

# Газообмен в четырехтактном дизеле



## Общие сведения Параметры воздуха и газов на выпуске и впуске



Возницкий И.В. А.С.Пунда СДВС Том 2 2010 г.и. Стр. 20-30



Возницкий И.В. А.С.Пунда СДВС Том 1 2008 г.и. Стр. 27-38



И.В.Возницкий Е.Г.Михеев Судовые дизели и их эксплуатация 1990 г.и. стр. 200-204

**Газообмен в четырехтактном дизеле**  
Общие сведения  
Параметры воздуха и газов на выпуске и впуске

Возницкий И.В. А.С.Пунда СДВС Том 2 2010 г.и. Стр. 20-30  
Возницкий И.В. А.С.Пунда СДВС Том 1 2008 г.и. Стр. 27-38  
Возницкий И.В. А.С.Пунда СДВС Том 1 2008 г.и. Стр. 27-38

**Общие сведения**

Двигатель внутреннего сгорания (ДВС) — это тепловой двигатель, в котором расширяющиеся газы совершают работу над поршнем, который передает ее на коленчатый вал.

Свойства газов:

- 1. Сжимаемость
- 2. Расширяемость
- 3. Теплоемкость
- 4. Вязкость
- 5. Диффузия
- 6. Теплопроводность

**Параметры воздуха и газов на выпуске и впуске**

- Давление воздуха  $P_a$
- $P_a = P_{atm} + \rho_a \cdot g \cdot h$  — изменение давления в надпоршневом пространстве вследствие наклона ДВС
- $P_{atm} = 101325 \text{ Па}$  (нормальное атмосферное давление)
- $\rho_a = 1,29 \text{ кг/м}^3$  — плотность воздуха
- $h$  — высота надпоршневого пространства

**Параметры воздуха и газов на выпуске и впуске**

Средняя температура воздуха на впуске  $T_{a,ср}$

Средняя температура газов на выпуске  $T_{g,ср}$

Средняя температура воздуха на выпуске  $T_{a,в}$

Средняя температура газов на впуске  $T_{g,в}$

**Параметры воздуха и газов на выпуске и впуске**

Средняя температура воздуха на впуске  $T_{a,ср}$

Средняя температура газов на выпуске  $T_{g,ср}$

Средняя температура воздуха на выпуске  $T_{a,в}$

Средняя температура газов на впуске  $T_{g,в}$

**Газообмен в четырехтактном дизеле**

Массовый расход воздуха  $G_a$

Массовый расход газов  $G_g$

Массовый расход воздуха на впуске  $G_{a,в}$

Массовый расход газов на впуске  $G_{g,в}$

Массовый расход воздуха на выпуске  $G_{a,в}$

Массовый расход газов на выпуске  $G_{g,в}$

**Газообмен в четырехтактном дизеле**

Средняя температура воздуха на впуске  $T_{a,ср}$

Средняя температура газов на выпуске  $T_{g,ср}$

Средняя температура воздуха на выпуске  $T_{a,в}$

Средняя температура газов на впуске  $T_{g,в}$

# Общие сведения

Для осуществления рабочего цикла необходимо после завершения процесса расширения удалить из цилиндра продукты сгорания и заполнить его к началу сжатия зарядом свежего воздуха

T- газовая турбина;

