

Техническая термодинамика

Лекция 1

Список литературы

- ▶ Юдаев Б.Н. Техническая термодинамика. Теплопередача: Учеб. для неэнергетич. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1988.
- ▶ Коротких А.Г., Шаманин И.В. Техническая термодинамика и основы термоэлектричества в проектировании ядерных энергетических установок: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006.
- ▶ Вукалович М.П. Термодинамические свойства воды и водяного пара. – М.: Машгиз, 1958.

Введение

- ▶ **Термодинамика** – наука о превращениях различных видов энергии из одного в другой, о наиболее общих макроскопических свойствах материи. Изучает различные как физические, так и химические явления, обусловленные превращениями энергии. Применение закономерностей термодинамики позволяет анализировать свойства веществ, предсказывать их поведение в различных условиях. Основана на двух экспериментально установленных законах (началах).
- ▶ Объект исследования – **термодинамическая система** или **тело**. Термодинамическая система может обмениваться с окружающей средой энергией, теплом и массой.

Введение

- ▶ **Физическая термодинамика** разрабатывает метод термодинамики и применяет его для изучения фазовых превращений термоэлектрических и магнитных явлений, излучения, поверхностных явлений.
- ▶ **Химическая термодинамика** изучает процессы с физическими и химическими превращениями с помощью метода термодинамики.
- ▶ **Техническая термодинамика** устанавливает закономерности взаимного преобразования теплоты и работы, для чего изучает свойства газов и паров (рабочих тел) и процессы изменения их состояния; устанавливает взаимосвязь между тепловыми, механическими и химическими процессами, протекающими в тепловых двигателях и холодильных установках. Одна из основных ее задач – *отыскание наиболее рациональных способов взаимного превращения теплоты и работы.*

Основные параметры состояния тела

- ▶ Термодинамические параметры состояния: давление – p , температура – T , удельный объем – v .
- ▶ **Давление** – физическая величина, равная отношению силы, равномерно распределенной по поверхности тела, к площади поверхности, расположенной перпендикулярно вектору силы:

$$p = F/S, [\text{Па}] \quad (1)$$

- ▶ Избыточное давление p_u отсчитывается от уровня атмосферного давления и измеряется манометром. Атмосферное давление p_b измеряется барометром. Давление меньше атмосферного (разряжение) p_p измеряется вакууметром.

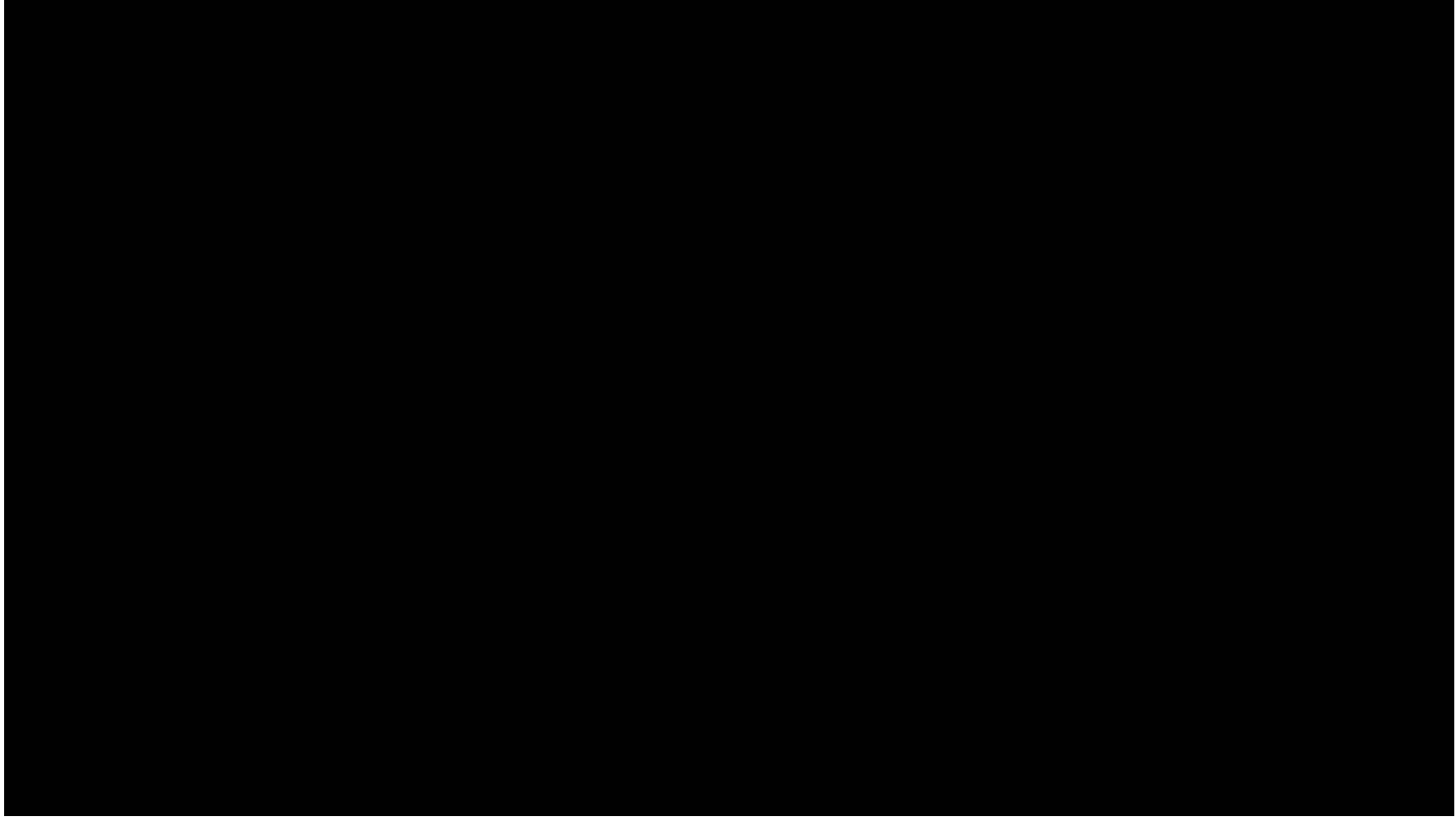
Основные параметры состояния тела: давление

