



КГКП «Павлодарский химико-механический колледж»

РАЗДЕЛ 5 «МАССООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ»

**Тема урока : Материальный баланс
процессов массообмена.**

Павлодар, 2020

Механизмом массопередачи является молекулярная или конвективная диффузия.

В процессе массопередачи участвуют три вещества:

- 1) Первая фаза (распределяющее вещество)
- 2) Вторая фаза (распределяющее вещество)
- 3) Распределяемое вещество, переходящее из одной фазы в другую.

Процесс осуществляется в направлении равновесия и прекращается при его достижении.

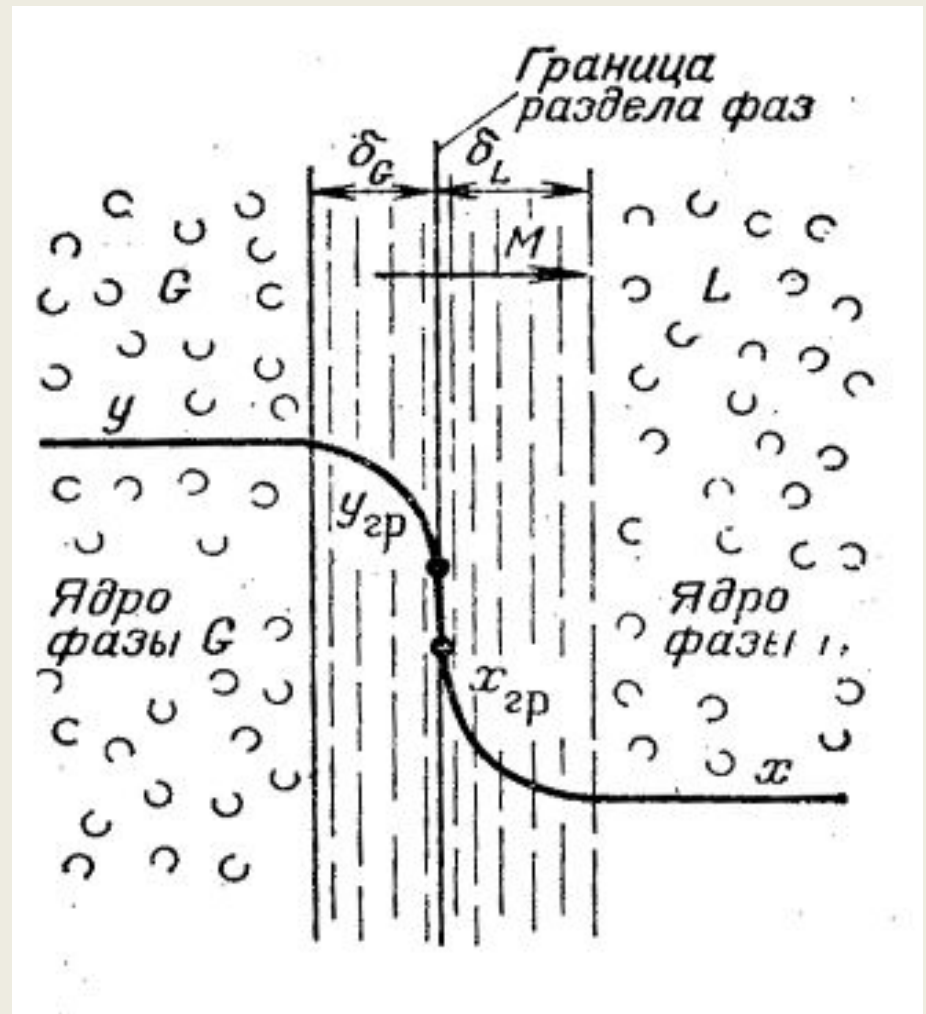
РАВНОВЕСИЕ МЕЖДУ ФАЗАМИ

G, L – первая и вторая
распределяющие фазы.

M – распределяемое
Вещество

Y- концентрация в-ва M
в фазе G

X – концентрация в-ва M
в фазе L



Конвективная и молекулярная диффузия.

