

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Ивановский государственный политехнический университет

## **ТЕПЛОТЕХНИКА**

**Методические указания по выполнению курсовой работы  
для студентов специальности  
«Автомобили и автомобильное хозяйство»  
очной и заочной форм обучения**

*Иваново 2013*

Составители: В.А. Масленников, Е.Л. Орешков

УДК 621.43(076)

**Теплотехника:** Методические указания по выполнению курсовой работы для студентов специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» очной и заочной форм обучения / ИВГПУ; Сост.: В.А. Масленников, Е.Л. Орешков. – Иваново, 2013. – 16 с.

Приведены задания и методические указания к курсовой работе по теплотехнике на тему «Расчёт и анализ идеального цикла ДВС со смешанным подводом теплоты», которая предназначена для студентов третьего курса очной и заочной форм обучения, обучающихся по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство».

Ил. 1. Табл. 8. Библиогр.: 7 назв.

Рецензент: кандидат технических наук, доцент А.И. Герасимов

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Наименование и структура курсовой работы.....	4
2. Методические указания по выполнению курсовой работы.....	5
Титульный лист.....	5
Содержание.....	5
Задание.....	5
Порядок выполнения расчётов.....	7
2.4.1. Определение газовой постоянной и теплоёмкостей рабочего тела.....	7
2.4.2. Определение параметров состояния рабочего тела.....	8
2.4.3. Расчёт процессов цикла.....	10
2.4.4. Расчёт характеристик цикла.....	11
2.4.5. Исследование и анализ цикла со смешанным подводом теплоты.....	12
2.4.6. Литература.....	13
2.4.7. Приложение.....	13
Библиографический список.....	14
Приложение.....	15

## **ВВЕДЕНИЕ**

В основе работы поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС) лежат циклично повторяющиеся термодинамические процессы, которые по характеру подвода теплоты к рабочему телу можно разделить на три группы [1]:

- с подводом теплоты по изохоре (цикл Отто);
- с подводом теплоты по изобаре (цикл Дизеля);
- со смешанным подводом теплоты, в которых он осуществляется частично по изохоре и частично по изобаре (цикл Тринклера-Сабатэ).

Перечисленные циклы являются разомкнутыми, поэтому их анализ для выявления условий, при которых достигается максимальный термический коэффициент полезного действия (КПД), удобнее проводить, рассматривая идеализированные замкнутые циклы, которые являются их термодинамическими эквивалентами.

В данной работе предлагается выполнить расчёт и поэлементный анализ идеального цикла со смешанным подводом теплоты для выяснения сущности происходящих явлений и обоснования условий, позволяющих повысить его эффективность.

## **1. НАИМЕНОВАНИЕ И СТРУКТУРА КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Курсовая работа выполняется на тему «Расчёт и анализ идеального цикла ДВС со смешанным подводом теплоты». Она должна включать следующие составные части:

Титульный лист.

Содержание.

Задание.

1. Расчёт цикла ДВС со смешанным подводом теплоты.

Определение газовой постоянной и теплоёмкостей рабочего тела.

Определение параметров состояния рабочего тела.

2. Расчёт процессов и характеристик цикла.

Определение характеристик процессов цикла.

Определение основных характеристик цикла.

3. Исследование и анализ цикла со смешанным подводом теплоты.

Литература.

Приложение.

Общий объём расчётно-пояснительной записки, включая графические материалы, должен составлять 15—20 страниц. Она должна быть оформлена по ГОСТ 2.105-95.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

### ***2.1. Титульный лист***

Титульный лист расчётно-пояснительной записки выполняется на стандартном формате (А4) и должен содержать: полное наименование вышестоящей организации, высшего учебного заведения, кафедры и курсовой работы, а также сведения об авторе, преподавателе, выдавшем задание на проектирование, месте и годе выполнения.

