

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ВНУТРІШНІХ СПРАВ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

**Циклова комісія природничих дисциплін**

**ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

навчальної дисципліни «Фізика»  
обов'язкових компонент  
освітньої програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

**Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**

**За темою - Основи термодинаміки**

**Харків 2022**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 26.09.2022 № 9

**СХВАЛЕНО**

Методичною радою Кременчуцького  
льотного коледжу ХНУВС  
Протокол від 19.09.2022 № 2

**ПОГОДЖЕНО**

Секцією Науково-методичної ради  
ХНУВС з технічних дисциплін  
Протокол від 23.09.2022 № 9

Розглянуто на засіданні циклової комісії природничих дисциплін протокол  
від 12.09.2022 № 3

**Розробник:** викладач циклової комісії природничих дисциплін, спеціаліст  
першої категорії, Москалик В.М.

**Рецензенти:**

1. Завідувач відділення фахової підготовки навчального відділу КЛК ХНУВС,  
к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Владов С.І.
2. Доцент кафедри автомобілів і тракторів Кременчуцького національного  
університету імені Михайла Остроградського, к.т.н., доцент Черниш А.А.

## **Тема Основи термодинаміки**

### **План лекції:**

1. Основні поняття і означення.
2. Внутрішня енергія системи.
3. Робота і теплота, як форми передавання енергії
4. Перший закон термодинаміки.

### **Література:**

#### **Основна література:**

- 1.1 Дмитрієва В. Ф. Фізика : навчальний посібник / В. Ф. Дмитрієва. – К. : Техніка, 2008. – 608 с.
- 1.2 Трофімова Т.І. Курс фізики ; 11-е изд., стер. : навчальний посібник для вишів / Т.І. Трофімова. –К.: Видавничий центр «Академія», 2006. – 560 с.
- 1.3. Технічна термодинаміка ( Термодинаміка, теплопередача, теорія авіаційних двигунів) навчальний посібник: Л.В. Михненко. Міністерство цивільної авіації.

### **1. Основні поняття і означення**

Термодинаміка належить до феноменологічних теорій фізики, які мають такі загальні риси: 1) вони не розглядають атомної структури матерії; 2) використовують величини, які визначаються тільки для макроекопічної системи: 3) побудова теорії ґрунтується на відомих дослідних даних: 4) властивості речовини визначаються у формі характеристичних параметрів (густина, в'язкість, тощо).

Термодинаміка вивчає теплові властивості макроскопічних систем, не використовуючи мікроскопічної будови тіл, які утворюють систему, її побудовано на базі кількох основних принципів - начал термодинаміки, які є узагальненням відомих численних дослідних даних. Властивості речовини теоретично вивчає статистична фізика, яка обґрунтувала закони термодинаміки і визначила межу їх застосування.

Вивчаючи основи термодинаміки, треба пам'ятати такі означення.

**Фізична система.** що складається з безлічі частинок - атомів і молекул, які здійснюють тепловий рух і взаємодіючи, обмінюються енергіями, називається термодинамічною системою.

**Стан** термодинамічної системи визначається макроскопічними параметрами, наприклад питомим об'ємом, тиском, температурою.

Термодинаміка розглядає тільки рівноважні стани, тобто стани в яких параметри термодинамічної системи не змінюються з часом.

Термодинамічним процесом називається перехід системи з початкового стану в кінцевий через послідовність проміжних станів. Процеси

бувають оборотні і необоротні.

Оборотним, називається такий процес, при якому можна здійснити оборотний перехід системи з кінцевою стану в початковий через ті самі проміжні стани, щоб у навколишніх тілах не сталося жодних змін.

Оборотний процес - фізична абстракція. Прикладом процесу, який наближається до оборотного, є коливання важкого маятника на довгому підвісі, цьому разі кінетична енергія практично повністю перетворюється в потенціальну, і навпаки. Коливання внаслідок малих опору середовища та сил тертя відбуваються довго без помітного зменшення амплітуди.

Будь-який процес, що супроводиться тертям або теплопередаванням від нагрітого тіла до холодного, необоротний. Прикладом необоротного процесу є розширення газу, навіть ідеального, в пустоту. Розширюючись, газ долає опору середовища, не виконує роботи, але для того, щоб знову зібрати всі молекули газу в попередній об'єм, тобто привести газ у початковий стан, треба затратити роботу. Отже, всі реальні процеси необоротні.

