

# КШМ

(КРИВОШИПНО-ШАТУННЫЙ  
МЕХАНИЗМ)

На сегодняшний день  
КШМ является самым  
популярным  
механизмом для  
преобразования одного  
движения в другое.



# НАЗНАЧЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА

Кривошипно-шатунным называется механизм, осуществляющий рабочий процесс двигателя.

Кривошипно-шатунный механизм предназначен для преобразования возвратно-поступательного движения поршней во вращательное движение коленчатого вала.

Кривошипно-шатунный механизм определяет тип двигателя по расположению цилиндров.

В двигателях автомобилей применяются различные кривошипно-шатунные механизмы

**Однорядные** кривошипно-шатунные механизмы с **вертикальным** перемещением поршней и с перемещением поршней **под углом** применяются в рядных двигателях; **двухрядные** кривошипно-шатунные механизмы с перемещением поршней **под углом** применяются в V-образных двигателях; одно- и двухрядные кривошипно-шатунные механизмы с **горизонтальным** перемещением поршней находят применение в тех случаях, когда ограничены габаритные размеры двигателя по высоте.

# КОНСТРУКЦИЯ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА

Основные элементы механизма делятся на две группы:

1. Подвижные;
2. Неподвижные.

Подвижные элементы – это поршни, поршневые кольца, пальцы, коленвал с маховиком и шатун. Все элементы поршней – это поршневая группа.

Неподвижные элементы – это соединительные детали, блок цилиндра и его головка, а также поддон и картер с подшипниками коленчатого вала.

Разберем каждый подвижный элемент более подробно...



# ПОРШЕНЬ

Поршень – элемент КШМ, изменяющий давление газа. Такие изменения осуществляются путем его возвратно-поступательного движения.

Внешне поршень выполнен в форме цилиндра, изготовленного из алюминиевого сплава. Основные детали поршня – днище, юбка и головка. Каждая деталь выполняет свою функцию. Днище имеет камеру сгорания.



В головке находятся специальные нарезные канавки, в которых располагаются поршневые кольца (минимум 2 - компрессионное и маслосъёмное). Основное предназначение колец – защита картера двигателя от газов и удаление излишек масла со стенок цилиндра. Юбка внутри себя имеет поршневой палец, который размещается в этом элементе механизма за счет специальных бобышек.

В юбке находятся две бобышки для размещения поршня с шатуном пальца.





# ПОРШНЕВЫЕ ПАЛЬЦЫ

Поршневые пальцы - оси, которые крепят поршень к шатуну, сам палец закрепляется стопорными кольцами (незамкнутыми) с обоих концов.

## Элементы поршней



Днище поршня с керамическим покрытием

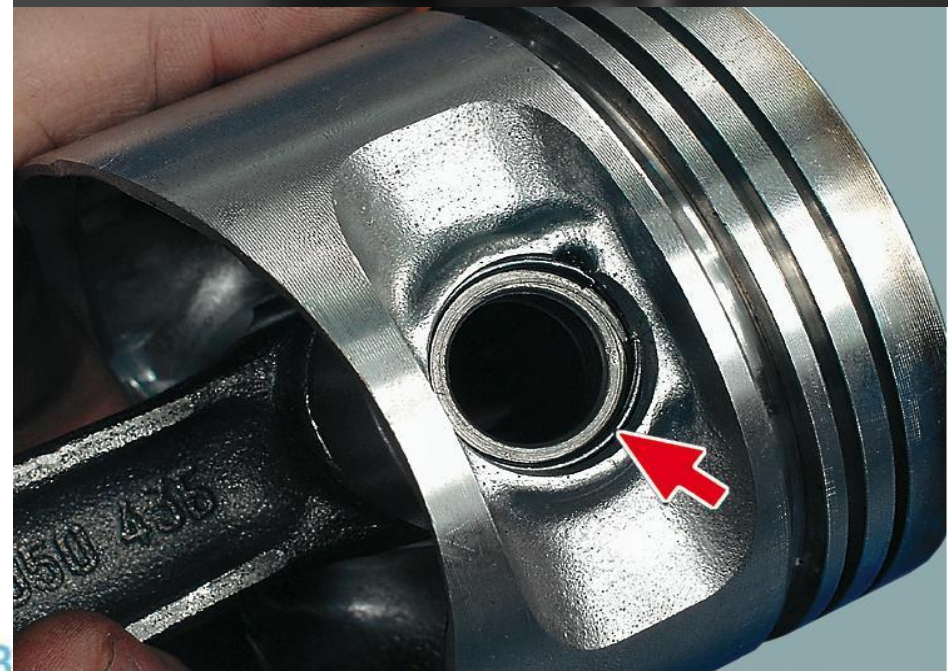
Канавка верхнего компрессионного кольца с упрочняющей термовставкой