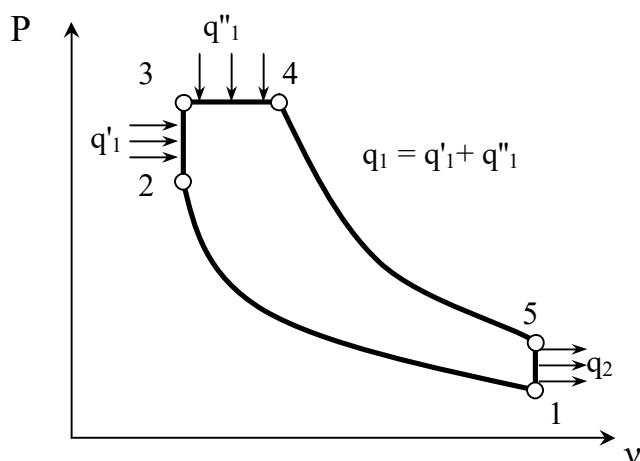
### ***2.2. Содержание***

Должно включать полный перечень следующих за ним составных частей курсовой работы с указанием номера страницы расчётно-пояснительной записки, на которой они начинаются.

### ***2.3. Задание***

Выдаётся каждому студенту индивидуально в виде номера варианта в соответствии с табл.1 Приложения и содержит следующий перечень одинаковых для всех вопросов, подлежащих решению.

Рассчитать идеальный цикл ДВС со смешанным подводом теплоты, включающий в соответствии с рисунком следующие термодинамические процессы: адиабатное сжатие рабочего тела 1-2, подвод теплоты по изохоре 2-3, подвод теплоты по изобаре 3-4, адиабатное расширение 4-5, отвод теплоты по изохоре 5-1 [1, 2].



**Рис. Цикл ДВС со смешанным подводом теплоты**

Расчёт цикла включает следующие этапы:

- определение молекулярной массы и газовой постоянной рабочего тела;
- определение массовых теплоёмкостей рабочего тела при постоянном объёме, постоянном давлении и определение показателя политропы;
- определение значений давления, удельного объёма, температуры и энтропии во всех точках цикла;
- определение для каждого процесса, составляющего цикл, изменения внутренней энергии и энтальпии, значений теплоёмкости, теплоты и работы;
- определение характеристик цикла: количества подведённой и отведённой теплоты, среднего давления и термического КПД.

Исследовать влияние степени сжатия, степени повышения давления и степени предварительного расширения на термический КПД цикла. Выполнить построение и анализ графиков зависимостей термического КПД цикла от степени сжатия рабочего тела, степени повышения давления при изохорном подводе теплоты и от степени предварительного расширения.

Исходные данные, взятые из Приложения, приводятся в задании на курсовую работу в виде табл. 1.

Таблица 1

**Исходные данные для расчёта цикла ДВС**

Доли компонентов рабочего тела, %					$\varepsilon$	$\lambda$	$\rho$	$T_1,$ К	$P_1,$ МПа
CO <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub> O	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>					
								293	0,1

При этом состав рабочего тела может быть задан массовыми или объёмными долями компонентов. Температура и давление в исходной точке процесса для всех вариантов заданий принимаются одинаковыми и равными соответственно:  $T_1 = 293 \text{ K}$ ;  $P_1 = 0,1 \text{ МПа}$ . Расчёты производятся для 1 кг массы рабочего тела. В число исходных данных входят также следующие показатели: степень сжатия рабочего тела  $\varepsilon = v_1 / v_2$ ; степень повышения давления при изохорном подводе теплоты  $\lambda = p_1 / p_2$ ; степень предварительного изобарного расширения  $\rho = v_4 / v_3$ . Теплоёмкости рабочего тела считаются постоянными, не зависящими от температуры.

## **2.4. Порядок выполнения расчётов**

### *2.4.1. Определение газовой постоянной и теплоёмкостей рабочего тела*

Молекулярную массу рабочего тела  $\mu$ , представляющего собой смесь газов и паров воды, определяют по одной из следующих формул [3, 4]:

- при задании смеси объёмными долями компонентов:

$$\mu = \sum_{i=1}^n r_i \cdot \mu_i ,$$

- при задании смеси массовыми долями компонентов:

$$\mu = \frac{1}{\sum_{i=1}^n (g_i / \mu_i)} ,$$

где  $n$  – количество компонентов смеси;

$r_i, g_i$  - соответственно объёмные или массовые доли компонентов, принимаемые в соответствии с табл. 1 исходных данных индивидуального задания;

$\mu_i$  – молекулярная масса  $i$ -го компонента смеси, принимается по данным табл. 2 Приложения, кг/кмоль.

