

Военная кафедра

Учебная дисциплина

«Устройство бронетанковой техники»

по военно-учетной специальности

«Эксплуатация и ремонт электро- и спецоборудования и автоматики бронетанковой техники»



Доцент кафедры
подполковник запаса
**Брусникин Евгений
Владимирович**

Тема № 2. Силовая установка изучаемого танка.

Порядок прохождения темы:

Номер и наименование занятий	Вид занятия	Время
Занятие №1 «Двигатель изучаемого танка».	Групповое. Самостоятельная подготовка.	2 часа. 1 час.
Занятие №2 «Система питания двигателя топливом».	Групповое. Самостоятельная подготовка.	2 часа. 2 часа.
Занятие №3 «Система питания двигателя воздухом. Воздушная система».	Групповое. Самостоятельная подготовка.	2 часа. 2 часа.
Занятие №4 «Система смазки, охлаждения и подогрева двигателя».	Групповое. Самостоятельная подготовка.	2 часа. 2 часа.
Занятие №5 «Практические работы по техническому обслуживанию силовой установки».	Практическое занятие	6 часов.

Занятие №1. «Двигатель изучаемого танка».

Учебные цели:

- 1. Изучить классификацию и общее устройство одноцилиндрового двигателя внутреннего.**
- 2. Изучить назначение и составные части силовой установки, назначение, техническую характеристику, общее устройство двигателя танка Т-72А.**
- 3. Изучить назначение, общее устройство и работу механизмов двигателя.**
- 4. Изучить объем и порядок проведения технического обслуживания двигателя.**

Учебные вопросы:

- 1. Классификация, общее устройство одноцилиндрового двигателя внутреннего сгорания.**
- 2. Назначение, размещение, общее устройство и техническая характеристика двигателя В-46-6.**
- 3. Назначение, общее устройство и работа механизмов двигателя.**
- 4. Навесные агрегаты двигателя, их размещение и крепление.**
- 5. Характерные неисправности и техническое обслуживание двигателя.**

1 Учебный вопрос.

**Классификация, общее устройство
одноцилиндрового двигателя
внутреннего сгорания.**

1763 год – русский инженер Ползунов сконструировал первую в мире действующую **паровую** машину.

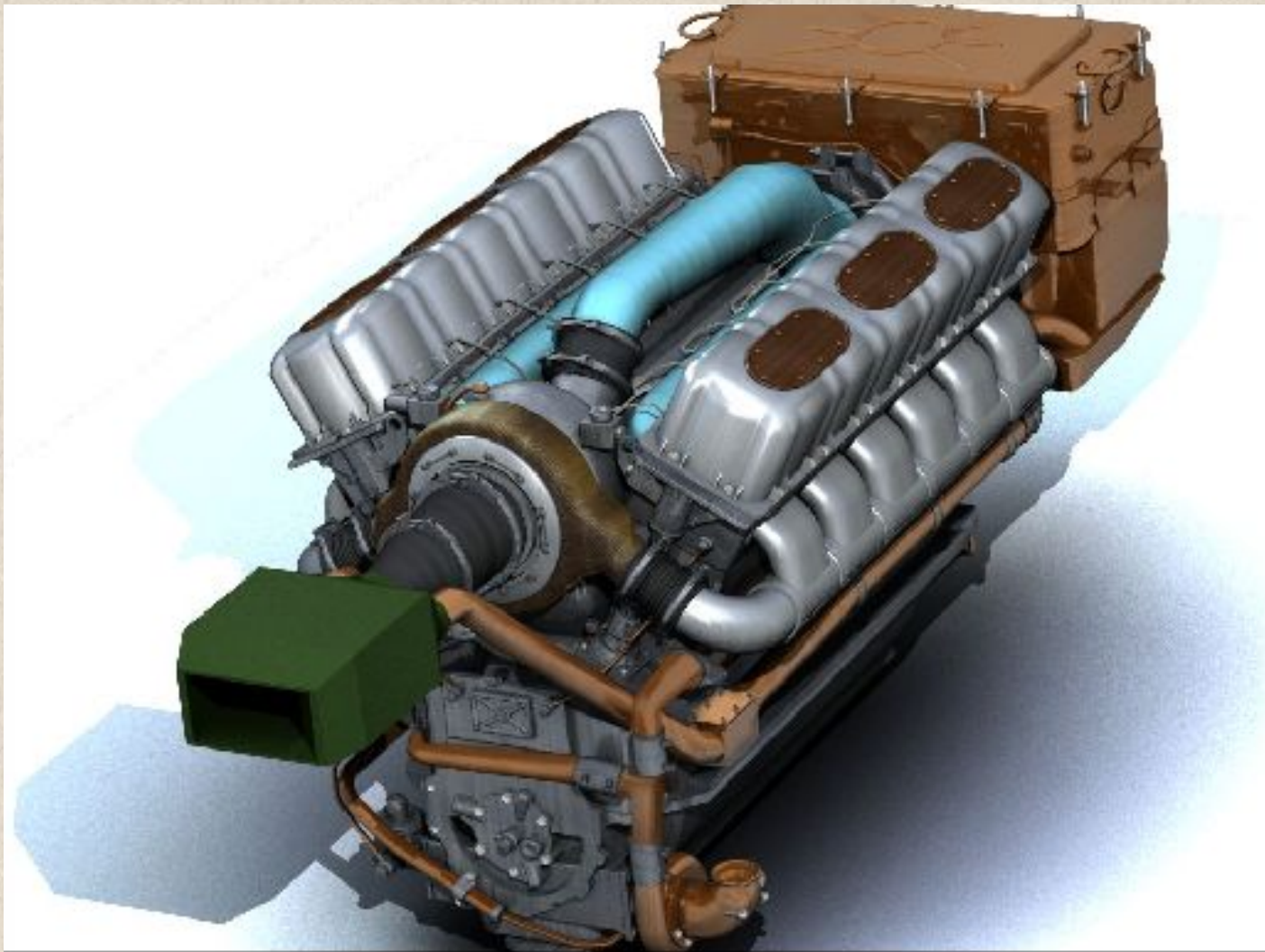
1766 год – русский инженер Ползунов построил первую в мире действующую **паровую** машину.

1860 год – француз Ленуар построил двигатель, отличающийся от паровой машины тем, что топливо сгорало не в топке, а непосредственно **в цилиндре** двигателя.

1884 год – морской офицер Костович построил карбюраторный двигатель, работавший на бензине, а инженер Ягодинский установил на подобный двигатель электрозажигание.

1897 год – немецкий инженер Р. Дизель построил двигатель с воспламенением **от сжатия**.

Двигатель – это энергосиловая машина, преобразующая какой-либо вид энергии в механическую работу.



В зависимости от вида преобразуемой энергии, двигатели подразделяются

```
graph TD; A[В зависимости от вида преобразуемой энергии, двигатели подразделяются] --> B[Тепловые]; A --> C[Электрические]; A --> D[Гидравлические]; A --> E[Другие типы];
```

Тепловые

Электрические

Гидравлические

Другие типы

В любом тепловом двигателе происходят два основных процесса:

- 1. выделение тепла при сгорании топлива;**
- 2. преобразование тепла в механическую работу.**

Если процесс выделения тепла происходит вне двигателя, то такой двигатель называют двигателем **внешнего** сгорания (паровые машины, двигатель Стирлинга, паровые турбины).

Если процесс выделения тепла происходит непосредственно в самом двигателе, то такой двигатель называют двигателем **внутреннего** сгорания (поршневые двигатели внутреннего сгорания, газовые турбины, реактивные двигатели).

Классификация двигателей внутреннего сгорания.

- 1. по назначению:** - транспортные; - стационарные.
- 2. по способу осуществления рабочего цикла:** - четырехтактные;
- двухтактные.
- 3. по способу смесеобразования:**
 - с внешним смесеобразованием (карбюраторные);
 - с внутренним смесеобразованием (дизельные).
- 4. по способу воспламенения рабочей смеси:**
 - с принудительным воспламенением от электрической искры (карбюраторные);
 - с воспламенением от сжатия (дизельные).
- 5. по виду применяемого топлива:**- бензиновые; - керосиновые;
- на дизельном топливе; - газовые; - многотопливные.
- 6. по числу цилиндров:** - одноцилиндровые; - многоцилиндровые.

Классификация двигателей внутреннего сгорания.

7. по расположению цилиндров:

- однорядные с вертикальным расположением цилиндров;
- однорядные с наклоном оси к вертикали;
- двухрядные;
- V-образные;
- оппозитные и прочие.

8. по способу наполнения цилиндров свежим зарядом:

- двигатели без наддува;
- двигатели с наддувом.

9. по способу охлаждения цилиндров:

- с жидкостным охлаждением;
- с воздушным охлаждением.

10. по способу хранения масла в системе смазки:

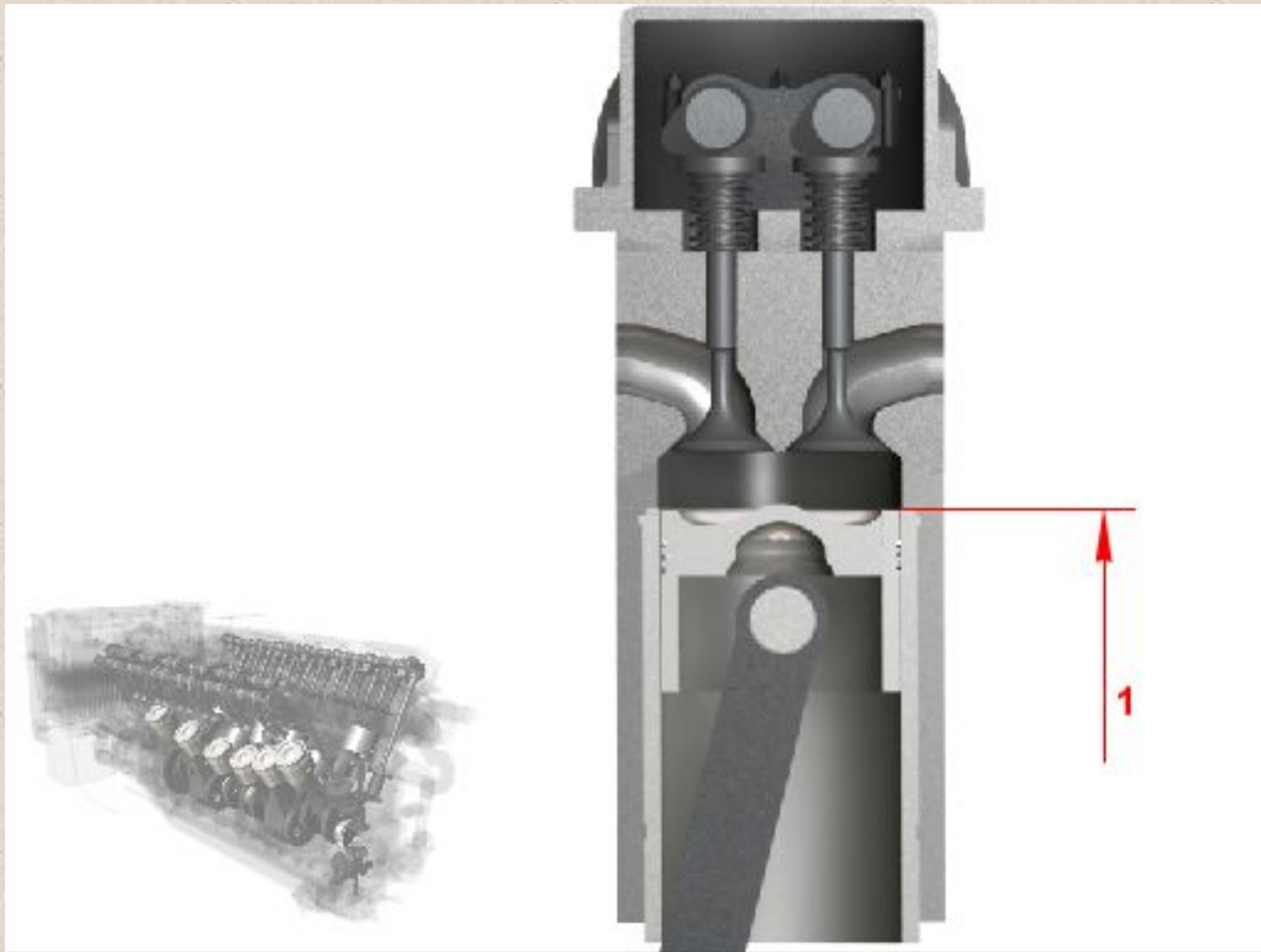
- с мокрым картером;
- с сухим картером.

Принцип работы одноцилиндрового четырехтактного дизельного двигателя.



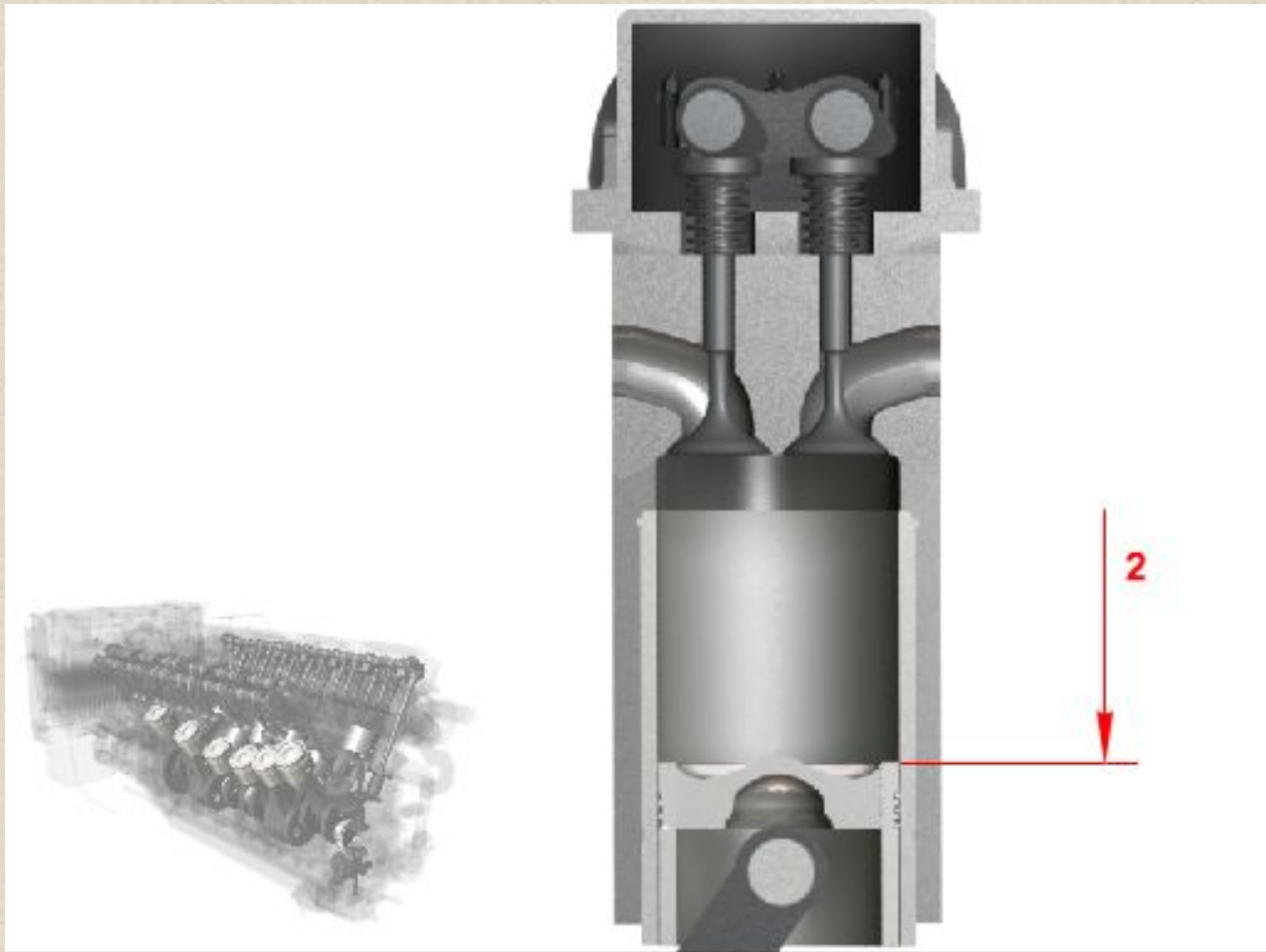
Основные определения.

Верхняя мертвая точка – ВМТ (1) – такое положение КШМ, при котором расстояние от поршня до оси коленчатого вала будет максимальным.



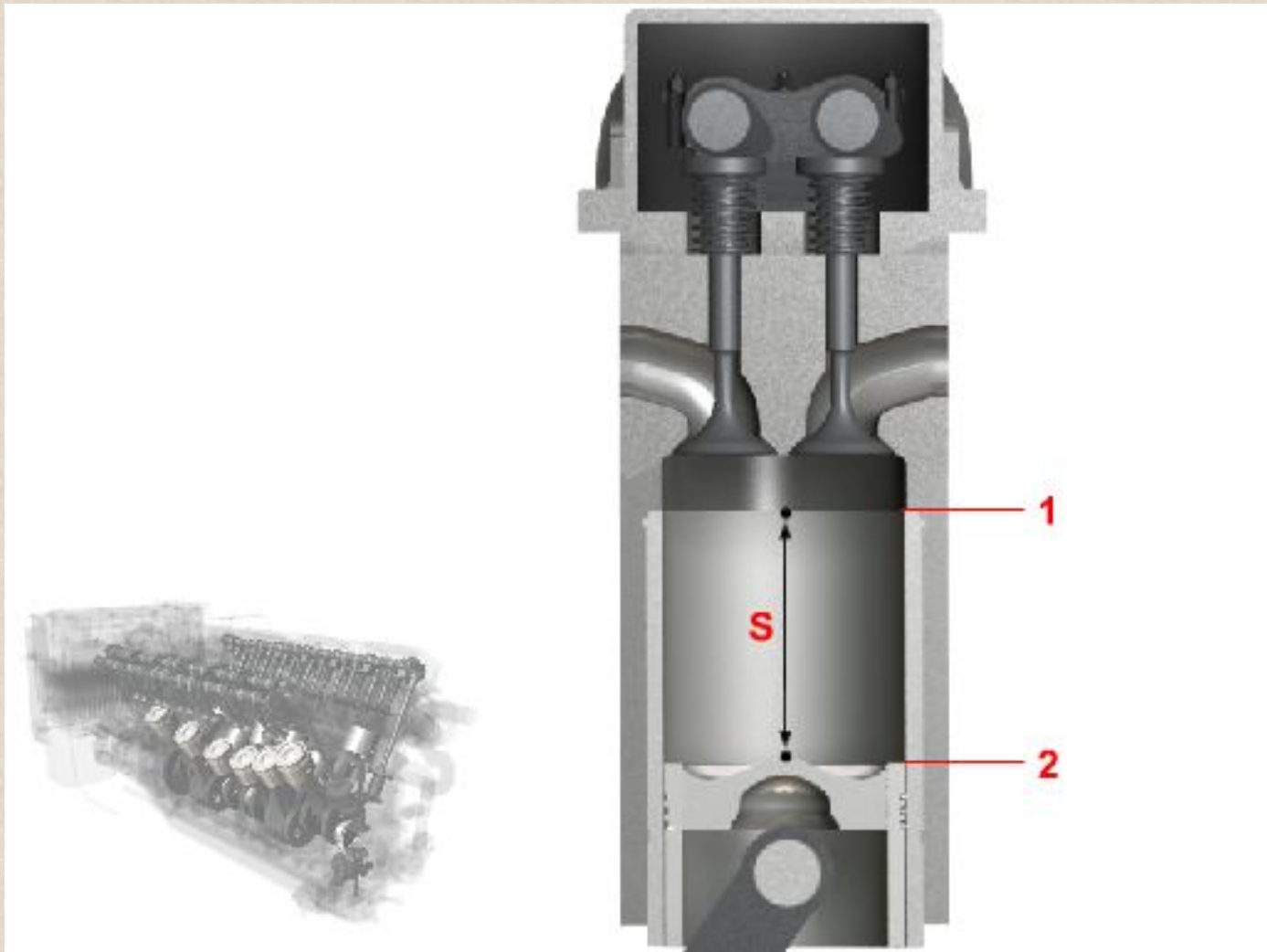
Основные определения.