Канавка нижнего компрессионного кольца

Канавка маслоъемного кольца с отверстиями для отвода масла

Бобышки поршневого пальца

Юбка поршня



# ШАТУН

Шатун – главный элемент кривошипно-шатунного механизма для передачи поршневого усилия к коленвалу. Данная деталь может быть кованой из стали или титана.

По конструкции шатун состоит из стержня с двутавровым сечением, а также головок (верхней и нижней). Верхняя головка, как и юбка имеет бобышки, в которых находится поршневой палец, а нижняя разборная головка обеспечивает высокую точность соединения деталей.



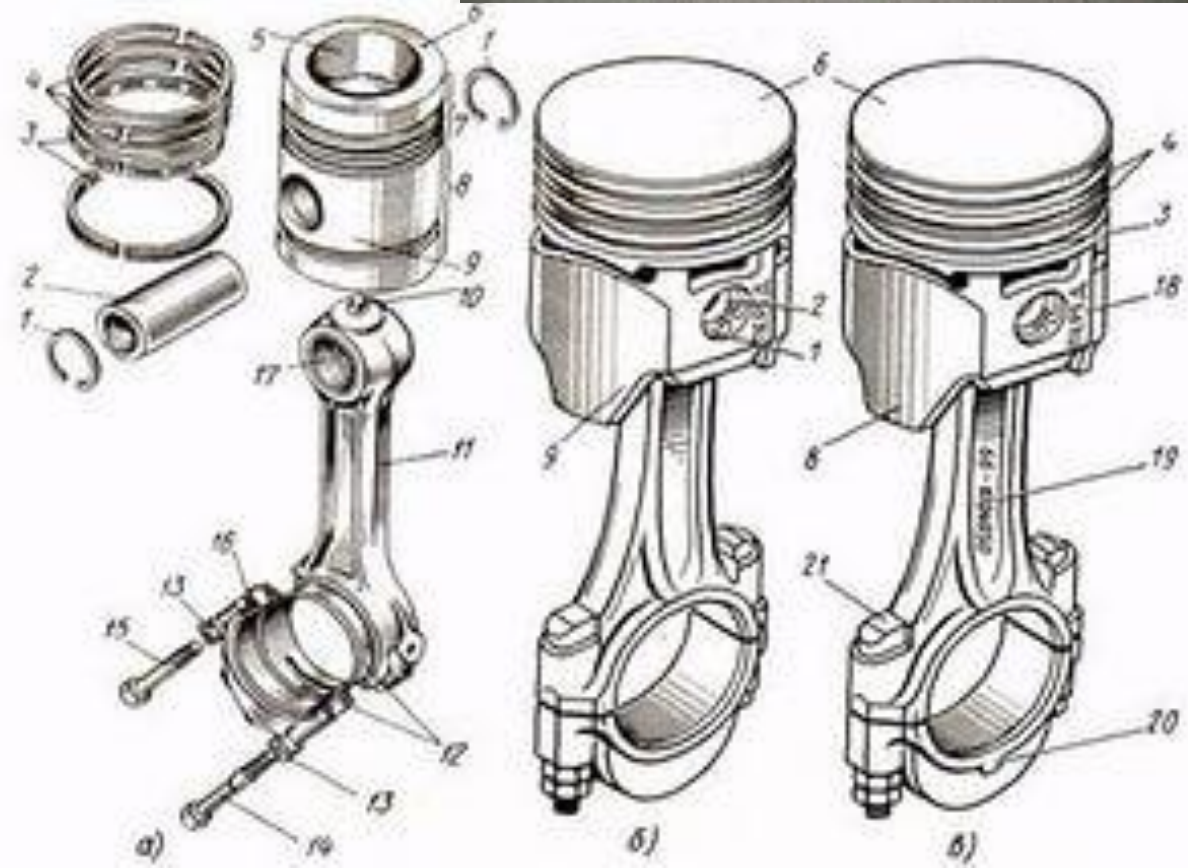


# Шатунно-поршневая группа



## Анализ конструкции ДВС: Кривошипно-шатунный механизм. Поршневая группа

- а - Поршневая группа;  
б - Расположение поршневых колец на поршне;
- 1.Верхнее компрессионное кольцо;