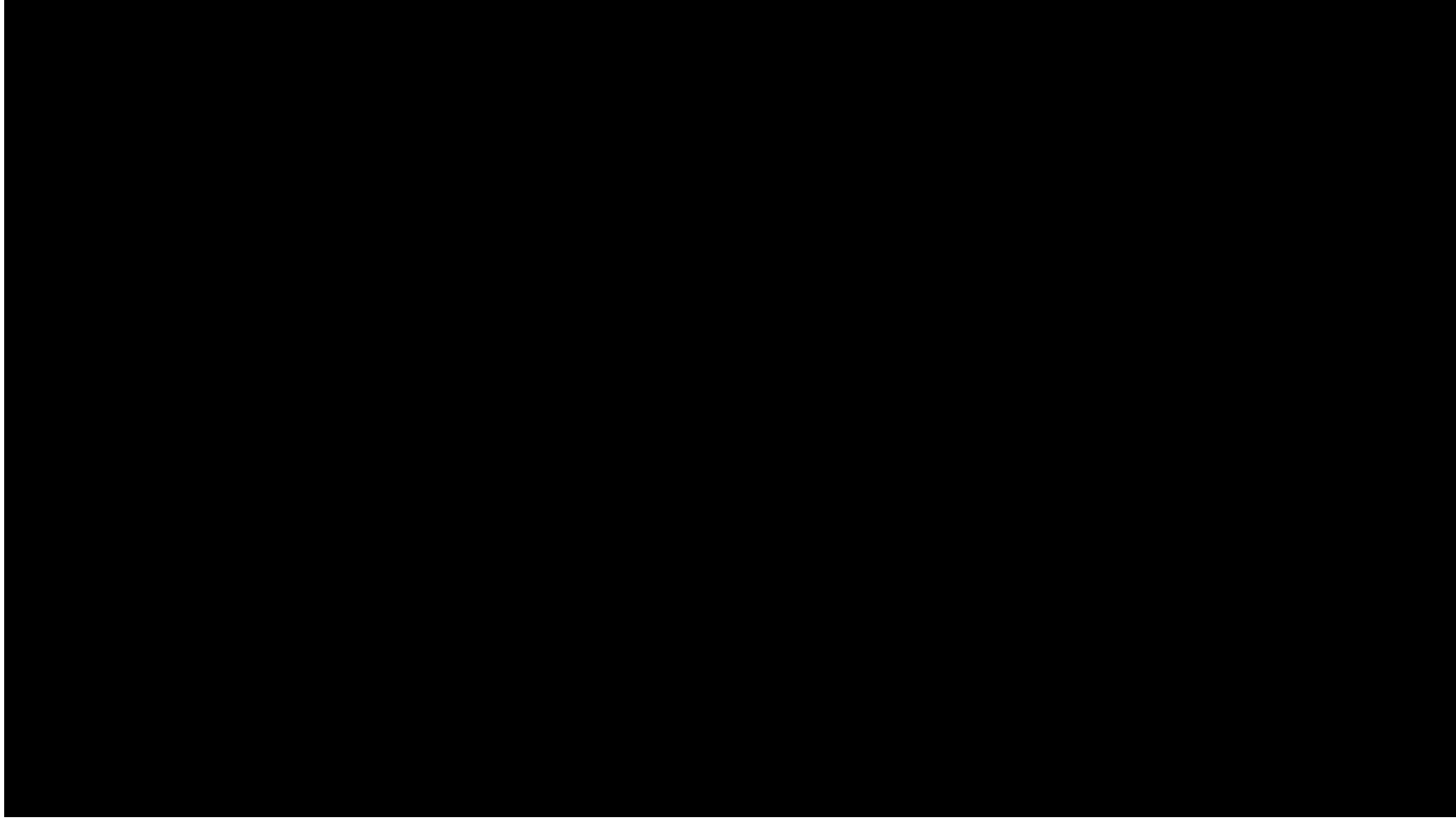
- ▶ Абсолютное давление p (отсчитывается от нуля) равно:

