

Массообменные процессы

Массообменными называют такие химико-технологические процессы, в которых основную роль играет перенос вещества из одной фазы в другую.

Движущей силой МП является разность химических потенциалов.

Эта разность характеризует степень отклонения системы от состояния равновесия.

В пределах одной фазы перенос обусловлен разностью концентраций.

Поэтому в инженерных расчетах движущую силу выражают как разность концентраций.

МО процессы широко используются в промышленности для разделения газовых и жидких гомогенных смесей, для их концентрирования и для защиты окружающей среды.

МО аппаратура применяется для выделения продуктов реакции и не прореагировавших веществ.

Наиболее распространенные МО процессы.

АБСОРБЦИЯ (десорбция) - избирательное поглощение газов и паров жидкостью.

ГАЗ \Rightarrow ЖИДКОСТЬ

ПЕРЕГОНКА И РЕКТИФИКАЦИЯ -
разделение жидких гомогенных смесей на
отдельные компоненты;

ректификация - чистые и сверхчистые.

ГАЗ \Leftrightarrow ЖИДКОСТЬ

ЭКСТРАКЦИЯ - извлечение компонента из
одной жидкости в другую.
ЖИДКОСТЬ \Rightarrow ЖИДКОСТЬ

АДСОРБЦИЯ (десорбция) - избирательное
поглощение газов, паров и растворенных
веществ твердым поглотителем.
ЖИДКОСТЬ, ГАЗ \Rightarrow ТВЕРДОЕ

ИОННЫЙ ОБМЕН - избирательное
поглощение ионов из электролитов.
ЖИДКОСТЬ, ГАЗ \Rightarrow ТВЕРДОЕ

СУШКА - удаление влаги из твердых
материалов испарением.
ТВЕРДОЕ \Rightarrow ГАЗ

РАСТВОРЕНИЕ И ЭКСТРАГИРОВАНИЕ -
извлечение за счет избирательной
растворимости.

ТВЕРДОЕ \Rightarrow ЖИДКОСТЬ

КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ - выделение твердой
фазы из растворов и расплавов.

ЖИДКОСТЬ \Rightarrow ТВЕРДОЕ

МЕМБРАННЫЕ ПРОЦЕССЫ -
избирательное извлечение компонентов
смеси или их концентрирование при
помощи полупроницаемых перегородок.

ЖИДКОСТЬ, ГАЗ \Rightarrow ЖИДКОСТЬ, ГАЗ

Процесс перехода вещества из одной фазы в другую называют массопередачей.

В отличие от теплопередачи, МП обычно происходит непосредственно через границу раздела фаз.

Перенос вещества в пределах одной фазы - из фазы к границе (или от границы в фазу) - называют массоотдачей.

X и Y - концентрации в разных фазах и поэтому могут быть выражены по-разному, в разных единицах.

Да и при одинаковом способе выражения концентраций нельзя ожидать, что разные вещества (растворы) должны проявлять себя одинаково при одинаковых концентрациях.

Однако согласованность между концентрациями есть!

Коэффициенты массопередачи имеют следующий физический смысл - это массовые потоки через единичную площадь в расчете на единичную разность между рабочей и равновесной концентрациями (единичную движущую силу).

Граница раздела фаз может быть:

Свободная (абсорбция, перегонка, ректификация, экстракция).

Величина поверхности сильно зависит от гидродинамических условий.

Неподвижная поверхность (адсорбция, процессы в насадочных колоннах).

Мембранная (мембранные процессы).

Фазы могут выступать в роли простых носителей распределяемого компонента и не участвовать в переносе (абсорбция, экстракция).

А могут быть по существу распределяемыми компонентами (перегонка, ректификация).

Если фазы - простые носители, то уравнения рабочих линий - есть прямые линии при использовании относительных концентраций.

[кг компонента / кг носителя]

[моль компонента / моль носителя]

[моль компонента / кг носителя]

Для теоретической оценки коэффициентов
массоотдачи необходимо решить систему
уравнений:

Неразрывности потока

Навье-Стокса

Фурье-Кирхгофа

Конвективной диффузии

Зависимости свойств от температуры и состава

Перегонка жидкостей

Процесс, в котором разделяемая смесь нагревается до кипения, а образующийся пар отделяется и конденсируется.

Перегонка основана на том, что смешанные жидкости имеют различную упругость пара (летучесть) при одинаковой температуре.

Простейший вариант перегонки - выпарка, когда один из компонентов практически нелетуч.

Простая перегонка (однократная, двукратная) применяется также при существенном различии в летучести, для предварительной очистки.

Наиболее полное разделение достигается при многократной перегонке и ректификации.

Перегонка с водяным паром

Применяется для очистки жидкостей,
не смешивающихся с водой.

Позволяет перегонять их при пониженной
температуре.

Ректификация

Это многократная перегонка с частичным возвращением (движением) конденсата в обратном направлении.

Проводят в ректификационных колоннах тарельчатого и насадочного типа. Режим - обычно непрерывный.

Разделяют нефтепродукты, воздух и другие газовые смеси (сжиженные), продукты оргсинтеза.