

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра " Теплотехника и гидравлика "

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ЦИКЛЫ  
С ГАЗООБРАЗНЫМ РАБОЧИМ ТЕЛОМ

Методические указания к курсовой работе № 2



Волгоград 2008

УДК 621.431.

Термодинамические процессы и циклы с газообразным рабочим телом, метод. указ. к курсовой работе № 2/сост. Г. Н. Злотин, М. М. Галимов, К. И. Лютин, Т. А. Цыганкова; ВолгГТУ. – Волгоград, 2008.– 10 с.

Излагаются цели, содержание курсовой работы по расчету термодинамических процессов и циклов. Даны методические указания по выполнению расчетов и контрольные вопросы для подготовки к защите выполненной работы.

Предназначены для студентов дневных и вечерних факультетов изучающих курсы “Техническая термодинамика” и “Теплотехника”.

Табл. 2. Библиогр.: 3 назв.

Рецензент Ю. В. Иванов

Печатается по решению редакционно-издательского совета Волгоградского государственного университета.

© Волгоградский  
государственный  
технический  
университет, 2008

## КУРСОВАЯ РАБОТА № 2

### ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ЦИКЛЫ С ГАЗООБРАЗНЫМ РАБОЧИМ ТЕЛОМ

#### ЗАДАНИЕ

1. Произвести расчет цикла, характеризующего изменение состояния 1 кг воздуха.

Определить:

- 1) основные параметры состояния  $p$ ,  $v$ ,  $T$  воздуха в характерных точках цикла;
- 2) количество теплоты, подведенное к воздуху за цикл  $q_1$ ;
- 3) значения  $l$ ,  $q$ ,  $\Delta u$ ,  $\Delta h$ ,  $\Delta s$  в каждом процессе;
- 4) термический КПД цикла ( $\eta_t$ ).

2. Произвести проверку полученных результатов.

3. Результаты расчета свести в таблицу 2.

4. Построить (в масштабе) цикл в  $p$ - $v$  и  $T$ - $s$ -координатах.

#### УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

1. Исходные данные для расчета в соответствии с вариантом работы берутся из таблицы 1, а форма цикла – из рисунков, изображенных в приложении.

2. При расчете цикла:

1) теплоемкости воздуха принять постоянными:

$$c_p = 1,0 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)} \text{ и } c_v = 0,71 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)};$$

2) газовую постоянную вычислить из формулы Майера:  $R = c_p - c_v$ ;

3) показатель адиабаты определить из соотношения:  $k = c_p/c_v$ .

3. При проверке результатов расчета следует помнить, что:

1) изменение любого параметра состояния в результате кругового процесса равно нулю,

$$\text{т.е. } \oint du = 0, \oint dh = 0, \oint ds = 0;$$

$$2) q_{\text{ц}} = l_{\text{ц}},$$

где  $l_{\text{ц}}$  – работа, совершенная газом за цикл;  $q_{\text{ц}}$  – теплота, превращенная в цикле в работу.

4. Положение точки 1 в Ts-координатах определяется, исходя из того, что условный нуль энтропии соответствует нормальным физическим условиям ( т.е.  $s_0 = 0$  при  $p_0 = 101325\text{Па}$  и  $T_0 = 273,15\text{ К}$ ) и энтропия воздуха в этом состоянии вычисляется по формуле:

$$s_1 = c_p \cdot \ln(T_1/T_0) - R \cdot \ln(p_1/p_0).$$

5. При построении цикла на графике должны быть нанесены характерные точки(1, 2, 3, 4), которые в зависимости от характера процесса следует соединить прямыми или плавными кривыми линиями.

6. Расчеты должны быть оформлены в виде пояснительной записки формата А4 в сброшюрованном виде, которая должна включать:

- 1) исходные данные расчета и рисунок цикла в  $p$ - $v$ -координатах (без учета масштаба);
- 2) расчет искомых величин;
- 3) проверку полученных результатов расчета;
- 4) таблицу результатов расчета (таблица 2);
- 5) изображение цикла (в масштабе) в  $p$ - $v$ - и  $T$ - $s$ -координатах.

