

## **Урок №9**

**Тема: Отличие узлов и деталей, выявление неисправностей деталей кривошипно-шатунного механизма (практическая работа)**

**Срок сдачи работ до 14.02.2024**

Формируемые умения: определять детали, основные узлы и механизмы в тракторах и автомобилях, регулировать их работу

Цель: изучить устройство головки блок-картера, головки блока, кривошипно-шатунного механизма двигателей, возможные неисправности кривошипно-шатунного механизма и их диагностирование, проведение частичной разборки и сборки двигателя

Оборудование: блок-картер, гильза, цилиндр и головка дизеля с воздушным охлаждением, головка блок-картера, поршень с пальцем, кольцами и шатуном, коленчатый вал, шатунные и коренные вкладыши, демонстрационный щит «Кривошипно-шатунный механизм», съемник и обжимка для поршневых колец, набор щупов, микрометр, плоскогубцы.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ:**

#### **Что такое КШМ и для чего он нужен?**

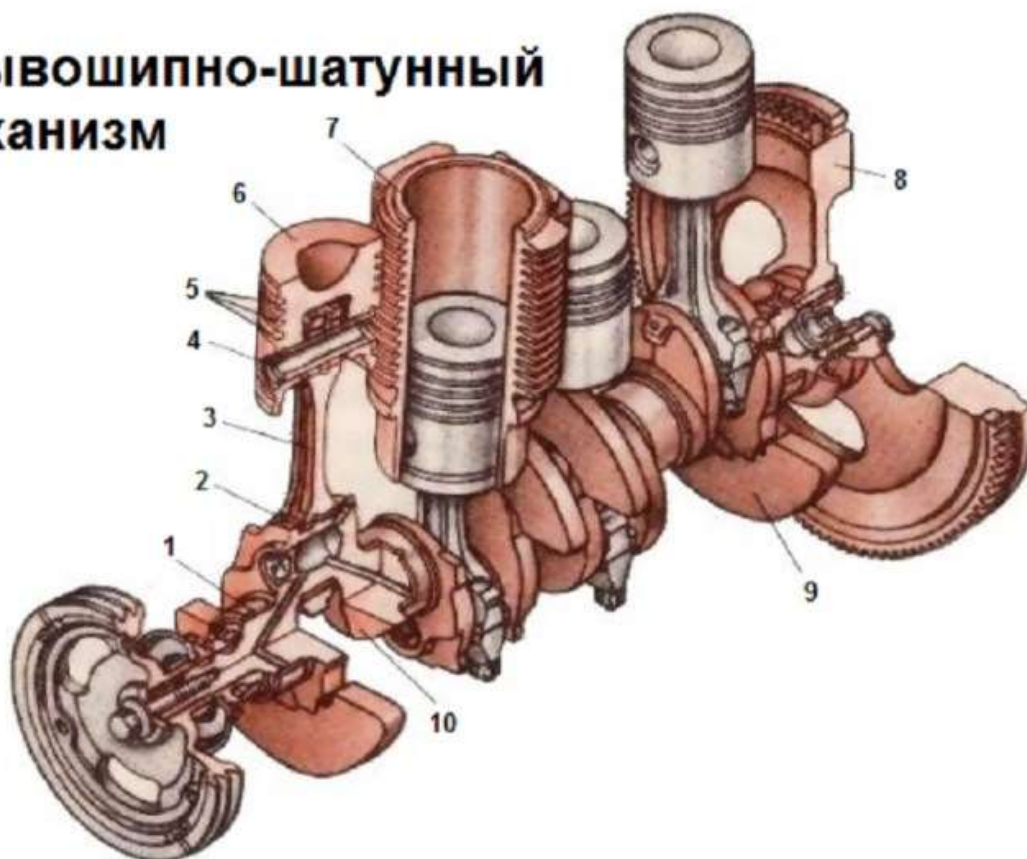
Двигатель в процессе работы должен давать какое-то постоянное движение, и удобней всего, чтобы это было равномерное вращение. Однако силовая часть (цилиндро-поршневая группа, ЦПГ) вырабатывает поступательное движение. Значит, нужно сделать так, чтобы один тип движения преобразовался в другой, причем с наименьшими потерями. Вот для этого и был создан кривошипно-шатунный механизм. По сути, КШМ – это устройство для получения и преобразования энергии и передачи ее дальше, другим узлам, которые уже эту энергию используют.

