

Вступ

1. Роль енергетики у народному господарстві

2. Значення теплоенергетичних процесів у народному господарстві.

1. Роль енергетики у народному господарстві

В створенні матеріально-технічної бази будь якої держави енергетика і енергетична незалежність посідає одне із провідних місць. Енергетика – це галузь промисловості, яка займається перетворенням різних видів енергії і використанням їх в різних формах (механічної, електричної, теплової) в багатьох галузях народного господарства України. Наша країна володіє потужною енергетичною базою, яка постачає енергією народне господарство. Збільшення промислового і сільськогосподарського виробництва, велике житлове будівництво в містах і в сільській місцевості пов'язані з безперервним споживанням електричної і теплової енергії.

Під час індустріалізації в колишньому СРСР перевага віддавалась великим централізованим постачальникам теплової енергії, таким як: ТЕЦ, великі районні котельні, та ін. В наш час ведеться боротьба із перевитратою палива внаслідок її дорожнечі. Тому зараз, поступово житловий сектор і промислові підприємства намагаються перевести на невеликі об'єктові постачальники теплової енергії: модульні котельні, дахові котельні та ін.

Тому метою подальшого розвитку енергетичного обладнання є перехід на більш економічні (менша витрата палива), менш енергомісткі (невелика витрата електроенергії), більш легкі в керуванні і експлуатаційно надійніші.

2. Значення теплоенергетичних процесів у народному господарстві.

Теплоенергетичні процеси, це процеси зміни стану параметрів робочого тіла. Основними процесами які використовуються в народному господарстві є: спалювання палива, нагрівання води, виробництво пари, нагрівання повітря.

Наука, яка вивчає теплоенергетичні процеси має назву термодинаміка.

Термодинаміка – це наука про закономірності перетворення енергії із одних форм в інші в різноманітних фізичних, хімічних і інших процесах. Термодинаміка є одним із найважливіших розділів сучасної теоретичної фізики. Ця наука базується на трьох основних законах, які встановлені дослідним шляхом.

Технічна термодинаміка – це прикладна частина термодинаміки, яка вивчає закономірності перетворення енергії в конкретних процесах, використовуваних в техніці. Ця наука виникла на початку XIX сторіччя, коли виникла необхідність створити теоретичні основи роботи теплових двигунів. Сучасна термодинаміка вивчає два основних закони термодинаміки і їх слідства, які дозволяють теоретично проаналізувати процеси, які протікають в реальних теплових машинах, і встановити критерії для оцінювання їх бездоганності.

Технічна термодинаміка і теорія теплообміну є необхідним теоретичним фундаментом сучасної теплоенергетики і теплотехніки.

Розділ I: Елементи технічної термодинаміки.

1.1 Робоче тіло та параметри його стану. Перший закон термодинаміки.

1. Робоче тіло та параметри його стану.
2. Основні закони ідеальних газів, основні параметри стану робочого тіла: абсолютний тиск, питомий об'єм, абсолютна температура.
3. Вагова, об'ємна і мольна теплоємності при сталому тиску та об'єму, зв'язок між ними. Залежність теплоємності від температури.
4. Поняття про термодинамічні процеси.
5. Перший закон термодинаміки.
6. Поняття про ентальпію.

1. Робоче тіло та параметри його стану.

Робота теплових машин відбувається за допомогою так званого робочого тіла, в якості якого в переважній більшості випадків використовують речовини в газоподібному (пароподібному) стані. Відомо, що гази володіють здатністю значно змінювати свій об'єм під впливом зовнішніх умов, а це необхідно для роботи теплових машин.

Властивості робочих тіл залежать від того, в яких умовах вони знаходяться. Величини, які характеризують стан робочих тіл, називають параметрами стану.

2. Основні закони ідеальних газів, основні параметри стану робочого тіла: абсолютний тиск, питомий об'єм, абсолютна температура.

В випадку відсутності зовнішніх силових полів, а також при малому їх впливу на робоче тіло, основними термодинамічними параметрами, які повністю характеризують його стан є: *тиск, питомий об'єм (або густина) і абсолютна температура*.

Тиск, який позначається літерою P , являє собою нормальну складову сили, яка діє на поверхню, віднесена до величини площі цієї поверхні.