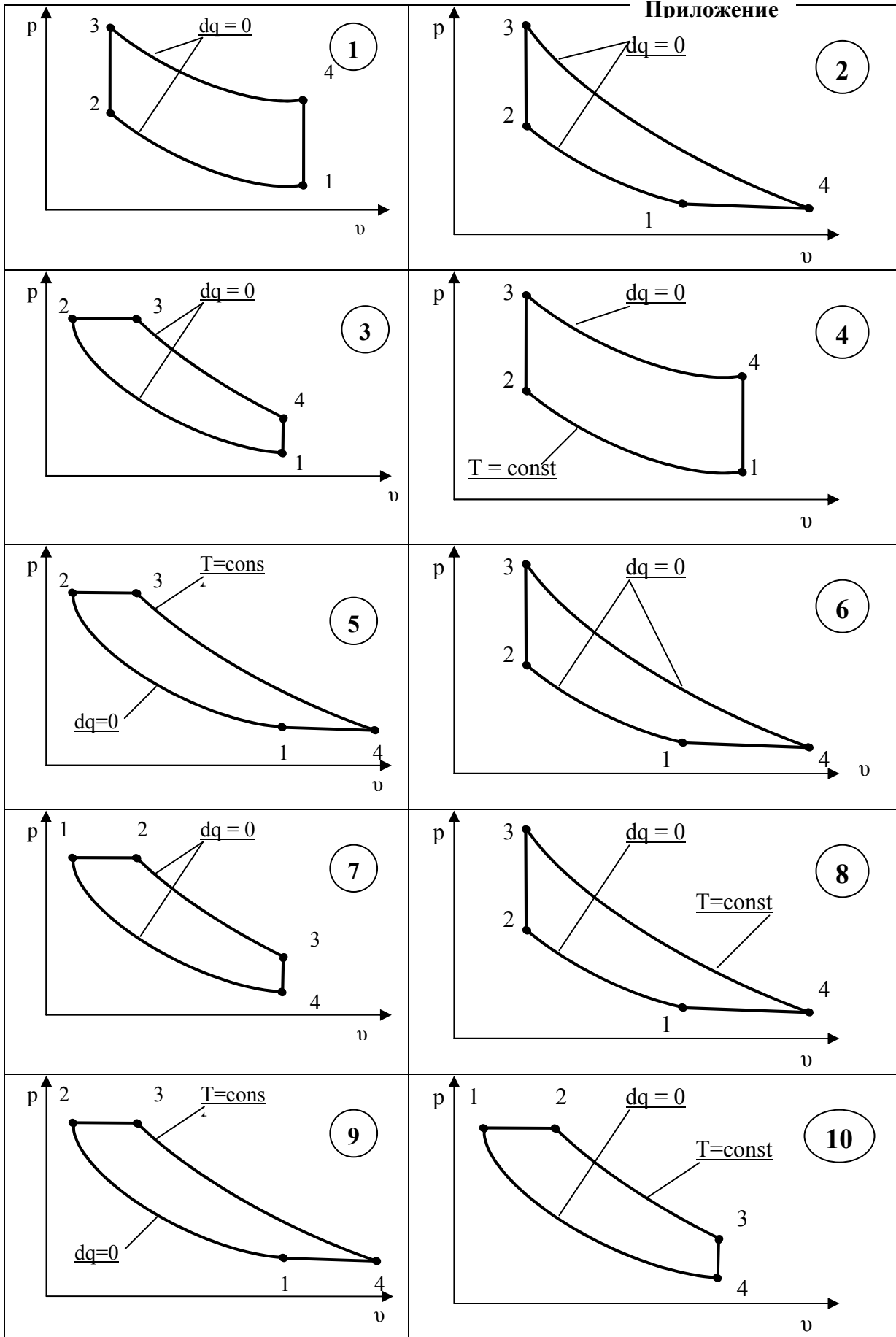
Таблица №1

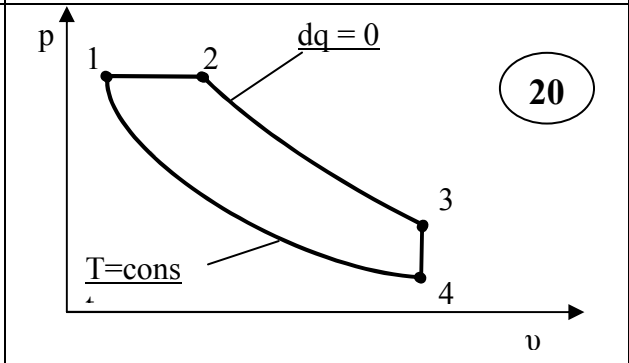
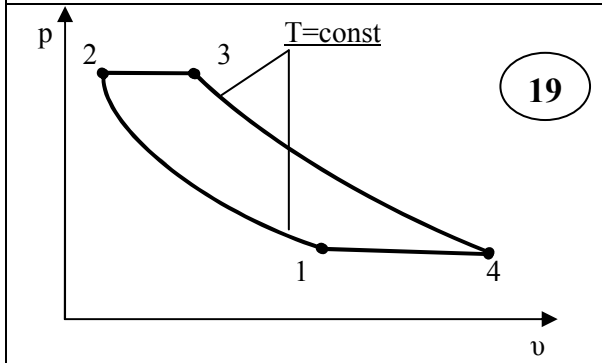
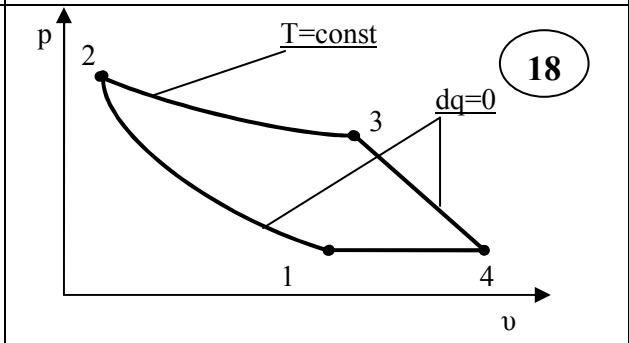
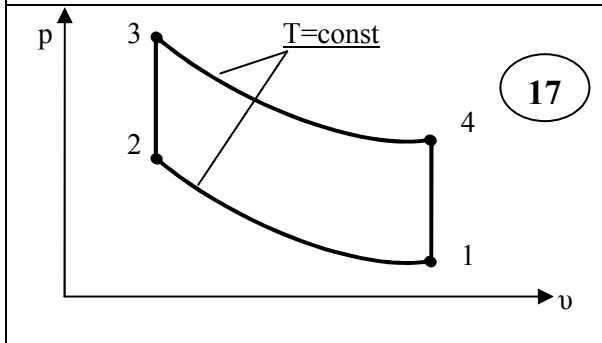
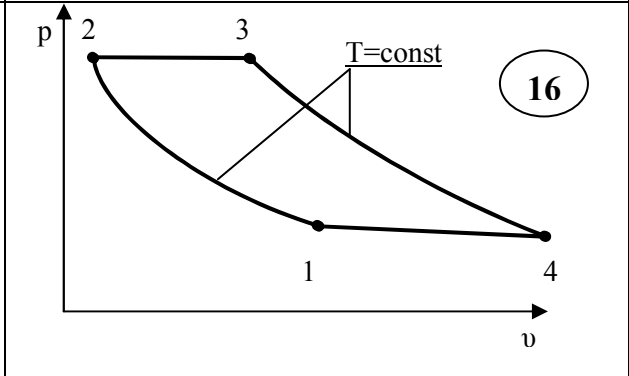