#### **Устройство КШМ**

Строго говоря, КШМ автомобиля состоит из самого кривошипа, шатунов и поршней. Однако говорить о части, не рассказав о целостной конструкции,

было бы в корне неправильно. Поэтому схема и назначение КШП и смежных элементов будет рассматриваться в комплексе.

## Кривошипно-шатунный механизм



Устройство КШМ: (1 — коренной подшипник на коренной шейке; 2 — шатунный подшипник на шатунной шейке; 3 — шатун; 4 — поршневой палец; 5 — поршневые кольца; 6 — поршень; 7 — цилиндр; 8 — маховик; 9 — противовес; 10 — коленчатый вал.)

1. *Блок цилиндров* – это начало всего движения в моторе. Его составляющие – поршни, цилиндры и гильзы цилиндров, в которых эти поршни движутся;
2. *Шатуны* – это соединительные элементы между поршнями и коленвалом. По сути, шатун представляет собой прочную металлическую перемычку, которая одной стороной крепится к поршню с помощью шатунного пальца, а другой фиксируется на шейке коленвала. Благодаря пальцевому соединению поршень может двигаться относительно цилиндра в одной плоскости. Точно так же шатун охватывает посадочное место коленвала –

шатунную шейку, и это крепление позволяет ему двигаться в той же плоскости, что и соединение с поршнем;

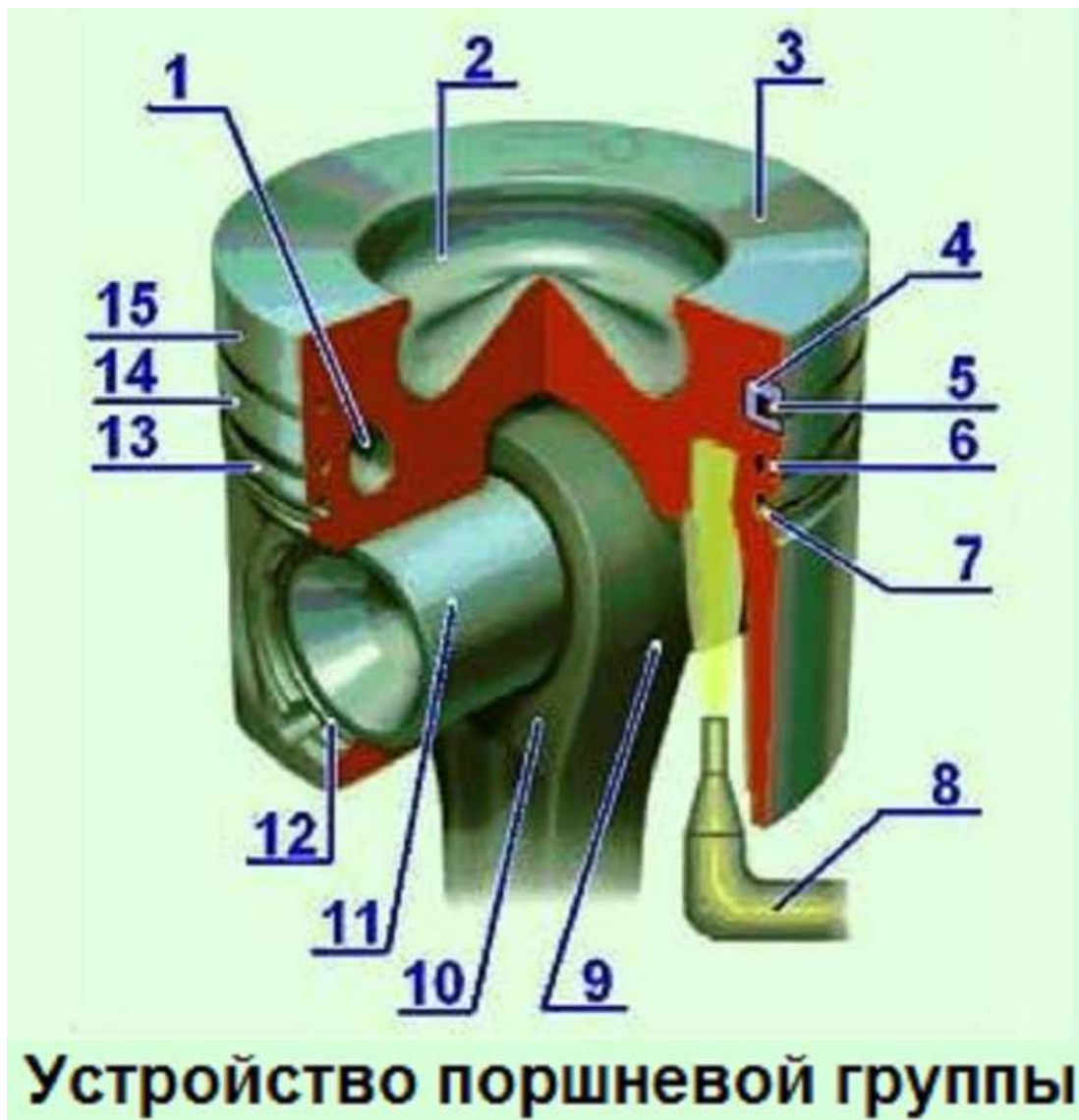
3. *Коленвал* – коленчатый вал вращения, ось которого проходит через носок вала, коренные (опорные) шейки и фланец маховика. А вот шатунные шейки выходят за ось вала, и благодаря этому при его вращении описывают окружность;
4. *Маховик* – обязательный элемент механизма, накапливающий инерцию вращения, благодаря которой двигатель работает ровней и не останавливается в “мертвой точке”.

