

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ТЕХНІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання розрахунково – графічної роботи

«Термодинамічні процеси та цикли»

для студентів напрямів 6.050601 теплоенергетика та
6.050604 енергомашинобудування
денної та заочної форм навчання

Всі цитати, цифровий та фактичний
матеріал, бібліографічні відомості
перевірені. Написання одиниць
відповідає стандартам

Підписи авторів

О.Ф. Буляндра,
В.І. Бондар

«01» квітня 2011 р.

СХВАЛЕНО
на засіданні кафедри
теплотехніки
Протокол № 1
від 30.08.2010 р.

Київ НУХТ 2011

Технічна термодинаміка: Метод. вказівки до викон. розрахунково – графічної роботи «Термодинамічні процеси та цикли» для студ. напрямів 6.050601 теплоенергетика та 6.050604 енергомашинобудування денної та заочної форм навчання / Уклад.: О.Ф. Буляндра, В.І. Бондар. – К.: НУХТ, 2011.— 10 с.

Рецензент: **С.М. Василенко** д-р техн. наук, проф.

Укладачі: **О.Ф. Буляндра**, д-р техн. наук, проф.
В.І. Бондар,

Відповідальний за випуск **О.Ф. Буляндра**, д-р техн. наук, проф.

Розрахунково- графічна робота
Термодинамічні процеси та цикли.

Мета роботи – засвоїти основні рівняння стану і методику розрахунку параметрів стану газу в характерних точках циклу, розрахувати питому роботу l , питому кількість підведеної теплоти q процесів циклу, а також зміну внутрішньої енергії циклу Δu , ентропії Δs , та ентальпії Δh , показник політропи n і масову теплоємність c для кожного з процесів. Розрахувати роботу циклу $l_{ци}$ і кількість підведеної теплоти $q_{ци}$, термічний коефіцієнт корисної дії циклу η_t і порівняти його із термічним коефіцієнтом циклу Карно.

Варіант завдання вибрати з додатку 1 за порядковим номером студента в списку групи. Там же наводяться значення параметрів стану в характерних точках циклу.

Методичні вказівки.

1. Термодинамічні параметри стану p, v, T в характерних точках циклу послідовно розраховують на основі заданих величин, використовуючи рівняння стану ідеальних газів і відповідні співвідношення параметрів для процесів циклу .

Внутрішню енергію u , ентальпію h і ентропію s в характерних точках циклу розрахувати, виходячи з того, що ці параметри при $t=0^\circ\text{C}$ приймають за початок відліку, за нижченаведеними формулами:

$$u=c_v \cdot t, \quad h=c_p \cdot t, \quad s=c_p \cdot \ln (T/273.15)-R \cdot \ln (p/p_n);$$

де c_v – масова ізохорична теплоємність, кДж/(кг·К),
 c_p – масова ізобарична теплоємність, кДж/(кг·К),
 t – температура в данному стані, °С,
 T – абсолютна температура, К,
 R – газова стала, кДж/(кг·К), (Прийняти як для повітря $R=0.287$ кДж/(кг·К)),
 p_n – тиск за нормальних умов, кПа, ($p_n = 100$ кПа),
 Розраховані значення термічних та калоричних параметрів заносять в табл. 1.

Таблиця 1
Параметри стану в характерних точках циклу

Характерні точки	Параметри стану					
	p , кПа	v , м ³ /кг	T , К	u , кДж/кг	h , кДж/кг	s , кДж/(кг·К)

2. Використовуючи значення параметрів стану в характерних точках циклу розраховують q , l , Δu , Δs , Δh , n та c в газових процесах циклу за наведеними вище та відомими виразами для відповідних термодинамічних процесів[1].

Отримані результати розрахунків занести в табл. 2.

Таблиця 2

Характеристики газових процесів

Процеси	Параметри процесів						
	q , кДж/кг	l , кДж/кг	Δu , кДж/кг	Δh , кДж/кг	Δs , кДж/(кг·К)	n	c , кДж/(кг·К)
1-2							
2-3							
3-4							
4-1							