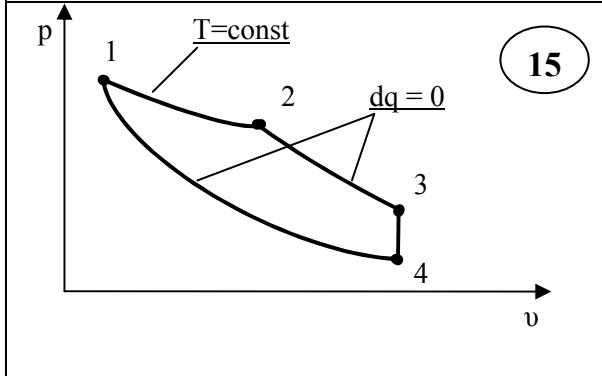
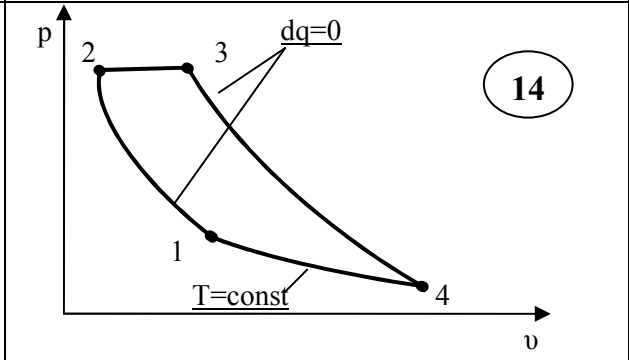
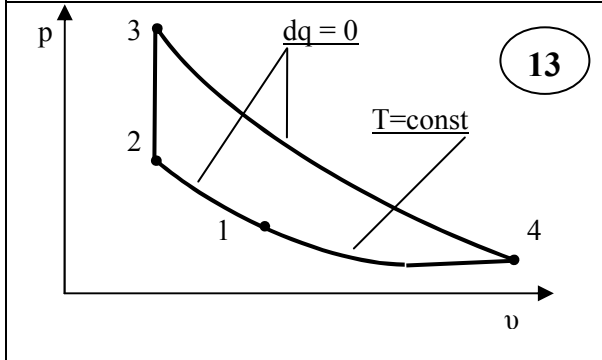
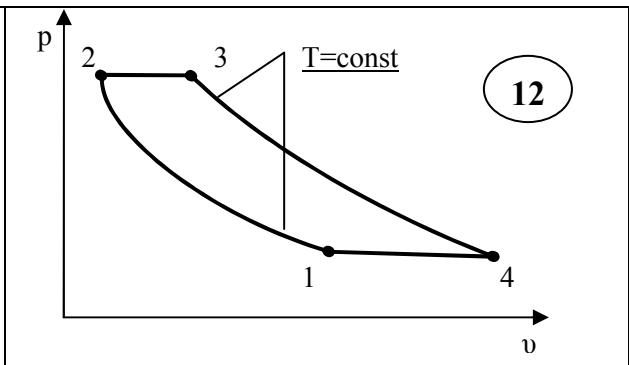
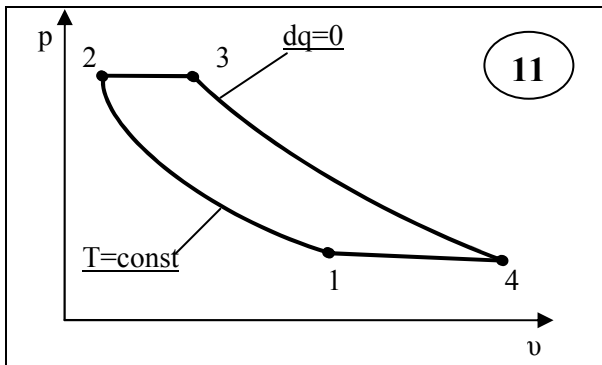
### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