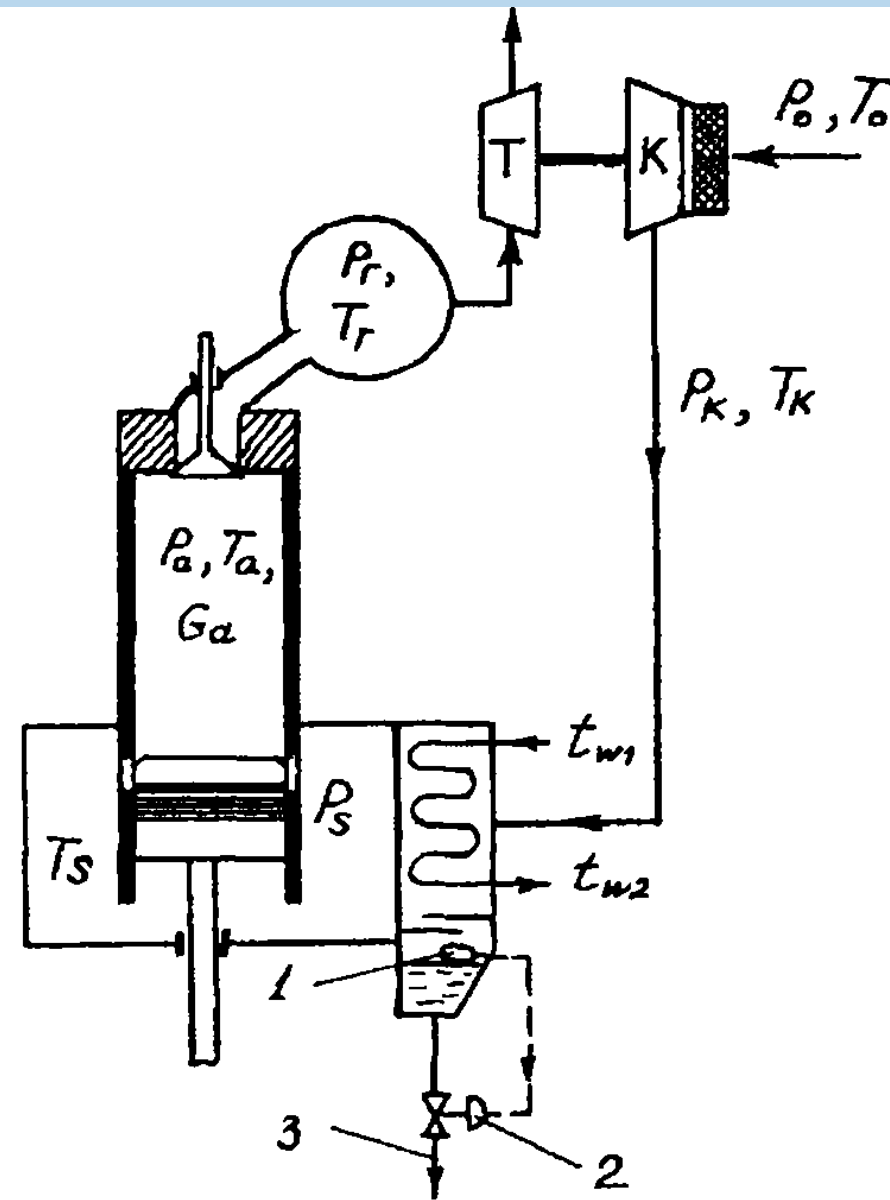
K- центробежный компрессор;

1 - поплавковый датчик уровня конденсата;

2 - автоматический клапан;

3 - сброс конденсата;

$t_{w1}$ ,  $t_{w2}$  - температуры воды на входе и выходе из воздухоохладителя.



**Газообмен в четырехтактном двигателе**  
Общие сведения  
Параметры воздуха и газов на входе и выходе

Внешний сайт: [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
Авторский сайт: [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
© 2008-2010 гг. Все права защищены. Запрещено копирование и распространение без разрешения автора.

**Общие сведения**  
Параметры воздуха и газов на входе и выходе

Ссылки на сайты:  
1. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
2. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
3. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
4. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
5. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
6. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
7. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
8. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
9. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
10. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)

**Параметры воздуха и газов на входе и выходе**

- Давление воздуха  $P_a$
- $P_a \cdot V_a = P_{a0} \cdot V_{a0}$  — при изменении давления в наддувочном агрегате. Давление воздуха  $P_a$
- $P_a \cdot V_a = P_{a0} \cdot V_{a0}$  — при изменении значения сопротивления воздухоподогревателя

**Параметры воздуха и газов на входе и выходе**

Ссылки на сайты:  
1. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
2. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
3. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
4. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
5. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
6. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
7. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
8. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
9. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
10. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)

**Параметры воздуха и газов на входе и выходе**

$T_{мин} = T_a + (10 \div 15)$   
•  $T_a$  — температура атмосферного воздуха, °C  
•  $T_{мин}$  — температура атмосферного воздуха, °C  
•  $T_{у}$  — температура атмосферного воздуха, °C