  - 2.Нижнее поршневое кольцо;
  - 3.Кольцевой диск;
  - 4.Осевой расширитель;
  - 5.Радиальный расширитель;
  - 6 и 7.Маслосъемные поршневые кольца;
  - 8.Поршень ГАЗ 31029;
  - 9.Поршень В-2;
  - 10.Заглушка;
  - 11.Поршневой палец;
  - 12.Спорное кольцо;
  - 13.Втулка;
  - 14.Вкладыш шатуна;
  - 15.Шатун;
  - 16.Нижняя крышка шатуна;
  - 17.Шатунный болт.





# КОЛЕНВАЛ(КОЛЕНЧАТЫЙ ВАЛ)

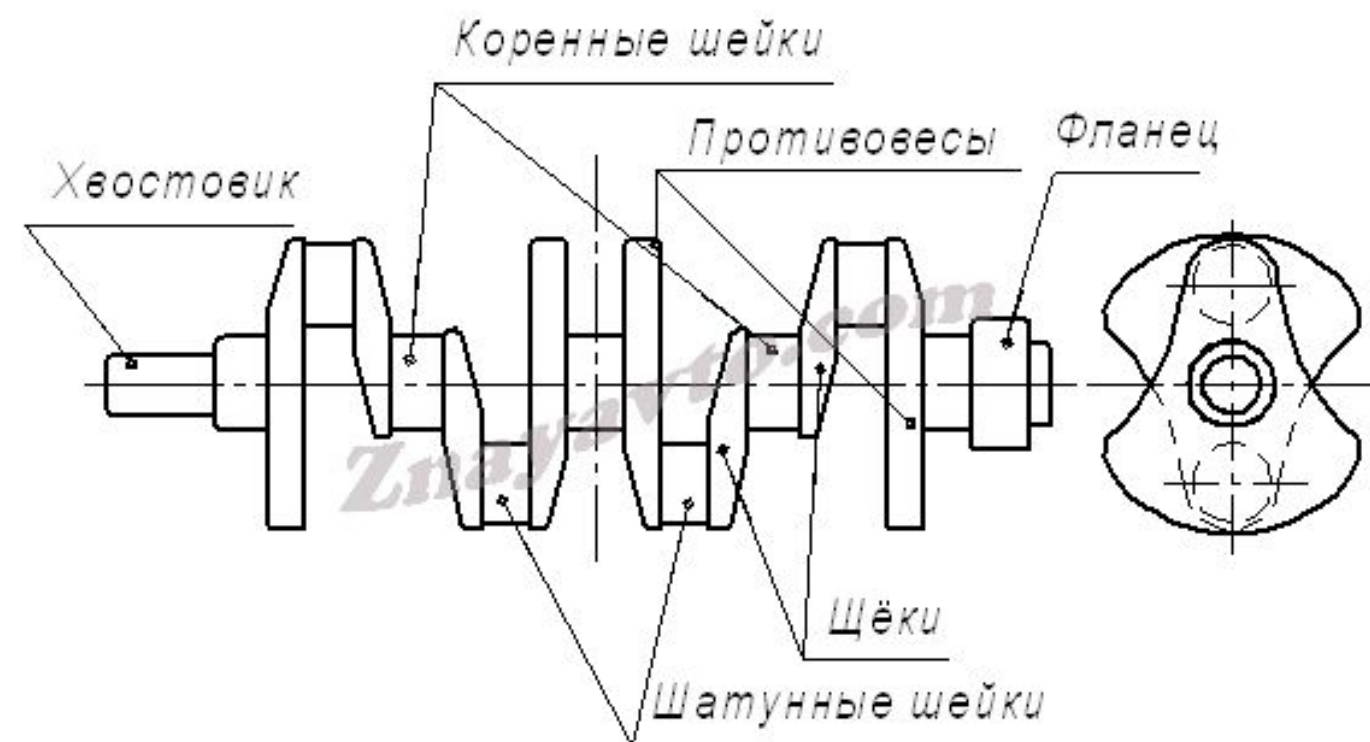
Коленчатый вал – элемент для восприятия усилий от шатуна, в дальнейшем преобразующий эти усилия в крутящий момент. Чаще всего его изготавливают из чугуна или стали. Состоит он из корневых и шатунных шеек. Шейки соединяются специальными щеками. Их основной рабочий процесс происходит непосредственно в подшипниках скольжения. Щеки и шейки имеют специальные отверстия, предназначенные для подачи масла.



