Основы массообмена

Основные понятия и определения в теории массообмена. Молекулярная и конвективная диффузия. Основные уравнения. Тепло- и массообменные устройства, применяемые в легкой промышленности

Массообменные процессы

- Переход вещества из одной фазы в другую через разделяющую их поверхность, или передвижение вещества в пределах одной фазы:

  молекулярная диффузия, **масоотдача и массопередача**

Молекулярная диффузия

$$dM = -D\frac{\partial c}{\partial x}dFd\tau$$

где dM – количество продиффундировавшего вещества, кг;

$\frac{\partial c}{\partial x}$ - градиент концентрации, .

D – коэффициент молекулярной диффузии

Знак минус показывает, что при молекулярной диффузии концентрация убывает в направлении перемещения вещества, а градиент концентрации …… .

Коэффициент молекулярной диффузии

- Коэффициент молекулярной диффузии *D* зависит от природы диффундирующего вещества, не связан с динамикой процесса и характеризует способность вещества проникать в какую-либо среду.
- Коэффициент диффузии зависит от агрегатного состояния системы, температуры и давления.
- Показывает какое количество вещества диффундирует через поверхность 1м2 в течение 1 с при разности концентраций на расстоянии 1м равной единице.
- Значения *D* находят по справочникам или рассчитывают:
  Dгаза=0,1-1 см2/с

  Dжид=1 см2/сутки

Массоотдача

- Перенос вещества в объеме одной фазы за счет молекулярной и конвективной диффузий:

$$dM = \beta_x \left(x_{\text{гр}} - x \right) dF d\tau$$

Математическое описание массоотдачи

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} + \frac{\partial c}{\partial x}\omega_x + \frac{\partial c}{\partial y}\omega_y + \frac{\partial c}{\partial z}\omega_z = D\left(\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial z^2}\right)$$

$$-D\frac{\partial c}{\partial x} = \beta \Delta c$$

Критерии диффузионного подобия

- Критерий Нуссельта диффузионный:

$$Nu_д = \frac{\beta l}{D}$$

- Критерий Фурье диффузионный :

$$Fo_д = \frac{D\tau}{l^2}$$

- Критерий Прандтля диффузионный:

$$Pr_д = \frac{\nu}{D}$$

Критериальное уравнение

$$Nu_д = f(Re; Gr; Pr_д; Fo_д)$$

- Т.е. уравнение аналогично теплообменному

Массопередача

- Переход вещества из одной фазы в другую через разделяющую их поверхность

Закон массопередачи

$$dM = K_y \Delta y dF d\tau$$

где М – количество вещества, перешедшего из одной фазы в другую, кг/с;

Ку – коэффициент массопередачи,

F – поверхность соприкосновения фаз, м2;

Δy - движущая сила процесса массопередачи.

Коэффициент массопередачи выражает количество вещества, переходящего из одной фазы в другую за единицу времени через единицу поверхности соприкосновения при движущей силе равной единице.

Классификация массообменных процессов

- **Массообменные процессы со свободной границей контакта фаз:**

Абсорбция, ректификация, экстракция

- **Массообменные процессы с неподвижной поверхность контакта фаз:**

Сушка, адсорбция, ионный обмен, мембранное разделение, кристаллизация, экстрагирование

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ

- Процесс обезвоживания материала за счет испарения влаги и отвода ее паров **- сушка**.
- Все тела обладают способностью поглощать влагу, отдавать влагу и интенсивно удерживать влагу.
- Количество влаги в теле меняется в значительных пределах в зависимости от условий.

Тепло- и массообменные процессы

- Закономерная совокупность теплового и массообменного воздействия на материал для придания ему заданных свойств.
- Установки, в которых проходят эти процессы, - тепловые установки.
- В тепловой установке тепловая энергия используется для технологической переработки материала.

Тепловая обработка

- Тепловая обработка материалов и изделий определяет качество готовой продукции:
- происходят физико-химические превращения;
- формируется структура;
- идут процессы тепло- и массообмена;
- возникают напряженные состояния.

Классификация способов тепловой обработки

- **Тепловлажностные** –предусматривают тепловую обработку материала с сохранением в нем влаги.