Газовую постоянную смеси газов  $R$  определяют по формуле [4]

$$R = 8314 / \mu ,$$

где 8314 – постоянный коэффициент (константа).

Массовые теплоёмкости при постоянном объёме  $c_v$  и при постоянном давлении  $c_p$  определяют по формулам [1-4]:

$$c_v = \frac{1}{\mu} \cdot \sum_{i=1}^n r_i \cdot \mu \cdot c_{v_i},$$

$$c_p = \frac{1}{\mu} \cdot \sum_{i=1}^n r_i \cdot \mu \cdot c_{p_i},$$

где  $c_{v_i}$  и  $c_{p_i}$  – молярные теплоёмкости отдельных компонентов газовой смеси (рабочего тела), которые считаются зависящими только от атомности газов и принимаются в расчётах постоянными по данным табл. 2.

Таблица 2

**Теплоёмкости газов, кДж/(кмоль·К)**

Атомность газа	Показатели	
	$c_{v_i}$	$c_{p_i}$
Одноатомный	12,48	20,80
Двухатомный	20,80	29,12
Трехатомный	29,30	37,60

Показатель адиабаты определяют как величину численно равную отношению массовых теплоёмкостей смеси при постоянном давлении и объёме, т.е.

$$\kappa = c_p / c_v.$$

#### 2.4.2. Определение параметров состояния рабочего тела

При определении параметров состояния рабочего тела последовательно для всех точек цикла (точки 1-5) рассчитывают: давление  $p$ , удельный объём  $v$ , температуру  $T$  и энтропию  $S$ . Например, для точки 1 процесса адиабатного сжатия 1-2 давление  $p_1$  и температура  $T_1$  известны ( $p_1 = 0,1 \text{ МПа} = 10^5 \text{ Па}$ ,  $T_1 = 293 \text{ К}$ ), тогда

$$v_1 = R \cdot T_1 / p_1, \quad S_1 = c_v \cdot \ln \frac{T_1}{273} + R \cdot \ln \frac{v_1 \cdot \mu}{22,4},$$



где  $273$  – абсолютная термодинамическая температура, приблизительно соответствующая температуре тройной точки воды, т.е. нулю градусов Цельсия, К;

$22,4$  – объём, занимаемый 1 кмолем газа при нормальных физических условиях,  $\text{м}^3$ .

Для точки 2 адиабатного процесса 1-2 параметры состояния рабочего тела определяют из соотношений [6]:

$$p_2 = p_1 \cdot \varepsilon^\kappa, \quad v_2 = v_1 / \varepsilon, \quad T_2 = T_1 \cdot \varepsilon^{\kappa-1}, \quad S_2 = S_1.$$

Параметры состояния рабочего тела для точки 3 изохорного процесса 2-3 определяют по формулам:

$$p_3 = \lambda \cdot p_2, \quad v_3 = v_2, \quad T_3 = T_2 \cdot P_3 / P_2,$$

$$S_3 - S_2 = c_p \cdot \ln \frac{P_3}{P_2} = c_v \cdot \ln \frac{T_3}{T_2}.$$

Для изобарного процесса 3-4 параметры рабочего тела в точке 4 устанавливают из следующих соотношений [6]:

$$p_4 = p_3, \quad v_4 = \rho \cdot v_3, \quad T_4 = T_3 \cdot v_4 / v_3, \quad S_4 - S_3 = c_v \cdot \ln \frac{v_4}{v_3} = c_p \cdot \ln \frac{T_4}{T_3}.$$

Для точки 5 процесса адиабатного расширения 4-5 [6]:

$$p_5 = p_4 \cdot (v_4 / v_5)^k, \quad v_5 = v_1, \quad T_5 = T_4 \cdot (v_4 / v_5)^{k-1},$$

$$S_5 = S_4.$$

Результаты расчётов сводят в табл. 3 и используют в дальнейшем для построения диаграмм цикла в  $p-v$  и  $T-S$  координатах [4].