Нижняя мертвая точка – НМТ (2) – такое положение КШМ, при котором расстояние от поршня до оси коленчатого вала будет минимальным.



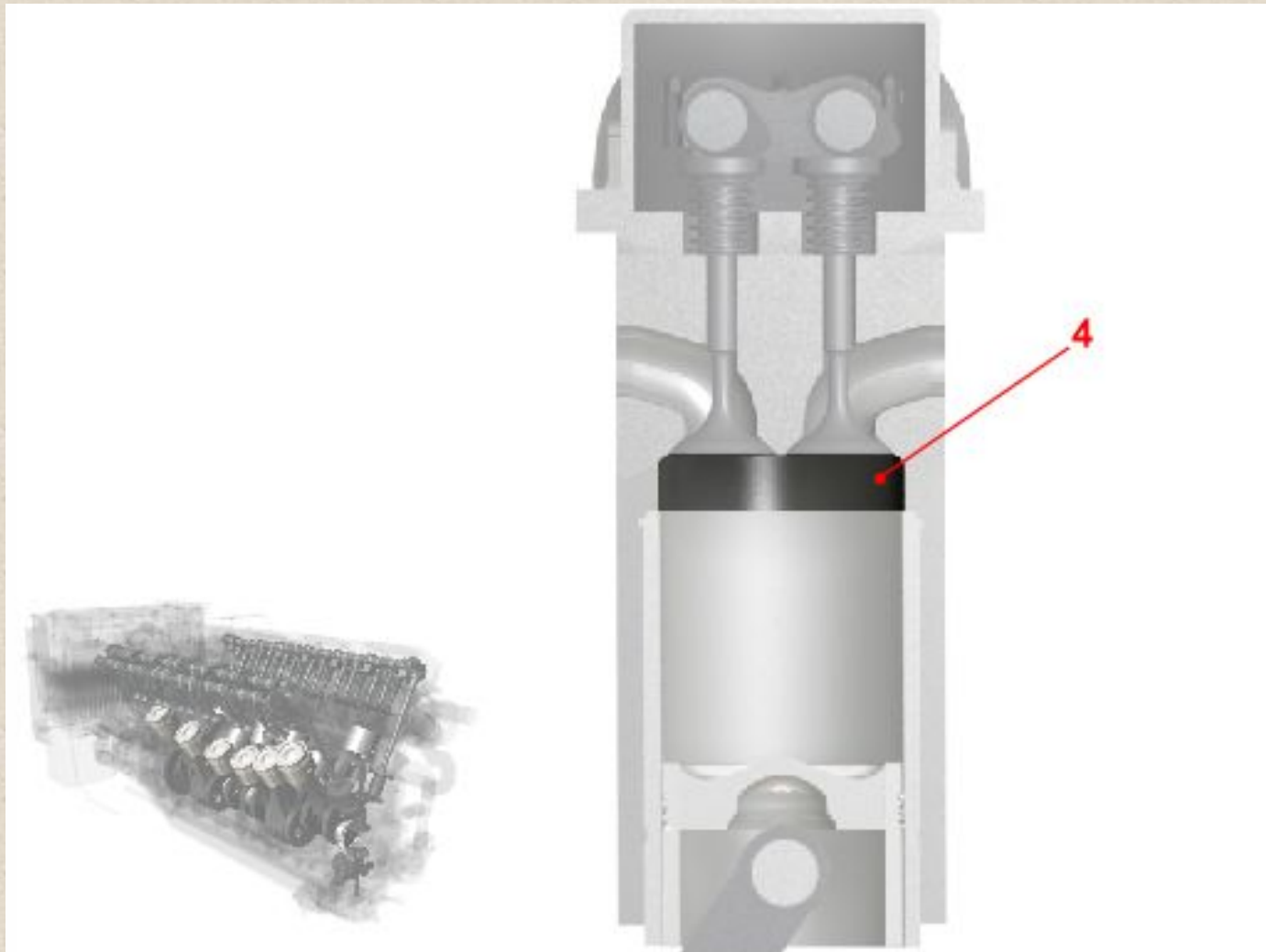
Основные определения.

Ходом поршня (S мм) – называется расстояние, пройденное поршнем от одной мертвой точки до другой.



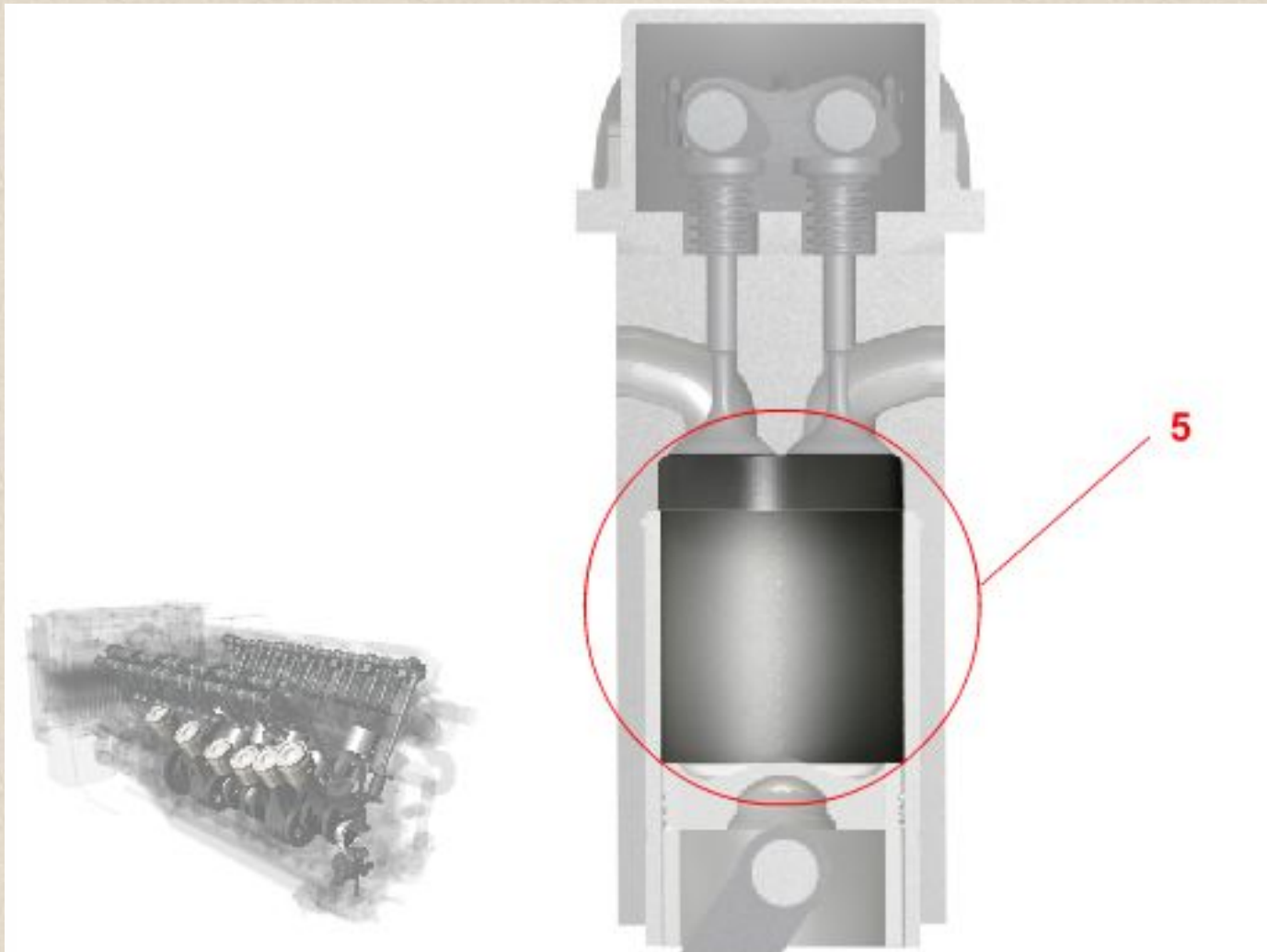
Основные определения.

Объемом камеры сжатия – V_c (4) – называется объем над поршнем при положении его в ВМТ.



Основные определения.

Полным объемом цилиндра – V_a (5) ($V_a = V_c + V_h$) – называется объем цилиндра при положении поршня в НМТ.



Основные определения.

Рабочим объемом (V) – называется объем цилиндра, заключенный между ВМТ и НМТ. Рабочий объем определяется по формуле (1).

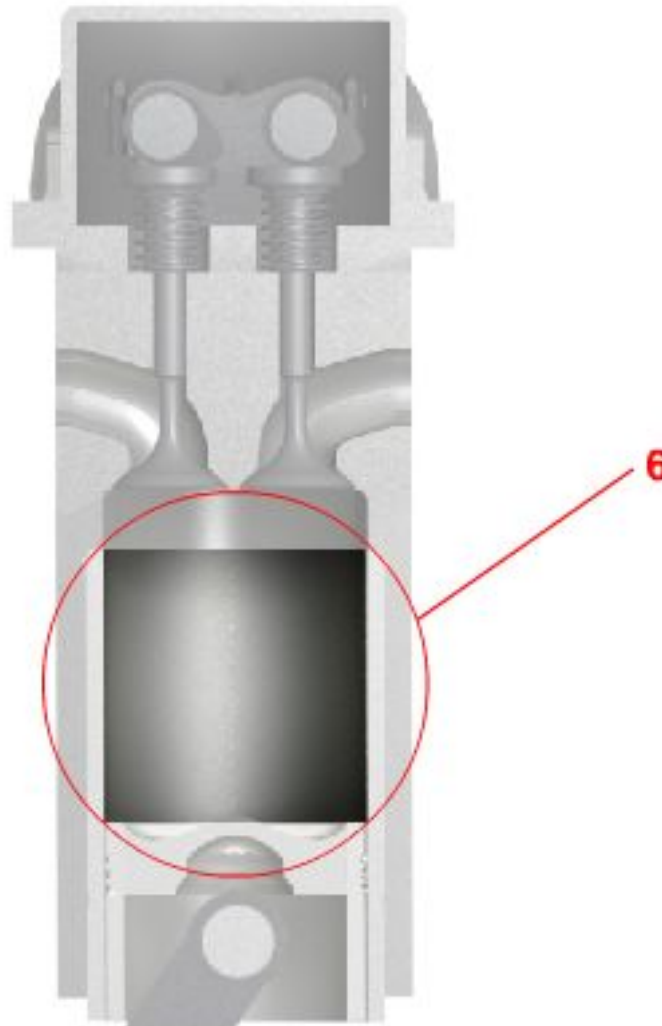
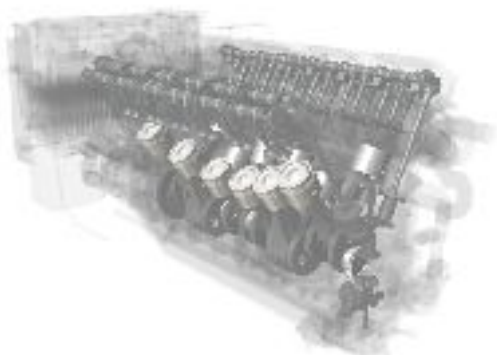
$$V_h = \frac{\pi D^2}{4} S \cdot 10^{-6}, \text{ л}$$

1

π – постоянное число, равное 3,14

D – диаметр поршня, см²

S – ход поршня, см



Основные определения.

Степенью сжатия (E) ($E=V_a/V_c$) – называется отношение полного объема цилиндра к объему камеры сжатия. Степень сжатия определяется по формуле (2).

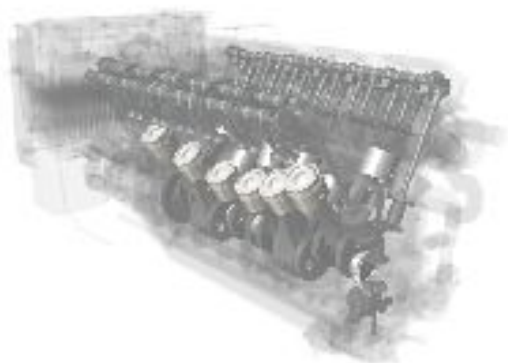
$$\xi = \frac{V_a}{V_c}$$

2

ξ - степень сжатия

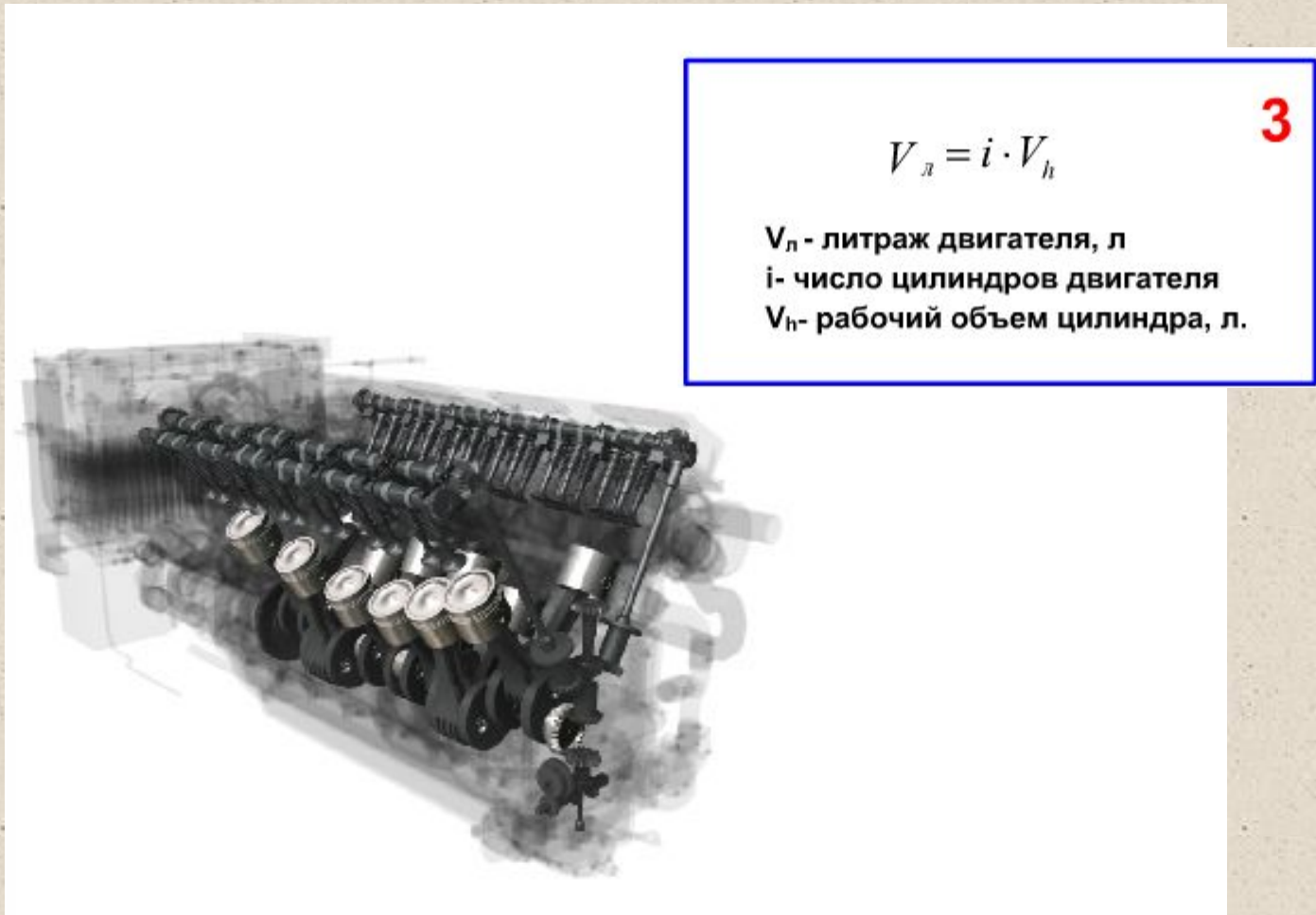
V_a - полный объем цилиндра, см³;

V_c - объем пространства сжатия, см³



Основные определения.

Литражом двигателя ($V_{\text{л}}$) ($V_{\text{л}} = V_{\text{h}} \cdot i$, где i - число цилиндров) – называется сумма всех рабочих объемов многоцилиндрового двигателя. Литраж двигателя определяется по формуле (3).



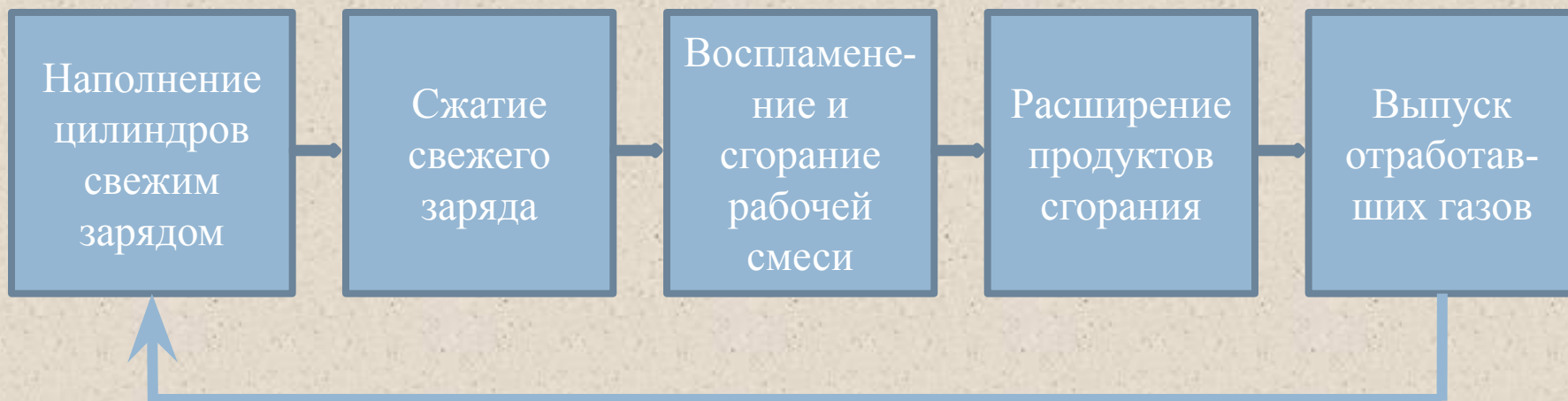
$$V_{\text{л}} = i \cdot V_{\text{h}}$$

3

$V_{\text{л}}$ - литраж двигателя, л
 i - число цилиндров двигателя
 V_{h} - рабочий объем цилиндра, л.