В одиницях СІ сила вимірюється в ньютонах, поверхня в квадратних метрах, звідси одиниця виміру тиску – Н/м^2 . Ця одиниця отримала назву паскаль

(Па). Так як ця одиниця дуже мала, то на практиці використовуються більш крупні кратні одиниці – кілопаскаль (кПа) або мегапаскаль (МПа). Однак слід пам'ятати, що у всі термодинамічні співвідношення, записані в СІ, необхідно підставляти тиск P , який виражено в основних одиницях, тобто в паскалях.

Як вже відомо, прилади для виміру тиску, як правило, показують надлишковий тиск, тобто різницю між абсолютним і атмосферним тиском. *Параметром стану є тільки абсолютний тиск.*

Питомий об'єм, який позначається літерою v , являє собою об'єм одиниці маси речовини, тобто:

$$v = \frac{V}{m}; \quad [1.1]$$

де: v - питомий об'єм, м³/кг;

V - повний об'єм речовини, м³;

m - маса речовини, кг.

Зворотна питомому об'єму величина – густина, позначається літерою ρ :

$$\rho = \frac{1}{v}; \quad \rho \cdot v = 1; \quad [1.2]$$

Абсолютна температура, яка позначається літерою T , характеризує ступінь нагрітості тіла і вимірюється в кельвінах (K). На практиці використовується так звана Міжнародна практична шкала температури, вимірювання в якій звичайно виконують в градусах Цельсія ($^{\circ}C$). Позначається ця температура літерою t .

Між температурою, яка виражається в кельвінах і в градусах Цельсія, існує наступний зв'язок:

$$T = t + 273,15(K) \quad [1.3]$$

Необхідно пам'ятати, що термодинамічним параметром стану є тільки абсолютна температура T .

3. Вагова, об'ємна і мольна теплоємності при сталому тиску та об'єму, зв'язок між ними. Залежність теплоємності від температури.

Теплоємністю називається кількість тепла, яку потрібно підвести до робочого тіла (при нагріванні) або відвести від робочого тіла (при охолодженні) для зміни температури одиниці кількості робочого тіла на один градус.

Залежно від того, що прийнято за одиницю кількості робочого тіла — одиниця маси (кг), одиниця об'єму (м³) чи кіломоль (кмоль) — розрізняють такі теплоємності:

$$\text{масову} \quad c = \frac{q}{t_2 - t_1} \text{ [Дж/(кг} \cdot \text{K)]},$$

$$\text{об'ємну} \quad C' = \frac{q'}{t_2 - t_1} \quad [\text{Дж}/(\text{м}^3 \cdot \text{К})],$$

$$\text{мольну} \quad \mu c = \frac{q''}{t_2 - t_1} \quad [\text{Дж}/(\text{кмоль} \cdot \text{К})].$$

У цих формулах q , q' , q'' - тепло, затрачене на підвищення температури з t_1 до t_2 одиниці кількості газу відповідно 1 кг маси, 1 м³ за нормальних умов та 1 кмоль газу. Між теплоємностями існують такі **співвідношення**:

$$C' = \frac{\mu c}{\mu \nu_0} = c \rho_0, \quad \text{або} \quad c = \frac{\mu c}{\mu} = \frac{C'}{\rho_0} \quad (1.4)$$

де $\mu \nu_0$ - об'єм 1 кмоль за нормальних умов;

ρ_0 - густина газу за нормальних умов.

($\mu \nu_0$ - за нормальних умов (об'єм 1 кмоль всіх газів) = 22,4135 м³/кмоль).

У газоподібних тіл на відміну від тіл рідких і твердих теплоємність значною мірою залежить від зовнішніх умов, за яких до тіла підводять чи відводять теплоту.

Теплоємність газів залежить від умов нагрівання чи охолодження або від процесу підведення чи відведення тепла: при сталому об'ємі чи при сталому тиску.

Залежність дійсної теплоємності газу від температури можна зобразити графічно в координатах c, t (рис. 1.1). На цьому графіку ординати 1-а і 2-б в завданому масштабі представляють значення дійсних теплоємностей при температурах t_1 і t_2 .