Таблица 3

### Параметры рабочего тела

Обозначение параметров	Точки цикла				
	1	2	3	4	5
$p, \text{МПа}$					
$v, \text{м}^3/\text{кг}$					
$T, \text{К}$					
$S, \text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$					

### 2.4.3. Расчёт процессов цикла

В данном разделе выполняют расчёт всех процессов, составляющих цикл, с определением для каждого из них: теплоёмкости  $C$ , изменения внутренней энергии  $\Delta U$  и энтальпии  $\Delta i$ , а также количества подведённой или отведённой теплоты  $g$ , работы расширения или сжатия  $l$ . Например, для процесса адиабатного сжатия 1-2 [6]:

$$C = 0, \Delta U = U_2 - U_1 = c_v \cdot (T_2 - T_1), \Delta i = i_2 - i_1 = c_p \cdot (T_2 - T_1), g = 0,$$

$$l = \frac{R}{k-1} \cdot (T_1 - T_2).$$

Для процесса подвода теплоты по изохоре 2-3 [6]:

$$C = c_v, \Delta U = U_3 - U_2 = c_v \cdot (T_3 - T_2), \Delta i = i_3 - i_2 = c_p \cdot (T_3 - T_2), g = c_v \cdot (T_3 - T_2), l = 0.$$

Для процесса подвода теплоты по изобаре 3-4 [6]:

$$C = c_p, \Delta U = U_4 - U_3 = c_v \cdot (T_4 - T_3), \Delta i = i_4 - i_3 = c_p \cdot (T_4 - T_3), g = c_p \cdot (T_4 - T_3),$$

$$l = p_3 \cdot (v_4 - v_3).$$

Для процесса адиабатного расширения 4-5 [6]:

$$C = 0, \Delta U = U_5 - U_4 = c_v \cdot (T_5 - T_4), \Delta i = i_5 - i_4 = c_p \cdot (T_5 - T_4), g = 0,$$

$$l = \frac{R}{k-1} \cdot (T_4 - T_5).$$

Для процесса отвода теплоты по изохоре 5-1 [6]:

$$C = c_v, \Delta U = U_1 - U_5 = c_v \cdot (T_1 - T_5), \Delta i = i_1 - i_5 = c_p \cdot (T_1 - T_5), g = c_v \cdot (T_1 - T_5), l = 0.$$

Результаты расчётов процессов цикла сводят в табл. 4.

Таблица 4

#### Результаты расчётов процессов цикла

Характеристики процессов	Процессы цикла				
	1-2	2-3	3-4	4-5	5-1

$C, \text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$					
$\Delta U, \text{кДж}/\text{кг}$					
$\Delta i, \text{кДж}/\text{кг}$					
$g, \text{кДж}/\text{кг}$					
$l, \text{кДж}/\text{кг}$					

#### 2.4.4. Расчёт характеристик цикла

Выполняются расчёты следующих характеристик цикла: количество подведённой  $g_1$  и отведённой  $g_2$  теплоты, количество теплоты  $g_0$ , превращённой в полезную работу  $l_p$ , работу расширения  $l_0$ , сжатия  $l_c$ , среднее давление  $p_l$  и термический КПД  $\eta_t$ .

Расчёты производят в следующей последовательности.

Поскольку подвод теплоты осуществляется в процессах 2-3 и 3-4, а отвод в процессе 5-1, то [6]:

$$g_1 = g_{1-2} + g_{3-4}, \quad g_2 = g_{5-1}, \quad g_0 = g_1 + g_2.$$

Аналогично расширение рабочего тела происходит в процессах 3-4 и 4-5, а сжатие — в процессе 1-2, поэтому [6]:

$$l_p = l_{3-4} + l_{4-5}, \quad l_c = l_{1-2}, \quad l_0 = l_p + l_c.$$

Среднее давление цикла и термический КПД определяют по формулам [6]:

$$p_l = \frac{l_0}{v_1 - v_2}, \quad \eta_t = \frac{l_0}{g_1}.$$

Для проверки точности результатов расчётов термического КПД его значение вычисляют также по формуле [1, 2]:

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \cdot \frac{\lambda \cdot \rho^k - 1}{\lambda - 1 + k \cdot \lambda \cdot (\rho - 1)}.$$

Результаты расчётов следует считать правильными, если относительная ошибка не превышает 0,5-1,5%.

Результаты расчётов характеристик цикла приводят в виде табл. 5.