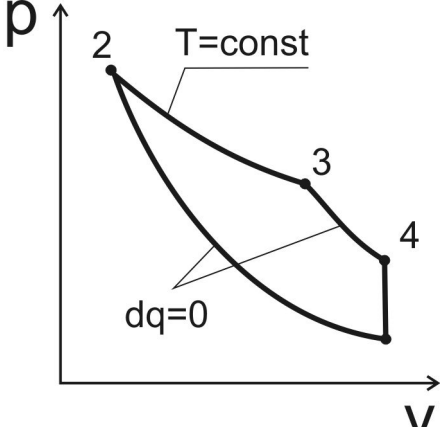
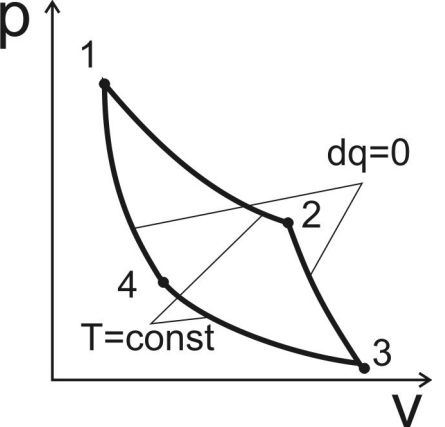
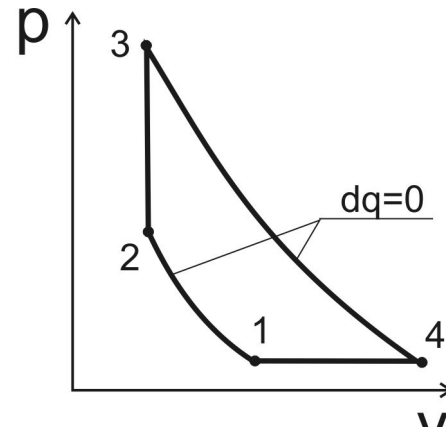
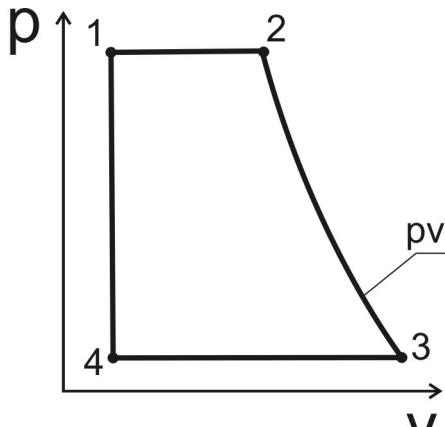
Термічний коефіцієнт корисної дії циклу розрахувати за виразом:

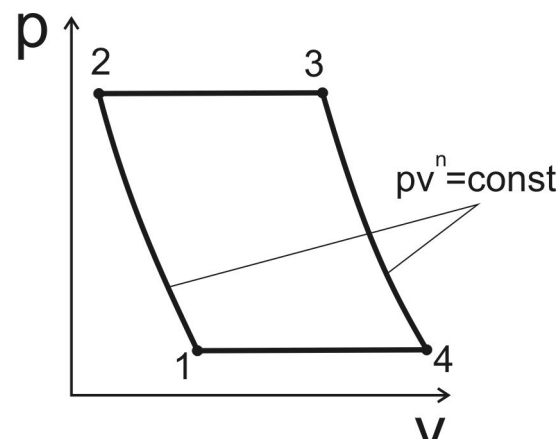
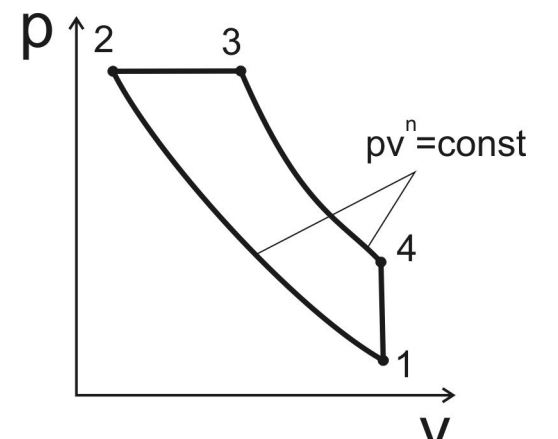
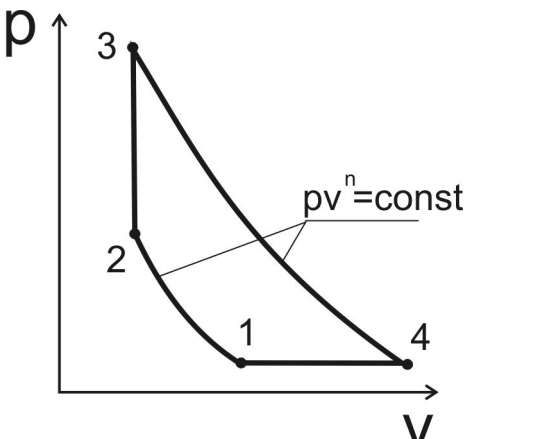
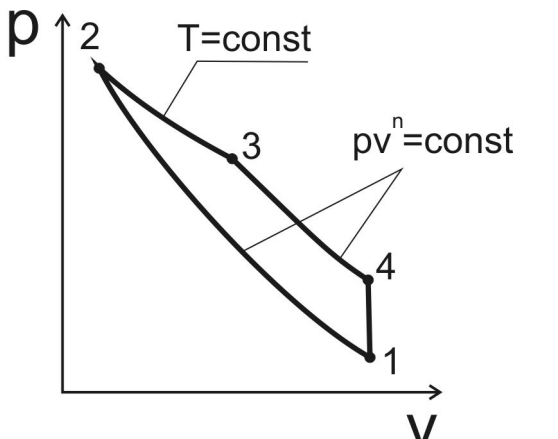
$$\eta_t = (q_1 - q_2) / q_1 = (l_c / q_1);$$

де $q_1 = \sum q_{1i}$ – теплота підведена до робочого тіла в циклі, кДж/кг,
 $q_2 = \sum q_{2i}$ – теплота відведена від робочого тіла в циклі, кДж/кг.

