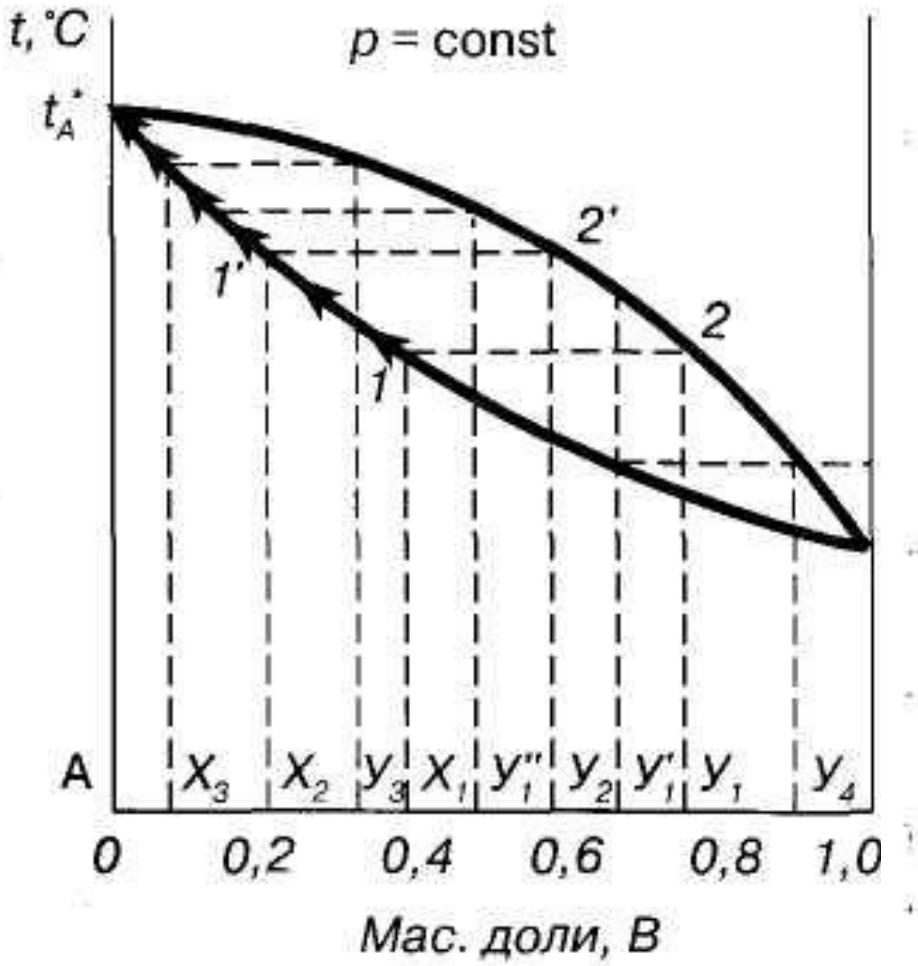
2. Фракционная – многократная;

3. Ректификация - непрерывная.