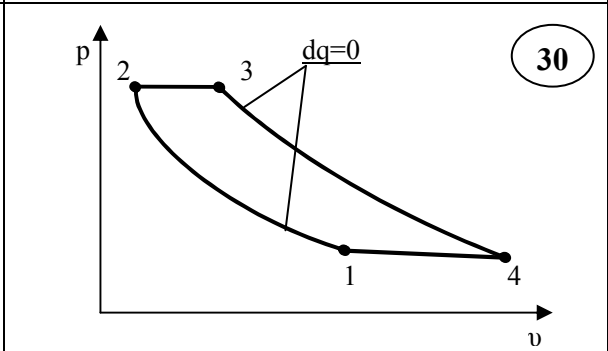
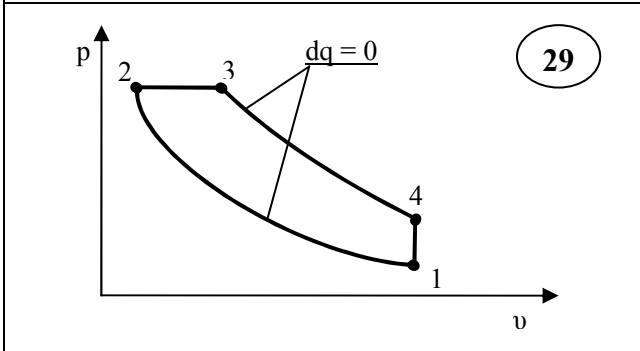
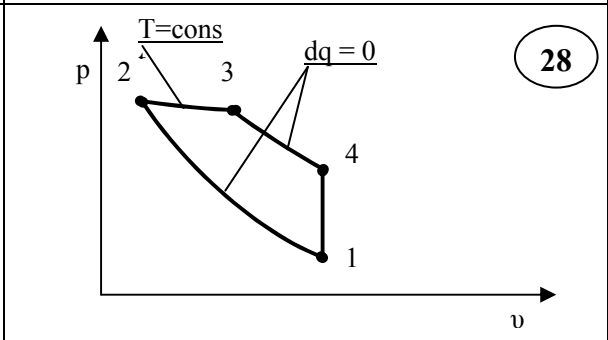
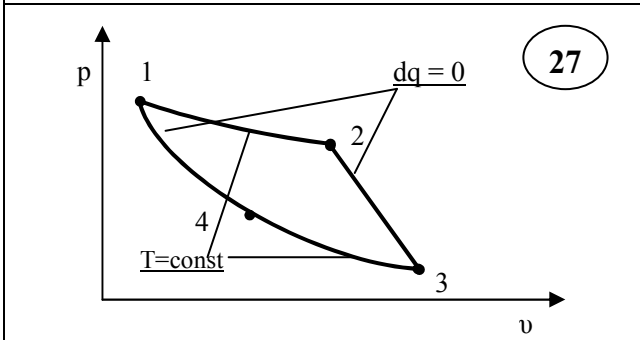
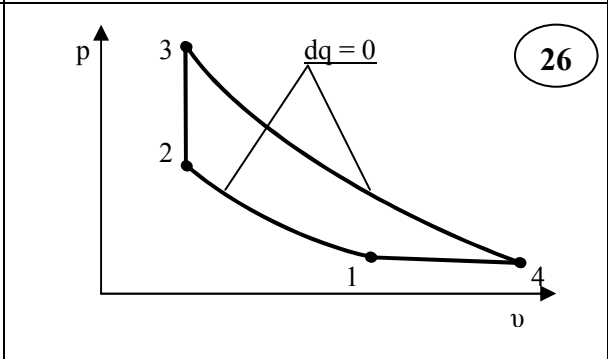
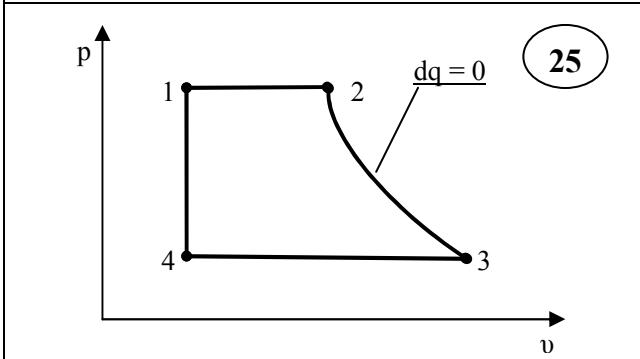
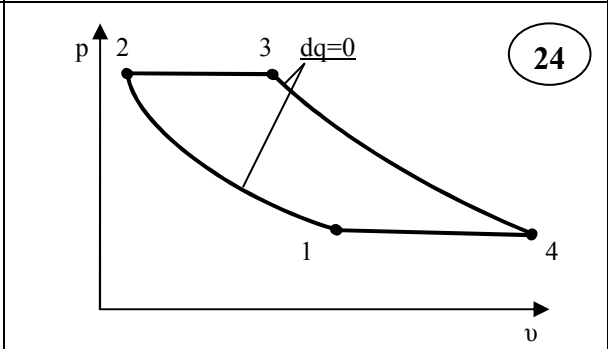
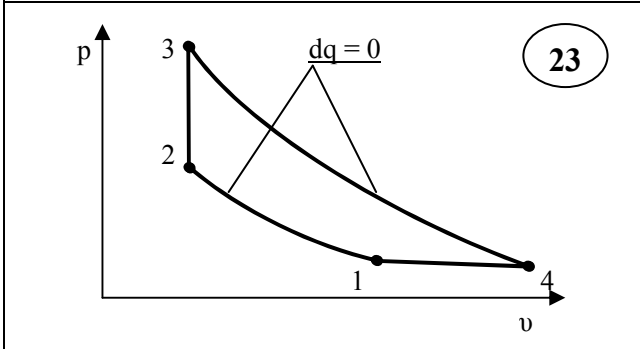
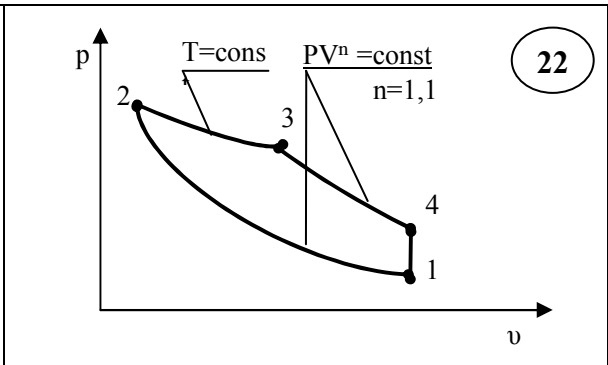
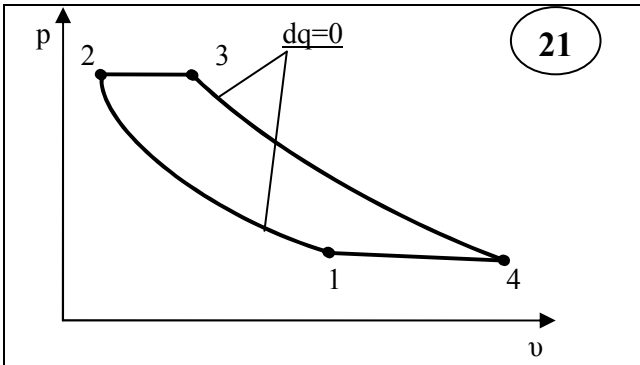
Вариант	Значение основных параметров состояния в характерных точках цикла												п
	Абсолютное давление, бар				Температура, °С				Удельный объем, м <sup>3</sup> /кг				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	3	18			20		330						
2	1				0	160		65					1,3
3	12	60			50		320						
4	0,8				20		300			0,4			
5		25			50		300		0,12				
6	12	14					150		0,08				
7	10			6	250					0,2			
8	3	10					200		0,3				
9	3	10			25		250						
10	7				200	300						0,4	
11	4	10					300		0,3				
12	1,2						150		0,7	0,2			