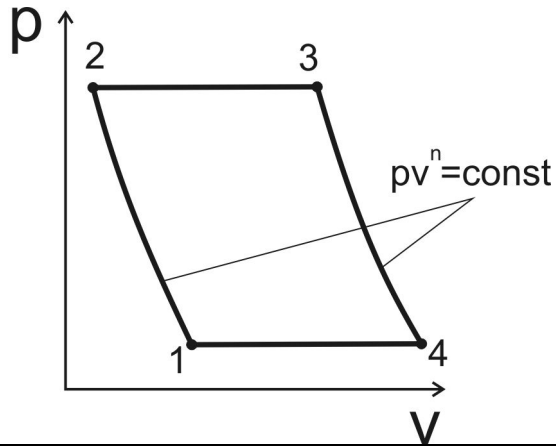
Знайдені значення термічного ККД циклу порівняти з термічним ККД циклу Карно

$$\eta_t^K = 1 - (T_{\min} / T_{\max})$$

Варіант 1	Варіант 2
<p> $P_{1a6c}=0,8 \text{ МПа}$ $P_{2a6c}=2,0 \text{ МПа}$ $P_{3a6c}=1,2 \text{ МПа}$ $v_1=0.12 \text{ м}^3/\text{кг}$ </p> 	<p> $P_{1a6c}=1,3 \text{ МПа}$ $P_{2a6c}=0,5 \text{ МПа}$ $t_1=300^\circ\text{C}$ $t_3=17^\circ\text{C}$ </p> 
Варіант 3	Варіант 4
<p> $P_{1a6c}=0,2 \text{ МПа}$ $P_{2a6c}=1,2 \text{ МПа}$ $v_1=0,45 \text{ м}^3/\text{кг}$ $t_3=300 \text{ }^\circ\text{C}$ </p> 	<p> $P_{1a6c}=3.5 \text{ МПа}$ $P_{3a6c}=2.5 \text{ МПа}$ $t_1=210^\circ\text{C}$ $t_3=300^\circ\text{C}$ $n=1.2$ </p> 
Варіант 5	Варіант 6

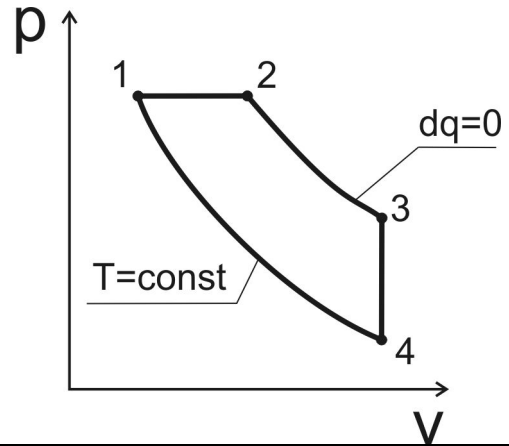
<p> $P_{1a6c}=0,1 \text{ МПа}$ $P_{2a6c}=0,5 \text{ МПа}$ $t_1=0^\circ\text{C}$ $t_3=200^\circ\text{C}$ $n=1.3$ </p> 	<p> $P_{1a6c}=0,09 \text{ МПа}$ $P_{2a6c}=0,4 \text{ МПа}$ $t_1=30^\circ\text{C}$ $t_3=200^\circ\text{C}$ $n=1.2$ </p> 
Вариант 7	Вариант 8
<p> $P_{1a6c}=0,16 \text{ МПа}$ $P_{3a6c}=2.5 \text{ МПа}$ $t_2=150^\circ\text{C}$ $v_1=0.5 \text{ м}^3/\text{кг}$ $n=1.2$ </p> 	<p> $P_{1a6c}=0.18 \text{ МПа}$ $P_{3a6c}=0,3 \text{ МПа}$ $v_2=0.1 \text{ м}^3/\text{кг}$ $t_1=30^\circ\text{C}$ $n=1.1$ </p> 
Вариант 9	Вариант 10

$P_{1a6c}=0,3 \text{ МПа}$
 $P_{2a6c}=2,0 \text{ МПа}$
 $v_1=0,3 \text{ м}^3/\text{кг}$
 $n=1.3$
 $t_3=300 \text{ }^\circ\text{C}$