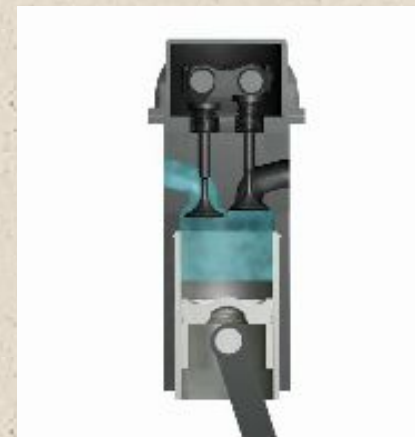
Рабочий цикл.

В процессе работы двигателя в цилиндрах происходит ряд процессов, которые периодически повторяются.



Рабочим циклом называется совокупность процессов, которые в определенной последовательности периодически повторяются в цилиндре, в результате чего двигатель непрерывно работает.

Рабочий цикл подразделяется на 4 такта.



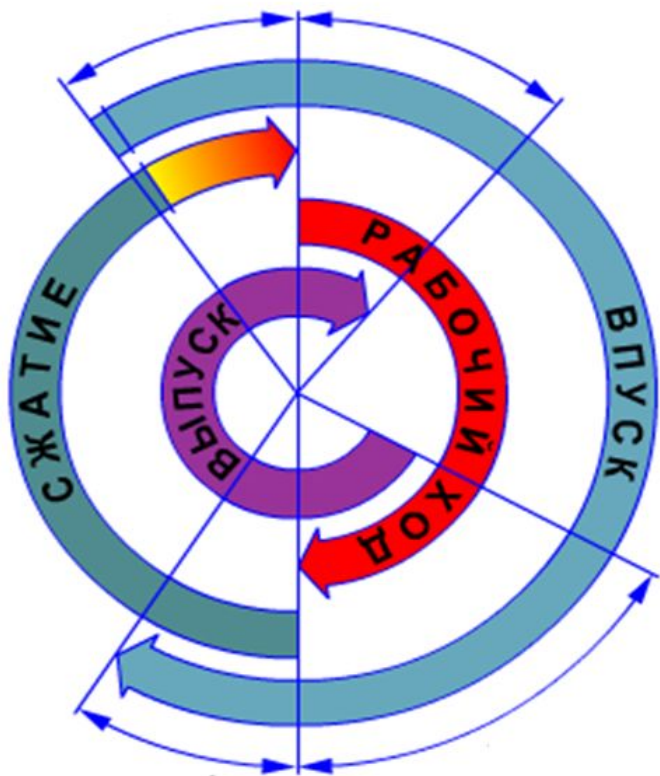
Такт – часть рабочего цикла, соответствующая одному ходу поршня.

Такту присваивается наименование основного процесса, происходящего на данном участке цикла.

Такты поршневого ДВС

Такт впуска	Такт сжатия	Такт расширения	Такт выпуска
			

Диаграмма фаз газораспределения рабочего цикла – это диаграмма, показывающая порядок чередования процессов в цилиндре и продолжительность периодов от начала открытия до конца закрытия впускных и выпускных клапанов, выраженная в углах поворота коленчатого вала относительно мертвых точек и развернутая по углу поворота коленчатого вала.



Для двигателя В-46-6:

Открытие впускных клапанов – за $35^{\circ} \pm 3^{\circ}$ до ВМТ.

Закрытие впускных клапанов – на $33^{\circ} \pm 3^{\circ}$ после НМТ.

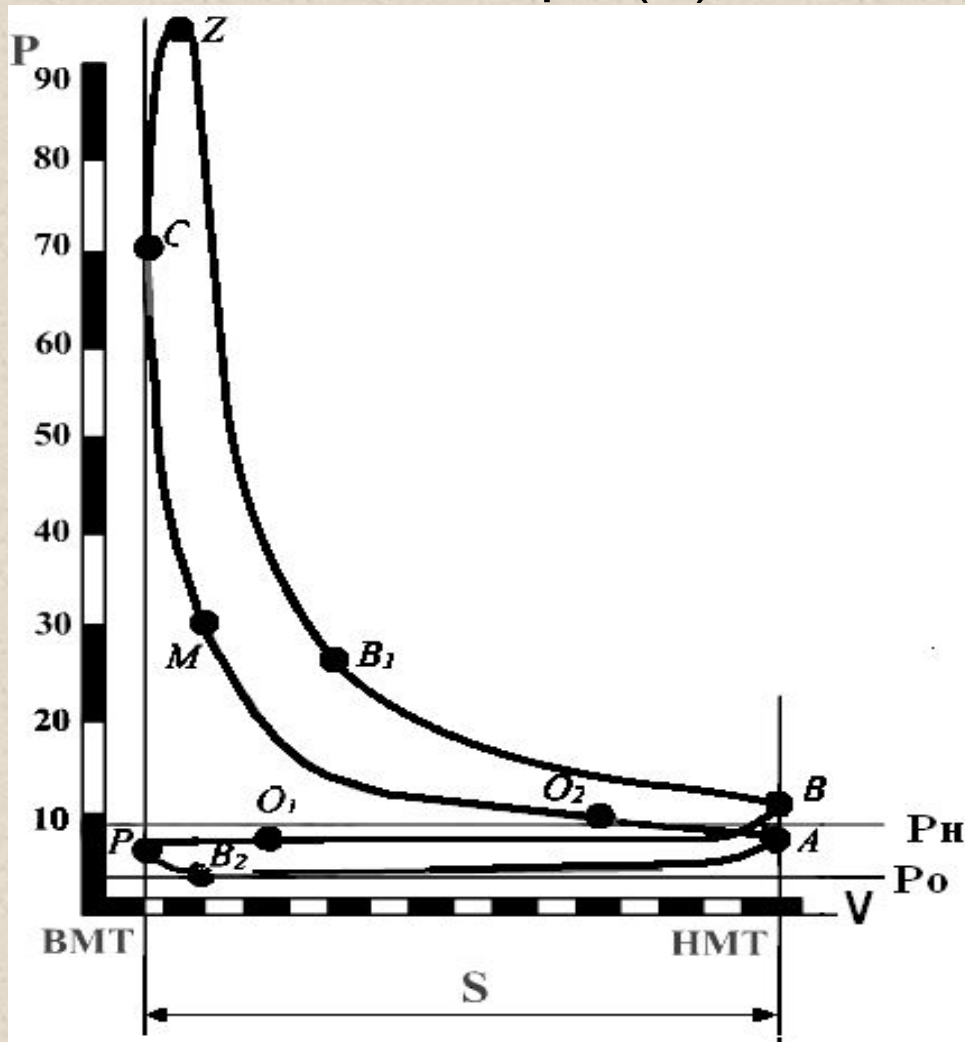
Открытие выпускных клапанов – за $60^{\circ} \pm 3^{\circ}$ до НМТ.

Закрытие выпускных клапанов – на $40^{\circ} \pm 3^{\circ}$ после ВМТ.

Топливо впрыскивается за $33^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$ до ВМТ.

Индикаторная диаграмма рабочего цикла.

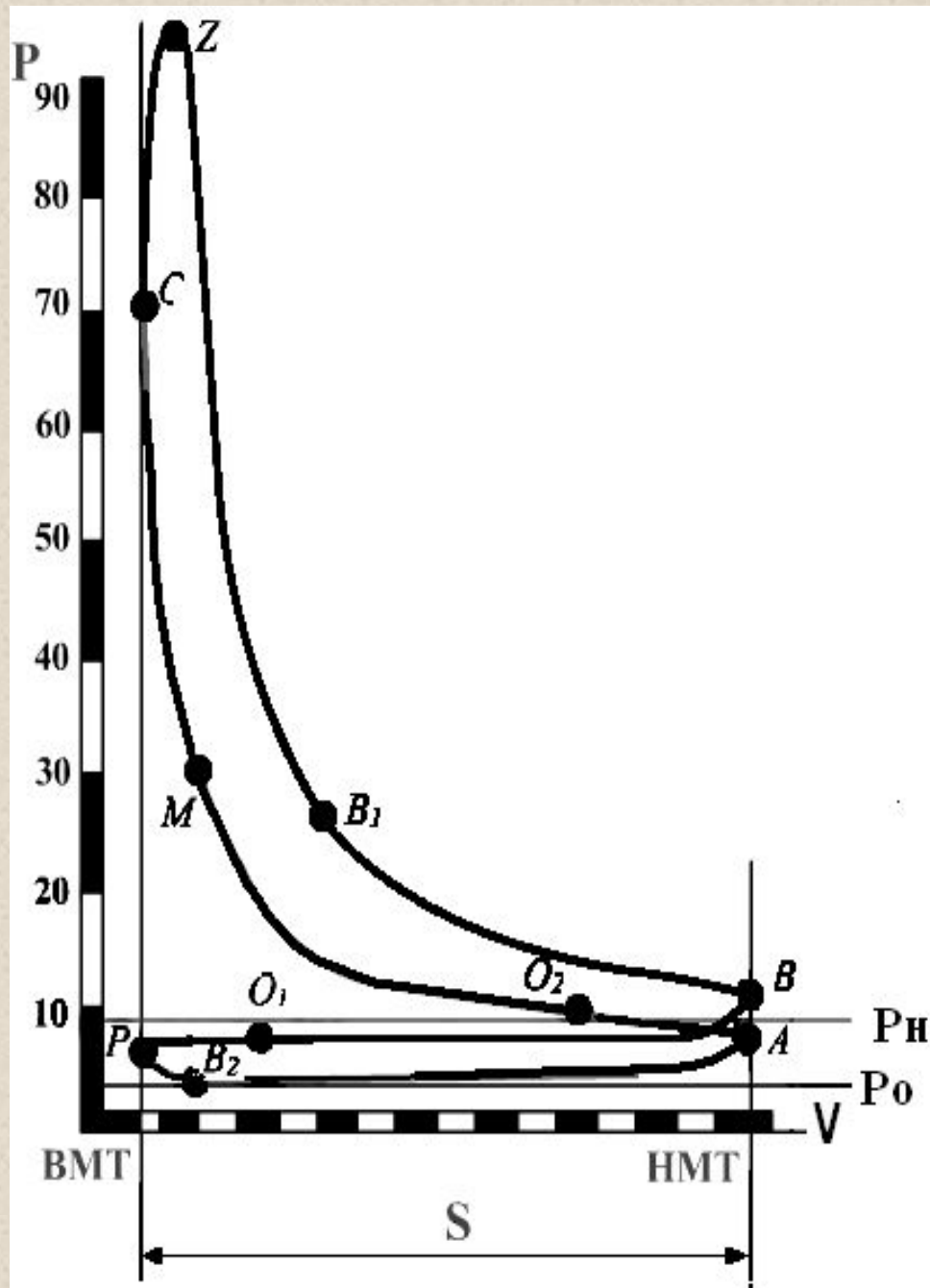
Это графическое выражение изменения давления газов в цилиндре двигателя (P) в зависимости от изменения объема цилиндра (V) за один рабочий цикл.



Горизонтальной линией индикаторной диаграммы (P_0) показано атмосферное давление.

Линией P_H – давление наддува.

Две вертикальные линии соответствуют положениям поршня в ВМТ и НМТ.



P-A – такт впуска.

A-C – такт сжатия.

C-Z-B – такт расширения.

(C-Z) – участок интенсивного горения рабочей смеси.

(Z-B) – участок интенсивного уменьшения давления и температуры.

B-P – такт выпуска.

O₁ – точка открытия впускного клапана.

O₂ – точка закрытия впускного клапана.

B₁ – точка открытия выпускного клапана.

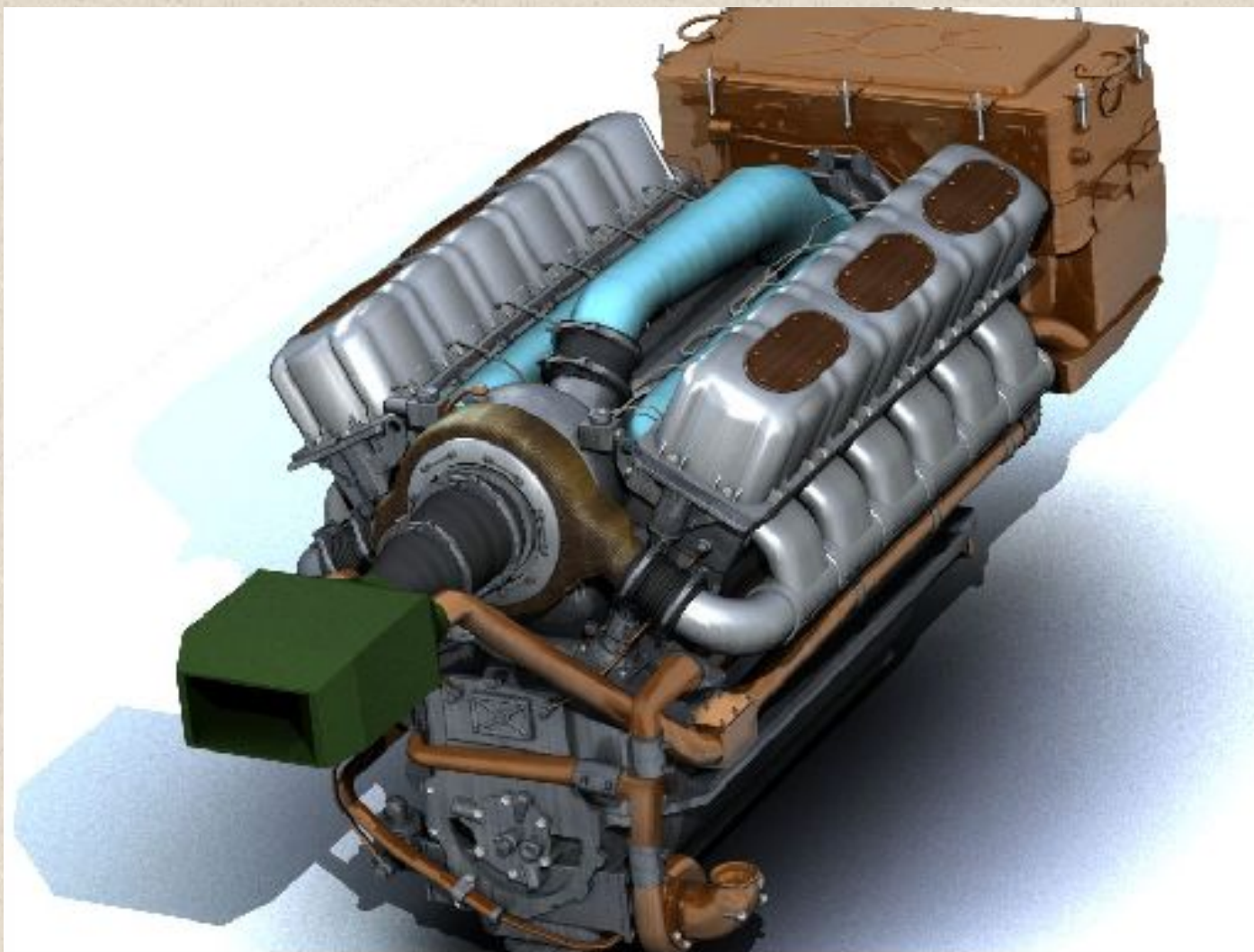
B₂ – точка закрытия выпускного клапана.

O₁ – B₂ – участок перекрытия клапанов.

2 Учебный вопрос.

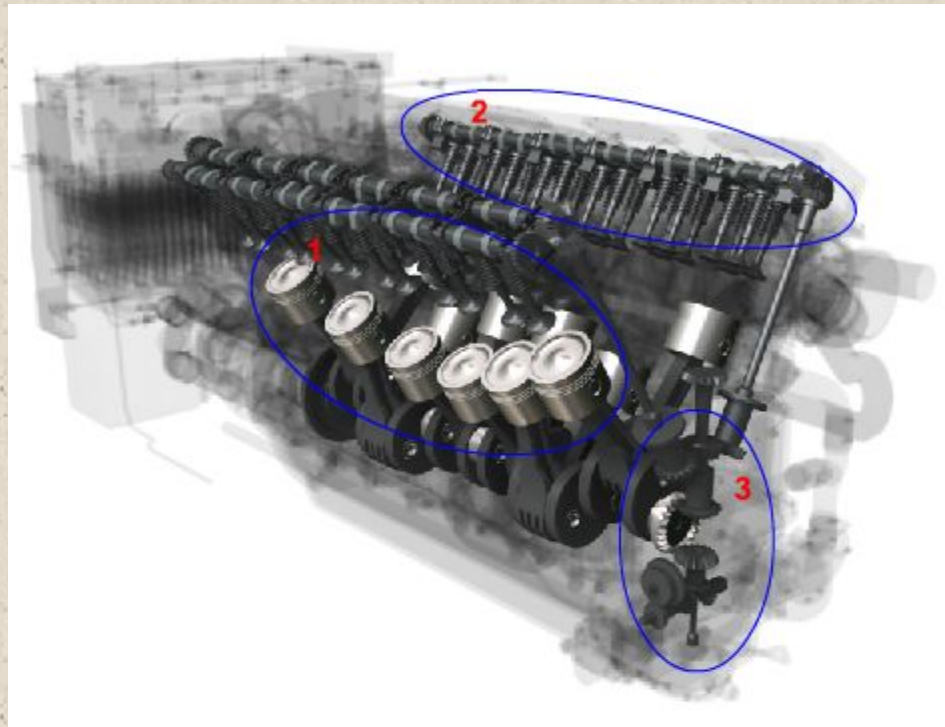
Назначение, размещение, общее устройство и техническая характеристика двигателя В-46-6

Двигатель предназначен– для преобразования энергии выделяемой при сгорании топлива в цилиндра, в механическую работу.



Общее устройство двигателя:

- кривошипно-шатунный механизм (1);
- механизм газораспределения (2);
- механизм передач (3);
- узлы и агрегаты систем, обеспечивающие работу двигателя (ТНВД, масляный насос, водяной насос, топливные и масляные фильтры, воздухораспределитель, топливный насос и т.д.).