**Газообмен в четырехтактном двигателе**

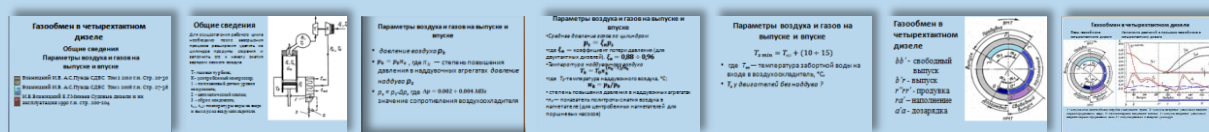
$M$  - свободный выпуск  
 $Z$  - выпуск  
 $P$  - продувка  
 $L$  - продувка  
 $Q$  - продувка

**Газообмен в четырехтактном двигателе**

Ссылки на сайты:  
1. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
2. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
3. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
4. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
5. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
6. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
7. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
8. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
9. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)  
10. [www.sibran.ru](http://www.sibran.ru)

# Параметры воздуха и газов на выпуске и впуске

- *давление воздуха  $p_k$*
- $p_k = p_0 \pi_k$ , где  $\pi_k$  — степень повышения давления в наддувочных агрегатах *давление наддува  $p_s$*
- $p_s = p_k - \Delta p$ , где  $\Delta p = 0.002 \div 0.004 \text{ МПа}$   
значение сопротивления воздухоохладителя



# Параметры воздуха и газов на выпуске и впуске

- Среднее давление газов за цилиндром

$$p_T = \xi_n p_s$$

- где  $\xi_n$  — коэффициент потери давления (для двухтактных дизелей).  $\xi_n = 0,88 \div 0,96$

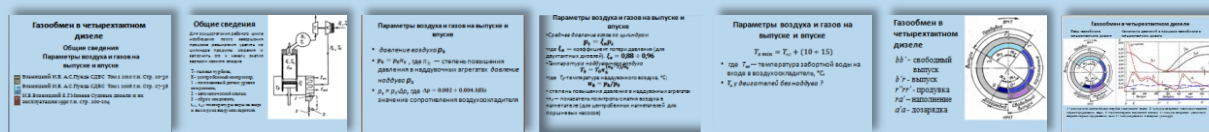
- Температура наддувочного воздуха

$$T_k = T_0 \pi_k^{(n_k - 1)/n_k}$$

- где  $T_0$  — температура наддувочного воздуха, °C;

$$\pi_k = p_k / p_0$$

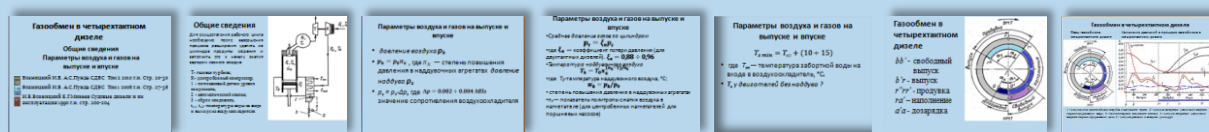
- степень повышения давления в наддувочных агрегатах
- $n_k$  — показатель политропы сжатия воздуха в нагнетателе (для центробежных нагнетателей для поршневых насосов)



# Параметры воздуха и газов на выпуске и впуске

$$T_{s \min} = T_{\text{вo}} + (10 \div 15)$$

- где  $T_{\text{вo}}$  — температура забортной воды на входе в воздухоохладитель, °С.
- $T_s$  у двигателей без наддува ?