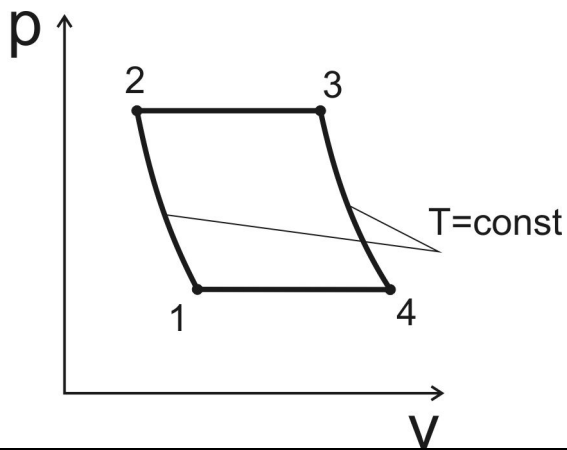
Вариант 11

$P_{1a6c}=2,0 \text{ МПа}$
 $t_1=200^\circ\text{C}$
 $t_2=350^\circ\text{C}$
 $v_4=0.12 \text{ м}^3/\text{кг}$



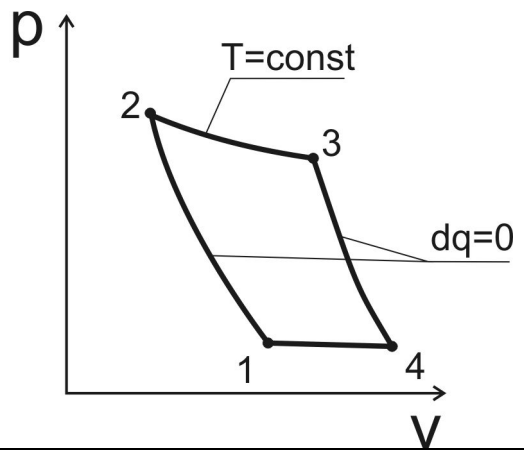
Вариант 12

$P_{1a6c}=0,2 \text{ МПа}$
 $P_{2a6c}=2,0 \text{ МПа}$
 $t_1=50^\circ\text{C}$
 $t_3=200^\circ\text{C}$



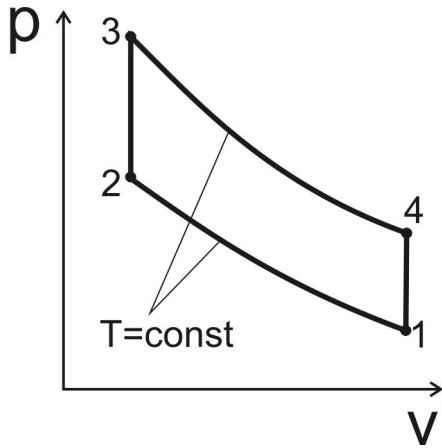
Вариант 13

$P_{1a6c}=0,4 \text{ МПа}$
 $P_{2a6c}=1,6 \text{ МПа}$
 $P_{3a6c}=0,6 \text{ МПа}$
 $t_1=100^\circ\text{C}$



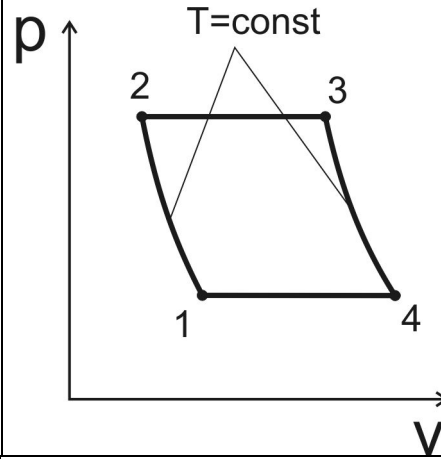
Вариант 14

$P_{1a6c}=0,3 \text{ МПа}$
 $P_{2a6c}=0,8 \text{ МПа}$
 $t_1=27^\circ\text{C}$
 $t_3=200^\circ\text{C}$



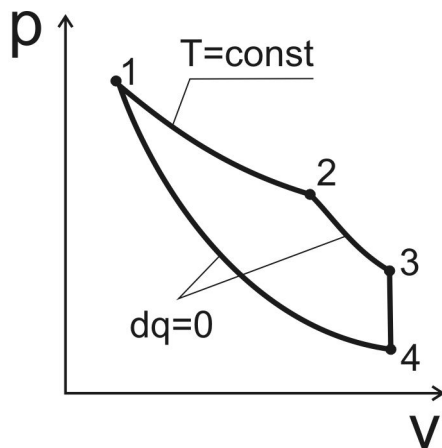
Вариант 15

$P_{1a6c}=1,2 \text{ МПа}$
 $P_{2a6c}=3,0 \text{ МПа}$
 $t_1=100^\circ\text{C}$
 $t_3=200^\circ\text{C}$