Техническая характеристика двигателя:

1. Марка – **В-46-6**;
2. Тип – **четырёхтактный, быстроходный дизель, жидкостного охлаждения с непосредственным смесеобразованием, с наддувом, в многотопливном исполнении**;
3. Число цилиндров – **12**;
4. Расположение цилиндров – **V-образное, с углом развала 60° С**;
5. Нумерация цилиндров – **со стороны механизма передач**;
6. Направление вращения коленчатого вала – **по часовой стрелке**;
7. Диаметр цилиндра (мм) – **150 мм**.
8. Ход поршня (мм)
– **левого блока – 180 мм. – правого бока – 186,7 мм**.
9. Литраж. (л) – **38,88**;
10. Степень сжатия – **14**;
11. Максимальная мощность при 2000 об/мин – **573 (780) кВт (л.с.)**;
12. Максимальный крутящий момент
при 1300-1400 об/мин – **315 ± 10 кгм**;
13. Минимальная устойчивая частота вращения коленчатого вала – **600 – 800 об/мин**;

Техническая характеристика двигателя:

- 14. Максимальная частота вращения на холостом ходу – **2400 об/мин**;
- 15. Эксплуатационная частота вращения коленчатого вала – **1600 – 1900 об/мин**;
- 16. Избыточное давление наддува – **0,7- 0,9 , кгс/см²**;
- 17. Масса сухого двигателя – **980 кг**;
- 18. Секундный расход воздуха – **1,3 кг/сек**;
- 19. Литровая мощность – **14,74 (20,06) кВт/л (л.с/л)**;
- 20. Габаритная мощность – **529 (720) кВт/м³ (л. с/см³)**;
- 21. Удельный расход топлива – **245 (180) г/кВтч (г/л.с.ч)**;
- 22. Масса сухого двигателя – **980 кг**;
- 23. Гарантийный срок службы – **500 м/часов**;
- 19. Порядок работы цилиндров: - левый блок – **153624**
- правый блок – **624153**

3 Учебный вопрос.

**Назначение, общее устройство и работа
механизмов двигателя.**

Кривошипно-шатунный механизм (КШМ).

предназначен для преобразования возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение коленчатого вала.

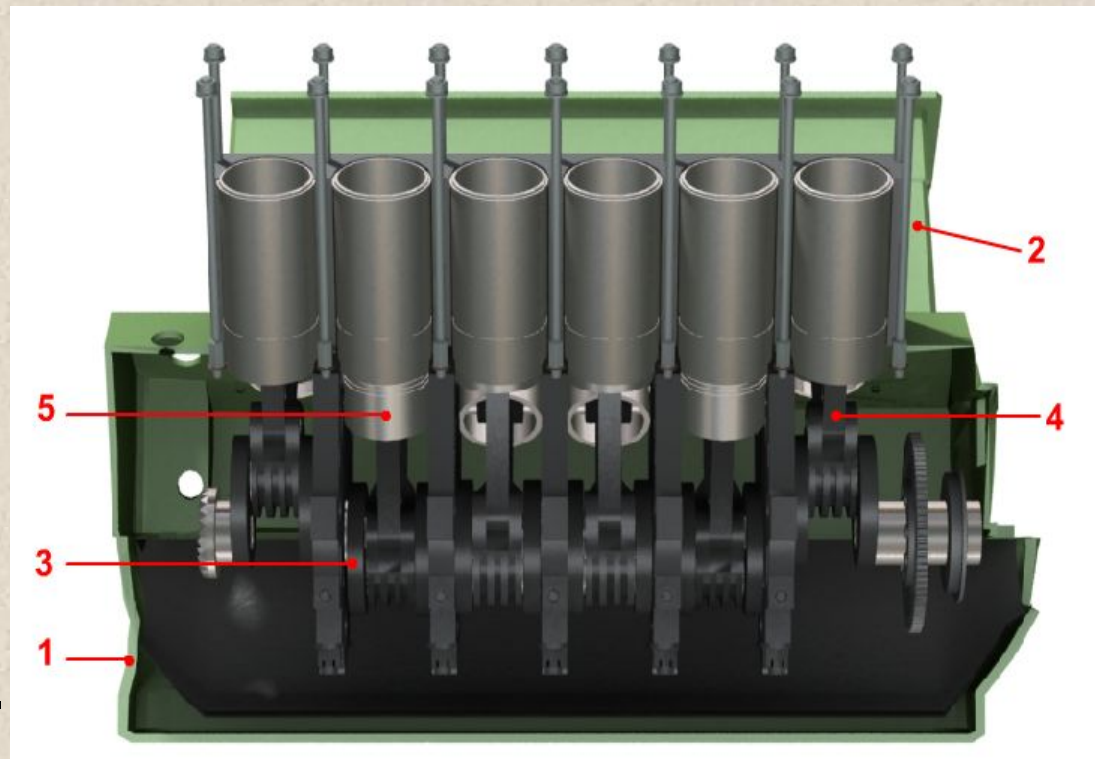
Кривошипно-шатунный механизм состоит :

Из неподвижных частей:

1. Картер;
2. Блок цилиндров.

И подвижных частей:

3. Коленчатый вал;
4. Шатунная группа – 6 шт.
5. Поршневая группа – 12 шт.



Картер.

Картер совместно с установленными на нем блоками составляет **силовой остов двигателя**, воспринимающий внутренние и внешние силы, действующие на двигатель. На картере устанавливаются все агрегаты и узлы двигателя.



Картер.

Картер состоит из двух частей: **нижней половины картера (1)** и **верхней половины картера (2)**, плоскость разъема которых проходит через ось коленчатого вала.

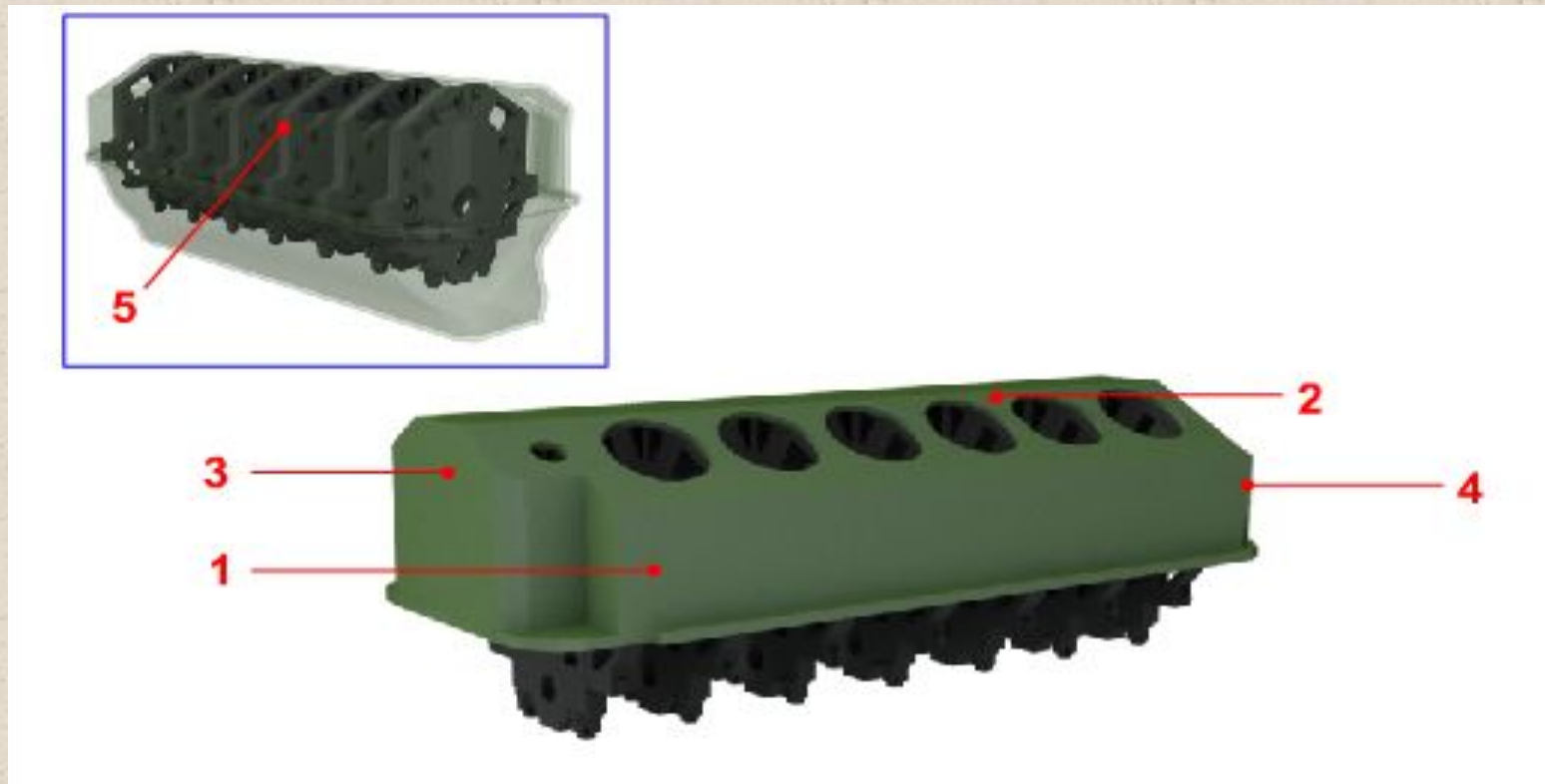
Нижняя половина крепится к верхней 48 шпильками с гайками. Разъём уплотняется 2-мя шелковыми нитями и тонким слоем герметика.



Картер.

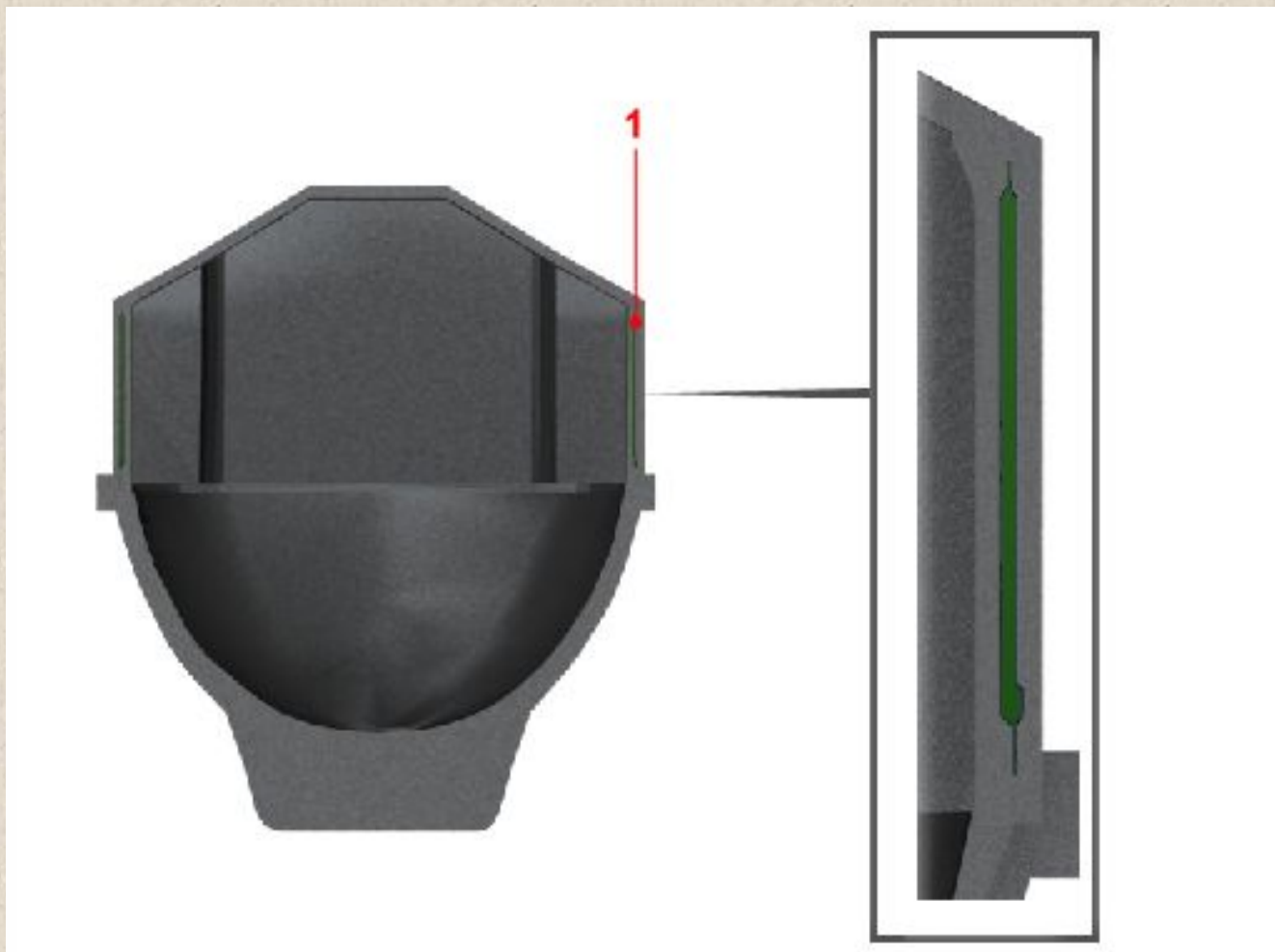
Верхняя половина картера отлита из алюминиевого сплава и состоит:

- 1 – боковых продольных стенок;
- 2 – верхних полок;
- 3 – передняя стенка;
- 4 – задняя стенка;
- 5 – поперечные перегородки – 8 шт.



Картер.

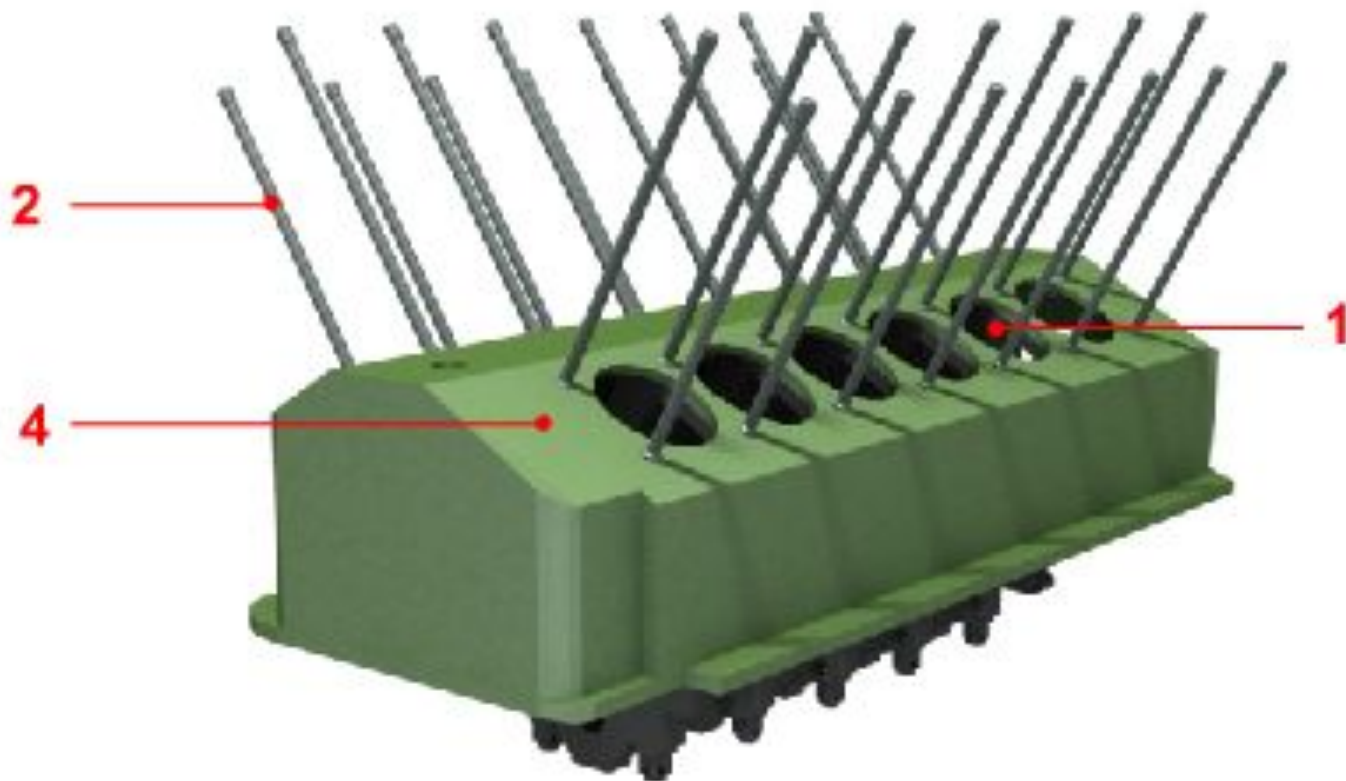
Боковые продольные стенки (1) образуют замкнутую полость, по которой для прогрева коренных подшипников при пуске двигателя в холодное время протекает охлаждающая жидкость, подаваемая от подогревателя.



Картер.

На верхних наклонных полках (4) имеются отверстия для гильз цилиндров (1).

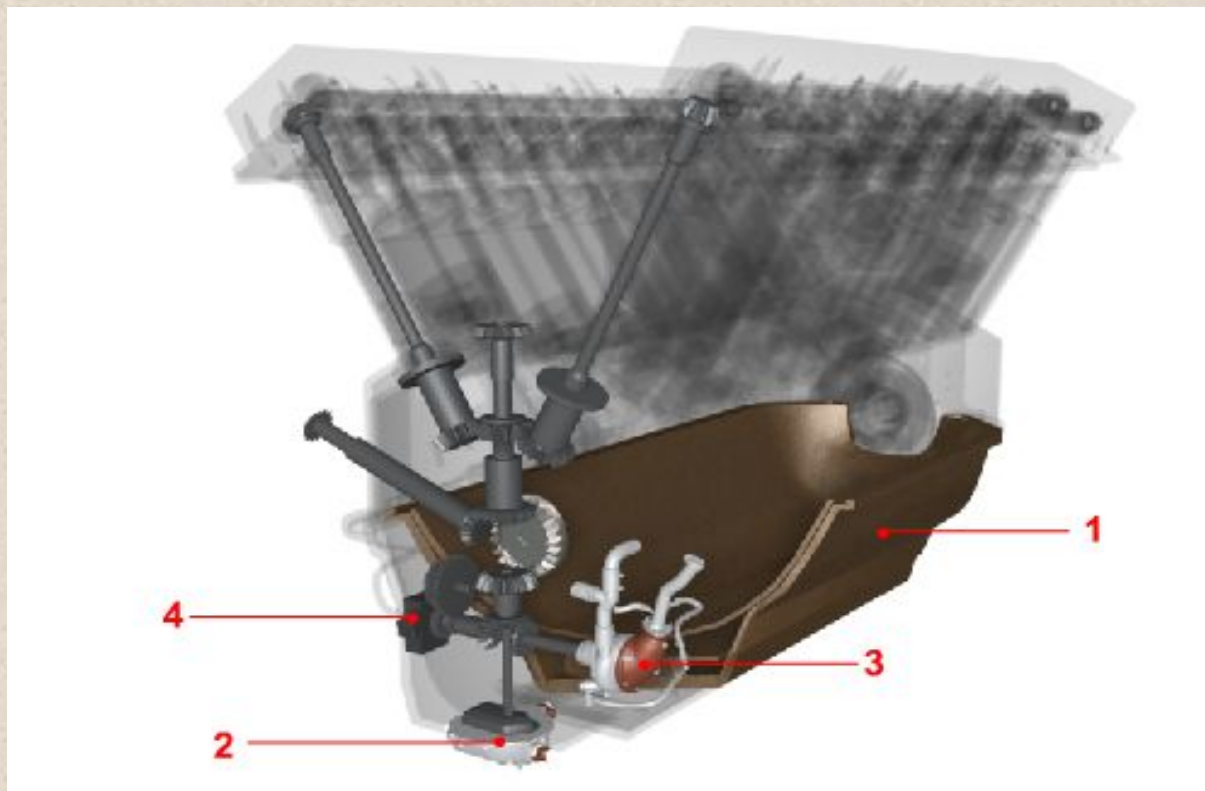
В поперечные перегородки ввернуты анкерные шпильки (2), стягивающие блок и головку с картером.