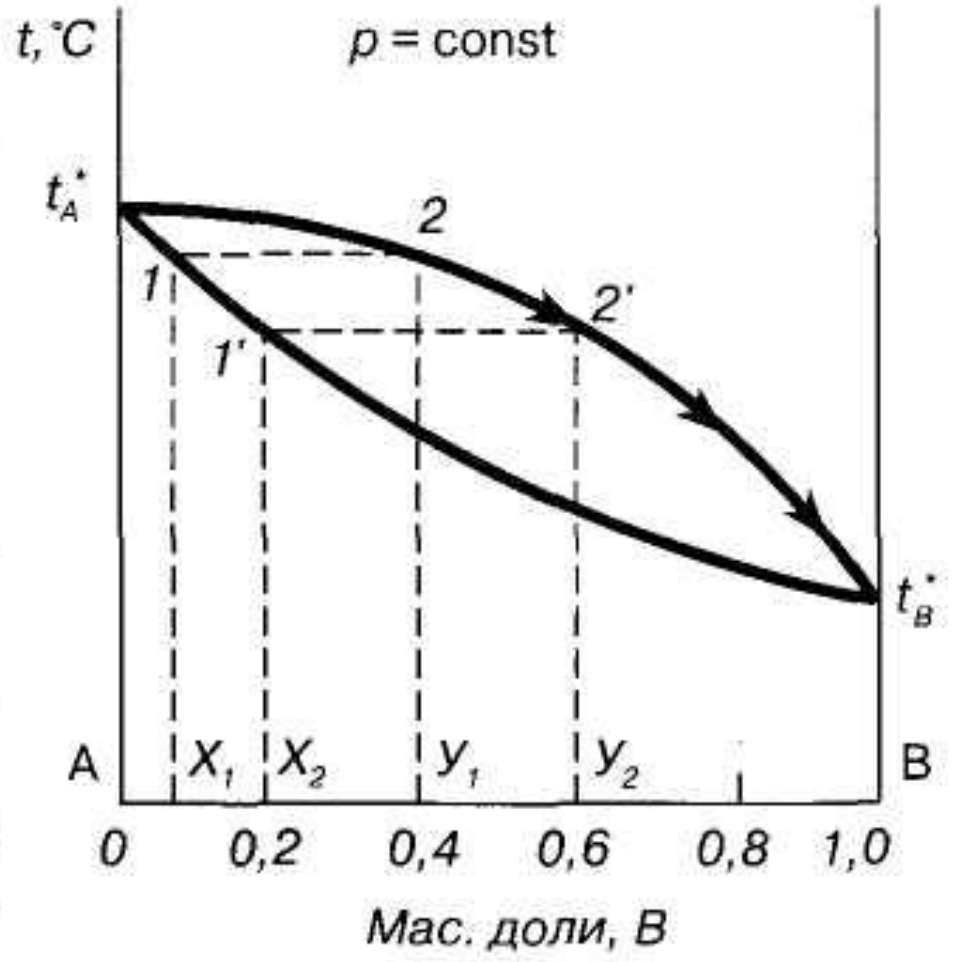
Простая перегонка

заключается в непрерывном нагревании жидкости с отводом образующегося из нее пара.

Простая перегонка



Испарение жидкости



Конденсация пара

Выводы:

1) При простой перегонке нельзя полностью разделить смесь, состоящую из двух летучих компонентов, можно лишь получить небольшое количество одного компонента в практически чистом виде.

2) Хорошо испаряющийся компонент в результате простой перегонки в чистом виде не выделяется. В конденсате будут оба компонента.

3) Эффективна при резком различии температур кипения .

4) Применение простой перегонки – простая перегонка применяется лишь тогда, когда не требуется тщательного разделения смеси.

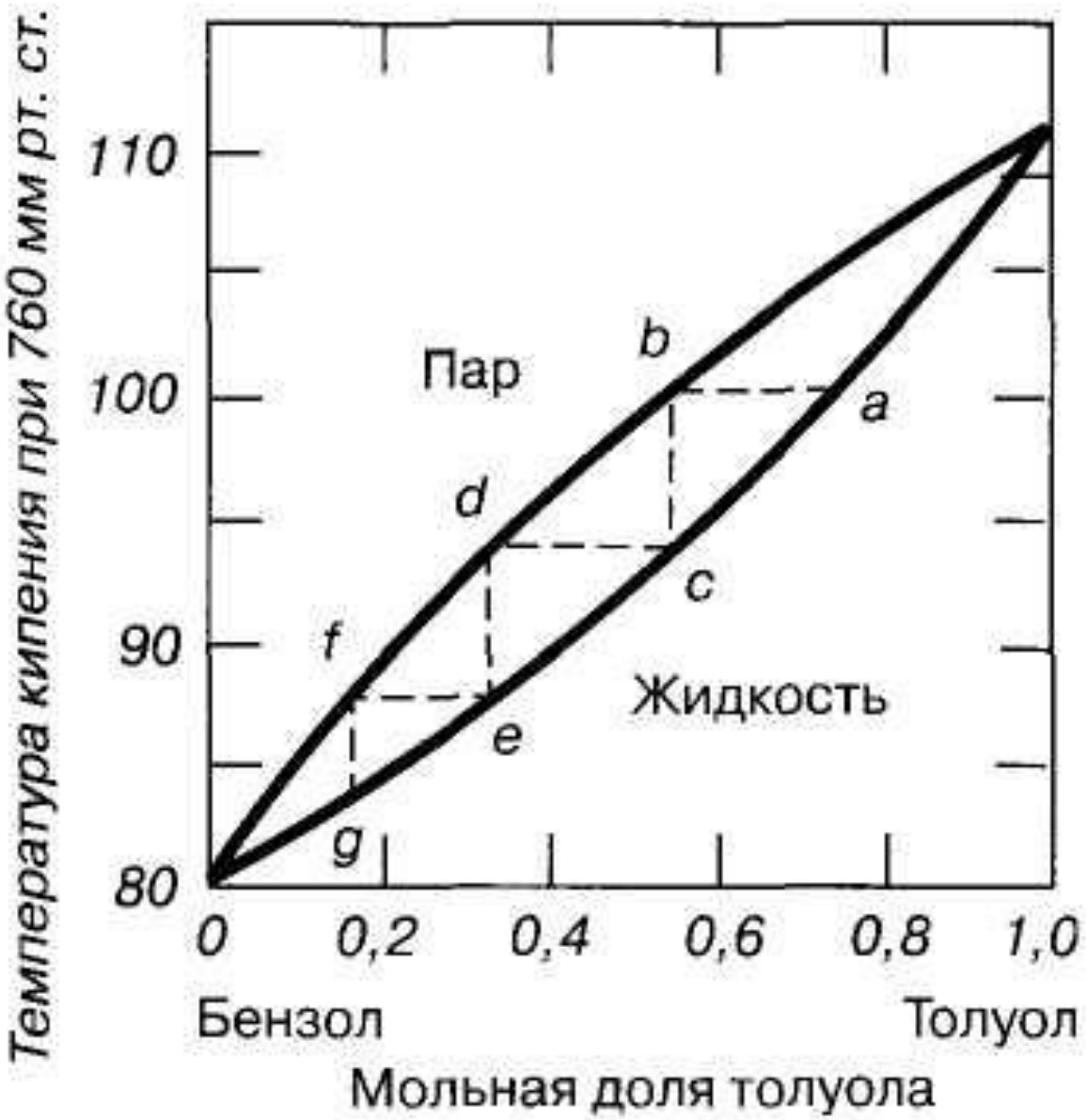
Дробная (фракционная перегонка)

