

## Пример решения задачи по абсорбции

В абсорбере производится поглощение пара этилового спирта из воздуха водой. Начальная концентрация этанола 150 г на 1 м<sup>3</sup> чистого воздуха (при н.у.). Концентрация спирта в воде после процесса 70% от максимально возможной. Степень поглощения 90%. Расход воздуха 2500 м<sup>3</sup>/час (при н.у.). Уравнение линии равновесия в относительных массовых концентрациях  $\bar{Y}^* = 1,28\bar{X}$ . Определить среднюю движущую силу по газовой и жидкой фазам и требуемый расход абсорбента (в кг/час).

### Решение

Перво-наперво необходимо решить вопрос о том, в каких концентрациях мы будем работать. Уравнение линии равновесия нам дано в **относительных массовых** концентрациях. Поэтому расчёт целесообразно проводить тоже в **относительных массовых** концентрациях.

1. Найдём относительную концентрацию спирта в воздухе, поступающем на абсорбцию

$$\bar{Y}_n = \frac{0,150}{1} = 0,194 \frac{\text{кг спирта}}{\text{кг воздуха}},$$

где 1,29 – плотность воздуха при н.у. (в кг/м<sup>3</sup>). Её надо или помнить, или уметь вычислять.

2. Зная степень поглощения, определим конечную концентрацию спирта в выходящем из абсорбера воздухе

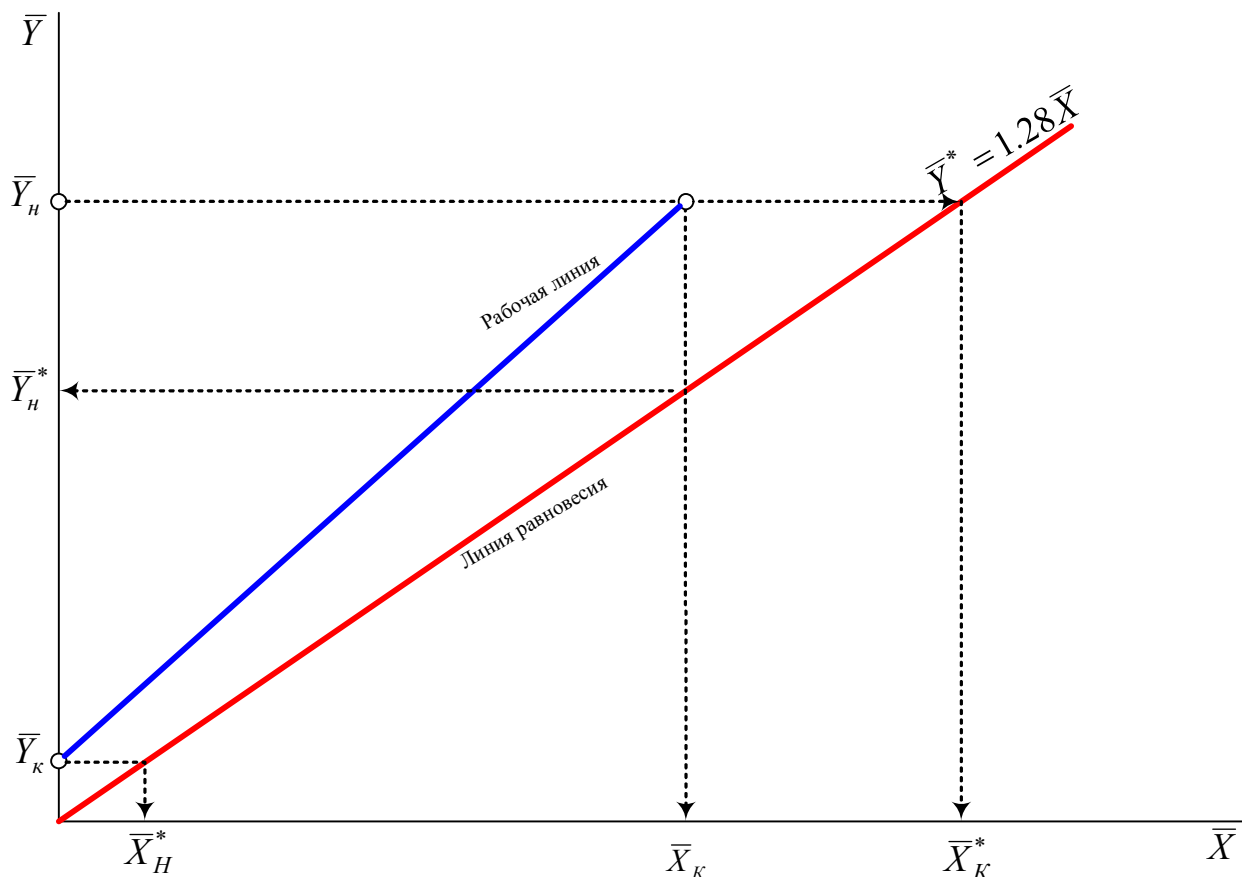
$$\bar{Y}_k = \bar{Y}_n(1 - C_n) = 0,194 \times (1 - 0,9) = 0,019 \frac{\text{кг спирта}}{\text{кг воздуха}}$$