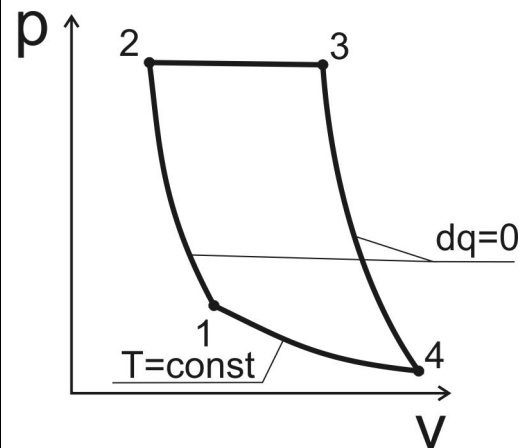
Вариант 16

$P_{1a6c}=5,0 \text{ МПа}$
 $P_{2a6c}=1,8 \text{ МПа}$
 $t_1=300^\circ\text{C}$
 $v_3=0,2 \text{ м}^3/\text{кг}$



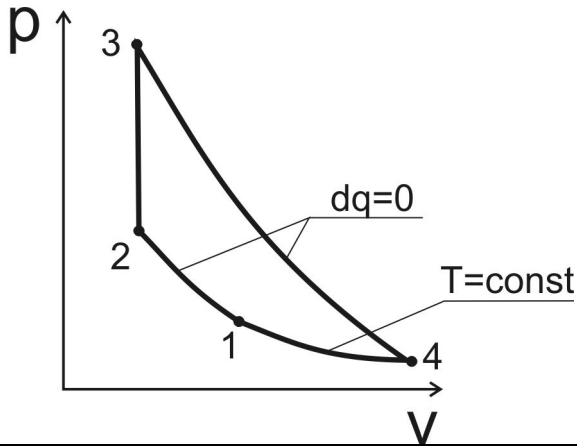
Вариант 17

$P_{1a6c}=0,7 \text{ МПа}$
 $P_{2a6c}=2,0 \text{ МПа}$
 $v_1=0,12 \text{ м}^3/\text{кг}$
 $t_3=200^\circ\text{C}$



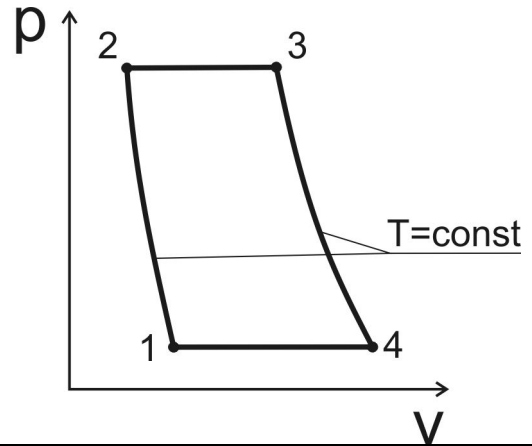
Вариант 18

$P_{1a6c}=0,3 \text{ МПа}$
 $P_{2a6c}=0,6 \text{ МПа}$
 $t_1=30^\circ\text{C}$
 $t_3=250^\circ\text{C}$



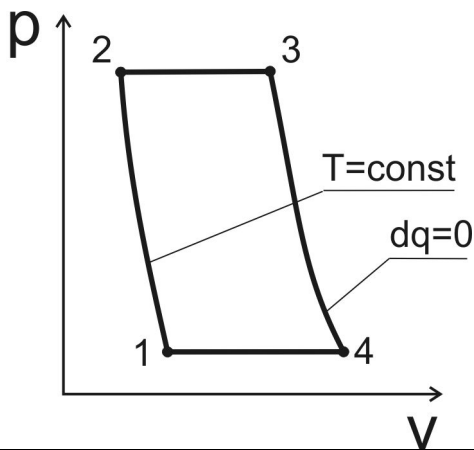
Вариант 19

$P_{1a6c}=0,12 \text{ МПа}$
 $v_1=0,7 \text{ м}^3/\text{кг}$
 $v_2=0,2 \text{ м}^3/\text{кг}$
 $t_3=150^\circ\text{C}$



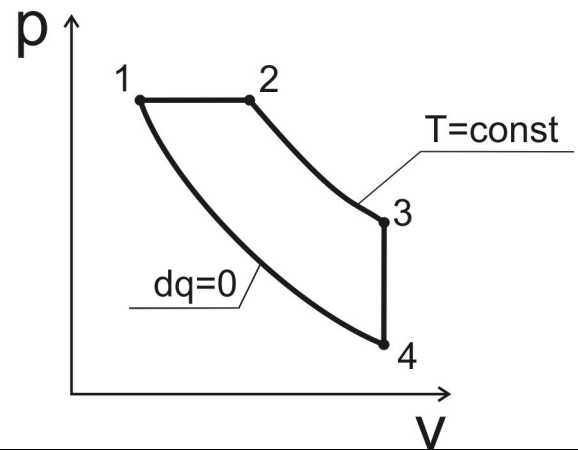
Вариант 20

$P_{1a6c}=0,4 \text{ МПа}$
 $P_{2a6c}=1,0 \text{ МПа}$
 $v_1=0,3 \text{ м}^3/\text{кг}$
 $t_3=300^\circ\text{C}$