1. Более эффективна чем однократная перегонка.
2. Применяется для разделения смесей с получением чистых компонентов.
3. Проводится обычно при постоянном давлении.

Этапы фракционной перегонки:

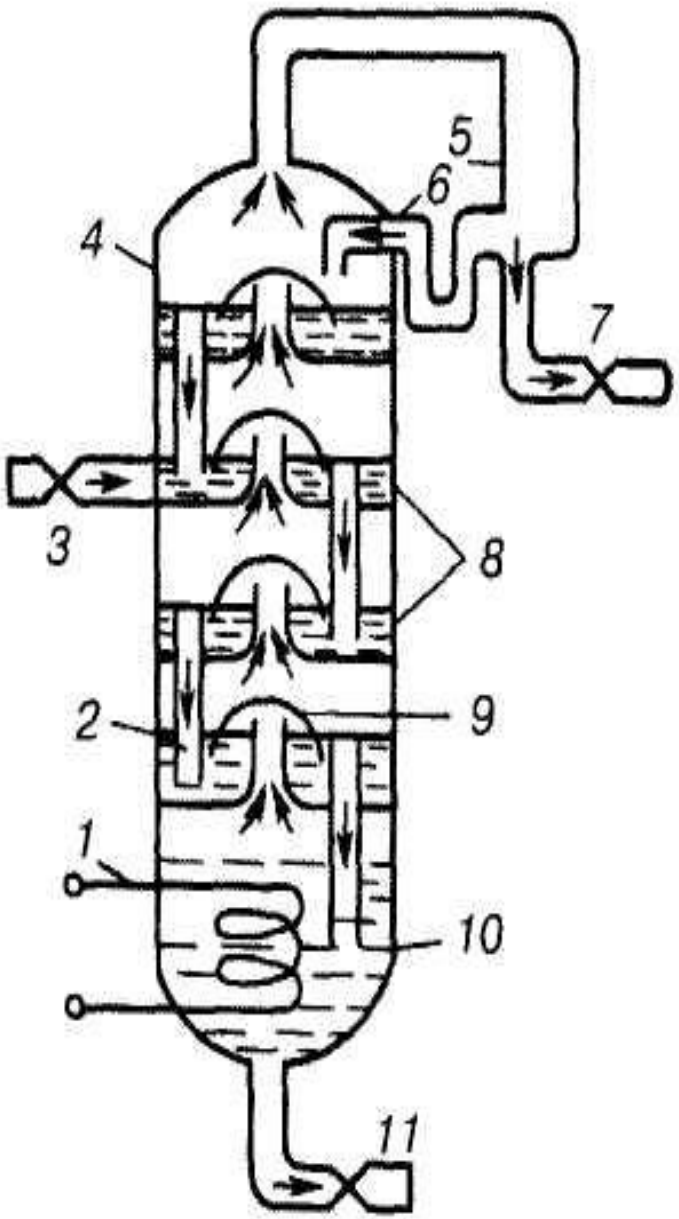
- 1) нагревание исходной жидкой смеси до кипения для получения некоторого количества пара;
- 2) конденсация полученного пара;
- 3) испарение конденсата для получения пара нового состава.

Фракционная перегонка



Ректификация

- непрерывная фракционная перегонка. Проводится в ректификационных колоннах в автоматическом режиме.



1 – нагреватель;

2 – трубы для стекания жидкости;

3 – кран питания колонны;

4 – колонна;

5 – конденсатор;

6 – подача флегмы;

7 – спуск конденсата;

8 – тарелки;

9 – колпачки для пара;

10 – куб;

11 – спусковой кран.