Эти и другие элементы КШМ можно условно разделить на подвижные, те, что выполняют непосредственную работу, и неподвижные вспомогательные элементы.

### **Подвижная (рабочая) группа КШМ**

Как понятно из названия, к подвижной группе относятся элементы, которые активно задействованы в работе двигателя.

1. *Поршень*. При работе двигателя поршень перемещается в гильзе цилиндра под действием выталкивающей силы при сгорании топлива – с одной стороны, и поворотом коленвала – с другой. Для уплотнения зазора между ним и цилиндром на боковой поверхности поршня находятся поршневые кольца (компрессионные и маслосъемные), которые герметизируют промежуток и препятствуют потере мощности во время сгорания топлива.



## Устройство поршневой группы

Устройство поршневой группы: (1 — масляно-охлаждающий канал; 2 — камера сгорания в днище поршня; 3 — днище поршня; 4 — канавка первого компрессионного кольца; 5 — первое (верхнее) компрессионное кольцо; 6 — второе (нижнее) компрессионное кольцо; 7 — маслосъемное кольцо; 8 — масляная форсунка; 9 — отверстие в головке шатуна для подвода масла к поршневому пальцу; 10 — шатун; 11 — поршневой палец; 12 — стопорное кольцо поршневого пальца; 13 и 14 — перегородки поршневых колец; 15 — жаровой пояс.)

2. *Шатун.* Это соединительный элемент между поршнем и коленвалом. Верхней головкой шатун крепится к поршню с помощью пальца. Нижняя головка имеет съемную часть, так что шатун можно надеть на шейку коленвала. Для уменьшения трения между шейкой коленвала и головкой

шатуну ставятся шатунные вкладыши – подшипники скольжения в виде двух пластин, изогнутых полукругом.



