

Павлодар облысы әкімдігі,  
Павлодар облысы білім беру басқармасының  
"Павлодар химия механикалық колледжі"  
Коммуналдық мемлекеттік қазыналық кәсіпорны



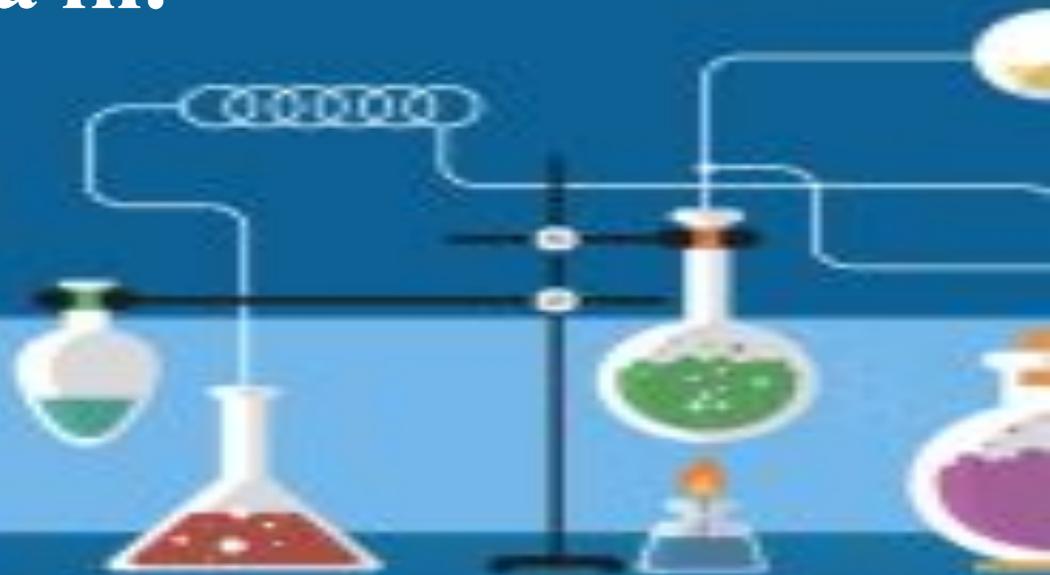
Коммунальное государственное казенное предприятие  
"Павлодарский химико-механический колледж"  
Управления образования Павлодарской области,  
акимата Павлодарской области

# ТЕХНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА

Тема урока:

## Тепловые балансы. Основное уравнение теплопередачи.

Преподаватель спецдисциплин: Сулейменова Г. Н



# ЦЕЛЬ УРОКА

---

Ознакомиться с основами теплопередачи. Изучить тепловой баланс процесса. Освоить основное уравнение теплопередачи.

# Тепловые процессы

обмен теплом между двумя теплоносителями

Тепловые процессы имеют большое значение в химической промышленности поскольку:

- 1) большинство химических процессов являются эндо- или экзотермическими и, следовательно, управление химико-технологическими процессами (ХТП) в конечном счете сводится к подводу или отводу тепла
- 2) в себестоимости любой продукции химической промышленности стоимость тепловой энергии составляет значительную часть, т.е. эффективная организация тепловых процессов положительно сказывается на эффективности всего производства

## Особенности тепловых процессов:

а) широкий диапазон температур теплопереноса (от температур, близких к абсолютному нулю, до несколько тысяч градусов выше нуля)

б) теплоперенос осуществляется в агрессивных средах и при высоких давлениях, что предъявляет особые требования к аппаратурному оформлению этих процессов

# Основные характеристики тепловых процессов

- количество передаваемого тепла, от которого зависят размеры теплообменных аппаратов
- основной размер теплообменного аппарата – теплопередающая поверхность (или поверхность теплообмена)

# Способы передачи теплоты

**Теплопроводность** – процесс передачи теплоты внутри тела от одних частиц к другим вследствие их движения и соударений. Передача теплоты происходит только в твердых телах (горячая наружная поверхность стакана с горячим чаем)

**Конвекция** – процесс распространения теплоты в результате движения объемов и перемещения частиц жидкостей или газов (обогрев комнаты радиаторной батареей)

**Теплопередача излучением** – перенос энергии, обусловленный процессами испускания, распространения и поглощения электромагнитных волн (люди, животные, растения на Земле существуют благодаря теплоте, получаемой от Солнца))

В реальных процессах все три способа теплообмена обычно сопутствуют друг другу.

В тепловых процессах, осуществляемых в теплообменном аппарате, происходит передача теплоты от одного теплоносителя к другому, причем эти теплоносители в большинстве случаев разделены стенкой.