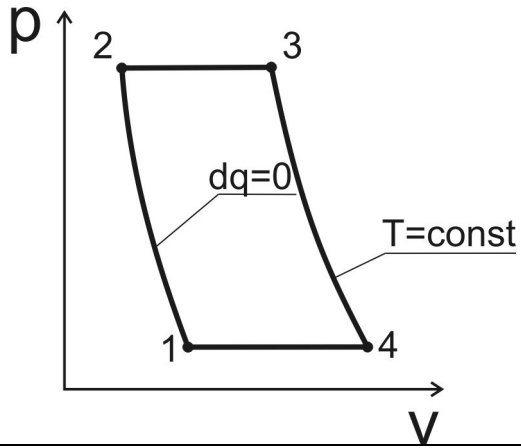
Вариант 21

$P_{1a6c}=0,7 \text{ МПа}$
 $t_1=200^\circ\text{C}$
 $t_2=300^\circ\text{C}$
 $v_4=0,4 \text{ м}^3/\text{кг}$



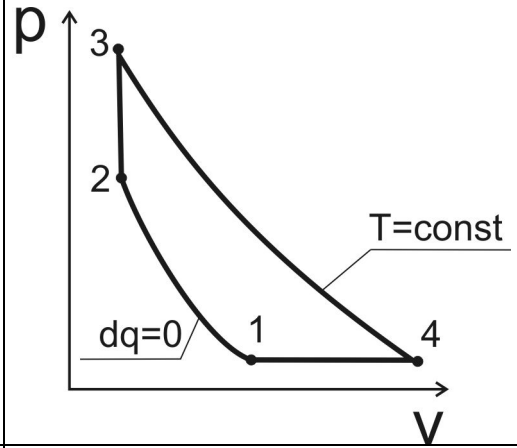
Вариант 22

$P_{1a6c}=0,3 \text{ МПа}$
 $P_{2a6c}=1,0 \text{ МПа}$
 $t_1=25 \text{ }^\circ\text{C}$
 $t_3=250 \text{ }^\circ\text{C}$



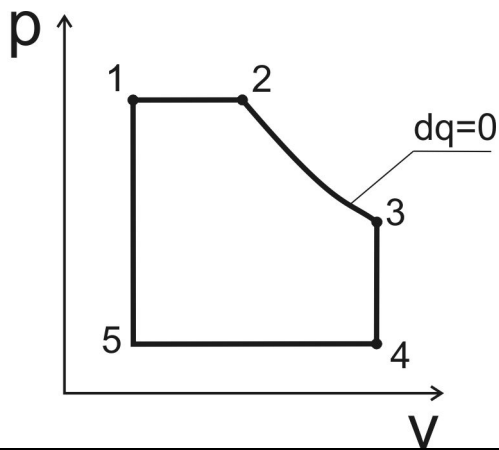
Вариант 23

$P_{1a6c}=0,3 \text{ МПа}$
 $P_{2a6c}=1,0 \text{ МПа}$
 $v_1=0,12 \text{ м}^3/\text{кг}$
 $t_3=200 \text{ }^\circ\text{C}$



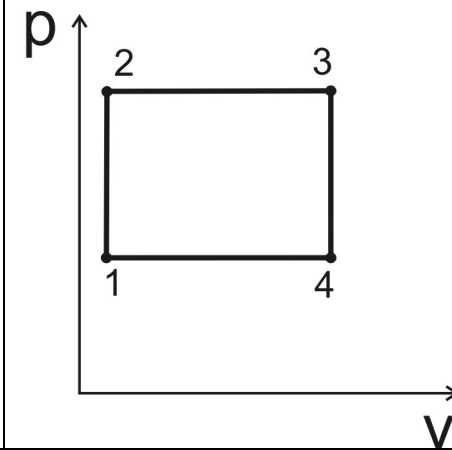
Вариант 24

$P_{1a6c}=1,0 \text{ МПа}$
 $P_{4a6c}=0,6 \text{ МПа}$
 $t_1=250 \text{ }^\circ\text{C}$
 $t_2=300 \text{ }^\circ\text{C}$
 $v_3=0,2 \text{ м}^3/\text{кг}$