Устройство шатуна

3. *Коленвал.* Это центральная часть двигателя, без которой сложно представить себе его принцип работы. Основной его частью является ось вращения, которая одновременно служит опорой для коленвала в блоке цилиндров. Выступающие за ось вращения элементы предназначены для присоединения к шатунам: когда шатун движется вниз, коленвал позволяет ему описать нижней частью окружность одновременно с движением поршня. Так же, как и в случае с шатунами, опорные шейки коленвала лежат на подшипниках скольжения – вкладышах.

## КОЛЕНВАЛ



Устройство коленвала

4. *Маховик*. Он крепится к фланцу на торцевой части коленвала. Маховик вращается вместе с валом двигателя и частично демпфирует неизбежные в любом ДВС рывковые нагрузки. Но основная задача маховика – раскручивать коленвал (а с ним и цилиндро-поршневую группу), чтобы поршни не замерли в “мертвой точке”. Таким образом, часть мощности двигателя расходуется на поддержку вращения маховика.



## Маховик

1. Ступица
2. Радиальный подшипник
3. Первичный диск
4. Дуговая пружина
5. Фланец
6. Зубчатый венец
7. Вторичный диск
8. Вентиляционное отверстие
9. Уплотнительная мембрана
10. Кольцевая камера, заполненная смазкой

Устройство маховика

## Неподвижная группа КШМ

Неподвижной группой можно назвать внешнюю часть двигателя, в которой находится КШП.

1. *Блок цилиндров.* По сути, это корпус, в котором располагаются непосредственно цилиндры, каналы системы охлаждения, посадочные места распредвала, коленвала и т.д. Он может выполняться из чугуна или алюминиевого сплава, и сегодня производители всё чаще используют алюминий, чтобы облегчить конструкцию. Для этой же цели вместо сплошного литья используются ребра жесткости, которые облегчают конструкцию без потери прочности. На боковых сторонах блока цилиндров располагаются посадочные места для вспомогательных механизмов двигателя.