Картер.

Нижняя половина картера (1) отливается из алюминиевого сплава и представляет собой поддон.

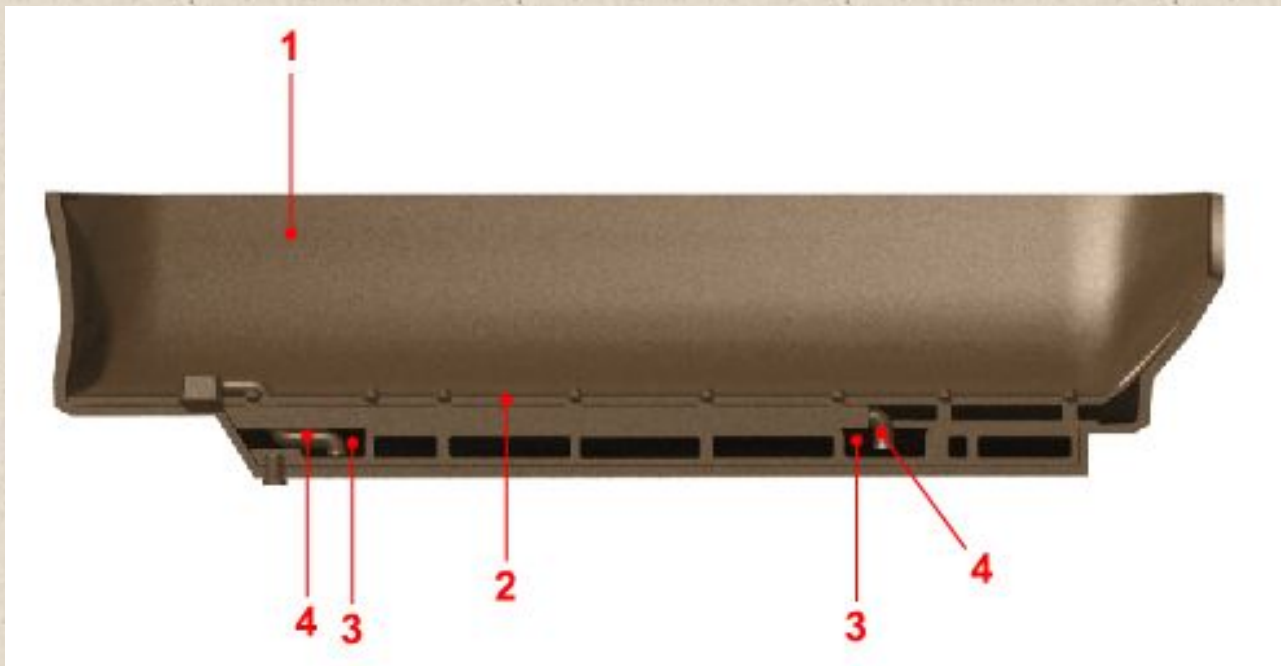
Со стороны механизма передач на ней выполнены площадки, на которых устанавливаются: снизу масляный насос (2), справа водяной насос (3), слева откачивающий шестеренчатый насос (4) системы вентиляции картера. Через систему вентиляции внутренняя полость картера сообщается с атмосферой.



Картер.

Маслосборник картера (1) корытообразной формы, перекрыт **маслоуловительным щитком (2)** и имеет два **маслоотстойника (3)**, соединенных **трубками (4)** с откачивающими секциями масляного насоса.

Маслосборная часть картера имеет **двойные стенки**, образующие полость, по которой протекает охлаждающая жидкость, подаваемая подогревателем машины через верхний картер. Охлаждающая жидкость разогревает масло в картере перед пуском двигателя в холодное время.

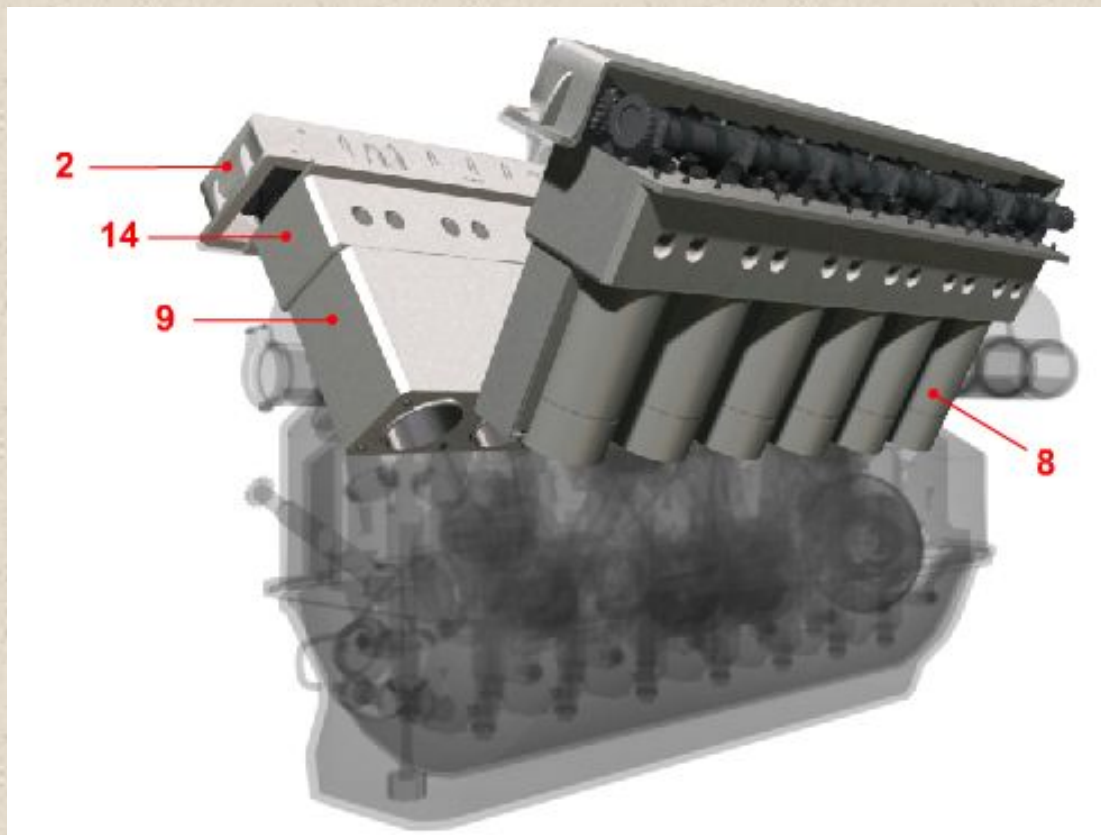


Блок цилиндров.

На двигателе установлено **два блока цилиндров**.

Каждый блок цилиндров состоит из:

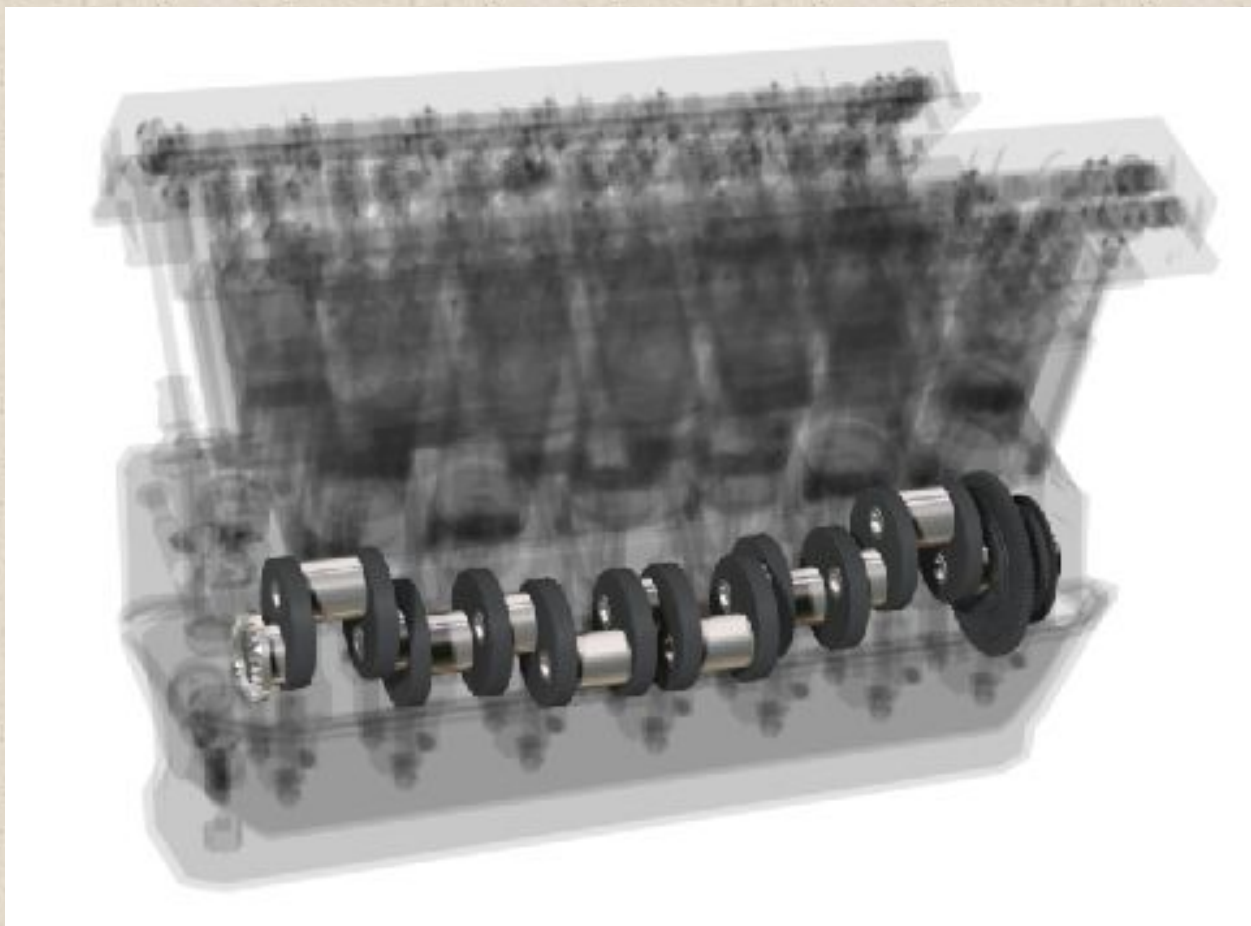
- алюминиевой рубашки (9);
- шести стальных гильз (8);
- головки блока (14) с деталями механизма газораспределения;
- крышки головки (2);
- коллектора впуска;
- коллектора выпуска;
- биметаллических колец уплотнения газового стыка;
- патрубков подвода и отвода охлаждающей жидкости.



Коленчатый вал.

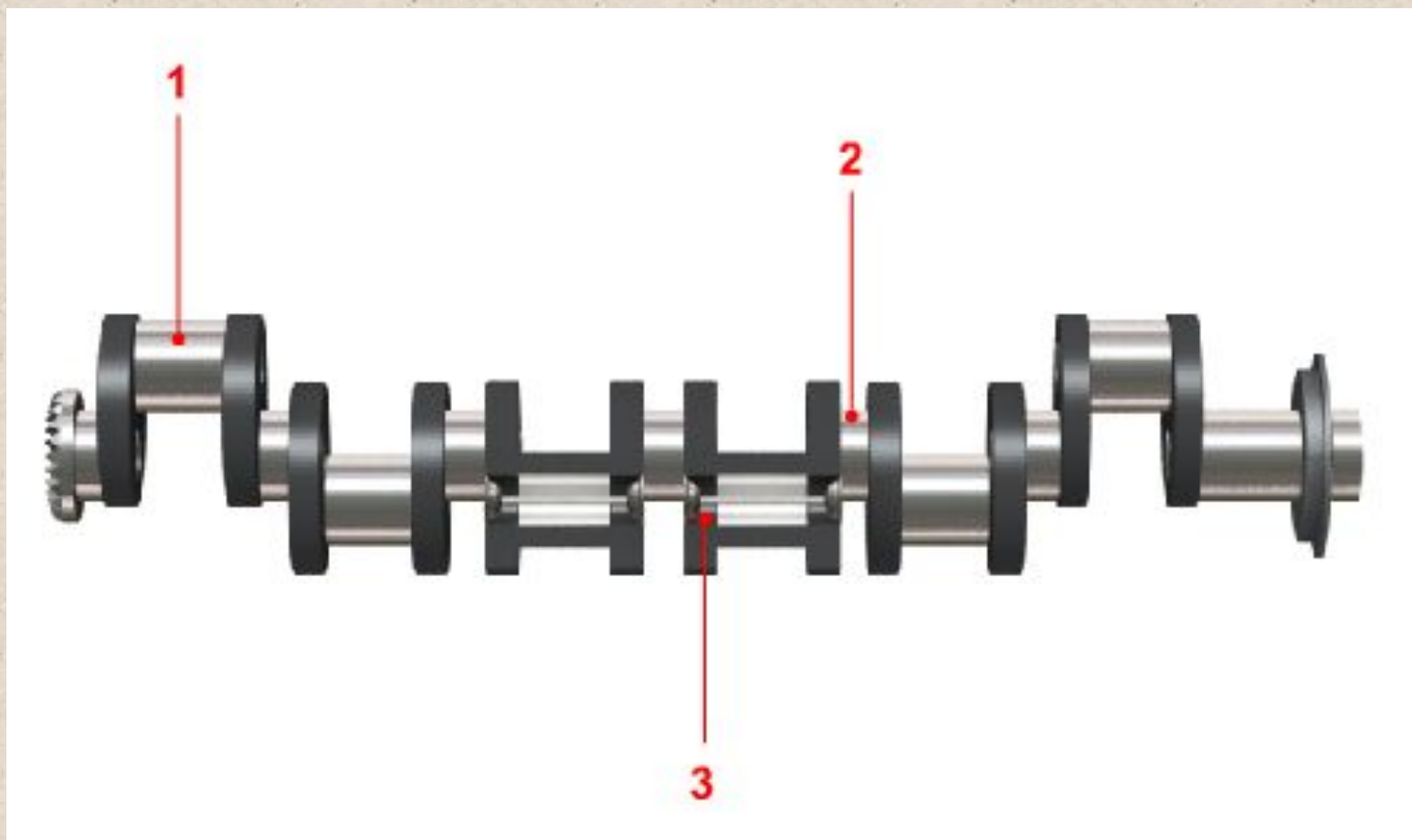
Коленчатый вал изготовлен из высококачественной стали. Вал имеет 6 колен (кривошипов), расположенных в трех плоскостях под углом 120 град. друг к другу.

В каждой плоскости находится по два колена, удаленные от середины вала на одинаковую величину.



Коленчатый вал.

Всего на коленчатом валу 6 шатунных (1) и 8 коренных (2) шеек. Седьмая коренная шейка выполнена удлиненной для размещения радиально-упорного подшипника. Шатунные и коренные шейки имеют внутри полости, соединенные между собой отверстиями (3).



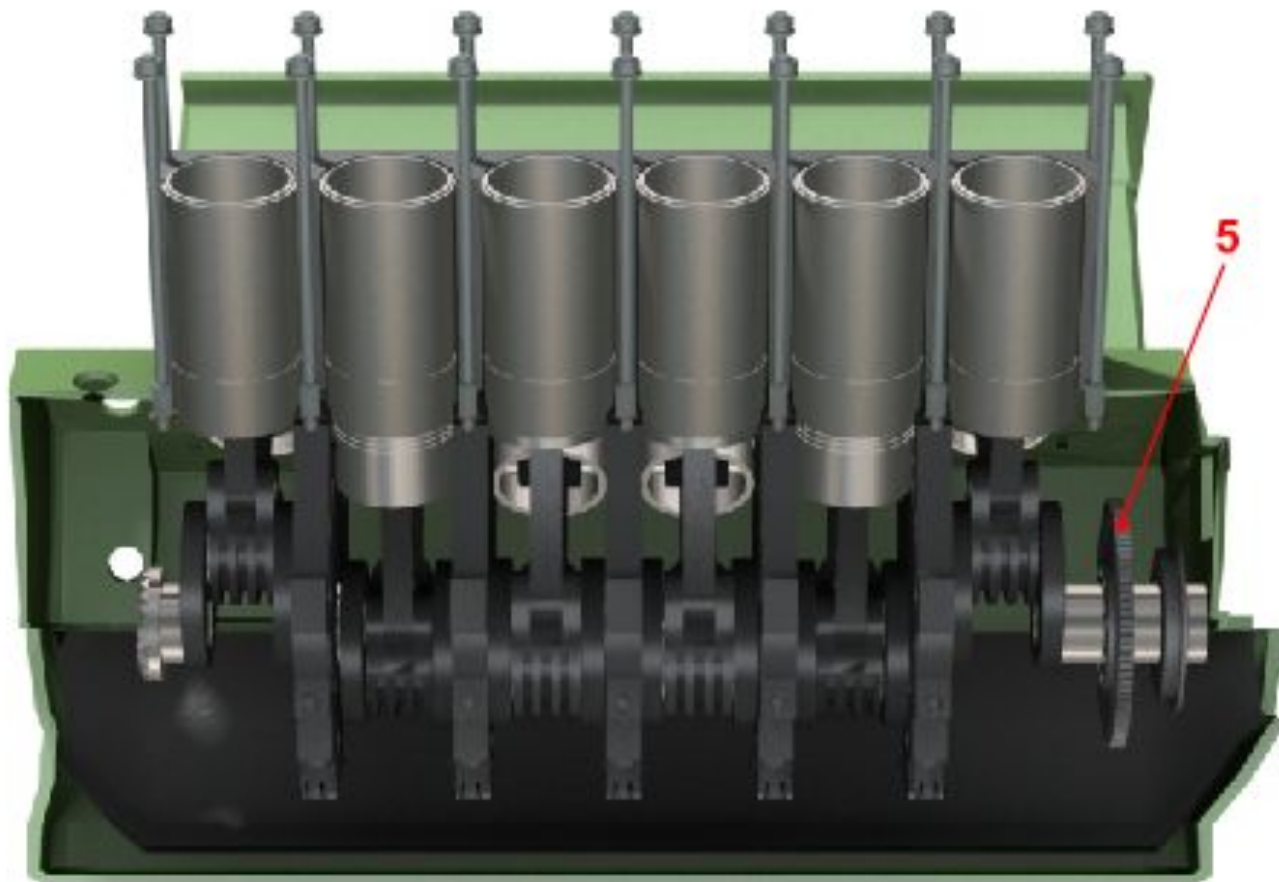
Коленчатый вал.

