

# ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

ст. преподаватель  
Кундро Нина Викторовна

# Литература

1. Тихомиров К. В., Сергеенко Э.С. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция.– М.: Стройиздат, 1991.– 480 с.
2. Инженерные сети и оборудование. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция: учеб.-метод. Комплекс для студентов спец. 1-70 02 01, 1-70 02 02, 1-70 04 03 и слушателей ИПК УО «ПГУ» спец. 1-70 02 71/ О.В. Картавцева, Н.В. Кундро, О.Н. Широкова; под общ. ред. О.В. Картавцевой. – Новополоцк: ПГУ, 2009. – 232 с.

Тема 1

**ОСНОВЫ  
ТЕХНИЧЕСКОЙ  
ТЕРМОДИНАМИКИ  
И ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ**

# Основные понятия и определения технической термодинамики

- **Термодинамика** – это наука о свойствах энергии в различных её видах, а также о закономерностях перехода энергии от одних тел к другим и из одного вида в другой.
- Основа - первый и второй законы термодинамики.

# Основные понятия

- ***Теплота и работа*** - понятия неразрывно связаны с процессами передачи энергии от одних тел к другим.
- ***Внутренняя энергия*** – обусловлена невидимым движением составляющих его молекул и наличием сил взаимодействия между ними.
- ***Внешняя энергия*** тела обусловлена его видимым движением и наличием силового поля земного тяготения.

# ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

- **Работа** характеризует энергию, передаваемую от одного тела к другому макрофизическим путем (т.е. в процессе изменения внешней энергии хотя бы одного из двух тел).
- **Теплота** характеризует энергию, передаваемую от одного тела к другому микрофизическим путем (т.е. в процессе изменения только внутренней молекулярной энергии тел).

# Основные понятия

- **Рабочее тело** – газы и пары (большой коэффициент теплового расширения → при нагревании совершают гораздо большую работу, чем жидкости и твердые тела.
- **Реальные газы** – газы, молекулы которых обладают силами взаимодействия и имеют конечные, хотя и весьма малые геометрические размеры.
- **Идеальные газы** - газы, молекулы которых не обладают силами взаимодействия, а сами молекулы представляют собой материальные точки с ничтожно малыми объемами.

# ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

- ***Термодинамические параметры состояния*** – физические величины, характеризующие рабочее тело в состоянии равновесия.

*давление*

*абсолютная температура*

*удельный объем*

# ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

## *Давление*

Сила, действующая на единицу площади поверхности тела перпендикулярно последней.

- Под ***абсолютным давлением*** подразумевается полное давление, под которым находится газ в закрытом сосуде.
- Под ***избыточным давлением*** понимают разность между абсолютным давлением, большим, чем атмосферное, и атмосферным давлением.
- ***Разрежение (вакуум)*** характеризуется разностью между атмосферным давлением и абсолютным давлением, меньшим, чем атмосферное.

# Основные понятия

## *Температура*

Абсолютная температура газа является мерой интенсивности хаотического движения его молекул. Это параметр характеризует тепловое состояние тела.

Шкала Кельвина  $T$ , °K

Шкала Цельсия  $t$ , °C       $T = t + 273,15$  °K

Шкала Фаренгейта  $t$ , °F       $t = (t(^{\circ}\text{F}) + 32) / 1,8$  °C

Шкала Ренкина  $t$ , °R       $t = t(^{\circ}\text{R}) / 1,8$  °K

# Основные понятия

## ***Удельный объем***

Величина, представляющая собой отношение объема газа  $V$ , м<sup>3</sup>, к заключенной в нем массе  $M$ , кг

$$u = V/M$$

Обратная величина – плотность - отношение, массы газа  $M$ , кг, его объему  $V$ , м<sup>3</sup>

$$\rho = M/V$$

# Уравнение состояния идеального газа

Уравнение  
Клайперона

$$p \cdot u = R \cdot T$$

↓ \* M

$$p \cdot V = M \cdot R \cdot T$$

Равновесное  
состояние

Неравновесное  
состояние

# Внутренняя энергия $U$

- запас энергии в теле, обусловленной тепловым (хаотическим) движением молекул
- Каждому состоянию газа соответствует одно и только одно значение внутренней энергии
- однозначная функция любых двух независимых параметров, определяющих это состояние

# Изменение внутренней энергии

$$\Delta U = U_2 - U_1$$

$U_1$  - значение внутренней энергии в начальном состоянии, Дж/кг;

$U_2$  - значение внутренней энергии в конечном состоянии, Дж/кг.

# Энтальпия

$$i = U + p * v, \text{ Дж/кг}$$

Энтальпия газа численно равна количеству теплоты, которое подведено к газу в процессе нагревания его от 0 К (или от 0°С) до температуры Т (или t ) при постоянном давлении.

# Теплоемкость

количество теплоты сообщаемое телу, необходимое для повышения его температуры на один градус

- Удельная -  $\text{кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{град})$
- Массовая -  $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{град})$
- Молярная - удельная -  $\text{кДж}/(\text{моль} \cdot \text{град})$

# Теплоемкость

- Изохорная – при постоянном объеме  $C_v$
- Изобарная – при постоянном давлении  $C_p$

$$C_p = C_v + R$$

# **Основные законы термодинамики**

# Первый закон термодинамики

- *подводимая к рабочему телу  
теплота расходуется на изменение  
внутренней энергии и совершение  
работы.*

$$Q-L=U_2-U_1$$

$$Q=(U_2-U_1)+L$$

# Второй закон термодинамики

- *если в заданной системе какие-либо процессы могут протекать самопроизвольно, то обратные по отношению к ним процессы возможны лишь при условии определенных компенсирующих изменений состояния системы, а протекать самопроизвольно они не могут*

*или*

- *все самопроизвольные процессы природы необратимы*

# Газовые смеси

- **СМЕСЬ ИДЕАЛЬНЫХ ГАЗОВ** – механическая смесь различных газов при условии отсутствия в них химических реакций, т.е. химически между собой не взаимодействующих.

# Состав газа

- Массовый - массовая доля  $m_i$  – отношение массы отдельного газа  $M_i$ , входящего в смесь, к массе всей смеси  $M_{см}$ .

$$m_i = M_i / M_{см}$$

- Объемный - объемная доля  $r_i$  – отношение массы отдельного газа  $V_i$ , входящего в смесь, к массе всей смеси  $V_{см}$ .

$$r_i = V_i / V_{см}$$

# Состав газа

- *парциальное давление  $p_i$  - давление, оказываемое на стенки сосуда каждым компонентом газовой смеси*

*Положение ДАЛЬТОНА*

$$P_{абс} = P_{см} = \sum P_i$$

$$P_i = P \cdot r_i$$