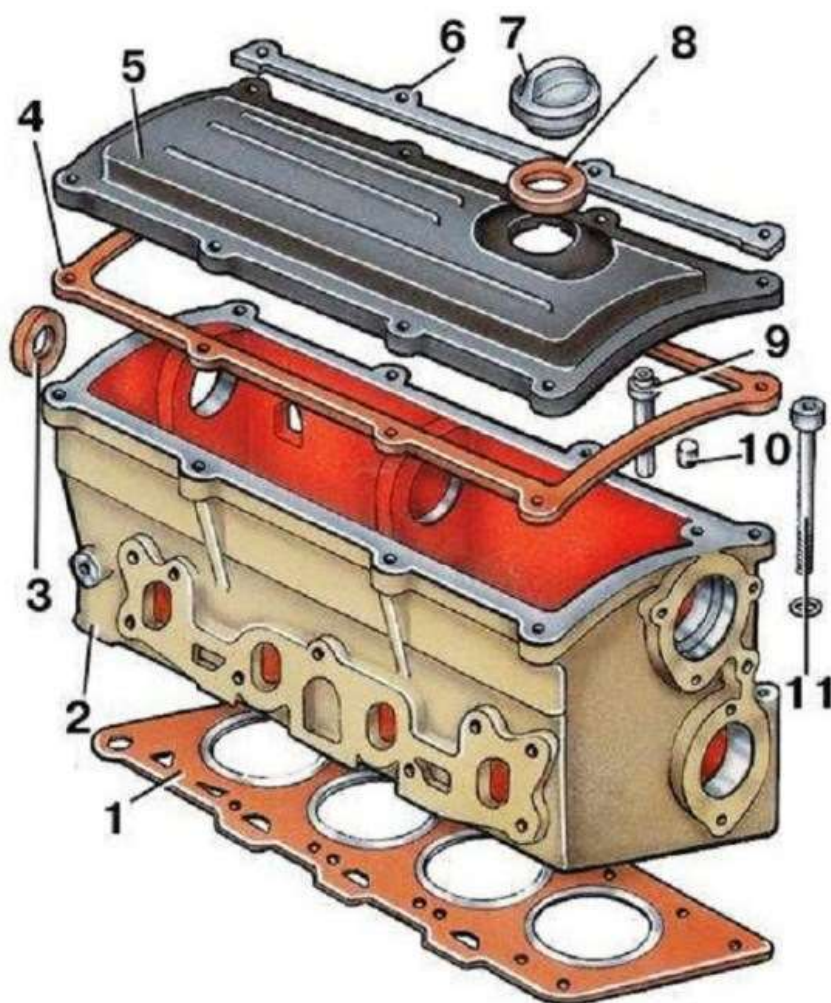


Блок цилиндров

2. *Головка блока цилиндров (ГБЦ).* Устанавливается на блок цилиндров и закрывает его сверху. В ГБЦ предусмотрены отверстия для клапанов,

впускного и выпускного коллекторов, крепления распредвала (одного или больше), крепления для других элементов двигателя. К ГБЦ, снизу, крепится *прокладка* (1) — пластина, которая герметизирует стык между блоком цилиндров и ГБЦ. В ней предусмотрены отверстия для цилиндров и крепежных болтов. А сверху — *клапанная крышка* (5), — ею закрывается ГБЦ сверху, когда двигатель собран и готов к запуску. Прокладка клапанной крышки. Это тонкая пластина, которая укладывается по периметру ГБЦ и герметизирует стык.

## Устройство ГБЦ



Устройство ГБЦ: (1 — прокладка ГБЦ; 2 — ГБЦ; 3 — сальник; 4 — прокладка крышки ГБЦ; 5 — крышка клапанная; 6- прижимная пластина; 7 — пробка маслозаливной горловины; 8 — прокладка пробки; 9 — направляющая втулка клапана; 10 — установочная втулка; 11 — болт крепления головки блока.)



## Принцип работы КШМ

Работа механизма двигателя основана на энергии расширения при сгорании топливно-воздушной смеси. Именно эти “микровзрывы” являются движущей силой, которую кривошипно-шатунный механизм переводит в удобную форму. На видео, ниже, подробно описанный принцип работы КШМ в 3D анимации.

Принцип работы КШМ:

1. В цилиндрах двигателя сгорает распыленное и смешанное с воздухом топливо. Такая дисперсия предполагает не медленное горение, а мгновенное, благодаря чему воздух в цилиндре резко расширяется.
2. Поршень, который в момент начала горения топлива находится в верхней точке, резко опускается вниз. Это прямолинейное движение поршня в цилиндре.
3. Шатун соединен с поршнем и коленвалом так, что может двигаться (отклоняться) в одной плоскости. Поршень толкает шатун, который надет на шейку коленвала. Благодаря подвижному соединению, импульс от поршня через шатун передается на коленвал по касательной, то есть вал делает поворот.
4. Поскольку все поршни по очереди толкают коленвал по тому же принципу, их возвратно-поступательное движение переходит во вращение коленвала.
5. Маховик добавляет импульс вращения, когда поршень находится в «мертвых» точках.

Интересно, что для старта двигателя нужно сначала раскрутить маховик. Для этой цели нужен стартер, который сцепляется с зубчатым венцом маховика и раскручивает его, пока мотор не заведется. Закон сохранения энергии в действии.

Остальные элементы двигателя: клапаны, распредвалы, толкатели, система охлаждения, система смазки, ГРМ и прочие – необходимые детали и узлы для обеспечения работы КШМ.

### **Основные неисправности**

Учитывая нагрузки, как механические, так и химические, и температурные, кривошипно-шатунный механизм подвержен различным проблемам. Избежать неприятностей с КШП (а значит, и с двигателем) помогает грамотное обслуживание, но всё равно от поломок никто не застрахован.

### **Стук в двигателе**

Один из самых страшных звуков, когда в моторе вдруг появляется странный стук и прочие посторонние шумы. Это всегда признак проблем: если что-то начало стучать, значит, с ним проблема. Поскольку в двигателе элементы подогнаны с микронной точностью, стук свидетельствует об износе. Придется разбирать двигатель, смотреть, что стучало, и менять изношенную деталь.