Щеки (4) коленчатого вала круглой формы.



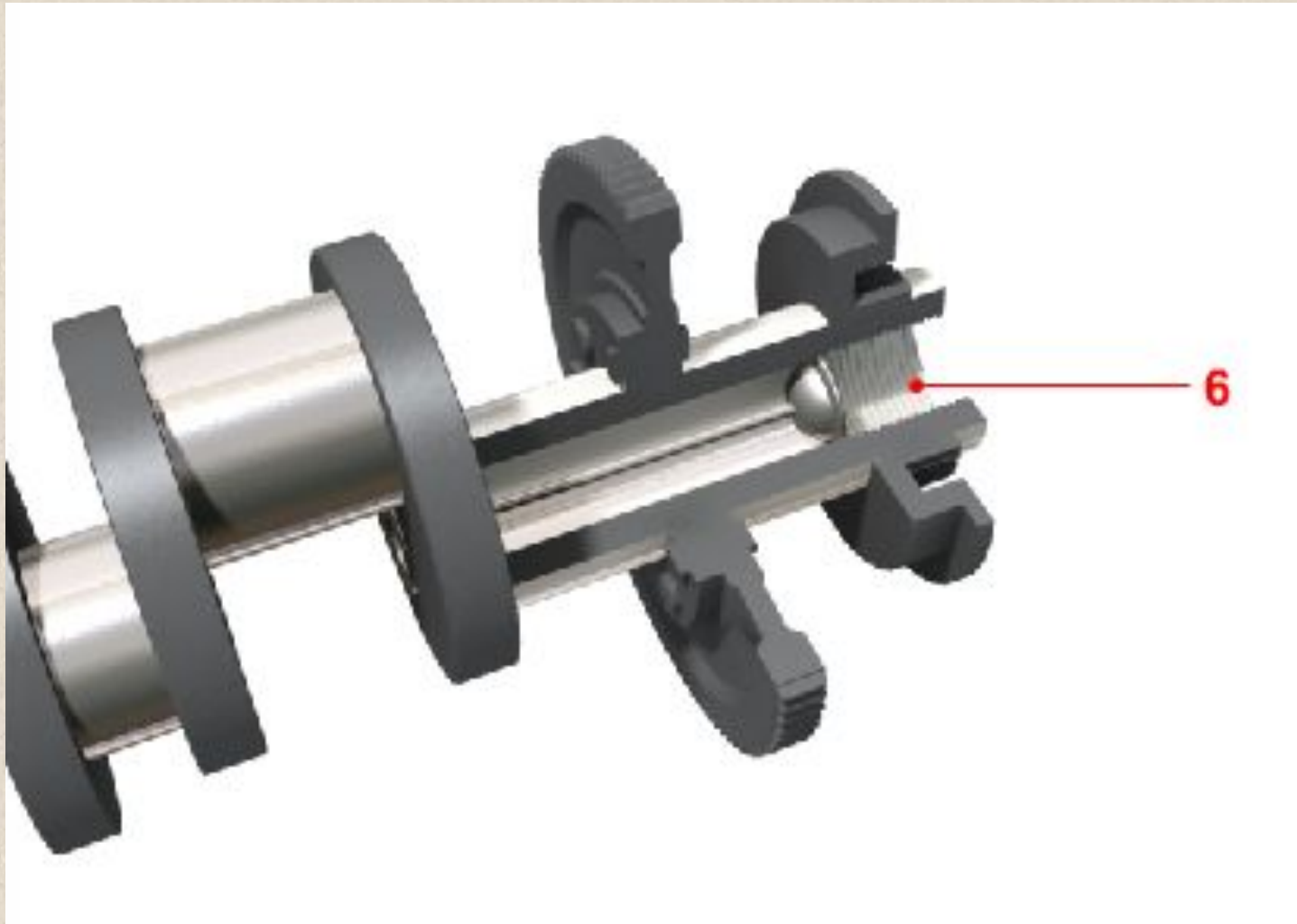
Коленчатый вал.

Со стороны отбора мощности на фланце вала установлена и закреплена призонными болтами шестерня (5) привода к топливному насосу и воздухораспределителю.



Коленчатый вал.

В торце вала выполнена внутренняя резьба (6) для затяжки и закрепления на конусах специальной гайкой муфты соединения с входным редуктором.



Коленчатый вал.

На противоположном конце коленчатого вала установлена коническая шестерня привода механизма передачи (7).



Шатунная группа.

Шатунная группа состоит:

- главные (1) шатуны;
- прицепные (2) шатуны;
- шатунный палец (3).

Главные шатуны установлены в левом блоке, прицепные в правом.

С коленчатым валом соединяются главные шатуны, нижние головки которых разъемные.



Поршневая группа.

Поршневая группа состоит:

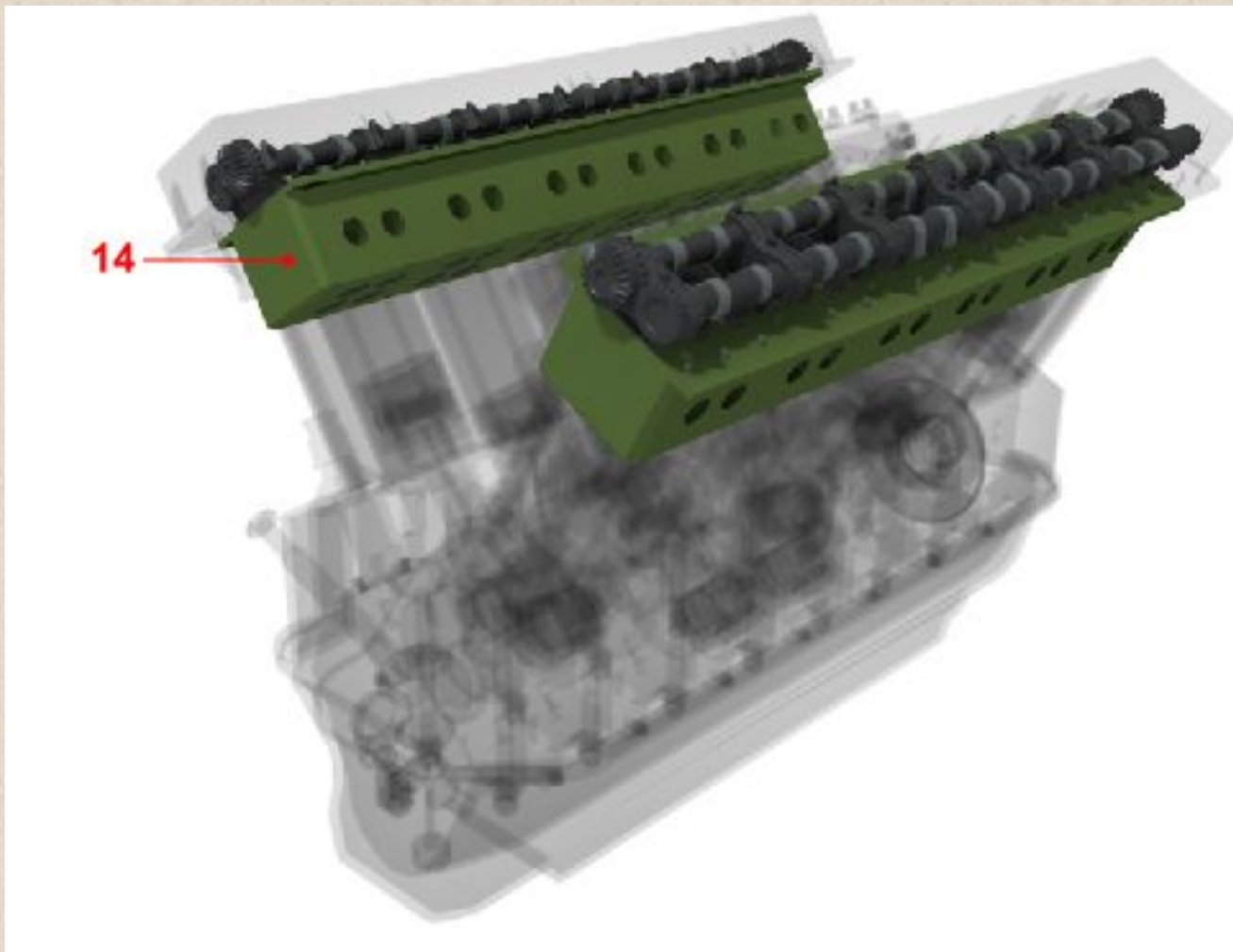
- поршня (1);
- 2-х маслоъемных(2) поршневых колец;
- 2-х компрессионных(3) поршневых колец.
- поршневого пальца;
- 2-х заглушек (4).



Механизм газораспределения.

Механизм газораспределения предназначен – для открывания и закрывания впускных и выпускных клапанов в соответствии с фазами газораспределения и порядком работы цилиндров.

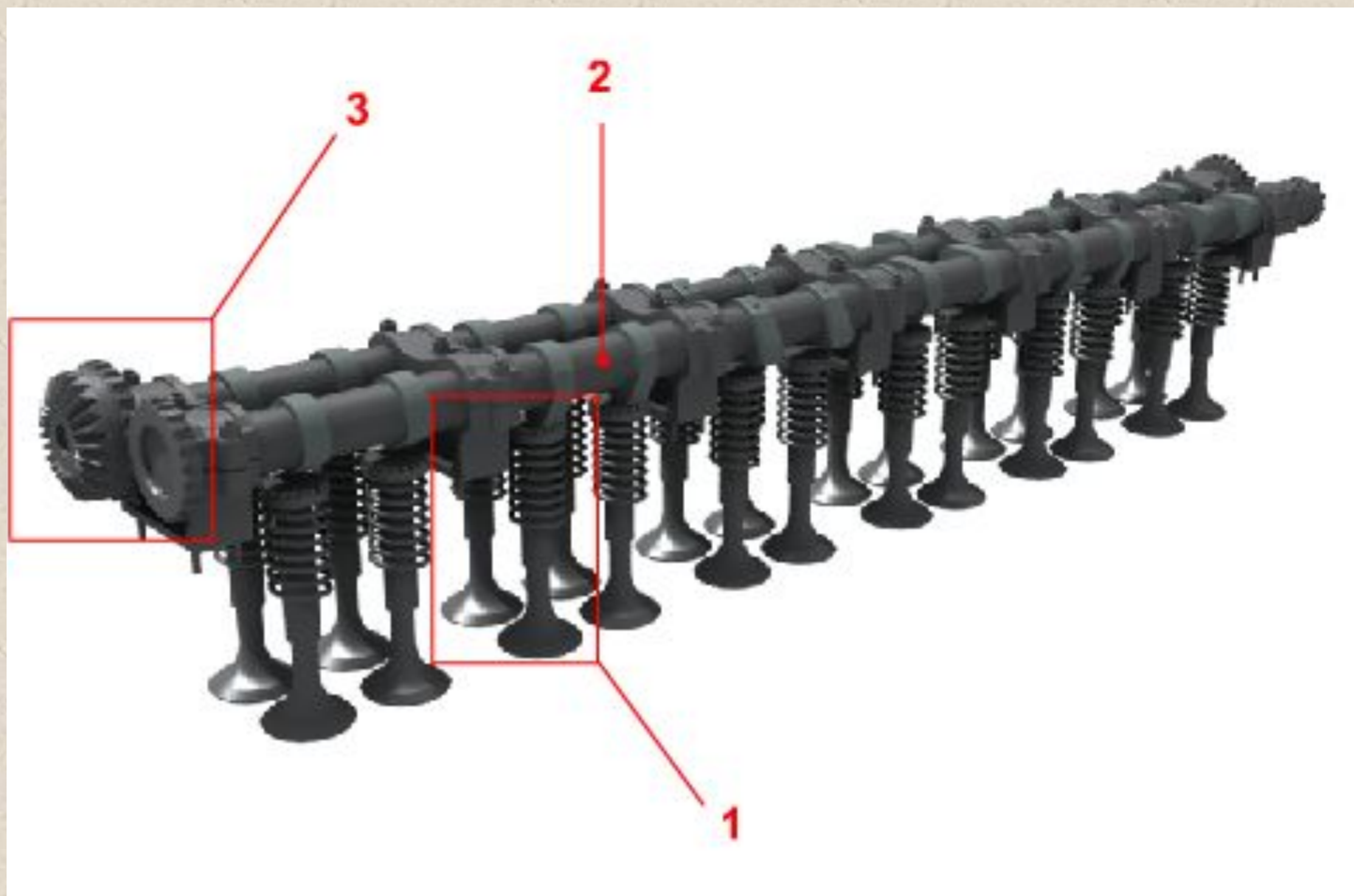
Механизм газораспределения установлен на головках блоков.



Механизм газораспределения.

Механизм газораспределения состоит:

- клапанная группа (1);
- распределительные валы (2): - впуска – 2 шт. - выпуска – 2 шт.
- детали привода.



Механизм газораспределения.

Распределительные валы впуска (4) и выпуска (7) установлены на каждой головке блока в семи подшипниках.

Валы полые, через внутренние полости их подводится масло к подшипникам и тарелкам клапанов.

На каждом валу расположено по 12 кулачков, которые воздействуют непосредственно на тарелки клапанов.



Механизм газораспределения.

Распределительные валы впуска и выпуска различаются между собой профилем и расположением кулачков.

Распределительные валы впуска левого и правого блоков вращаются по ходу часовой стрелки, валы выпуска – против часовой стрелки. Валы изготовлены из углеродистой стали, марки 45.



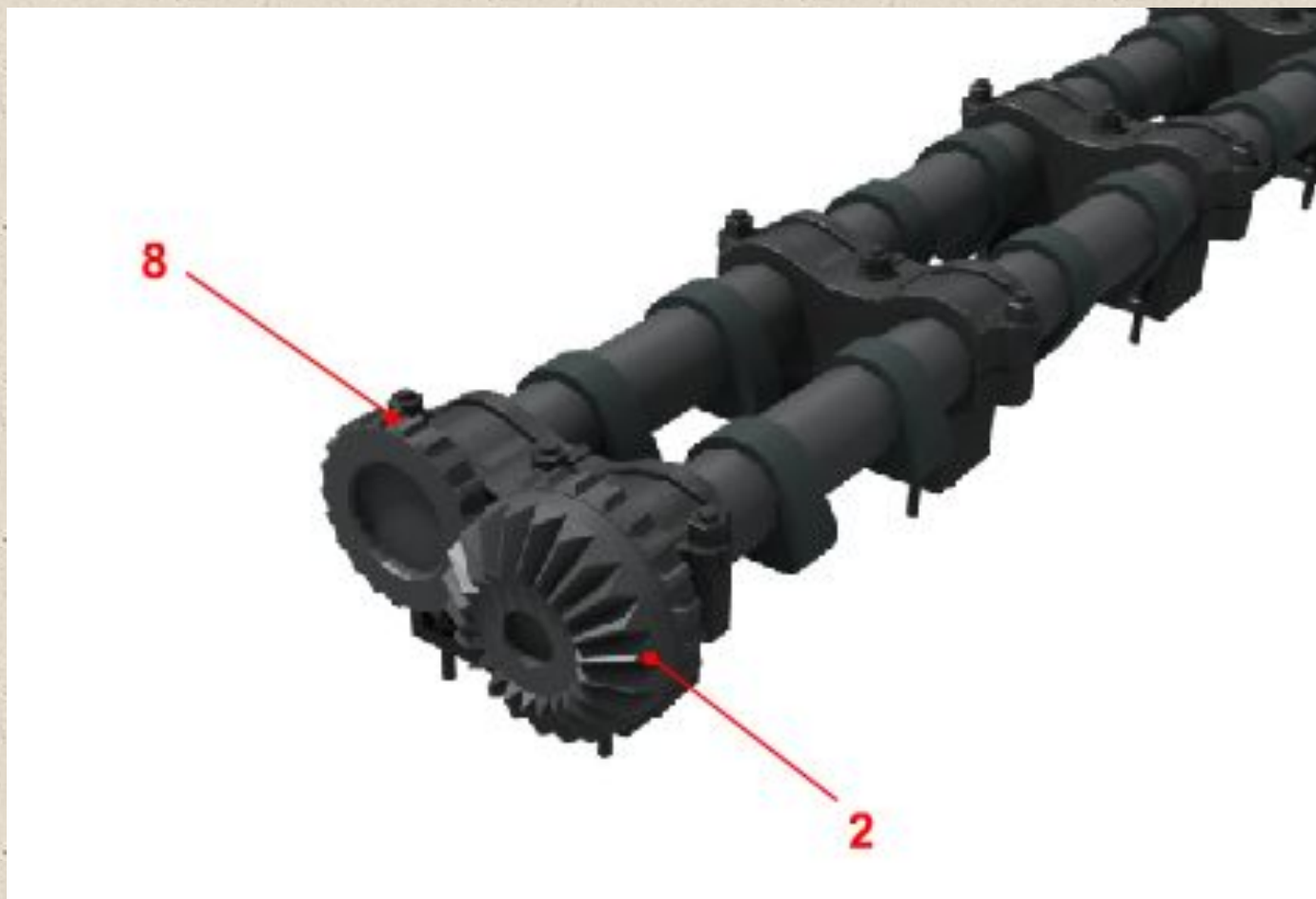
Механизм газораспределения.

Коническая шестерня наклонного вала входит в зацепление с коническим венцом сдвоенной шестерни (блоком) (2), монтируемой на распределительном валу впуска.



Механизм газораспределения.