# УСТРОЙСТВО КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА

Коленчатый вал – это важная часть ДВС, потому как он преобразует возвратно-поступательные движения поршней в крутящий момент. Устройство коленчатого вала следующее: щёки, шатунные и коренные шейки, противовесы, хвостовик, фланец.

Коленчатый вал рядного четырёхцилиндрового двигателя





# ЭЛЕМЕНТЫ КОЛЕНВАЛА

Коренная шейка - опора вала, лежащая в коренном подшипнике, размещённом в картере двигателя.

Шатунная шейка - опора, при помощи которой вал связывается с шатунами (для смазки шатунных подшипников имеются масляные каналы).

Щёки - связывают коренные и шатунные шейки.

Передняя выходная часть вала (носок) - часть вала на которой крепится зубчатое колесо или шкив отбора мощности для привода газораспределительного механизма (ГРМ) и различных вспомогательных узлов, систем и агрегатов.

Задняя выходная часть вала (хвостовик) - часть вала соединяющаяся с маховиком или массивной шестернёй отбора основной части мощности.

Противовесы - обеспечивают разгрузку коренных подшипников от центробежных сил инерции первого порядка неуравновешенных масс кривошипа и нижней части шатуна.

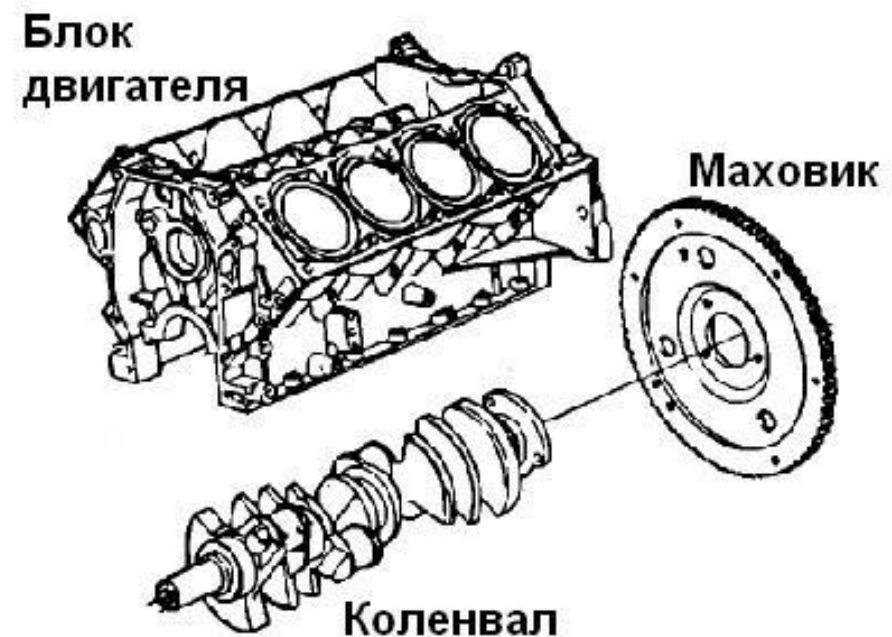
# МАХОВИК



Маховик (маховое колесо) — массивное вращающееся колесо, использующееся в качестве накопителя (инерционный аккумулятор) кинетической энергии.

Маховик относится сразу к нескольким системам двигателя и выполняет в них следующие функции:

- снижение неравномерности вращения коленчатого вала (маховик - конструктивный элемент кривошипно-шатунного механизма);
- передача крутящего момента от двигателя к коробке передач (маховик — ведущий диск сцепления);
- передача крутящего момента от стартера на коленчатый вал двигателя (маховик — ведомая шестерня редуктора системы запуска).