Відомо, що:

$$dq = c \cdot dt \quad (1.5)$$

Звідси можна визначити кількість тепла, що підводиться в процесі зміни

температури від t_1 до t_2 . Для цього необхідно проінтегрувати вираз (1.6) в завданому інтервалі температур, тобто:

$$q_{1-2} = \int_{t_1}^{t_2} c \cdot dt \quad (1.7)$$

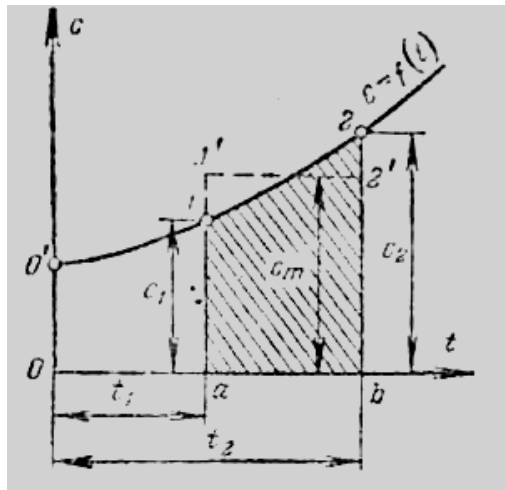


Рисунок 1.1 – Залежність теплоємності від температури

На рисунку 1.1 величина цього інтегралу зображується заштрихованою площиною 1-2-b-a-1 під кривою $c = f(t)$.

Із рівняння (1.7) слідує, що обчислення кількості тепла за допомогою дійсної теплоємності супроводжується визначеними труднощами. Насамперед, процес інтегрування можливий лише тоді, коли в явному вигляді присутня залежність теплоємності від температури. Але, навіть для ідеального газу ця залежність виходить досить складною. Можна застосувати графічний спосіб

визначення кількості теплоти за допомогою графіка c, t . Але в цьому випадку необхідно кожного разу обчислювати площу криволінійної фігури.

Тому, значно зручніше для підрахунку кількості теплоти користуватися величинами середніх теплоємностей, якщо для них складені детальні таблиці. Так, якщо відома середня теплоємність для заданого інтервалу температур, то кількість тепла для 1 кг газу визначається за формулою:

$$q_{1-2} = c_m \int_{t_1}^{t_2} (t_2 - t_1) \quad (1.8)$$

Це рівняння справедливе лише в тих випадках коли температура $t_2 > t_1$, тобто, коли відбувається нагрівання газу. В протилежному випадку відбувається охолодження одиниці маси газу.

4. Поняття про термодинамічні процеси.

Якщо робоче тіло привести в контакт із середовищем, яке має тиск і температуру, відмінні від тиску і температури робочого тіла, то останнє, протягом деякого часу прийде до стану термодинамічної рівноваги із середовищем. При цьому початкові параметри робочого тіла зміняться і приймуть значення, відповідні стану середовища. Вказаний процес зміни стану робочого тіла називається термодинамічним процесом. Розрізняють рівноважні і нерівноважні процеси.

Можна собі уявити, що зовнішні умови (тобто параметри середовища, в якій знаходиться робоче тіло) змінюються із нескінченно малою швидкістю. В цьому випадку термодинамічні параметри робочого тіла встигають не тільки вирівнятися по всьому об'єму робочого тіла, а і прийти в точну відповідність із параметрами зовнішнього середовища. Таким чином, нескінченно повільний процес буде являти собою як би послідовність окремих рівноважних станів робочого тіла із зовнішнім середовищем і може бути охарактеризован як рівноважний термодинамічний процес.

Якщо процес переходу робочого тіла в стан рівноваги із оточуючим середовищем приходить із кінцевою швидкістю, то в кожному мить часу буде спостерігатися відмінність між параметрами середовища і робочого тіла. Відповідно, в такому процесі параметри робочого тіла однозначно не визначаються зовнішніми умовами. Для характеристики стану робочого тіла в нерівноважному процесі необхідно знати додатково хоч би один внутрішній параметр, який характеризує динаміку процесу (наприклад, закон розповсюдження густини, тиску або температури по об'єму робочого тіла). Таким чином, всі процеси, які протікають із кінцевою швидкістю, є нерівноважні і незворотні.