# Газообмен в четырехтактном дизеле

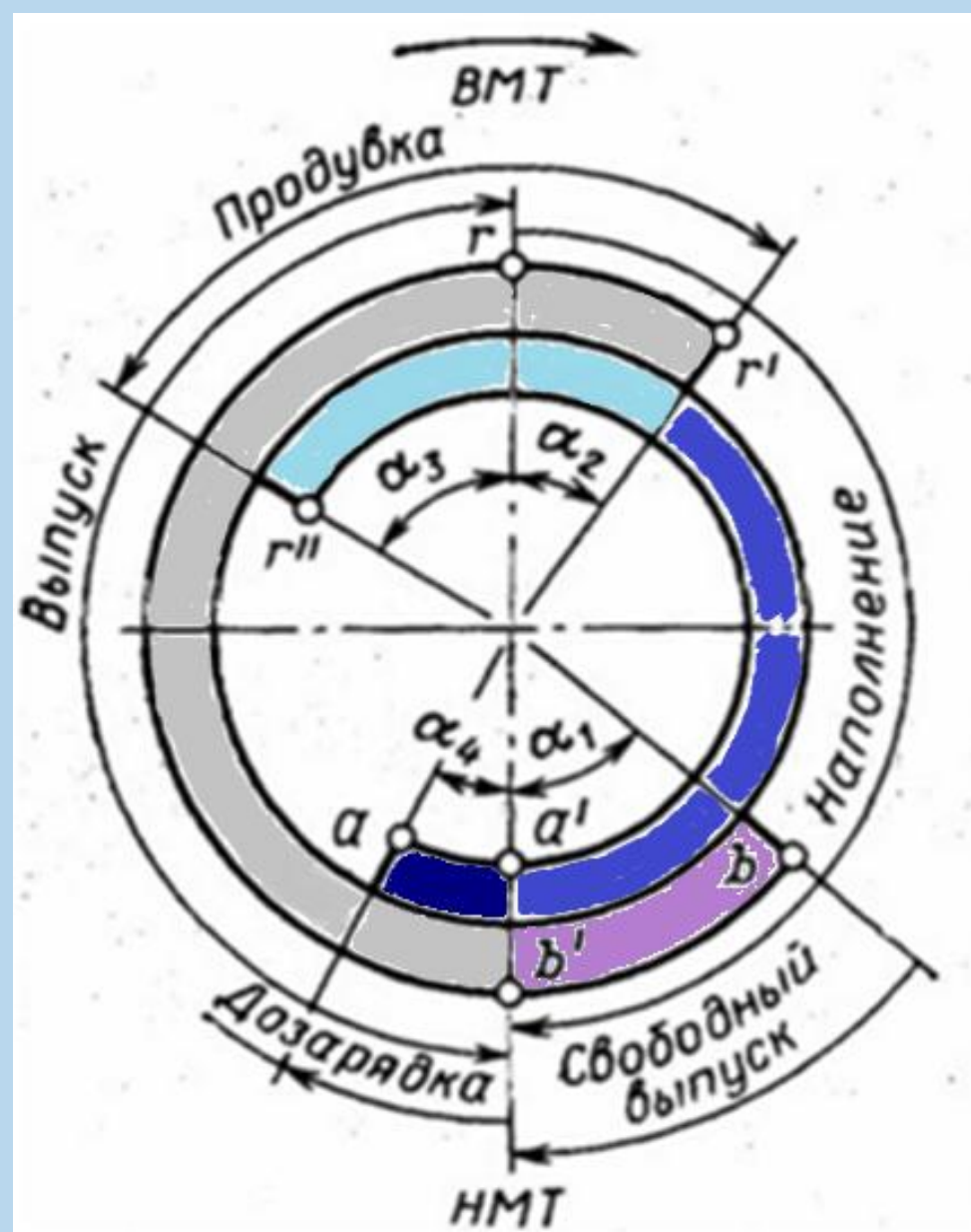
$bb'$  - СВОБОДНЫЙ ВЫПУСК

$b'r$  - ВЫПУСК

$r''rr'$  - продувка

$ra'$  - наполнение

$a'a$  - дозарядка



**Газообмен в четырехтактном дизеле**  
 Общие сведения  
 Параметры воздуха и газов на впуске и выпуске

Университет «Самарский государственный технический университет»  
 Самарский ГАУ «Самарский государственный технический университет»  
 Самарский ГАУ «Самарский государственный технический университет»

**Общие сведения**  
 Описание процесса газообмена в четырехтактном дизеле. Показаны моменты открытия и закрытия клапанов, а также направления потоков газов.

**Параметры воздуха и газов на впуске и выпуске**  
 • Давление воздуха  $P_0$   
 •  $\rho_0 = P_0 / R T_0$ , где  $\rho_0$  — плотность воздуха, зависящая от давления и температуры. Обычно  $\rho_0 = 1,29 \text{ кг/м}^3$ .  
 •  $\rho_1 = \rho_0 \cdot \beta$ , где  $\beta = P_1 / P_0 = 1 - \delta$  — коэффициент расширения, зависящий от степени расширения  $\delta$ .

