

ТЕПЛОМАССООБМЕН

Введение в тепломассообмен

2016 год

План

- 1. Основные положения теории теплопроводности (общие понятия).
- 2. Теплоотдача. Теплопередача. Макроскопический характер учения о теплообмене.

Рекомендуемая литература

- **Основная:**
- **1. Нащокин В.В.**
**Техническая
термодинамика и
теплопередача.**



Основные положения теории теплопроводности (общие понятия)

Теплообмен — это наука о процессах переноса тепла.

Теплообменном называется самопроизвольный необратимый процесс переноса теплоты в пространстве с неоднородным полем температуры.

- В теории теплообмена рассматриваются процессы распространения теплоты в твёрдых, жидких и газообразных телах.
- Эти процессы по своей физико-механической природе многообразны, отличаются большой сложностью и обычно развиваются в виде целого комплекса разнородных явлений.

- Перенос теплоты может осуществляться тремя способами:
 - 1. Теплопроводностью.
 - 2. Конвекцией.
 - 3. Излучением.
- Эти виды теплообмена различны по своей природе и характеризуются различными законами.

Теплопроводность

- Процесс переноса теплоты теплопроводностью происходит между непосредственно соприкасающимися телами или частицами тел с различной температурой.

Теплопроводность

- *Теплопроводностью* называется процесс переноса теплоты при непосредственном контакте более нагретых элементов тела (или среды) с менее нагретыми, осуществляемый посредством хаотического движения и взаимодействия микрочастиц (молекул, атомов, электронов, ионов).
- Интенсивность процесса теплопроводности в различных телах разная.

Теплопроводность

- Учение о теплопроводности однородных и изотропных тел основано на простых количественных законах и располагает хорошо разработанным математическим аппаратом.
- **Теплопроводность** представляет собой молекулярный процесс передачи теплоты.
- В металлах при такой передаче теплоты большую роль играют свободные электроны.

Теплопроводность

При определении переноса теплоты теплопроводностью в реальных телах встречаются известные трудности.

Эти трудности состоят в том, что тепловые процессы развиваются в неоднородной среде, свойства которой зависят от температуры и изменяются по объёму.

Кроме того, эти трудности возрастают с увеличением сложности конфигурации системы.

Конвекция

- **Конвекция** — второй вид переноса теплоты, происходит только в газах и жидкостях.

Конвекция

- *Конвекция* осуществляется при перемещении и перемешивании всей массы неравномерно нагретых жидкости или газа.
- *Конвективный перенос теплоты* происходит тем интенсивнее, чем больше скорости движения жидкости или газа, т.к. в этом случае за единицу времени перемещается большее количество частиц тела.

Конвекция

- В жидкостях и газах процесс конвекции всегда сопровождается теплопроводностью, т.к. при этом осуществляется и непосредственный контакт частиц с различной температурой.
- *Конвективным теплообменом* называется одновременный перенос теплоты конвекцией и теплопроводностью.
- *Конвективный теплообмен* может быть вынужденным и свободным.

Конвекция

- *Вынужденным конвективным теплообменом* называют такой теплообмен, если движение жидкости или газа вызвано искусственно (вентилятором, компрессором, мешалкой и др.).
- *Свободным* (естественным) *конвективным теплообменом* называют такой теплообмен, если движение жидкости или газа возникает под влиянием разности плотностей отдельных частей жидкости (газа) от нагревания.

Излучение

- **Излучение** – третий вид теплообмена.

Излучение

- Процесс передачи теплоты излучением между двумя телами, разделенными полностью или частично пропускающей излучение средой, происходит в три стадии:
- 1 стадия: превращение части внутренней энергии одного из тел в энергию электромагнитных волн;
- 2 стадия: распространение электромагнитных волн;
- 3 стадия: поглощение энергии излучения другим телом.

Излучение

- При невысоких температурах перенос энергии осуществляется в основном инфракрасными лучами.

Сложный теплообмен

- **Сложным теплообменном** называют совокупность всех трех видов переноса теплоты.
- Изучение закономерностей сложного теплообмена представляет собой трудную задачу.
- Сначала изучают каждый из трех видов теплообмена отдельно, после чего становится возможным вести расчеты, относящиеся к сложному теплообмену.

Количественные характеристики переноса теплоты

- При изучении отдельных видов теплообмена используют следующие общие понятия и определения.
- 1. **Перенос тепла от одного тела к другому, а также между частицами данного тела** происходит только при наличии разности температур и направлен всегда в сторону более низкой температуры.
- 2. **Тепловой поток Q** — это количество теплоты Q_T , переносимой в единицу времени.

- 3. **Удельным тепловым потоком** (**плотностью теплового потока**) q называется отношение теплового потока Q к единице площади F :

$$q = \frac{Q}{F} \quad [q] = 1 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$$

- Q – тепловой поток, Вт;
- F – площадь поверхности теплообмена, м²;
- q – плотность теплового потока (удельный тепловой поток), Вт/м².

МАССООБМЕН

Массообменом называется процесс переноса массы вещества в пространстве с неоднородным распределением концентрации этого вещества.

- *Более простое определение.*
- **Массообменом** называется процесс переноса массы вещества из одной точки пространства в другую, который возникает при наличии разности концентрации данного вещества в рассматриваемых точках.
- Явление массопереноса объясняется диффузией компонентов в смеси веществ.

- Механизмы диффузии и теплопроводности идентичны (одинаковы).
- Процессы диффузии и теплопроводности обусловлены хаотическим тепловым движением молекул.
- Способы переноса массы могут быть различными.
- Если масса переносится только за счет движения атомов и молекул, то такой процесс называется *диффузией*.

- Наиболее интенсивно диффузия протекает в газах, поскольку молекулы в них более подвижны, чем в жидкостях и твердых телах.
- В жидкостях и газах наряду с диффузией возможен и конвективный массоперенос за счет перемещения макроскопических объемов.

- ***Конвективный массообмен***, т.е. распространение массы вещества в движущейся смеси веществ происходит одновременно как за счет молекулярной диффузии, так и за счет конвективного переноса вещества.
- В практике важным являются процессы переноса массы при химических реакциях, протекающих в объеме смеси или на границе раздела фаз, а также процессы переноса при фазовых переходах — испарение жидкости в парогазовую среду или конденсации пара из парогазовой смеси.

- В большинстве случаев процессы массопереноса аналогичны соответствующим процессам теплопереноса:
- **диффузия** — **теплопроводности**;
- *конвективный массоперенос* — *конвективному теплопереносу*.
- Аналогичные процессы описываются одинаковыми по форме математическими уравнениями.

- Многие выводы и формулы теплопереноса могут быть использованы и для процессов переноса массы.
- Тепломассообменом *называется совместно протекающий процесс переноса теплоты и массы вещества.*