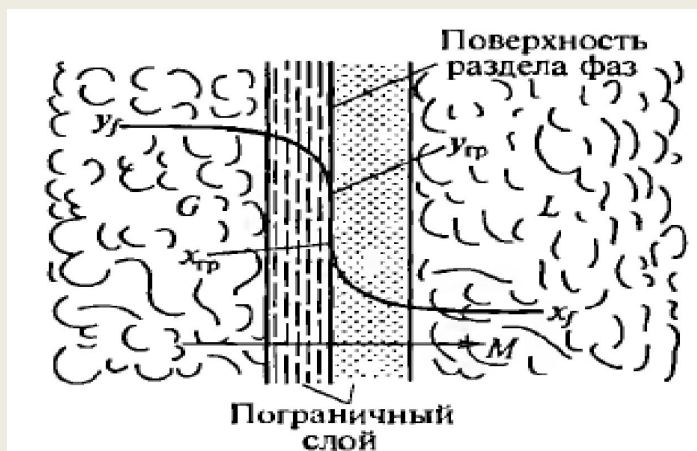


Рис. 9.4. Схема процесса массопередачи в системе без твердой фазы. G и L — количество взаимодействующих фаз; M — количество распределяемого вещества; $x_{гр}$, $u_{гр}$ — концентрации распределяемого вещества на границе раздела фаз; x_f , u_f — концентрации распределяемого вещества в фазах L и G

Вещество переходит из G в L . Распределяемое вещество в G переносится к поверхности раздела фаз, а в L переносится от этой поверхности.

Перенос осуществляется путем молекулярной и конвективной диффузии.

В каждой фазе различают ядро (основная масса) и пограничный слой.

Перенос в пограничном слое осуществляется путем конвективной и молекулярной диффузии. По мере приближения к поверхности раздела происходит затухание конвективных потоков и возрастает роль молекулярной диффузии.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ДИФФУЗИЯ

- это способность одного вещества самостоятельно проникать в другое за счет беспорядочного движения молекул, которому оказывают сопротивление силы внутреннего трения.

Описывается законом Фика:

$$M = \frac{DF\Delta_{\text{сл}}\tau}{\sigma}, \text{ КГ}$$

Масса вещества продиффундировавшего через слой вещества за время τ через поверхность F пропорциональна изменению концентрации этого вещества и обратно пропорциональна толщине слоя.

D- коэффициент диффузии ($\text{м}^2/\text{с}$) – показывает какое количество вещества диффундирует в единицу времени через единицу поверхности при изменении концентраций равной единице через единицу толщины слоя.

Зависит от свойств диффундирующего компонента и среды, в которой происходит диффузия, а так же от температуры и давления.

Молекулярная диффузия процесс медленный, она протекает только в направлении линии уменьшения концентрации распределяемого вещества.

КОНВЕКТИВНАЯ ДИФФУЗИЯ

Характеризуется перемещением вещества движущимися частицами потока.

Скорость конвективной диффузии больше скорости молекулярной диффузии. Конвективная диффузия проходит не только в направлении движения потока, но и его поперечным сечением (за счет турбулентности).

Конвективная диффузия представляет собой уравнение массоотдачи:

$$M = \beta \cdot F \cdot \Delta_{\text{част}} \quad (\text{кг/с})$$

Это количество вещества, переносимого в единицу времени из фазы, отдающей вещество, к поверхности раздела фаз (или от поверхности раздела фаз в фазу, воспринимающую это вещество), пропорционально поверхности F и разности концентраций $\Delta_{\text{част}}$ распределяемого вещества в фазе и у поверхности раздела.

β - коэффициент массоотдачи. Зависит от гидродинамических, физических и геометрических факторов.

Определяется экспериментально с обработкой данных при помощи критериев подобия.