**Параметры воздуха и газов на впуске и выпуске**  
 • Средняя температура воздуха на впуске  $T_{ср}$   
 • Средняя температура газов на выпуске  $T_{ср}$   
 • Средняя температура воздуха на выпуске  $T_{ср}$   
 • Средняя температура газов на впуске  $T_{ср}$

**Параметры воздуха и газов на впуске и выпуске**  
 •  $T_{мин} = T_{ср} + \delta (10 + 15)$   
 •  $T_{ср} = T_{ср} + \delta (10 + 15)$   
 •  $T_{ср} = T_{ср} + \delta (10 + 15)$

**Газообмен в четырехтактном дизеле**  
 •  $bb'$  - свободный выпуск  
 •  $b'r$  - выпуск  
 •  $r''r'$  - продувка  
 •  $ra'$  - наполнение  
 •  $a'a$  - дозарядка

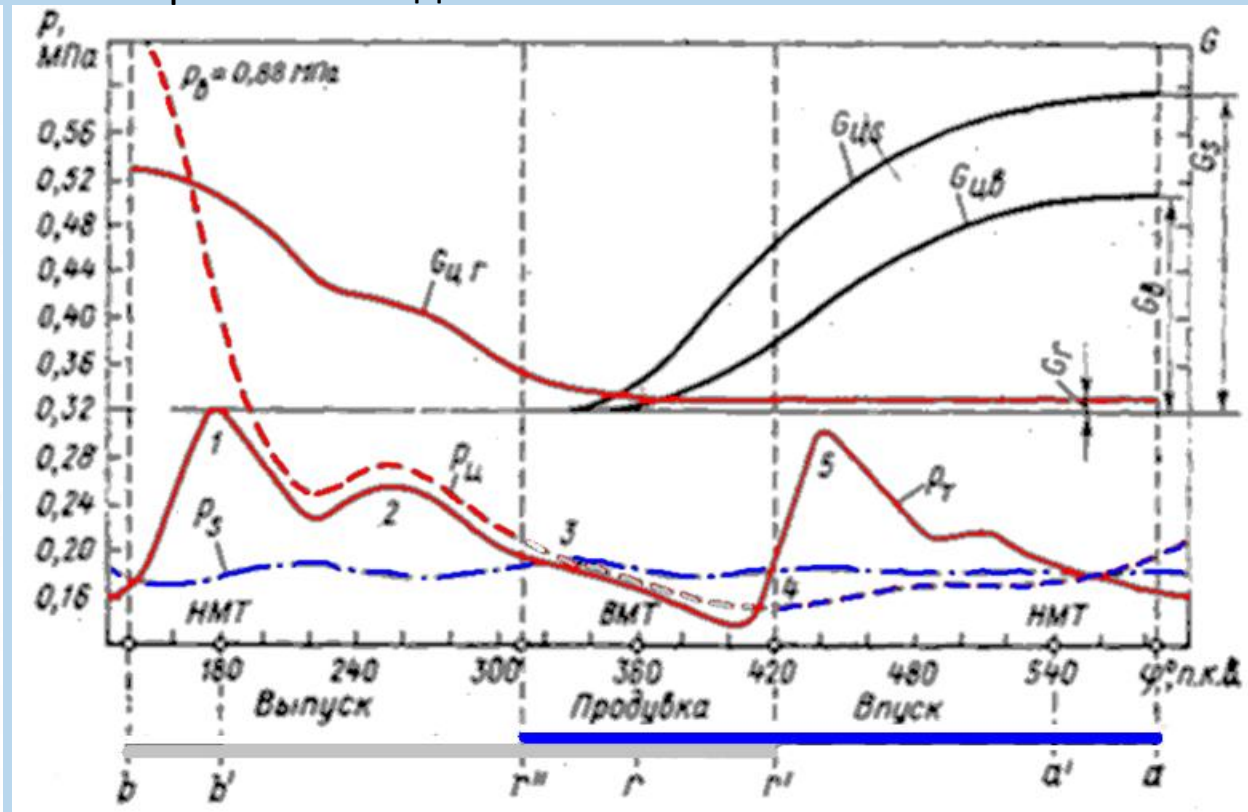
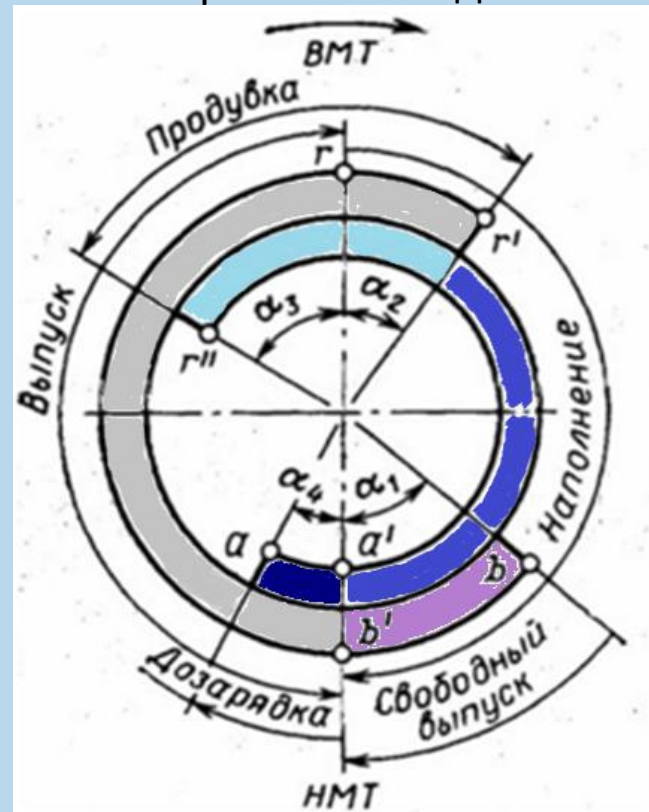
**Газообмен в четырехтактном дизеле**  
 • Параметры воздуха и газов на впуске и выпуске  
 • Параметры воздуха и газов на впуске и выпуске  
 • Параметры воздуха и газов на впуске и выпуске