Всі реальні процеси нерівноважні і можуть бути розглянуті як рівноважні тільки із обмеженим ступенем точності. Однак для ряду практично важливих випадків така ідеалізація реальних процесів досить корисна, так як дозволяє отримати порівняно прості математичні залежності для їх опису і аналізу.

Рівноважні процеси володіють важливою властивістю: вони є зворотні, тобто можуть проходити як в прямому, так і в зворотному напрямку через ряд одних і тих самих проміжних станів, не викликаючи ніяких остаточних змін в оточуючому середовищі.

При виконанні незворотних процесів робоче тіло неможливо повернути в початковий стан без деякого додаткового зовнішнього впливу. Таким чином, величина цього додаткового зовнішнього впливу може служити мірою незворотності реальних процесів. Зрозуміло, що ступінь незворотності процесів і причин, які викликають незворотність, необхідно враховувати при виконанні багатьох технічних (реальних) процесів, так як будь який додатковий зовнішній вплив пов'язаний із небажаною витратою додаткової енергії, тобто в кінцевому результаті визначає ступінь бездоганності цих технічних процесів. Причинами, які викликають незворотність нерівноважних процесів, є будь які кінцеві за величиною відхилення робочого тіла від стану рівноваги із оточуючим середовищем, наприклад кінцева різниця тисків (відсутність механічної рівноваги) або кінцева різниця температур (відсутність теплової рівноваги). Тому ясно, що процес нагрівання одного робочого тіла за рахунок іншого, більш гарячого, – процес незворотний, так як передача тепла в зворотному напрямку (від менш нагрітого тіла до більш нагрітого) принципово неможлива без додаткової витрати роботи.

5.Перший закон термодинаміки.

Перший закон термодинаміки є частним виразом загального закону збереження і перетворення енергії, який вперше був сформульований М.В. Ломоносовим ще в середині XVIII сторіччі.

Для встановлення і доведення закону збереження і перетворення енергії багато зробили такі вчені, як Р. Майєр, Гесс, Джоуль, Ленц, Клаузіус, Гельмгольц та ін.

Згідно цього закону енергія не зникає і не виникає знов; енергія може лише переходити із одного виду в інший, і від одного тіла до іншого.

Перший закон термодинаміки встановлює кількісний зв'язок між теплом і роботою при протіканні термодинамічних процесів. Згідно першого закону термодинаміки вся енергія, підведена до робочого тіла у вигляді роботи, може бути відведена від нього у вигляді теплоти, якщо при цьому внутрішня енергія робочого тіла залишиться незмінною. Відповідно, перший закон термодинаміки встановлює закономірність взаємного перетворення тепла і роботи.

Виконаємо аналітичний вираз першого закону термодинаміки.

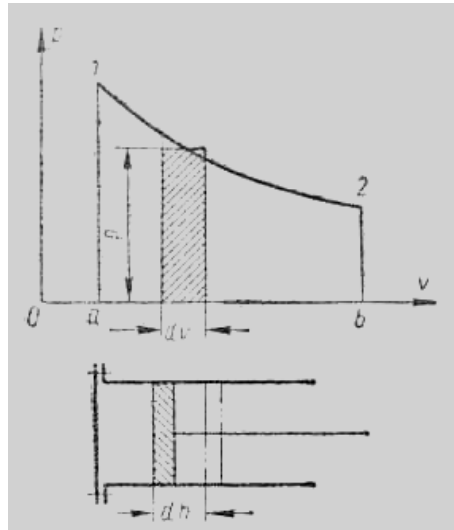


Рисунок 1.2 – Визначення роботи розширення газу.

Нехай в циліндрі із рухомим поршнем знаходиться 1 кг робочого тіла (рисунок 1.2). Якщо до робочого тіла підвести нескінченно малу (елементарну) кількість тепла dq , то стан його зміниться і поршень займе нове положення. При цьому зміниться температура, що призведе до зміни внутрішньої енергії на величину du . При переміщенні поршня в циліндрі буде виконана робота, пов'язана із зміною об'єму робочого тіла, яка дорівнює dl .

Таким чином, внаслідок підведення до робочого тіла теплоти виникле змінення внутрішньої енергії і була виконана робота проти зовнішніх сил.