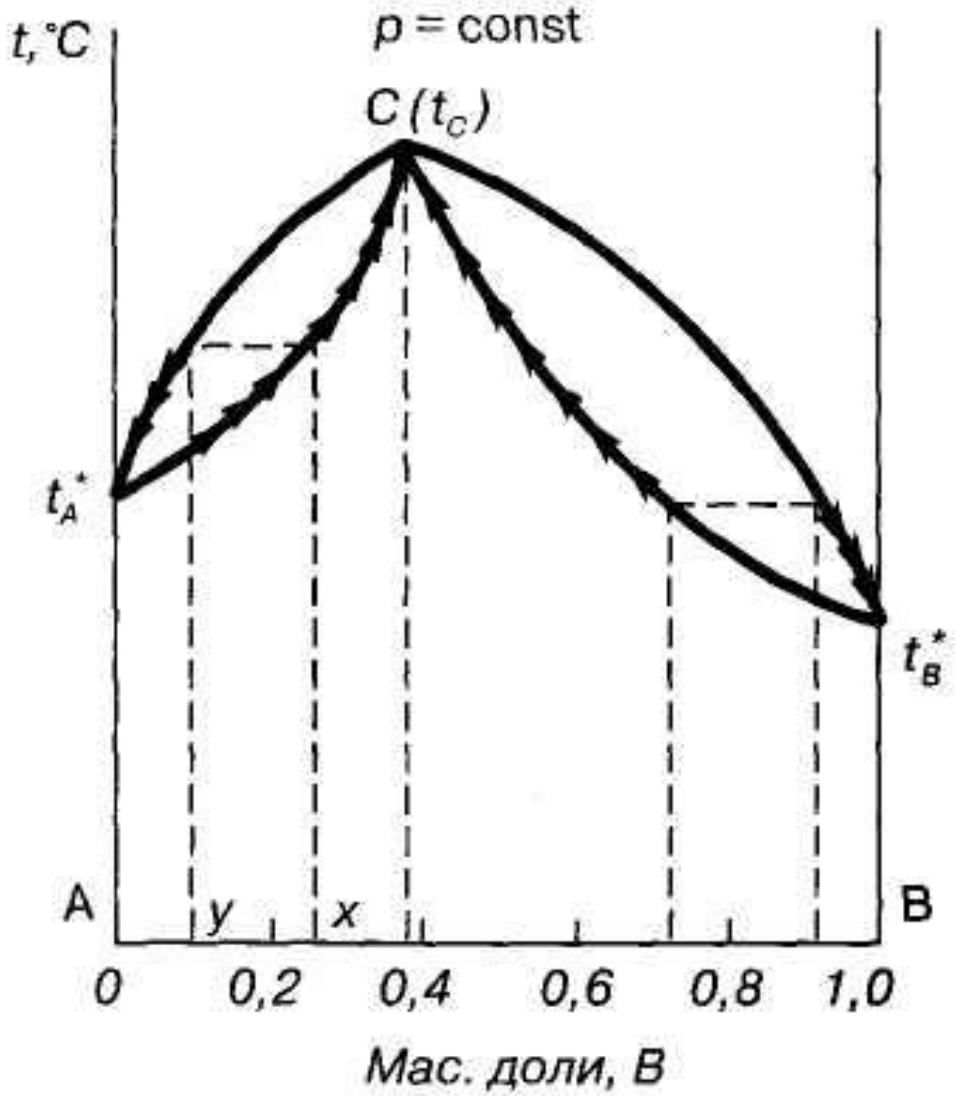
Полнота разделения смеси зависит от:

- разности составов жидкости и пара;
- от числа отдельных перегонок (числа тарелок);
- конструкции колонны.

Оптимальные условия ректификации:

1. Различие $t_{кип}$ компонентов смеси.
2. Коэффициент разделения $\alpha \neq 1$.
3. Обеспечение полного равновесного распределения компонентов между паром и жидкостью.
4. Оптимальная высота колонны.
5. Оптимальное соотношение интенсивности нагрева и охлаждения.

Ректификация систем с min или max на кривой давления пара



Выводы:

1. Полного разделения на компоненты провести невозможно:

- для систем с $t_{кип}^{min}$ в остатке - один из компонентов в чистом виде, в дистилляте – азеотроп;
- для систем с $t_{кип}^{max}$ в остатке – азеотроп, в дистилляте – один из компонентов в чистом виде.

2. В чистом виде получают компоненты, содержание которых в разделяемой смеси больше, чем в азеотропе.

Методы разделения азеотропных смесей

1. Химическое связывание одного из компонентов азеотропной смеси.
2. Разделение азеотропной смеси путём добавления третьего компонента.
3. Путём последовательной ректификации на двух колоннах с различным давлением.

Список используемой литературы

- 1. Физическая и коллоидная химия: Учебник/Под ред. Проф. А.П. Беляева. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008.-704с.

- 2. Физическая химия. В 2 кн. Кн.1/Под ред. К.С. Краснова - М: Высшая школа, 2001.-512с.