<b>13</b>	3	6			30		250						
<b>14</b>	7	20					200		0,12				
<b>15</b>	30	18			300						0,2		
<b>16</b>	12	30			100		200						
<b>17</b>	3	8			27		200						
<b>18</b>	4	16	6		100								
<b>19</b>	2	20			50		200						
<b>20</b>	20				200	350						0,12	
<b>21</b>	3	20					300		0,3				1,3
<b>22</b>	1,8		3		30					0,1			1,1
<b>23</b>	1,6		25			150			0,5				1,2
<b>24</b>	1	5			0		200						1,3
<b>25</b>	35		25		210		300						1,2
<b>26</b>	2	12					300		0,45				
<b>27</b>	13	5			300		17						
<b>28</b>	8	20	12						0,12				
<b>29</b>	0,9	4			30		200						1,2
<b>30</b>	1,2	8			10						0,3		

Приложение









## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите параметры состояния рабочего тела и единицы их измерения.
2. Изобразите основные термодинамические процессы в координатах  $pV$  и  $Ts$ .
3. Как связаны между собой параметры состояния в изохорном, изобарном, изотермическом, адиабатном и политропном процессах?
4. На основе первого закона термодинамики проанализируйте распределение энергии в основных термодинамических процессах.
5. Каковы важнейшие свойства координатных систем  $Ts$  и  $pV$ ?
6. Из чего складывается внутренняя энергия идеального и реального газов? Приведите дифференциальное уравнение изменения внутренней энергии реального газа.
7. Как подсчитать изменение внутренней энергии идеального и реального газов?
8. Укажите единицы измерения энтропии. Как подсчитать изменение энтропии идеального газа?
9. Рассмотрите прямые круговые процессы (циклы) и определите величину их термического КПД.

## ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Нащокин, В. В. Техническая термодинамика и теплопередача / В. В. Нащокин.– М.: Высшая школа, 1975, с. 79...88, 96...98, 106, 119, 246...247.
2. Нащокин, В. В. Техническая термодинамика и теплопередача / В. В. Нащокин.– М.: Высшая школа, 1980, с. 80...99, 107, 121, 241.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ястржембский, А.С. Техническая термодинамика / А. С. Ястржембский. – М. – Л., 1953, с. 236...241.

Составители: Григорий Наумович Злотин  
Марат Мавлютович Галимов  
Константин Ильич Лютин  
Татьяна Абрамовна Цыганкова