- **Сушка** – тепловая обработка начинается с удаления влаги (конечная или промежуточная стадия).

Тепловой режим

- Совокупность создаваемых для обработки материалов и изделий тепловых, массообменных и гидродинамических процессов.
- При тепловом режиме рабочее тело (газ, воздух, пар) воздействует на обрабатываемый материал – тепло- и массообменный процесс.

Влажный материал, подвергаемый тепловой обработке

- Неоднородные (гетерогенные) системы с тремя фазами агрегатного состояния:
- Основа структуры – твердая фаза;
- Поры материала заполняет:

  вода;

  Воздух, пары воды и газы.
- В процессе тепловой обработки три фазы в количественном отношении все время меняются.

.

- Обмен теплотой между теплоносителем и материалом протекает в тепловой установке:
- влага испаряется с поверхности материала и поглощается теплоносителем, место испаренной влаги (поровое пространство) занимает влажный воздух из теплоносителя;
- при конденсации влаги на поверхности материала влага диффундирует в поры материала, вытесняя из них воздух.
- происходят в материале процессы термического расширения, ускоряются возможные химические реакции и т.д.

Особенности тепло-массообмена

- Если парциальное давление водяных паров у поверхности материала больше, чем в окружающем воздухе, **материал отдает влагу** воздуху.
- Парциальное давление водяных паров у поверхности материала меньше, чем в окружающем воздухе, **-материал сорбирует влагу** из воздуха

Классификация влажного материала

- **Коллоидные тела** – сохраняют эластичные свойства после удаления из них влаги (желатин);
- **Капиллярно-пористые тела** – при удалении влаги становятся хрупкими (песок, древесный уголь);
- **Капиллярно-пористые коллоидные тела** – характерны процессы набухания и усадки.

Формы связи влаги с материалом

- **Химическая связь** влаги с материалом – влага входит в состав кристаллических решеток материала.
- **Физико-химическая связь** – осуществляется адсорбционными и осмотическими силами:

  адсорбционная и осмотическая
- **Физико-механическая связь** – за счет влаги, заполняющей макро- и микрокапилляры, влага капиллярная и смачивания

Физико-химическая связь

- **Адсорбционная влага** захватывается внешней поверхностью структурных элементов материала под действием нескомпенсированного силового поля молекул, находящихся на этой поверхности.
- **Осмотическая влага** проникает в капиллярно-пористое тело через стенки пор за счет сил осмотического давления путем избирательной диффузии.

Физико –механическая связь

- **Капиллярная** – заполняет микрокапилляры, сорбируется из воздуха.
- **Смачивания** – макрокапилляры заполняются влагой при непосредственном соприкосновении с водой.

Влажность материала

- Баланс влажного материала:

$$M_{вл} = M_c + W$$

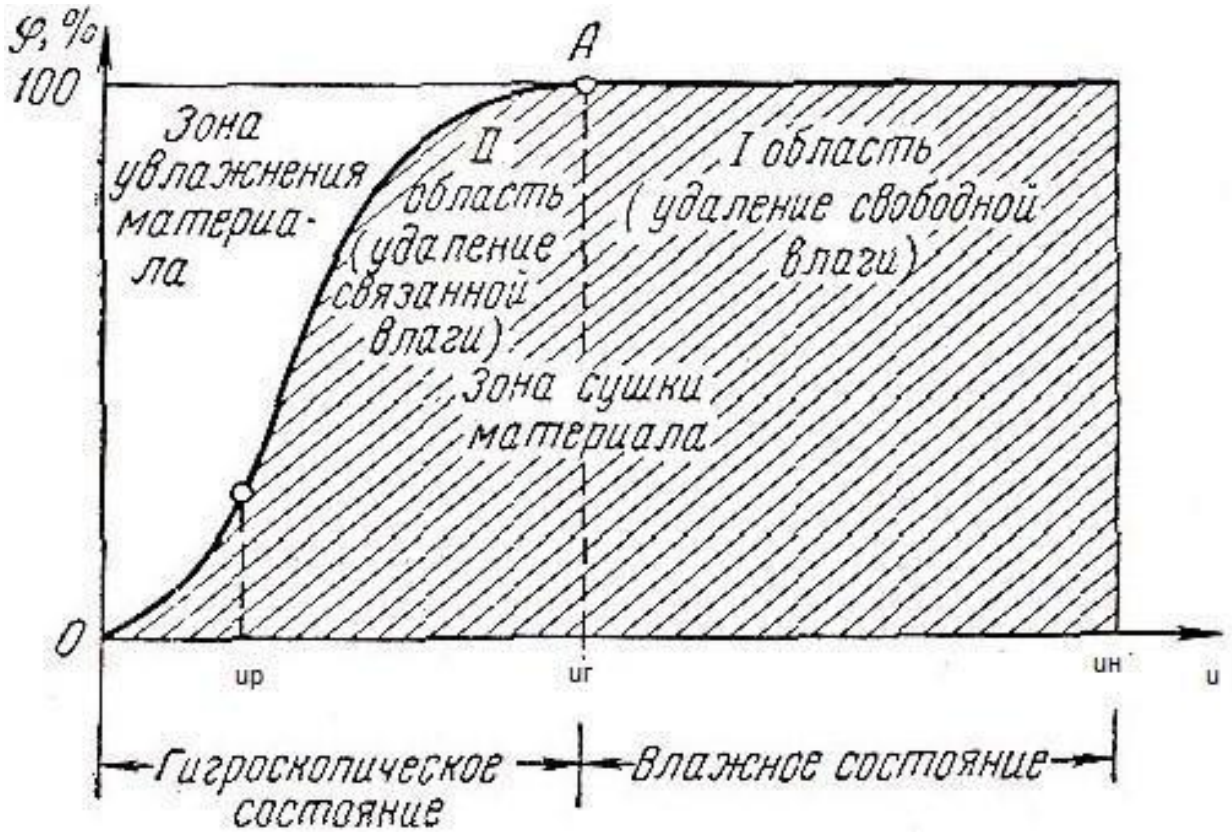
- Относительная влажность

$$u = \frac{W}{M_{вл}} 100, \%$$

- Абсолютная влажность

$$u' = \frac{W}{M_c} 100, \%$$

Равновесная влажность



Влажно-тепловая обработка

- Под влажно-тепловой обработкой швейных изделий понимают специальную обработку деталей или изделия влагой, теплом и давлением с помощью специального оборудования.
- При изготовлении одежды влажно-тепловая обработка составляет приблизительно 15-25% (в зависимости от вида изделия и материала) всей трудоемкости изделия.

- Влажно-тепловая обработка может проводиться
  - в процессе обработки изделий (**внутрипроцессная**) на утюжильном столе с помощью пароэлектрического утюга
  - при отделке готовой продукции (**окончательная**) на специальных столах, прессах или на паровоздушных манекенах.
- применяют для придания объемно-пространственной формы деталям изделия, обработки различных швов, окончательной отделки и соединения деталей клеевым методом.

Стадии влажно-тепловой обработки

- размягчение волокна влагой и теплом;
- придание определенной формы давлением;
- закрепление полученной формы путем удаления влаги теплом и давлением.
- Методами указанной обработки являются утюжка, прессование и отпаривание.

Оборудование ВТО

- электрический, электропаровой и паровой обогрев.

Режимы обработки материалов зависят от применяемого оборудования:

- Проутюжильники - температура нагрева гладильной поверхности может быть повышена на 5-10°С.
- На утюжильных операциях используют утюги массой 2,4-6 кг.

Режимы влажно-тепловой обработки

Материалы.	Температура нагрева гладильной поверхности.	Давление прессования (Па).	Продолжи-тельность воздействия утюга, с.	Продолжи-тельность воздействия пресса, с.	Увлажнение %.	Примечание.
Ткани шелковые.	160	---	60	---	10	---
Ткани ацетатные или с лавсановыми волокнами.	140 - 150	$5*10^4$	10 - 20	5	15 - 20	---
Ткани и капроновые.	150-160	---	30	---	---	При допускается небольшое увлажнение.
Ткани хлопчатобумажные и льняные.	180-200	$(3-5)*10^4$	30	5-10	20	---
Ткани хлопчатобумажные в смеси с лавсановыми волокнами.	150-160	$3*10^4$	40-30	10-15	20	---