На основі загального закону збереження енергії можна написати:

$$dq = du + dl \quad (1.9)$$

Оскільки $dl = pdv$, то:

$$dq = du + pdv \quad (1.10)$$

Рівняння (1.9) і (1.10) є аналітичним виразом першого закону термодинаміки в диференційній формі. Для кінцевого змінення стан робочого тіла рівняння (1.9) треба проінтегрувати:

$$q = \Delta u + l \quad (1.11)$$

Рівнянню (1.11) можна надати іншого вигляду, якщо скористатися поняттям ентальпії $i = u + pv$.

Напишемо диференціал ентальпії:

$$di = du + pdv + vdp$$

звідси:

$$du = di - pdv - vdp \quad (1.12)$$

Підставимо рівняння (1.11) в (1.9), тоді:

$$dq = di - pdv - vdp + pdv$$

тобто:

$$dq = di - vdp \quad (1.13)$$

Рівняння (1.13) також є аналітичним виразом першого закону термодинаміки.

Тут член $-vdp$ являє собою так звану елементарну корисну, або наявну, роботу.

Для ідеального газу $du = c_v dT$ і $di = c_p dT$.

6. Поняття про ентальпію.

Внутрішня енергія U характеризує енергетичний стан часток які складають робоче тіло. Але для аналізу всіх термодинамічних процесів цього поняття недостатньо, так як потрібен параметр, який характеризує потенційну енергію зв'язків даного робочого тіла із оточуючим середовищем. Таким параметром є ентальпія I :

$$I = U + pV \quad [1.14]$$

Із аналітичного визначення ентальпії I виходить, що вона складається із внутрішньої енергії U робочого тіла і величини pV , яка являє собою роботу, що витрачається на те, щоб ввести тіло об'ємом V в оточуюче середовище із тиском p .

Ентальпія, як і внутрішня енергія, має в кожному визначеному стані, тобто при визначених параметрах, достатньо конкретне і єдине значення, відповідно, ентальпія є функцією стану, і її зміна в будь якому

термодинамічному процесі залежить тільки від параметрів тіла на початку і в кінці процесу і не залежить від характеру (шляху) самого процесу.

Оскільки в технічній термодинаміці приходиться мати справу лише із зміною ентальпії, то відлік її виконується від умовного нуля. Позначається ентальпія для довільної кількості робочого тіла літерою I (Дж), а для 1 кг – літерою i (Дж/кг). Для 1 кг робочого тіла ентальпія дорівнює:

$$i = u + pv \quad [1.15]$$

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Егорушкин В.Е. и др. Основы теплотехники и теплоснабжение сельскохозяйственных предприятий. - М.: Колос, 1972.
2. Черняк О.В. Основы теплотехники и гидравлики: Учебник для пром. и техн. специальностей техникумов. - М.: Высшая школа, 1974.
3. Егорушкин В.Е., Цеплович Б.И. Основы теплотехники и гидравлики: Учеб. пособие для машиностроительных техникумов. - М.: Машиностроение, 1981.
4. Павлов И.И. и Федоров М.Н. Котельные установки и тепловые сети: Учебник для техникумов. - М.: Стройиздат, 1977.
5. Киселев Н.А. Котельные установки: Учеб. пособие для подготовки рабочих на производстве. - М.: Высшая школа, 1979.
6. Чеботарев В.П. Справочник работника газифицированных котельных. - Днепропетровск: Промінь, 1987.

7. Грачова Л.І. та ін. Котельні установки в сільському господарстві. - К.: Урожай, 1985.
8. Справочник эксплуатационника газовых котельных /Под ред. Е.Б. Столпнера. - Л.: Недра, 1976.
9. Семиков Ф.П., Ситас Н.И. Справочник котельщика. - К.: Техника, 1987.
10. Вергазов В.С. Устройство и эксплуатация котлов: Вопросы и ответы. Справочник. - М.: Стройиздат, 1991.
- 1.
11. Тарасюк В.М. Експлуатація котлів: Навч. посібн. для операторів котельні. - Луцьк, 1997.
12. Правила будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском. ДНАОП 0.00-1.07-94. - К.: Основа, 1998.
13. Правила будови і безпечної експлуатації парових та водогрійних котлів. ДНАОП 0.00-1.08.94. - К.: Основа, 1998.
14. Сазонов А.П. та ін. Правила безпеки систем газопостачання України, - К.: 1998.