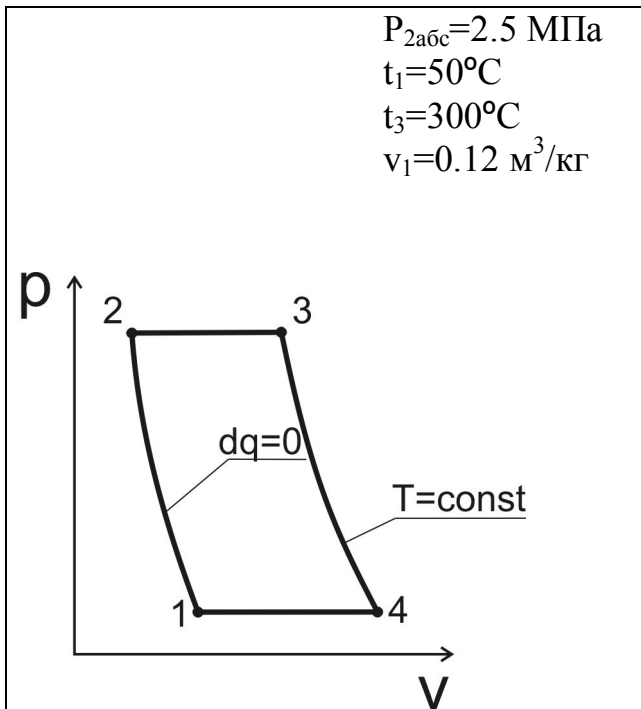


Вариант 25

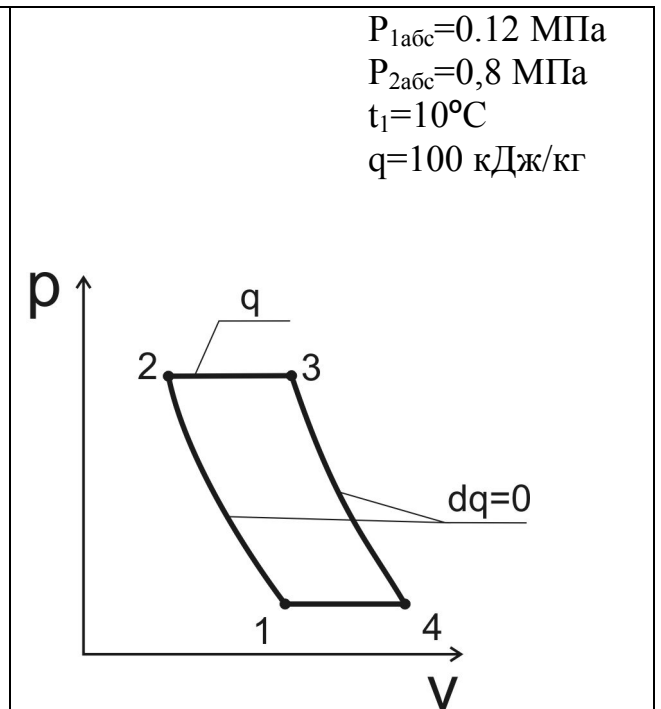
$P_{1a6c}=1,2 \text{ МПа}$
 $P_{2a6c}=1,4 \text{ МПа}$
 $t_3=150 \text{ }^\circ\text{C}$
 $v_1=0,08 \text{ м}^3/\text{кг}$