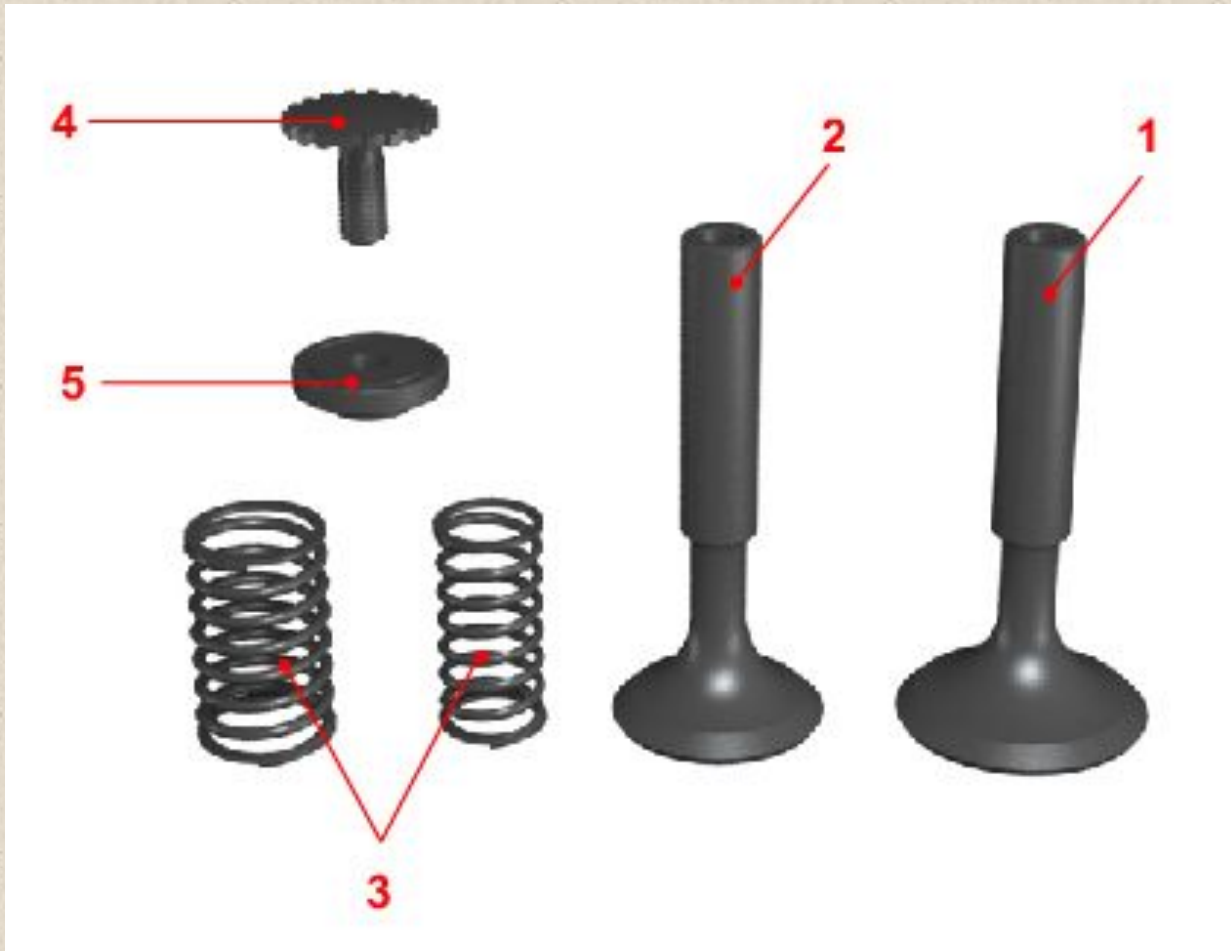
Цилиндрический венец сдвоенной шестерни (2) распределительного вала впуска находится в зацеплении с цилиндрической шестерней (8), установленной на распределительном валу выпуска.



Клапанная группа.

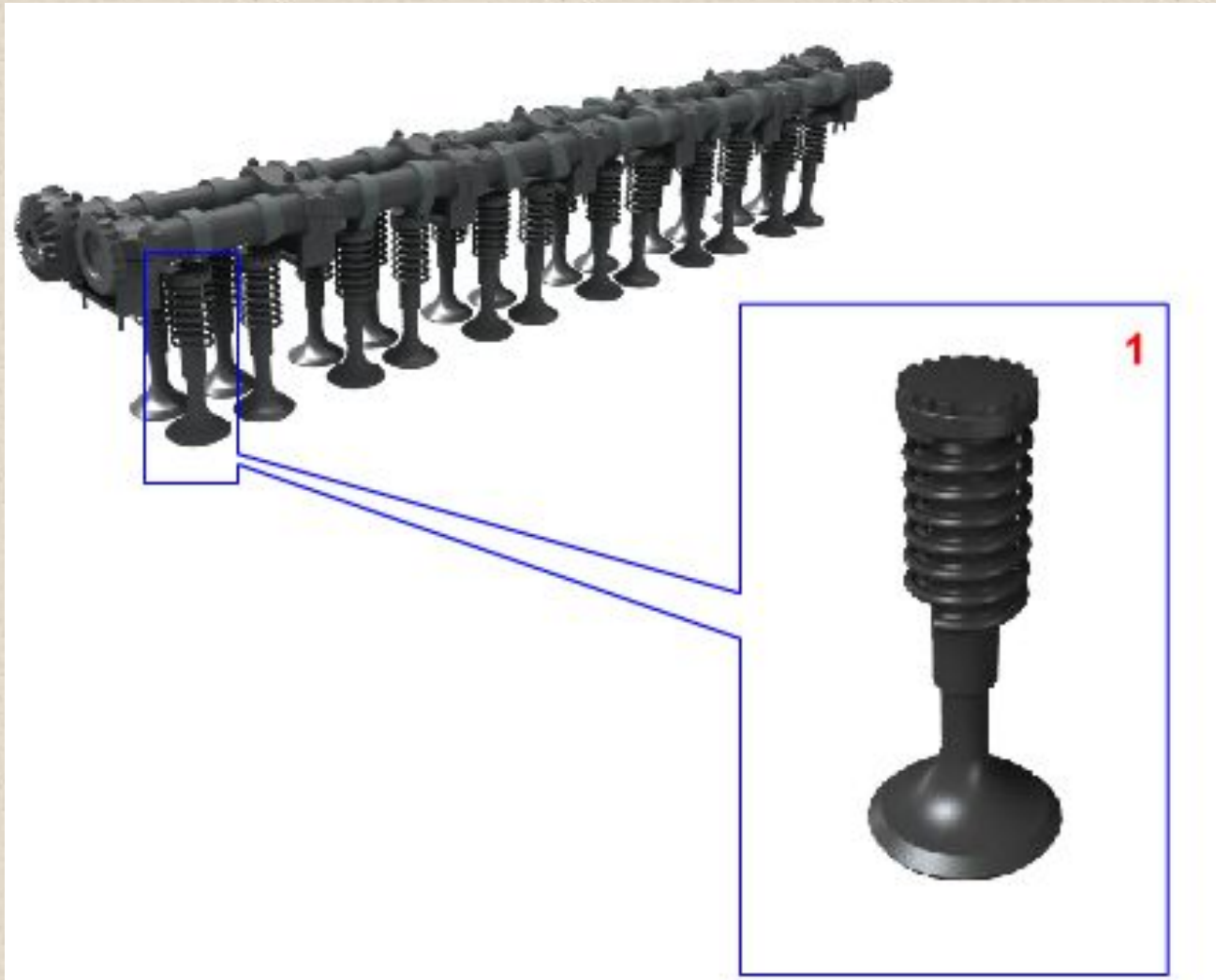
Клапанная группа состоит:

- клапан впуска (1), клапан выпуска (2);
- пружины (3) – 2 шт.;
- тарелка клапана (4);
- замок тарелки клапана (5).



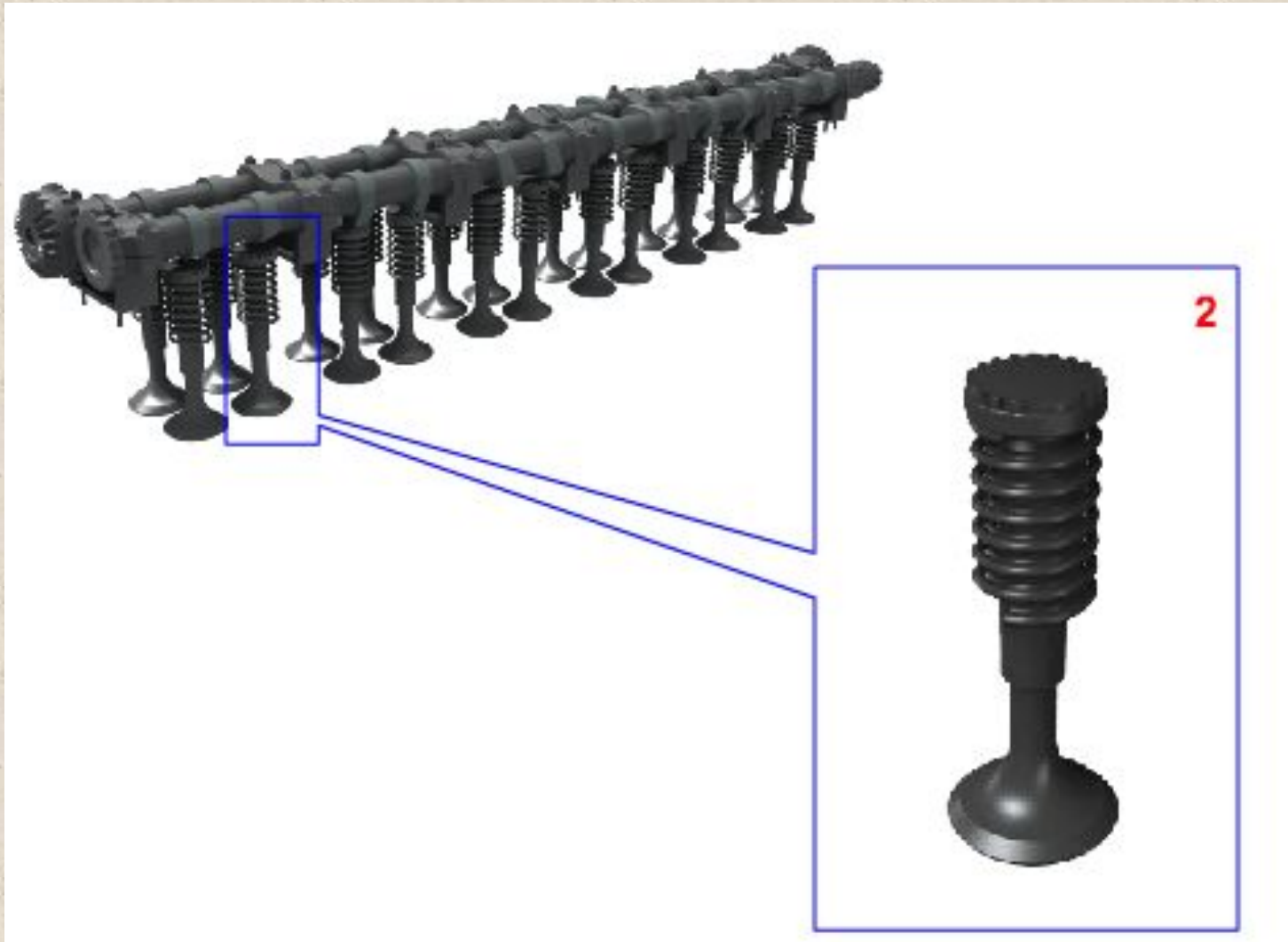
Клапанная группа.

Клапан впуска (1) имеет плоскую головку и больший диаметр. Большой диаметр выполнен с целью улучшения наполнения цилиндра воздухом.



Клапанная группа.

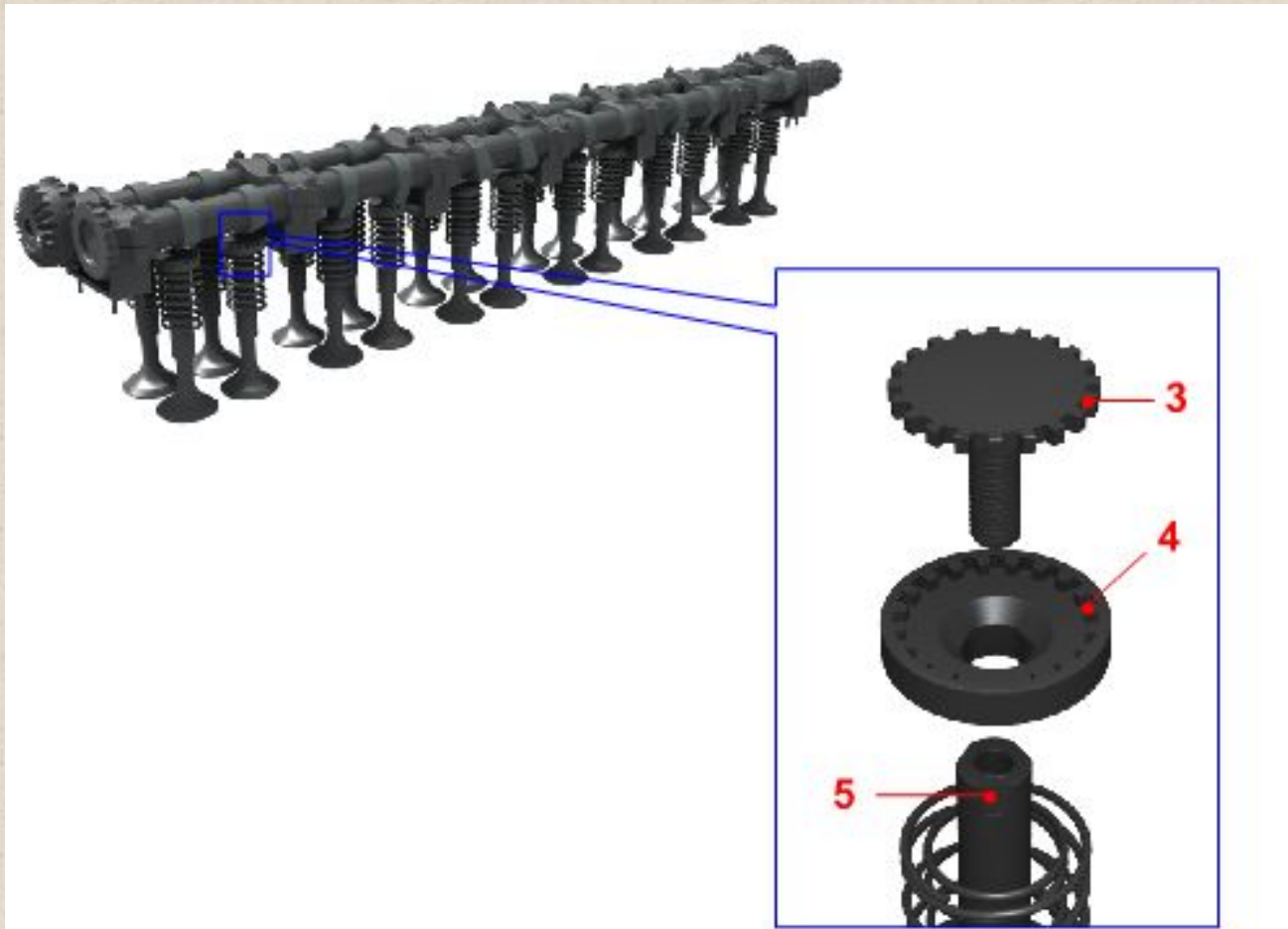
Клапан выпуска (2) работает при высокой температуре и также имеет плоскую головку.



Клапанная группа.

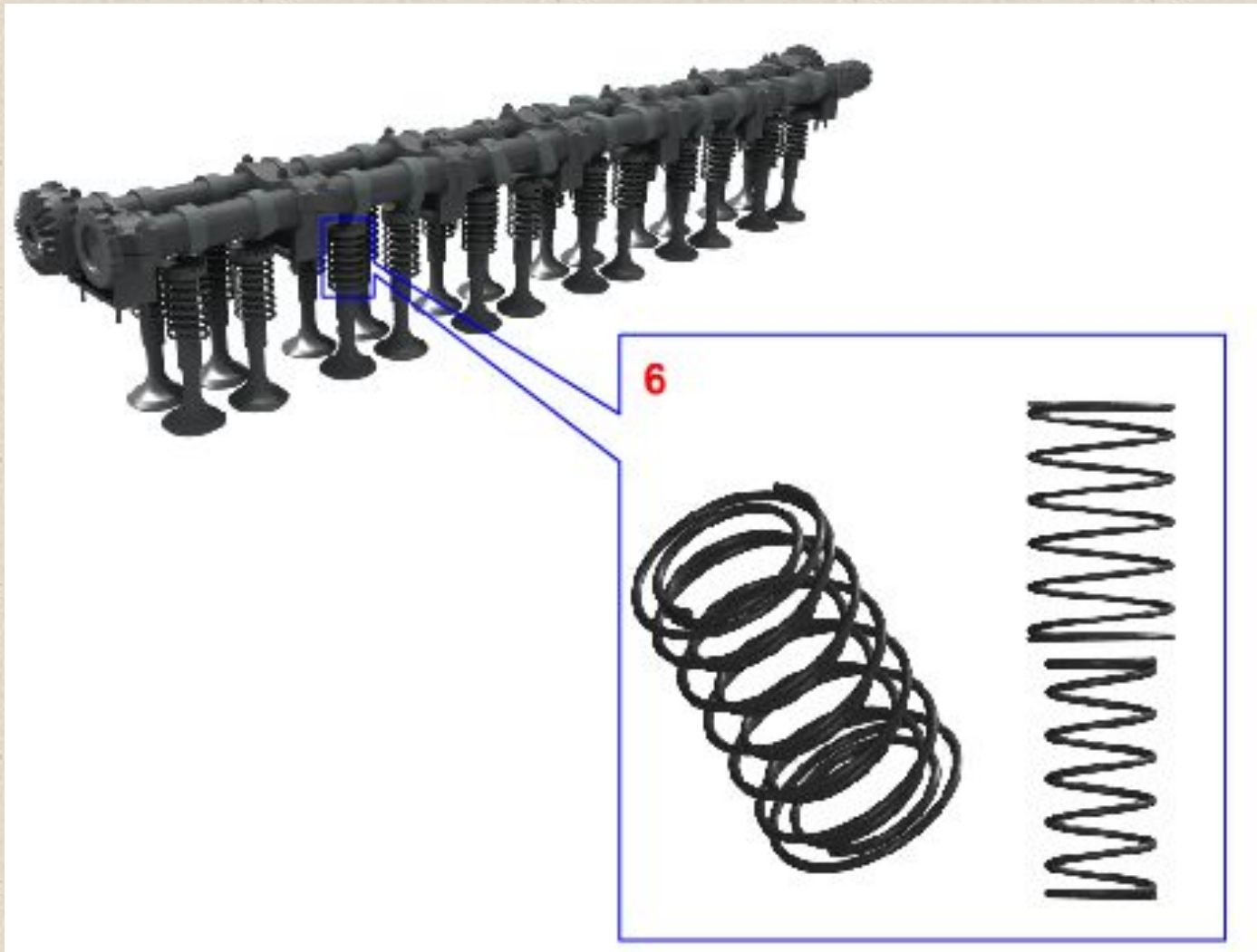
Для стопорения тарелки клапана от проворачивания относительно стержня клапана служит замок.

Замок имеет по окружности шлицы (3). Шлицы входят в зацепление с аналогичными шлицами (4) в тарелке. Замок тарелки удерживается от проворачивания тремя лысками (5) на стержне клапана.