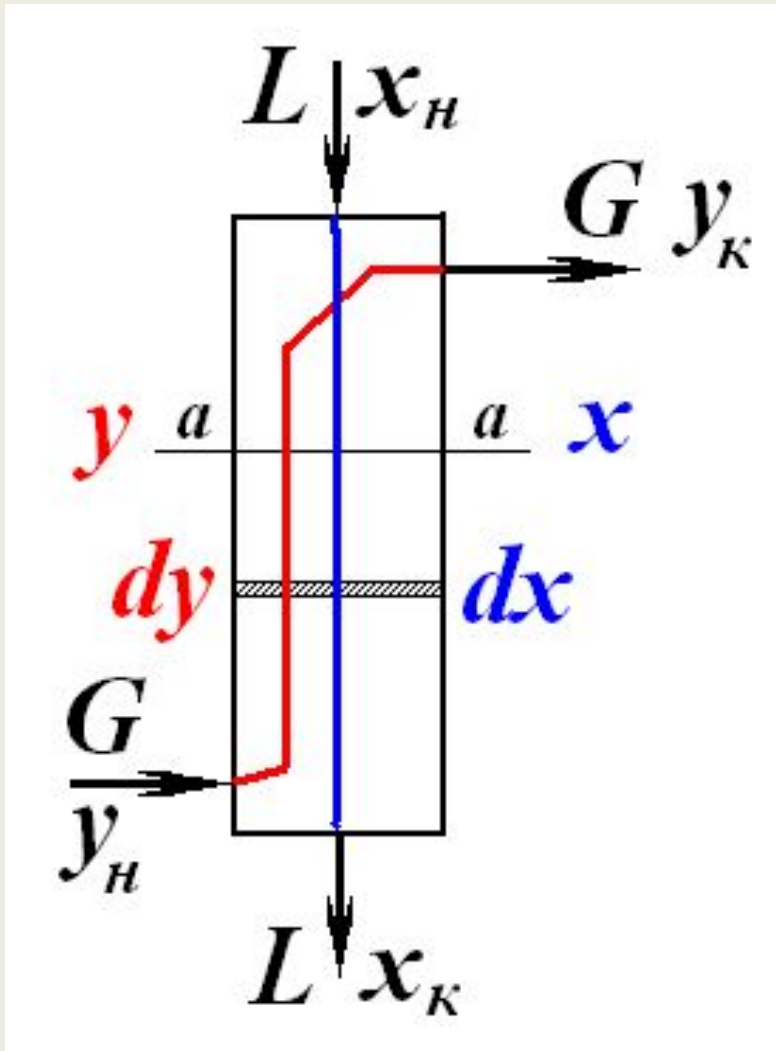
Материальный баланс процессов массообмена

- Подобно тому, как передача тепла протекает лишь при отклонении от состояния равновесия, т. е. при наличии разности температур между теплоносителями, так и переход вещества из одной фазы в другую происходит при отсутствии равновесия между фазами.
- Пусть имеются две фазы G и L, причем распределяемое вещество вначале находится только в первой фазе G и имеет концентрацию Y.
- Если привести фазы в соприкосновение, то распределяемое вещество начнет переходить в фазу L и имеет концентрацию X.
- С момента появления распределяемого вещества в фазе L начнется и обратный переход его в фазу G.

Материальный баланс процессов массообмена

- Рассмотрим схему движения потоков в противоточном аппарате для массообмена рис.1.
- В аппарат поступают фазы G (например, газ) и L (например, жидкость).
- Пусть расход носителя в фазе G составляет G кг/сек, а в фазе L равен L кг/сек.
- Содержание распределяемого компонента, выраженное в виде относительных весовых составов, в фазе G обозначим через Y , в фазе L — через X .
- Предположим, что распределяемый компонент переходит из фазы G в фазу L (например, абсорбируется из газовой смеси жидкостью), причем содержание этого компонента в фазе G уменьшается от Y_1 (на входе в аппарат) до Y_2 (на выходе из аппарата).

Материальный баланс массообменного процесса



*Переход вещества из
газовой фазы в жидкую*

G – расход газовой фазы

L – расход жидкой фазы

*y, x – содержание
переходящего компонента
в газовой и жидкой фазах*

$$y_H > y_K \quad x_H < x_K$$

$$Gy_H + Lx_H = Gy_K + Lx_K$$

Материальный баланс процессов массообмена

- Соответственно содержание этого же компонента в фазе L увеличивается от X_2 (при входе в аппарат) до X_1 (на выходе из аппарата).
- Носители не участвуют в процессе массообмена, следовательно, их количества G и L не изменяются по длине аппарата.

Материальный баланс массообменного процесса

Количество переданной массы по всему аппарату:

$$M = G (y_H - y_K) = L (x_K - x_H)$$

- уравнение материального баланса

$$\frac{L}{G} = \frac{y_H - y_K}{x_K - x_H} = l$$

**- относительный расход
жидкой фазы на единицу массы
(объёма) газовой фазы**

$$G = L \frac{(x_K - x_H)}{(y_H - y_K)} \quad L = G \frac{(y_H - y_K)}{(x_K - x_H)}$$

- уравнения расхода фаз

Материальный баланс массообменного процесса

Материальный баланс нижней части аппарата до сечения а-а:

$$G (y_n - y) = L (x_k - x)$$

$$y = \frac{L}{G} x + \left(y_n - \frac{L}{G} x_k \right)$$

- уравнение рабочей линии

(линии концентраций, оперативной линии)

- показывает изменение концентраций переходящего компонента в парах и в жидкости по высоте аппарата