Основной причиной износа чаще всего становится некачественное ТО двигателя. Моторное масло имеет свой ресурс, и его регулярная замена архиважна. То же относится и к фильтрам. Твердые частички, даже мельчайшие, постепенно изнашивают тонко пригнанные детали, образуют задиры и выработку.

Стук может говорить и об износе подшипников (вкладышей). Они также страдают от недостатка смазки, поскольку именно на вкладыши приходится огромная нагрузка.

### **Снижение мощности**

Потеря мощности двигателя может говорить о залегании поршневых колец. В этом случае кольца не выполняют свою функцию, в камере сгорания остается

моторное масло, а продукты сгорания прорываются в двигатель. Прорыв газов говорит и о пустой растрате энергии, и это чувствует автовладелец как снижение динамических характеристик. Продолжительная работа в такой ситуации может только ухудшить состояние двигателя и довести стандартную, в общем-то, проблему до капремонта двигателя.

Проверить состояние мотора можно самостоятельно, измерив компрессию в цилиндрах. Если она ниже нормативной для данной модификации двигателя, значит, предстоит ремонт двигателя.

### **Повышенный расход масла**

Если двигатель начал “жрать” масло, это явный признак залегания поршневых колец или других проблем с цилиндро-поршневой группой. Масло сгорает вместе с топливом, из выхлопной трубы идет черный дым, температура в камере сгорания превышает расчетную, и это не добавляет двигателю здоровья. В некоторых случаях может помочь очистка без демонтажа двигателя, но в большинстве случаев предстоит разборка и дефектовка двигателя.

### **Нагар**

Отложения на поршнях, клапанах и свечах зажигания говорят о том, что с двигателем есть проблема. Если топливо не сгорает полностью, нужно искать причину неисправности и устранять ее. В противном случае мотору грозит перегрев из-за ухудшения теплопроводности поверхностей со слоем нагара.

### **Белый дым из выхлопной трубы**

Появляется, когда в камеру сгорания попадает антифриз. Причиной чаще всего бывает износ прокладки ГБЦ или микротрещины в рубашке охлаждения двигателя, и для устранения проблемы необходима ее замена.

Медлить в этой ситуации нежелательно: маленькая протечка может обернуться гидроударом. Камера сгорания наполняется жидкостью, поршень движется вверх, но жидкость, в отличие от воздуха, не сжимается, и получается эффект удара о твёрдую поверхность. Последствия такой катастрофы могут быть любые, вплоть до “кулака дружбы” и продажи машины на запчасти.

## **Заключение**

Несмотря на высокие нагрузки, критические условия работы и даже небрежность владельцев, кривошипно-шатунный механизм отличается завидной живучестью. Вывести его из строя можно неправильным обслуживанием, нештатными нагрузками, поломкой смежных элементов. Да, двигатель почти всегда можно починить, но эта услуга обойдётся в разы дороже, чем просто грамотное регулярное ТО. Недаром же есть двигатели “миллионники”, которые способны служить десятилетиями, не доставляя проблем владельцу машины.

## **ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ:**

Уяснить назначение основных частей кривошипно-шатунного механизма:

- конструкция гильз;
- конструкция головки цилиндров;
- конструкция поршней;
- конструкция поршневых колец;
- конструкция маслосъёмных колец;
- конструкция поршневого пальца;
- конструкция шатуна;
- конструкция коленчатого вала.

## **ОТЧЕТ О ВЫПОЛНЕННОЙ РАБОТЕ:**

1. Заполнить таблицу:

Основные детали кривошипно-шатунного механизма	Материал	Марка
Блок-картер и т.д.	чугун	СЧ 18-36

2. Результаты измерений записать в таблицу:

Место измерения зазора	Допустимый зазор, мм	Действительный зазор, мм	Годность к эксплуатации поршня, кольца, гильзы

3. Сделать вывод о возможности дальнейшей эксплуатации поршня, компрессионного кольца, гильзы и коленчатого вала:

---



---



---



---