Перенос теплоты от поверхности твердого тела к газообразной или жидкой среде (или наоборот) называется конвективной теплоотдачей или просто теплоотдачей.

# Уравнение теплового баланса

Для того, чтобы найти количество теплоты, которое должно быть передано в теплообменном аппарате, необходимо составить уравнение теплового баланса.

В теплообменнике количество теплоты  $Q_1$ , отдаваемое горячим теплоносителем в единицу времени, затрачивается на нагрев ( $Q_2$ ) холодного теплоносителя, а часть теплоты ( $Q_{\text{п}}$ ), рассеиваемая в окружающую среду, теряется. Соответственно,

$$Q_1 = Q_2 + Q_{\text{п}}$$

Количество теплоты, переносимой в единицу времени, называют тепловым потоком. Если теплоносители не меняют своего агрегатного состояния (не происходит их конденсация и испарение), то уравнение теплового баланса принимает вид

$$G_1 c_1 (T_{1н} - T_{1к}) = G_2 c_2 (T_{2к} - T_{2н}) + Q_{п}$$

где  $G_1, G_2$  – массовые расходы веществ, участвующих в процессе теплообмена, кг/с

$c_1, c_2$  – удельные теплоемкости этих веществ, Дж/кг·К

$T_{1н}, T_{1к}$  – начальная и конечная температуры горячего теплоносителя, К

$T_{2н}, T_{2к}$  – начальная и конечная температуры холодного теплоносителя, К

$Q_{п}$  – тепловые потери, Вт

Под удельной теплоемкостью понимают количество теплоты, сообщаемой 1 кг вещества для изменения его температуры на 1 К.

В тех случаях, когда теплообмен между двумя средами сопровождается фазовым переходом (кипение, конденсация), в уравнениях теплового баланса необходимо учитывать теплоту фазового перехода. Например, для конденсатора, в котором происходит конденсация паров горячего теплоносителя вследствие нагревания холодного теплоносителя, уравнение теплового баланса имеет вид

$$G_1 r_1 = G_2 c_2 (T_{2к} - T_{2н}) + Q_{п}$$

$r_1$  – удельная теплота конденсации горячего теплоносителя, Дж/кг (количество теплоты, выделяющейся при конденсации 1 кг теплоносителя)

- В зависимости от температурных и других условий проведения процесса применяют различные методы подвода и отвода тепла – для каждого конкретного процесса должен быть выбран тот метод, который оправдывает себя в технологическом и экономическом отношении.
- При подводе тепла применяют различные теплоносители, которые отдают получаемую от источников теплоты энергию в теплообменных аппаратах другому теплоносителю с более низкой температурой.

# Основное уравнение теплопередачи

Количество теплоты, передаваемой в единицу времени, определяется основным уравнением теплопередачи

$$Q=KS(T_1-T_2)$$

Численное значение коэффициента  $K$  определяется количеством теплоты, которое передается от одного теплоносителя к другому через разделяющую их стенку площадью 1 кв.м в течение 1 с при разности температур теплоносителей 1 К.

Размерность коэффициента теплопередачи – Вт/кв.м·К

•

•

Коэффициент теплопередачи  $K$  определяется (без учета загрязнений с обеих сторон стенки) через уравнение

$$K = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{1}{\alpha_2}\right)}$$

$\alpha_1, \alpha_2$  - коэффициенты теплоотдачи от горячего теплоносителя к стенке и от стенки к холодному теплоносителю соответственно

$\lambda_{ст}$  - коэффициент теплопроводности стенки

$\delta_{ст}$  - ее толщина

# GLOSSARY

ENGLISH	РУССКИЙ	ҚАЗАҚША
	Тепловые процессы	
	Теплоперенос	
	Теплопередающая поверхность	
	Конвекция	
	Теплопередача излучением	
	Теплообменник	
	Удельная теплоемкость	

# Задача

- Даны следующие показатели, найдите количество теплоты передаваемой в единицу времени.
- Дано:
- $\alpha_1 = 0,39 \text{ Вт (м}^2 \cdot \text{К)}$
- $\alpha_2 = 0,57 \text{ Вт (м}^2 \cdot \text{К)}$
- $\lambda_{\text{ст}} = 0,13 \text{ Вт (м} \cdot \text{К)}$
- $\delta_{\text{ст}} = 0,08 \text{ м}$
- $T_1 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$
- $T_2 = 28 \text{ }^\circ\text{C}$
- $r_{\text{трубы}} = 1,25 \text{ м}$

## Домашнее задание

- 1. Записать конспект теоретического материала.
- 2. Заполнить глоссарий и записать в тетрадь.
- 3. Решите задачу и запишите в тетрадь.