$$p = p_u + p_{\bar{o}} \quad (2)$$

$$p = p_{\bar{o}} - p_p \quad (3)$$

- ▶ Единица измерения в СИ [Па] ($1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$) – давление, вызываемое силой 1 Н, равномерно распределенной по поверхности площадью 1 м^2 , расположенной перпендикулярно направлению силы.
- ▶ Другие единицы измерения:
 - $1 \text{ бар} = 10^5 \text{ Па} = 750 \text{ мм рт.ст.}$
 - $1 \text{ ат} = 1 \text{ кг/см}^2 = 735.559 \text{ мм рт.ст.}$ (техническая атмосфера)
 - $1 \text{ атм} = 760 \text{ мм рт.ст.}$ (физическая атмосфера)







Основные параметры состояния тела

- ▶ **Удельный объем** – физическая величина, равная отношению объема вещества к его массе:

$$v = V/M, \text{ м}^3/\text{кг}$$

- ▶ Обратная для v величина – плотность вещества ρ , $\text{кг}/\text{м}^3$.
- ▶ **Температура** характеризует тепловое состояние тела, или, как иногда говорят, степень нагретости тела. Физическая величина, являющаяся параметром состояния системы (тела).
- ▶ Абсолютная температура T измеряется в Кельвинах (К) и равна:

$$T = t + 273,15$$

- ▶ где t – температура, определяемая с помощью термометров и других приборов, $^{\circ}\text{C}$.
- н.у.: $p = 101325 \text{ Па}$ (760 мм рт.ст.), $T = 273,15 \text{ К}$ ($t = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$)

Основные параметры состояния тела

- ▶ При взаимодействии термодинамической системы (тела) с окружающей средой (подвод к телу теплоты или работы) состояние тела, определяемое параметрами, изменяется. Изменение состояния термодинамической системы, характеризующееся изменением ее параметров, называют **термодинамическим процессом**.
- ▶ **Равновесное состояние** – состояние термодинамической системы, характеризующееся при постоянных внешних условиях неизменностью параметров во времени и отсутствием в системе потоков.
- ▶ Состояние термодинамической системы, не удовлетворяющее данному определению, называется **неравновесным состоянием**.

Основные параметры состояния тела

- ▶ **Равновесный термодинамический процесс**
представляет собой непрерывную последовательность равновесных состояний. Равновесным представляют процесс, протекающий при бесконечно малой разности параметров окружающей среды и тела; в этих условиях изменение параметров тела происходит бесконечно медленно и равновесное состояние сохраняется.
- ▶ **Неравновесный термодинамический процесс**
представляет собой последовательность состояний, среди которых не все являются равновесными. (Реальные процессы неравновесны, они протекают с конечными скоростями и равновесное состояние не успевает устанавливаться.)