## **2. Внутрішня енергія системи**

Термодинамічна система як сукупність множини атомів і молекул має внутрішню енергію  $U$ . Внутрішня енергія - це сума енергій молекулярних взаємодій і енергії теплового руху молекул.

Внутрішня енергія системи залежить тільки від її стану і є однозначною функцією стану.

Зміна стану системи характеризується параметрами стану  $p, V, T$ . Тому самому стану системи відповідає певне значення внутрішньої енергії  $U$ .

Від нагрівання газу збільшується швидкість руху молекул і атомів, що веде до збільшення внутрішньої енергії; отже, внутрішня енергія залежить від температури. Якщо змінюється тиск або питомий об'єм, то змінюються міжмолекулярні відстані, тобто потенціальна енергія взаємодії атомів і молекул також змінюється, а отже, змінюється і внутрішня енергія.

Початком відліку внутрішньої енергії вважають такий стан системи, при якому внутрішня енергія дорівнює нулю. Прийнято вважати, що внутрішня енергія дорівнює нулю при  $T = 0 \text{ K}$ . Якщо система переходить з одного стану в інший, то практично нас цікавитиме зміна внутрішньої енергії  $\Delta U$ , тому вибір початку відліку внутрішньої енергії не має значення.

## **3. Робота і теплота, як форми передавання енергії**

Змінити внутрішню енергію тіла можна по-різному. Розглянемо два способи зміни внутрішньої енергії.

1.Механічний спосіб. У циліндрі з рухомим поршнем є ідеальний газ. Нехай на поршень діє зовнішня сила, яка досить швидко стискає газ і виконує роботу з подолання сил опору газу.

Розглянемо довільно взятую молекулу газу, яка рухається назустріч поршню зі швидкістю  $v$ . Якщо поршень рухається зі швидкістю  $u$ , то  $v + u$  - швидкість молекули відносно поршня. Після пружного удару молекули об поршень швидкість молекули становитиме  $(v + u)$  відносно поршня і  $-(v + 2u)$  відносно циліндра. Таким чином, після удару об поршень швидкість молекули, а отже, і її кінетична енергія зростають, що веде до збільшення внутрішньої енергії газу.

Від стиснення газу його внутрішня енергія збільшується завдяки виконанню поршнем механічної роботи. Якщо газ розширюється, то його внутрішня енергія зменшується, перетворюючись у механічну енергію рухомого поршня.

2.Теплообмін. Притиснемо одне до одного два тіла з різними температурами. Нехай температура першого тіла вища, ніж другого.

Внаслідок обміну енергіями температура першого тіла зменшиться, а другого – збільшиться. У цьому прикладі кінетична, енергія хаотичного руху молекул першого тіла переходить у кінетичну енергію хаотичного руху молекул другого тіла.

Процес передавання внутрішньої енергії без виконання механічної роботи називається теплообміном. Мірою енергії, яку віддає або одержує тіло в процесі теплообміну є фізична величина, яку називають кількістю теплоти.

Теплота і робота - це не вид енергії, а форма її передавання, вони існують тільки в процесі передавання енергії.

Ці дві форми передавання енергії - якісно нерівноцінні. У процесі передавання енергії тілу через теплообмін збільшується енергія хаотичного руху атомів або молекул, що веде до зміни внутрішньої енергії тіла.

Якщо над тілом виконується робота, то це веде до збільшення будь-якого виду енергії цього тіла, у тому числі її внутрішньої.

За реальних умов обидва способи передавання енергії системі у формі роботи ці форми теплоти звичайно супроводять один одного.

#### **4.Перший закон термодинаміки**

Основу термодинаміки становлять два закони.

Історично у формулюванні першого закону термодинаміки важливе значення мали невдалі спроби людини побудувати машину, яка б виконувала роботу, не споживаючи еквівалентної кількості енергії; таку машину називали вічним двигуном (від лат. "перпетуум мобіле") першою роду.

Перший закон термодинаміки формулюють у вигляді такого твердження:

**не можна побудувати перпетуум мобіле першого роду.**

Перший закон термодинаміки - це закон збереження і перетворення енергії:

**у різних процесах, які відбуваються в природі, енергія не виникає з нічого і не знищується, а тільки перетворюється з одних видів в інші.**