# Газообмен в четырехтактном дизеле

Фазы газообмена  
четырёхтактного дизеля

Изменение давлений в процессе газообмена в  
четырёхтактном дизеле



1 - импульс из-за малого объема патрубка и выпускного тракта; 2 - импульс вследствие увеличения скорости поршня при движении вверх; 3 - полное открытие выпускного клапана; 4 - импульс вследствие увеличения скорости поршня при движении вниз; 5 - импульс давления в соседнем цилиндре

**Газообмен в четырехтактном дизеле**  
Общие сведения  
Параметры воздуха и газа на впуске и выпуске

Внешний диаметр цилиндра, мм: 100  
Внутренний диаметр цилиндра, мм: 90  
Высота цилиндра, мм: 100  
Радиус выхлопной трубы, мм: 25

**Общие сведения**  
Параметры воздуха и газа на впуске и выпуске

Средняя скорость поршня, м/с: 10  
Средняя скорость поршня, м/с: 10  
Средняя скорость поршня, м/с: 10

**Параметры воздуха и газа на впуске и выпуске**

- Давление на впуске, Па: 101325
- Давление на выпуске, Па: 101325
- Температура на впуске, °C: 20
- Температура на выпуске, °C: 20

**Параметры воздуха и газа на впуске и выпуске**

Средняя температура смеси, °C: 20  
Средняя температура смеси, °C: 20

**Параметры воздуха и газа на впуске и выпуске**

Средняя температура смеси, °C: 20  
Средняя температура смеси, °C: 20

**Газообмен в четырехтактном дизеле**  
Общие сведения  
Параметры воздуха и газа на впуске и выпуске

Внешний диаметр цилиндра, мм: 100  
Внутренний диаметр цилиндра, мм: 90  
Высота цилиндра, мм: 100  
Радиус выхлопной трубы, мм: 25

**Газообмен в четырехтактном дизеле**  
Общие сведения  
Параметры воздуха и газа на впуске и выпуске

Внешний диаметр цилиндра, мм: 100  
Внутренний диаметр цилиндра, мм: 90  
Высота цилиндра, мм: 100  
Радиус выхлопной трубы, мм: 25

# Вопросы

1. Какие задачи решаются в процессе газообмена?
2. Что обуславливает заданную степень форсировки?
3. Чем определяется температура воздуха в ресивере?
4. Сколько ходов поршня отводится на 8 газообмен в четырёхтактном двигателе?
5. Из каких периодов состоит газообмен четырёхтактного двигателя?
6. С какого момента начинается свободный выпуск?
7. С какого момента начинается продувка?
8. Когда заканчивается наполнение?
9. Когда заканчивается дозарядка?