Таблица 5

## Результаты расчётов характеристик цикла

Характеристики цикла, кДж/кг							
$g_1$	$g_2$	$g_0$	$l_p$	$l_c$	$l_0$	$p_i$ , МПа	$\eta_i$ , %

### 2.4.5. Исследование и анализ цикла со смешанным подводом теплоты

Исследование цикла заключается в оценке влияния степени сжатия  $\varepsilon$ , степени повышения давления  $\lambda$  и степени предварительного расширения  $\rho$  на термический КПД цикла  $\eta_t$ . Для этого вначале, изменяя степень предварительного сжатия в пределах  $\varepsilon = (0.75 - 1.25)\varepsilon$  с шагом  $\Delta\varepsilon = 0,1$  и постоянных (заданных)  $\lambda$  и  $\rho$ , вычисляют шесть значений термического КПД цикла. Затем выполняют такие же расчёты при постоянных  $\varepsilon$  и  $\rho$ , изменяющихся в аналогичных пределах значений степени повышения давления  $\lambda = (0,75 - 1,25)\lambda$ , а также при постоянных  $\varepsilon$  и  $\lambda$  изменяющейся степени предварительного расширения  $\rho = (0,75 - 1,25)\rho$ . Результаты расчётов приводят в виде табл. 6.

Таблица 6

### Зависимость термического КПД от основных параметров цикла

Термический КПД	Параметры цикла												и т.д.
	$\lambda = const, \rho = const$						$\varepsilon = const, \rho = const$						
$\eta_t, \%$	$\varepsilon_1$	$\varepsilon_2$	$\varepsilon_3$	$\varepsilon_4$	$\varepsilon_5$	$\varepsilon_6$	$\varepsilon_1$	$\varepsilon_2$	$\varepsilon_3$	$\varepsilon_4$	$\varepsilon_5$	$\varepsilon_6$	

На основе данных табл. 6 строят графики зависимостей  $\eta_t = f(\varepsilon)$ ,  $\eta_t = f(\lambda)$ ,  $\eta_t = f(\rho)$  и проводят их анализ [4].

Анализ должен содержать аргументированные ответы на следующие вопросы:

- каков характер и интенсивность изменения термического КПД цикла в зависимости от указанных показателей;

- по каким причинам происходит увеличение или снижение термического КПД;
- что в первую очередь целесообразно предпринять для увеличения термического КПД цикла;
- какими негативными последствиями может сопровождаться изменение показателей  $\varepsilon$ ,  $\lambda$  и  $\rho$ .

#### *2.4.6. Литература*

Здесь помещают список литературных источников, на которые в тексте расчётно-пояснительной записки автором курсовой работы сделаны ссылки. Список литературы располагают в порядке появления ссылок на литературные источники. Библиографическое описание источника должно соответствовать требованиям соответствующего ГОСТа.

#### *2.4.7. Приложение*

Оформляется как продолжение расчётно-пояснительной записки. В нём помещают вычерченные с соблюдением масштабов: график цикла ДВС со смешанным подводом теплоты в  $p\nu$ -координатах, график указанного цикла  $TS$ -координатах, а также графики зависимостей  $\eta_t = f(\varepsilon)$ ,  $\eta_t = f(\lambda)$  и  $\eta_t = f(\rho)$ .

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кириллин В.А., Сычѳв В.В., Шейндлин А.Е. **Техническая термодинамика**. – М.: Наука, 1979. – 512 с.
2. Крутов В.И. **Техническая термодинамика: Учебник для машиностроительных специальностей вузов** / В.И. Крутов, С.И. Исаев, И.А. Кожинов и др.; Под ред. В.И. Крутова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1991. – 384 с.
3. Крутов В.И. **Теплотехника: Учебник для студентов вузов** / А.М. Архаров, С.И. Исаев, И.А. Кожинов и др.; Под ред. В.И. Крутова. – М.: Машиностроение, 1979. – 432 с.
4. Ларииков Н.Н. **Теплотехника: Учебник для вузов**. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1985. – 435 с.
5. Архаров А.М. **Теплотехника: Учебник для вузов** / Под общ. ред. В.И. Крутова. – М.: Машиностроение, 1986. – 432 с.
6. Афанасьев В.Н. **Задачник по технической термодинамике и теории теплообмена: Учебное пособие для энергомашиностроительных специальностей вузов**/ Под ред. В.И. Крутова и Г.Б. Петражицкого. – М.: Высшая школа, 1986. – 383 с.
7. **Техническая термодинамика и теория теплообмена: Методические указания к выполнению курсовых работ** / Владимир. гос. ун-т; Сост.: А.С. Судариков, Ю.Г. Горнушкин, В.М. Басуров и др. – Владимир, 1999. – 28 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