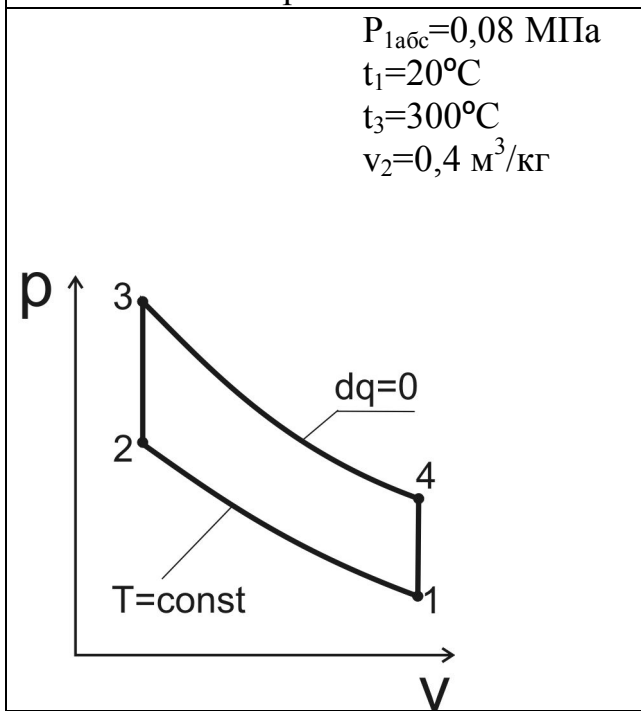
Вариант 26



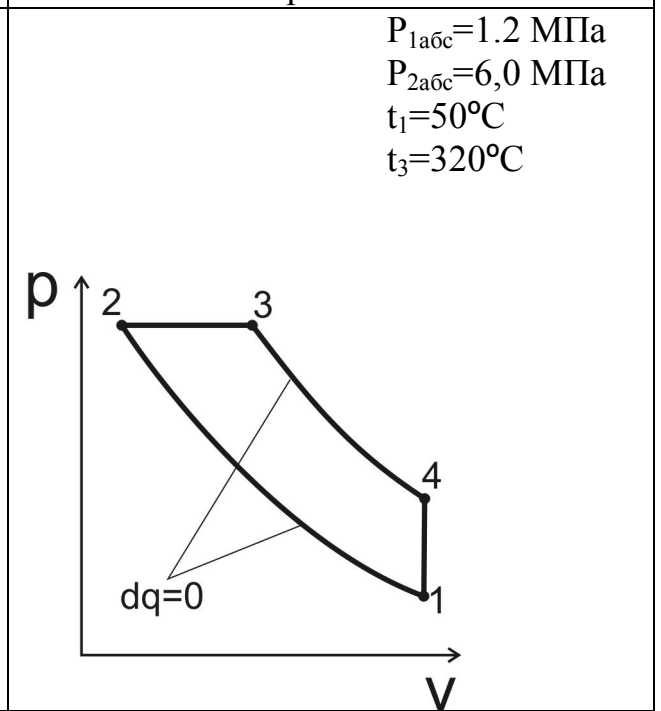
Вариант 27



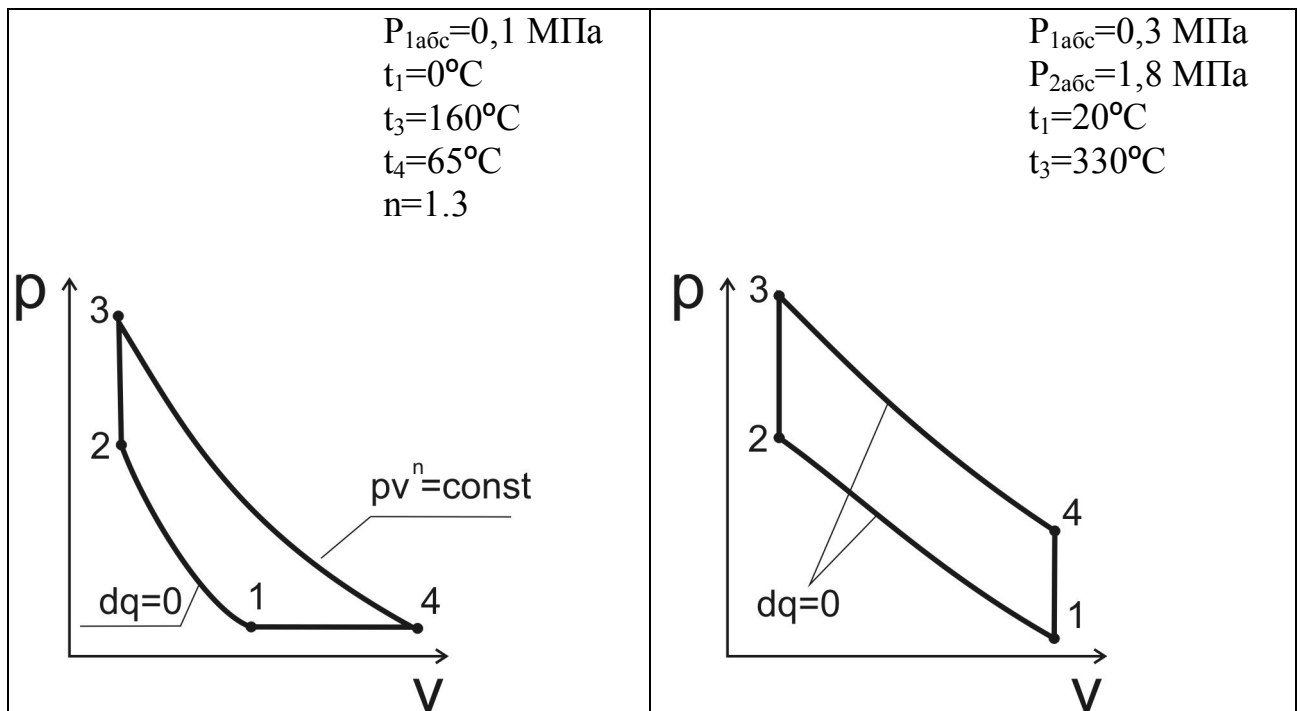
Вариант 28



Вариант 29



Вариант 30



Навчальне видання
Технічна термодинаміка

Методичні вказівки
до виконання розрахунково – графічної роботи
«Термодинамічні процеси та цикли»
для студентів напрямів 6.050601 теплоенергетика та
6.050604 енергомашинобудування
денної та заочної форм навчання

Укладачі: Буляндра Олексій Федорович,
Бондар Володимир Володимирович

Комп'ютерна верстка

Підп. до друку Обл.– вид. арк.

Наклад. 120 прим.

Вид № Зам. №

РВЦ УДУХТ. 01033 Київ–33, вул. Володимирська, 68

www.book.nuxt.edu.ua

Свідоцтво про реєстрацію серія ДК №1786 від 18.05.04.