3. Теперь вычислим максимально возможную концентрацию спирта в воде. Это будет равновесная концентрация  $\bar{X}_K^*$  (см. рисунок)

$$\bar{X}_K^* = \frac{\bar{Y}_n}{1,28} = \frac{0,194}{1,28} = 0,150 \frac{\text{кг спирта}}{\text{кг воды}}.$$

4. Рабочая концентрация спирта в выходящей из абсорбера воде будет, согласно условию задачи, составлять 70% от равновесной

$$\bar{X}_K = 0,7\bar{X}_K^* = 0,7 \times 0,150 = 0,105 \frac{\text{кг спирта}}{\text{кг воды}}.$$



5. Определим массовый расход воздуха, поступающего на абсорбцию

$$G = V\rho = 2500 \times 1,29 = 3225 \frac{\text{кг}}{\text{час}}$$

6. Расход абсорбента (воды) на процесс найдём из уравнения материального баланса абсорбера

$$L = G \frac{\bar{Y}_n - \bar{Y}_k}{\bar{X}_k - \bar{X}_n} = 3225 \frac{0,194 - 0,019}{0,105 - 0} = 5375 \frac{\text{кг}}{\text{час}}$$

7. Равновесная концентрация спирта с жидкостью состава  $\bar{X}_k$  равна

$$\bar{Y}_n^* = 1,28\bar{X}_k = 1,28 \times 0,105 = 0,134 \frac{\text{кг спирта}}{\text{кг воздуха}}$$

8. Средняя движущая сила процесса переноса этилового спирта из воздуха в воду, выраженная через концентрацию в газовой фазе, равна

$$\Delta \bar{Y}_{cp} = \frac{(\bar{Y}_n - \bar{Y}_n^*) - (\bar{Y}_k - \bar{Y}_k^*)}{\ln \frac{\bar{Y}_n - \bar{Y}_n^*}{\bar{Y}_k - \bar{Y}_k^*}} = \frac{(0,194 - 0,134) - (0,019 - 0)}{\ln \frac{0,194 - 0,134}{0,019 - 0}} = 0,036 \frac{\text{кг спирта}}{\text{кг воздуха}}$$

9. Определим равновесную концентрацию спирта в воде  $\bar{X}_n^*$

$$\bar{X}_H^* = \frac{\bar{Y}_K}{1,28} = \frac{0,019}{1,28} = 0,015 \frac{\text{кг спирта}}{\text{кг воды}}.$$

10. Средняя движущая сила процесса переноса этилового спирта из воздуха в воду, выраженная через концентрацию в жидкой фазе, равна

$$\Delta\bar{X}_{cp} = \frac{(\bar{X}_K^* - \bar{X}_K) - (\bar{X}_H^* - \bar{X}_H)}{\ln \frac{\bar{X}_K^* - \bar{X}_K}{\bar{X}_H^* - \bar{X}_H}} = \frac{(0,150 - 0,105) - (0,015 - 0)}{\ln \frac{0,150 - 0,105}{0,015 - 0}} = 0,027 \frac{\text{кг спирта}}{\text{кг воды}}.$$

**Примечание. Не забывайте ставить чёрточку над обозначениями концентраций. Этим вы показываете, что расчёт ведётся именно в массовых концентрациях, а не в каких-то других. Это требует внимания и некоторой дополнительной затраты времени. Но ведь мне на компьютере это было делать сложнее, чем вам на бумаге. И ещё – не забывайте указывать размерность! Успехов!**