**Варианты индивидуальных заданий [7]**

№ ва- рианта	Доли компонентов рабочего тела					$\varepsilon = \frac{v_1}{v_2}$	$\lambda = \frac{p_3}{p_2}$	$\rho = \frac{v_4}{v_3}$
	CO <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub> O	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>			
1	8,5	5,5	16	70	-	11,0	2,0	1,7
2	9,0	5,0	15	71	-	11,5	1,9	1,6
3	9,5	4,5	14	72	-	12,0	1,5	1,5
4	10,5	4,0	13	73	-	12,5	1,7	1,4
5	10,5	3,5	12	74	-	13,0	1,7	1,3
6	10,0	4,0	11	75	-	13,5	1,5	1,7
7	9,5	4,5	10	76	-	14,0	1,4	1,6
8	9,0	5,0	11	75	-	14,5	1,5	1,5
9	8,5	5,5	12	74	-	15,0	1,4	1,6
10	8,0	6,0	-	73	13	11,0	2,0	2,8
11	7,5	6,5	-	72	14	12,0	1,9	2,7
12	7,0	7,0	-	71	15	13,0	1,8	2,6
13	6,5	7,5	-	70	16	14,0	1,7	2,5
14	6,0	8,0	-	71	15	15,0	1,6	2,4
15	6,5	7,5	-	72	14	16,0	1,5	2,3
16	7,0	7,0	-	73	13	17,0	1,4	2,2
17	7,5	6,5	-	74	12	18,0	1,5	2,1
18	8,0	6,0	-	75	11	19,0	1,4	2,0
19	8,5	6,5	10	75	-	18,5	1,5	2,0
20	9,0	6,0	11	74	-	17,0	1,4	1,9
21	9,5	5,5	12	73	-	17,5	1,4	1,8
22	10,0	5,0	13	72	-	18,0	1,6	1,7
23	10,5	4,5	14	71	-	16,0	1,7	2,0
24	10,5	5,0	15	70	-	15,5	1,8	1,8
25	9,5	5,5	16	69	-	15,0	1,9	1,7
26	9,0	6,0	15	70	-	14,5	2,0	1,6
27	8,5	6,5	14	71	-	14,0	2,1	1,5
28	10,0	5,5	15	70	-	14,0	1,4	1,5
29	8,0	6,0	16	70	-	15,0	1,5	1,8
30	6,0	8,0	20	66	-	16,0	1,5	2,0

**Характеристика компонентов рабочего тела**

Газ	Химическая формула	Молярная масса, кг/кмоль	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Газовая постоянная, Дж/(кг·К)
Воздух	-	29	1,293	287,0
Азот	N <sub>2</sub>	28	1,251	296,8
Кислород	O <sub>2</sub>	32	1,429	259,8
Водород	H <sub>2</sub>	2	0,089	4124,0
Монооксид углерода	CO	28	1,1997	296,9
Диоксид углерода	CO <sub>2</sub>	44	1,287	188,9
Водяной пар	H <sub>2</sub> O	18	0,804	461,0

**Составители:**

**Масленников Валерий Александрович  
Орешков Евгений Леонидович**

**ТЕПЛОТЕХНИКА**

Методические указания по выполнению курсовой работы  
для студентов специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство»  
очной и заочной форм обучения

Редактор Е. Аверьянова

Лицензия ЛР № 020343 от 20.01.97 г. Подписано в печать 08.06.2013.  
Формат бумаги 60x84 1/16. Печать плоская. Печ.л.1,0. Тираж 100 экз. Заказ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
"Ивановская государственная архитектурно-строительная академия".

Сектор редакционно-издательской деятельности ЦНИТ.  
153037, г. Иваново, ул. 8 Марта, 20.

Отпечатано в ООО "Принт-Мастер".  
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34, оф. 101.