

23. Обратимые и необратимые процессы. Тепловые двигатели. Второе начало термодинамики (формулировки Клаузиуса и Томсона).
Рассмотрим понятия **обратимых и необратимых процессов, тепловых двигателей и второго начала термодинамики** (формулировки Клаузиуса и Томсона).

1. Обратимые и необратимые процессы

Обратимые процессы:

- Это процессы, которые можно провести в обратном направлении без изменения окружающей среды.
- Пример: изотермическое расширение или сжатие идеального газа.

Необратимые процессы:

- Это процессы, которые нельзя провести в обратном направлении без изменения окружающей среды.
 - Пример: диффузия газов, теплообмен между телами с разной температурой.
-

2. Тепловые двигатели

Тепловой двигатель — это устройство, преобразующее тепловую энергию в механическую работу.

Основные элементы:

1. **Нагреватель** — источник тепла (температура T_1).
2. **Рабочее тело** — газ или пар, совершающий работу.
3. **Холодильник** — приёмник тепла (температура T_2 , $T_2 < T_1$).

Принцип работы:

1. Рабочее тело получает тепло Q_1 от нагревателя.
2. Часть тепла преобразуется в работу A .
3. Оставшееся тепло Q_2 передаётся холодильнику.

КПД теплового двигателя:

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}.$$

3. Второе начало термодинамики

Второе начало термодинамики устанавливает направление протекания тепловых процессов.

Формулировка Клаузиуса:

Невозможен процесс, единственным результатом которого является передача тепла от холодного тела к горячему.

Формулировка Томсона (Кельвина):

Невозможен процесс, единственным результатом которого является превращение тепла в работу за счёт охлаждения одного тела.

Следствия:

1. **Невозможность вечного двигателя второго рода** — устройства, полностью преобразующего тепло в работу.
 2. **Существование энтропии** — меры необратимости процессов.
-

4. Примеры

Пример 1: КПД теплового двигателя

Тепловой двигатель получает от нагревателя $Q_1 = 1000$ Дж и отдаёт холодильнику $Q_2 = 600$ Дж. Найдём КПД:

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{600}{1000} = 0,4 \text{ (или 40\%).}$$

Пример 2: Формулировка Клаузиуса

Если бы можно было передать тепло от холодильника к нагревателю без затрат работы, это нарушило бы второе начало термодинамики.

Пример 3: Формулировка Томсона

Если бы можно было полностью превратить тепло в работу, это позволило бы создать вечный двигатель второго рода, что невозможно.

5. Итог

- **Обратимые процессы** — могут быть проведены в обратном направлении без изменения окружающей среды.
- **Необратимые процессы** — не могут быть полностью обращены.
- **Тепловые двигатели** — преобразуют тепло в работу, их КПД ограничен вторым началом термодинамики.
- **Второе начало термодинамики:**
 - о Формулировка Клаузиуса: невозможна передача тепла от холодного тела к горячему без затрат работы.
 - о Формулировка Томсона: невозможна полная трансформация тепла в работу.

Эти понятия лежат в основе термодинамики и теории тепловых машин.