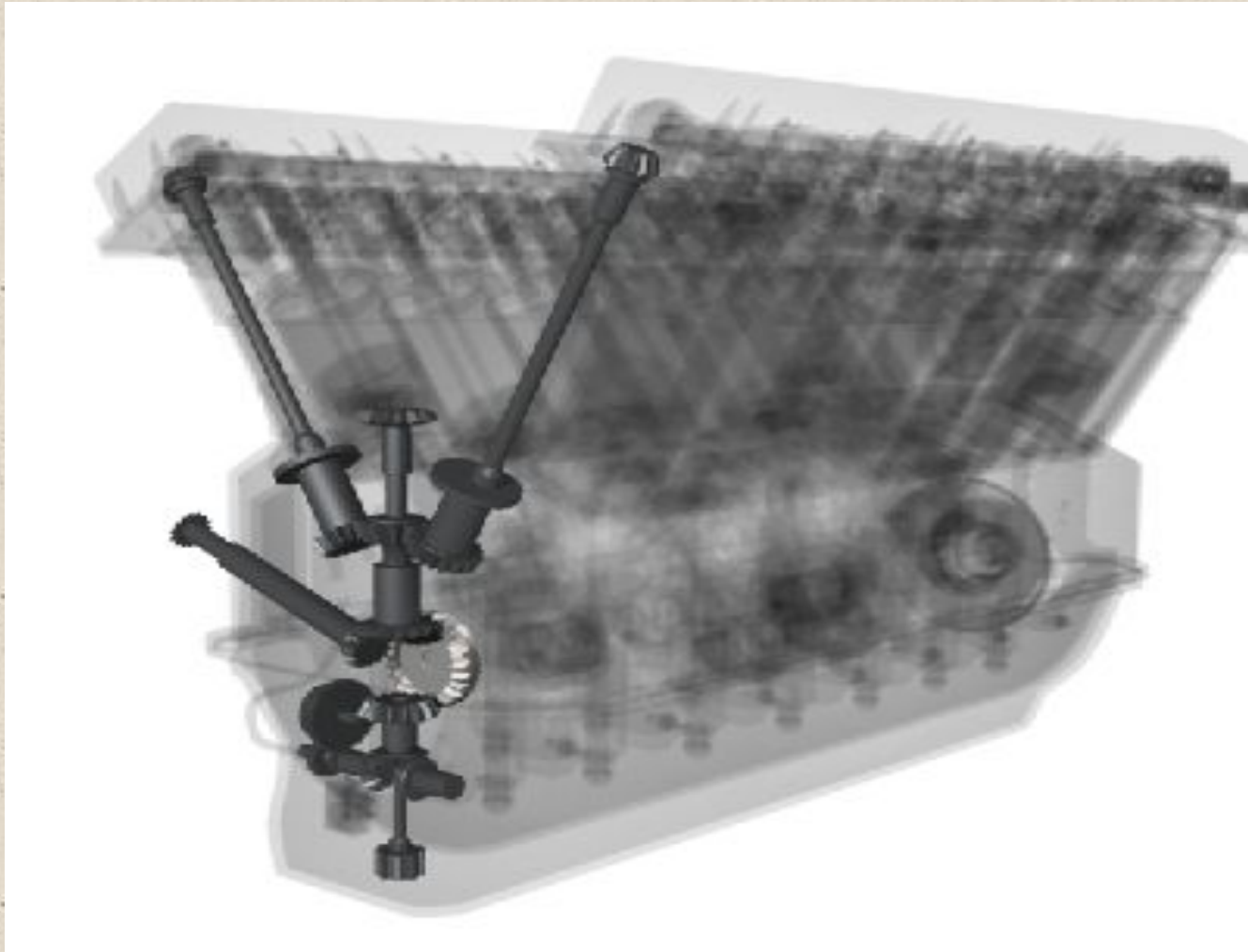
Клапанная группа.

Под действием клапанных пружин (6) торцевые шлицы на тарелке и замке прижаты в зацепление друг к другу, что исключает проворачивание тарелки.



Механизм передач.

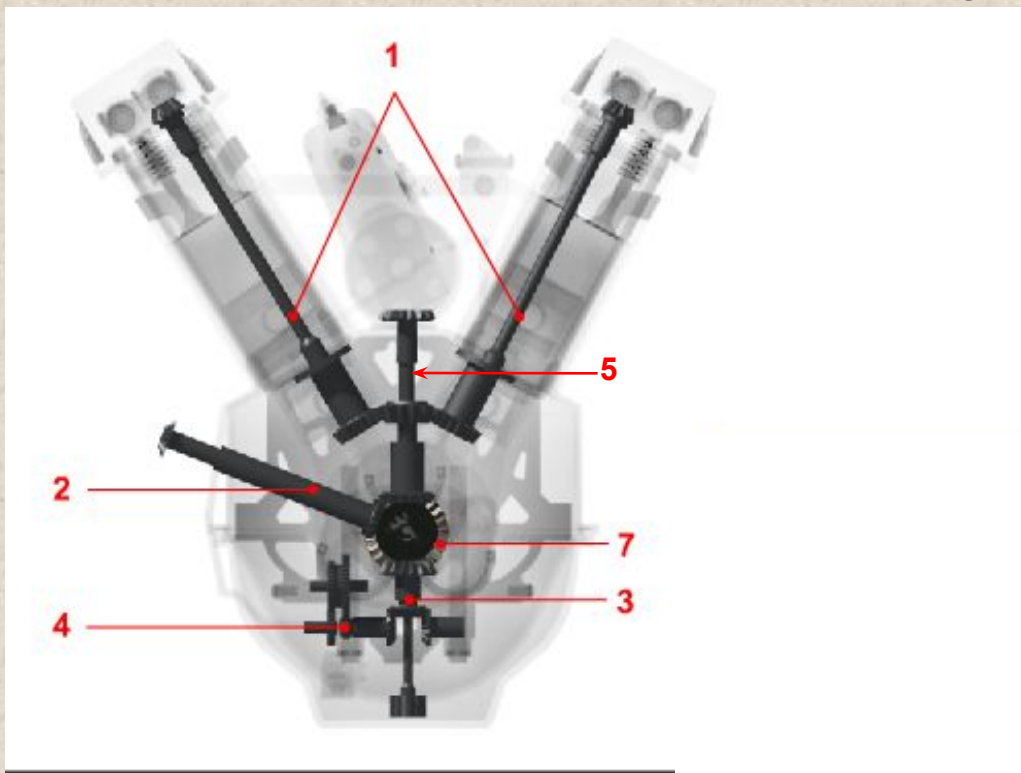
Механизм передач служит для передачи вращения от коленчатого вала двигателя к распределительным валам и обслуживающим двигатель агрегатам.



Механизм передач.

Механизм передач состоит:

- конической шестерни (7) коленчатого вала;
- верхнего вертикального валика (5);
- горизонтального валика привода топливного насоса;
- наклонных валиков (1) привода механизма газораспределения;
- привода датчика электротактометра (2);
- привода к водяному и масляному насосу (3);
- привода к откачивающему масляному насосу системы вентиляции картера и топливоподкачивающему насосу (4).



4 Учебный вопрос.

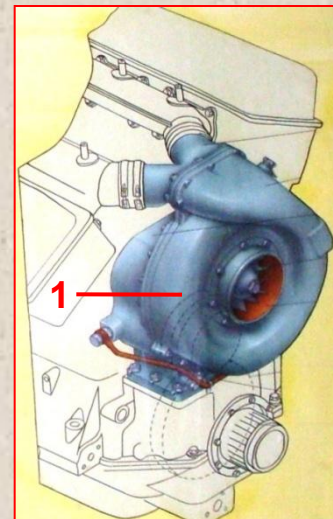
Навесные агрегаты двигателя, их размещение и крепление.

На площадке верхней половины картера установлен:

1. центробежный нагнетатель (1) – Н-46.

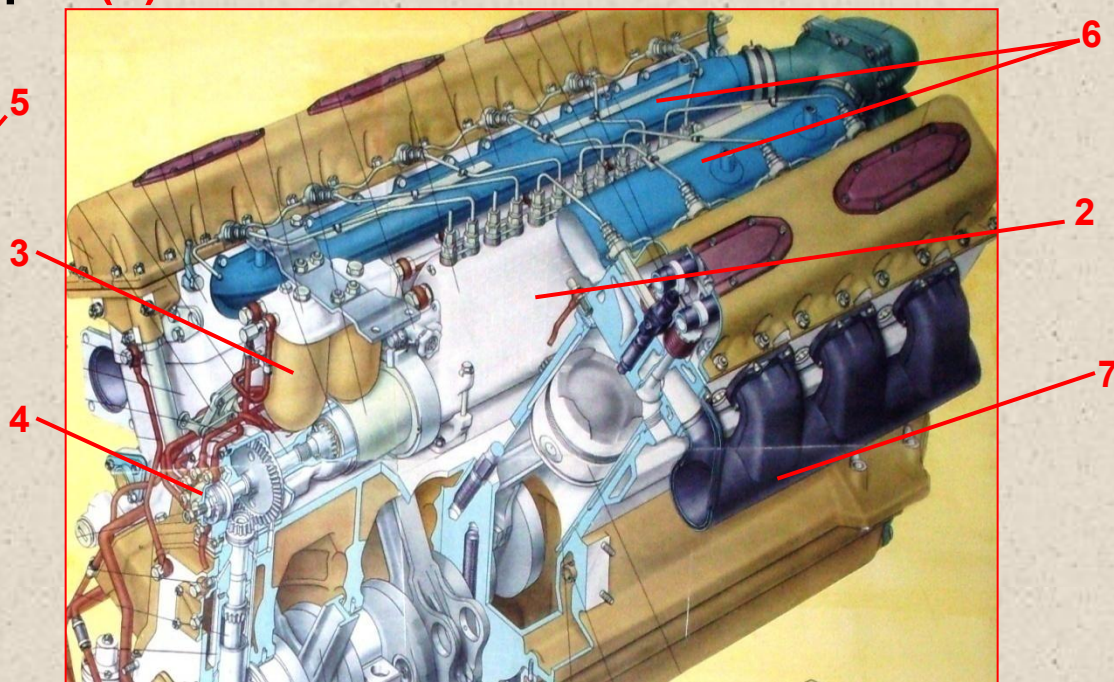
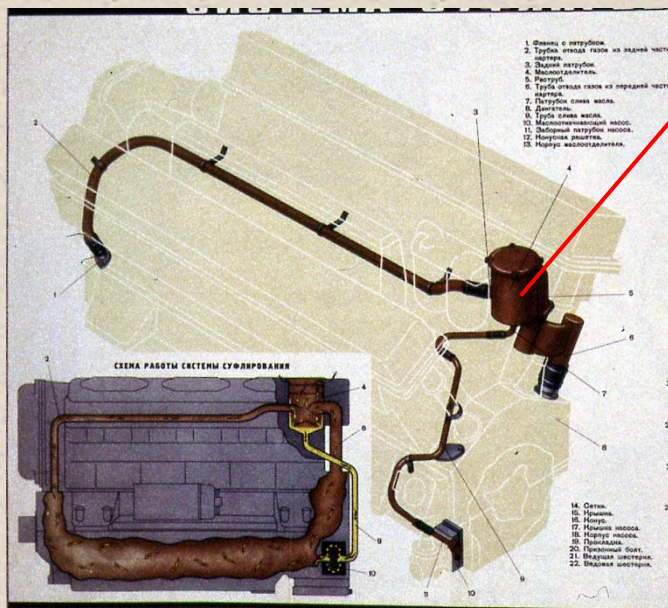
В развале блока установлены:

1. топливный насос высокого давления (2) НК-12М;
2. топливный фильтр тонкой очистки (3) ТФК-3;
3. воздухораспределитель (4);
4. маслоотделитель системы вентиляции картера (5);
5. впускные коллекторы (6) – 2 шт.



С наружной стороны головки блока:

1. выпускные коллекторы (7) – 2 шт..

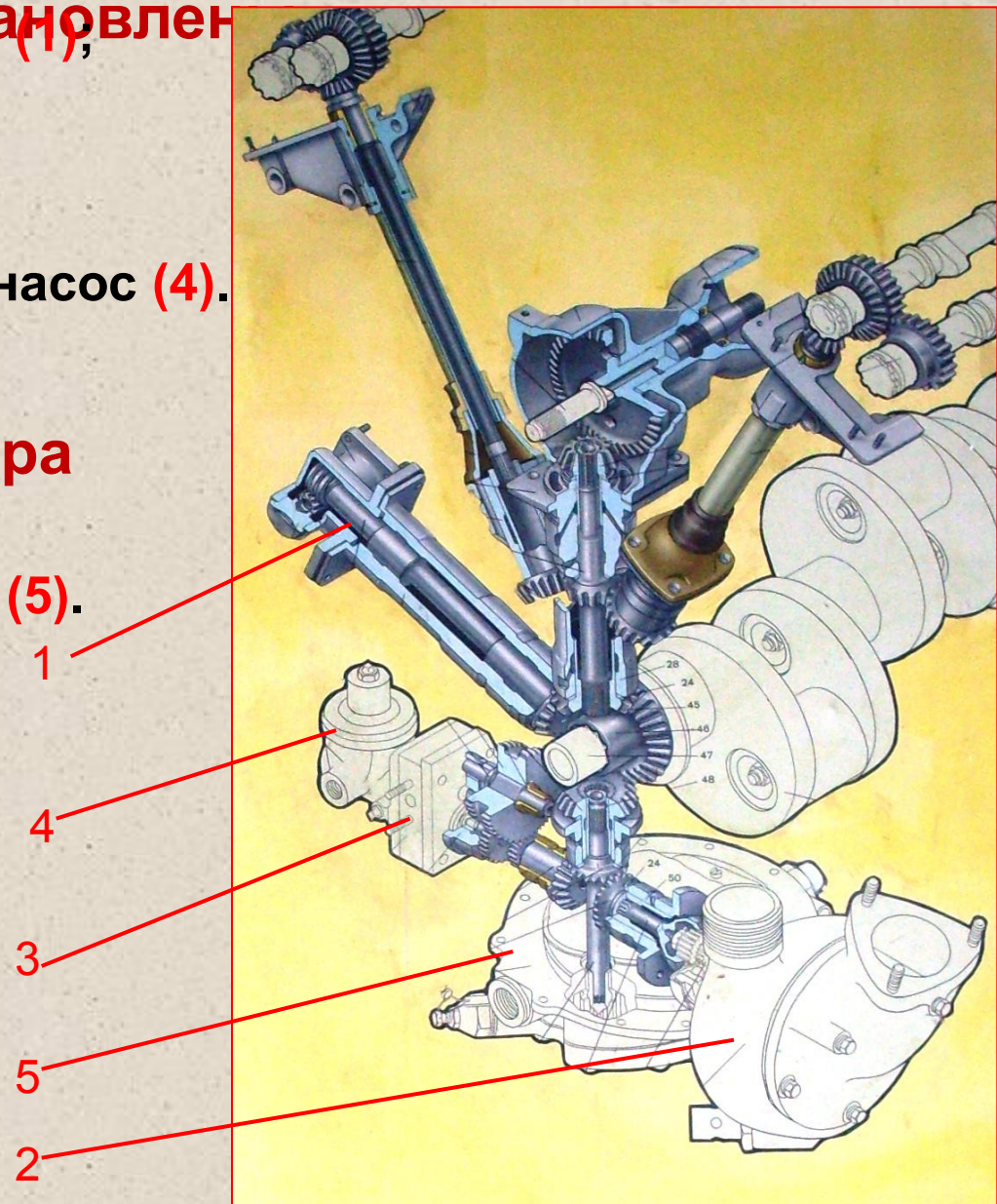


На картере со стороны механизма передач

1. привод электротактометра (1);
2. водяной насос (2);
3. масляный насос системы вентиляции картера (3);
4. топливоподкачивающий насос (4).

В нижней части картера установлен:

1. Масляный насос двигателя (5).



5 Учебный вопрос.

Характерные неисправности и техническое обслуживание двигателя.

Техническое обслуживание двигателя.

При контрольном осмотре :

- пустить двигатель и проверить его работу на минимальных частотах вращения коленчатого вала (800 об/мин) и на эксплуатационных частотах (1600 – 1900 об/мин);
- проверить, нет ли течи в местах соединения и крепления навесных узлов к двигателю (перед выходом и на привалах).

При ежедневном техническом обслуживании :

- очистить двигатель от пыли (грязи) и проверить, нет ли течи в местах присоединения к нему навесных узлов (проверить при работающем и неработающем двигателе). Если во время движения наблюдалась ненормальная работа двигателя, то пустить его и проверить на слух и по показаниям приборов.

При техническом обслуживании №1 и №2:

- выполнить все работы ЕТО и проверить состояние выпускных труб и коллекторов, а так же места их соединения (без разборки узла).

Характерные неисправности двигателя.

- двигатель не развивает полной мощности;
- двигатель дымит;
- двигатель стучит;
- двигатель идет в разнос.

Неисправность	Причина	Способ устранения
Двигатель не развивает полной мощности	Нарушение регулировки привода НК-12 М	Отрегулировать привод НК-12 М
	Неисправные форсунки. Для определения неисправности форсунок необходимо на минимально устойчивых оборотах холостого хода последовательно отключать по одной форсунке.	Неисправные форсунки заменить. Рекомендуется устанавливать форсунку той же группы гидравлического сопротивления, какую имела снятая с двигателя форсунка.

Характерные неисправности двигателя.

Неисправность	Причина	Способ устранения
Двигатель не развивает полной мощности.	Засорены топливные фильтры.	Промыть топливные фильтры.
	Сбился угол начала подачи топлива.	Проверить угол опережения подачи топлива и при необходимости восстановить.
	Недостаточный наддув воздуха в цилиндры двигателя.	Проверить плотность соединения трубопроводов от нагнетателя к выпускным коллекторам.
Двигатель дымит.	Засорен воздухоочиститель.	Обслужить воздухоочиститель.
	Подтекание форсунки (заедает или заедает игла распылителя).	Заменить неисправную форсунку.

Характерные неисправности двигателя.

Неисправность	Причина	Способ устранения
Двигатель стучит.	Дана большая нагрузка без предварительного прогрева двигателя.	Прогреть двигатель или уменьшить нагрузку.
	Неисправные форсунки. Наличие воздуха в системе питания топливом.	Заменить неисправные форсунки. Выпустить воздух из системы.
Двигатель идет в разнос.	Заедание рейки насоса НК-12М. Признак – двигатель развивает обороты больше максимально допустимых.	Сбросить подачу топлива, закрыть топливораспределительный кран и максимально нагрузить двигатель (включить повышенную передачу, затормозить машину). Топливный насос заменить.

Тема № 2. Двигатели внутреннего сгорания.

Занятие №1. «Двигатели внутреннего сгорания».

Задание на самоподготовку:

Изучить:

- классификацию двигателей внутреннего сгорания;
 - общее устройство ДВС и принцип работы;
 - процессы, происходящие в ДВС используя диаграмму фаз
 - газораспределения и индикаторную диаграмму рабочего цикла
 - дизеля с наддувом;
 - назначение общее устройство и работу механизмов двигателя;
 - характерные неисправности и порядок технического обслуживания двигателя танка Т-72.
-

Тема № 2. Двигатели внутреннего сгорания.

Занятие №1. «Двигатели внутреннего сгорания».

Литература:

- 1. Устройство бронетанковой техники. Часть1. Учебное пособие. Омск., изд. ОмГТУ, 2011г., стр. 39-55.**
 - 2. Танк Т-72. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. М., Воениздат, 1989 г., кн. 2, ч.1, стр. 245-260.**
 - 3. Двигатели В-46 и В-46-6. Техническое описание. М. Воениздат, 1983 г., стр. 3-13, 23-64.**
 - 4. Дизель В-84 М (В-84, В-84-1). Техническое описание. М., Воениздат, 1991 г., стр. 4-55.**
 - 5. Бронетанковое вооружение. М., Воениздат, 1991 г., стр. 38-79.**
 - 6. Т-72. Учебное пособие. Омск., изд. ОмГТУ, 2002 г., стр. 15-20.**
-