**Процеси ідеальних газів**

Теоретичні матеріали, необхідні для вирішення задач п.2.5, наведено у п.1.1.12 – п.1.1.13 даного навчального посібника.

**Приклад 5.1.** Повітря нагрівається при постійному об’ємі від 0 до 200ºС. Знайти питомі: корисну роботу газу; кількість теплоти, переданій газу; зміну ентальпії внутрішньої енергії. Початковий тиск *р*1 = 100 кПа [8].

*Рішення.* Густина повітря за нормальних умов *ρ* = 1,29 кг/м3. Звідси питомий об´єм *v*=1/1,29 = 0,775 м3/кг. З відповідних рівнянь для ізохорного процесу маємо:

* кінцевий тиск знайдемо з рівняння (1.6):

*р2* = *р*1 = 100 = 173 кПа;

* корисна робота 1 кг газу з рівняння (1.58):

*l' =* *-v(p2 – p1)* = - 0,775(173000 – 100000) = - 56600 Дж/кг;

* кількість теплоти дорівнює зміні внутрішньої енергії (див. рівняння (1.59) та (1.60). Для повітря у цьому інтервалі температур середня масова теплоємність *Сv* = 0,72 кДж/кг (*додаток Б*). Отже,

*q = u2 – u1 = Cv(t2 – t1) =*0,72 ∙ 200 *=* 144 кДж = 144 000 Дж/кг.

Зміна ентальпії (рівняння 1.61):

*i2 – i1 = u2 – u1+v(p2 – p1) =* 144000 + 0,775∙ (173000 – 100000) = 200600 Дж/кг.

**Задача 5.1.** Визначити кількість теплоти, що поглинув водень масою 200 г при нагріві від 0 до *t* ºC (див. табл. 2.18) при постійному тиску. Знайти також зміну внутрішньої енергії газу і здійснену їм роботу.

Таблиця 2.18 – Вихідні данні для задачі 5.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Варіант** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| *t,* ºC | 100 | 140 | 175 | 200 | 215 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |

**Задача 5.2.** 1 кг кисню займає об’єм *V*1 = 0,5 м3 і знаходиться під тиском *р*1=200 кПа. Газ нагріли спочатку при постійному тиску, доки його об’єм не збільшився до *V*2, а потім – при постійному об’ємі до тиску *р*2 (див. табл. 2.19). Побудувати графік процесу і знайти: зміну внутрішньої енергії; здійснену газом роботу; кількість теплоти, переданої газу.

Таблиця 2.19 – Вихідні данні для задачі 5.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Варіант** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| *V*2, м3 | 1,5 | 1,7 | 2 | 2,5 | 0,8 | 1,3 | 1,9 | 2,7 | 3,1 | 3,3 |
| *р*2, кПа | 300 | 350 | 400 | 500 | 220 | 240 | 370 | 450 | 600 | 700 |

**Задача 5.3.** Повітря при тиску 100 кПа і температурі 20ºС нагріли при постійному об’ємі до температури *t* (див. табл. 2.20). Визначити кінцеві параметри газу і питомі: роботу газу; корисну роботу; теплоту процесу; зміну внутрішньої енергії, ентальпії, ентропії.

Таблиця 2.20 – Вихідні данні для задачі 5.3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Варіант** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| *t,* ºC | 100 | 140 | 175 | 200 | 215 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |

**Задача 5.4.** Розв’язати **задачу 5.3** за умов ізобарного процесу.

**Задача 5.5.** Повітря при тиску 100 кПа і температурі 20ºС ізотермічно стиснули до тиску *р* (див. табл. 2.21). Визначити кінцеві параметри газу і питомі: роботу газу; корисну роботу; теплоту процесу; зміну внутрішньої енергії, ентальпії, ентропії.

Таблиця 2.21 – Вихідні данні для задачі 5.5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Варіант** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| *р*, МПа | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 1 | 1,5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 8 |

**Задача 5.6.** Розв’язати **задачу 5.5** за умов адіабатного процесу.

**Задача 5.7.** Розв’язати **задачу 5.5** за умов політропного процесу. Показник політропи *n* = 1+(N/10), де N – номер варіанту.

**Задача 5.8.** Початкові параметри газу: *p*1 = 98 кПа; *v*1 = 0,8 м3/кг. Кінцеві: *p*2=300 кПа; *v*2 (див. табл. 2.22). Визначити: показник політропи; теплоємність процесу; роботу газу; зміну ентропії.

Таблиця 2.22 – Вихідні данні для задачі 5.8

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Варіант** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| Газ | повітря | СО2 | О2 | Н2 | Ar | N2 | He | Ne | CO | NH3 |
| *v*2, м3/кг | 2,0 | 2,3 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,58 | 2,8 | 2,05 | 2,9 | 3,1 |

**Задача 5.9.** Визначити теплоємність політропного процесу для заданого у табл. 2.23 газу, якщо показник політропи *n* = 2+(N/10), де N – номер варіанту.

Таблиця 2.23 – Вихідні данні для задачі 5.9

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Варіант** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| Газ | Cl2 | СО2 | О2 | Н2 | Ar | N2 | He | Ne | CO | NH3 |