

## Раздел 6. Теплопередача и тепловой баланс

### Лекция №6

#### Теплопередача в химической аппаратуре

Перенос энергии в форме тепла (теплоперенос), происходящий между телами, имеющими различную температуру, называется *теплообменом*. Движущей силой любого процесса теплообмена является разность температур более нагретого и менее нагретого тел, при наличии которой тепло самопроизвольно, в соответствии со вторым законом термодинамики, переходит от более нагретого к менее нагретому телу. Теплообмен между телами представляет собой обмен энергией между молекулами, атомами и свободными электронами; в результате теплообмена интенсивность движения частиц более нагретого тела снижается, а менее нагретого – возрастает.

Тела, участвующие в теплообмене, называются теплоносителями.

*Теплопередача* – наука о процессах распространения тепла. Законы теплопередачи лежат в основе тепловых процессов – нагревания, охлаждения, конденсации паров, выпаривания – и имеют большое значение для проведения многих массообменных (процессы перегонки, сушки и др.), а также реакционных процессов химической технологии, протекающих с подводом или отводом тепла.

Различают три принципиально различных элементарных способа распространения тепла: теплопроводность, конвекцию и тепловое излучение.

*Теплопроводность* представляет собой перенос тепла вследствие беспорядочного (теплового) движения микрочастиц, непосредственно соприкасающихся друг с другом. Это движение может быть либо движением самих молекул (газы, капельные жидкости), или диффузией свободных электронов (в металлах). В твердых телах теплопроводность является обычно основным видом распространения тепла.

*Конвекцией* называется перенос тепла вследствие движения и перемешивания макроскопических объемов газа или жидкости.

Перенос тепла возможен в условиях естественной, или свободной конвекции, обусловленной разностью плотностей в различных точках объема жидкости (газа), возникающей вследствие разности температур в этих точках или в условиях *вынужденной конвекции* при принудительном движении всего объема жидкости, например в случае перемешивания ее мешалкой.

*Тепловое излучение* – это процесс распространения электромагнитных колебаний с различной длиной волн, обусловленный тепловым движением

атомов или молекул излучающего тела. Все тела способны излучать энергию, которая поглощается другими телами и снова превращается в тепло. Таким образом, осуществляется лучистый теплообмен; он складывается из процессов лучеиспускания и лучепоглощения.

### **Уравнения теплоотдачи и теплопередачи. Движущая сила процесса**

Перенос тепла от стенки к газообразной (жидкой) среде или в обратном направлении называется теплоотдачей.

Соответственно уравнение теплоотдачи в локальной форме будет иметь следующий вид:

$$dQ = \alpha \cdot dF \cdot (t_{\infty} - t_{ст}) d\tau$$
$$dQ = \alpha \cdot dF \cdot (t_{ст} - t_{\infty}) d\tau ,$$

где  $t_{\infty}, t_{ст}$  - температуры теплоносителя в ядре потока и около стенки.

Процесс передачи тепла от более нагретой к менее нагретой жидкости (газу) через разделяющую их поверхность, называется теплопередачей.

Общая кинетическая зависимость для процессов теплопередачи, выражающая связь между тепловым потоком  $Q$  и поверхностью теплообмена  $F$ , представляет собой основное уравнение теплопередачи:

$$dQ = K \cdot dF \cdot (t_1 - t_2) \cdot d\tau$$

где  $K$  – коэффициент теплопередачи, определяющий среднюю скорость передачи тепла вдоль всей поверхности теплообмена;  $d\tau$  – время;  $t_1, t_2$  – температуры горячего и холодного теплоносителей соответственно, т.е.  $(t_1 - t_2)$  – температурный напор (средняя движущая сила процесса теплопередачи).

Уравнение теплопередачи в интегральной форме имеет следующий вид:

$$Q = K \cdot F \cdot \Delta t_{ср}$$