# КОНСТРУКЦИЯ МАХОВИКА

## Маховики разных конструкций

По конструкции все маховики можно разделить на три группы: сплошные, двухмассовые и облегченные.

В автомобилях чаще всего применяется сплошной маховик, который представляет собой чугунный диск со стальным зубчатым венцом на внешней поверхности. Именно он и поворачивает коленчатый вал при запуске стартера.

Маховик, применяющийся в автомобилях с АКПП упрощен до предела. По сути, его функция - служить шестерней, которую крутит бендикс стартера во время запуска двигателя. (Бендикс – народное название обгонной муфты, состоящей из шестерни и механического устройства, защищающего стартер от ударов зубьев раскрутившегося маховика.)

Еще одна система, которая широко применяется в автомобилях, - это двухмассовый (или демпферный) маховик, который служит не только для гашения вибрации, но и для борьбы с крутильными колебаниями коленвала.

Наконец, облегченный маховик – это прерогатива тюнингованных автомобилей и автомобилей с АКПП. Уже из его названия понятно, что основное достоинство такого маховика – сниженный вес. Масса маховика перераспределяется к краям диска, за счет чего он становится легче, в среднем, на 1,5 кг, за счет чего уменьшается инерция. Отдача двигателя при этом повышается примерно на 5%. В случае автомобилей с АКПП применение облегченного маховика обосновано тем, что часть веса добавляют присоединенные к нему вращающиеся детали, и, прежде всего, гидротрансформатор.

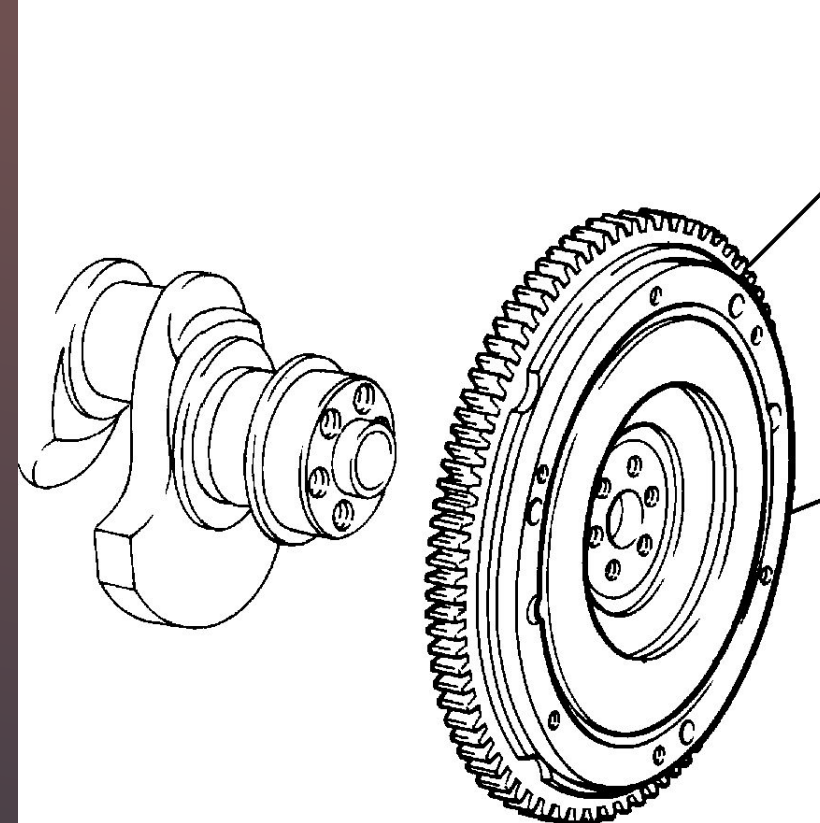


Бендикс, или обгонная муфта.

## Устройство двухмассового маховика

На устройстве двухмассового (демпферного) маховика стоит остановиться поподробнее. Такой маховик представляет собой два соединенных диска, между которыми находится пружинно-демпферное устройство. Пружина принимает на себя все вибрации и позволяет избавиться трансмиссию от ненужных крутильных колебаний.

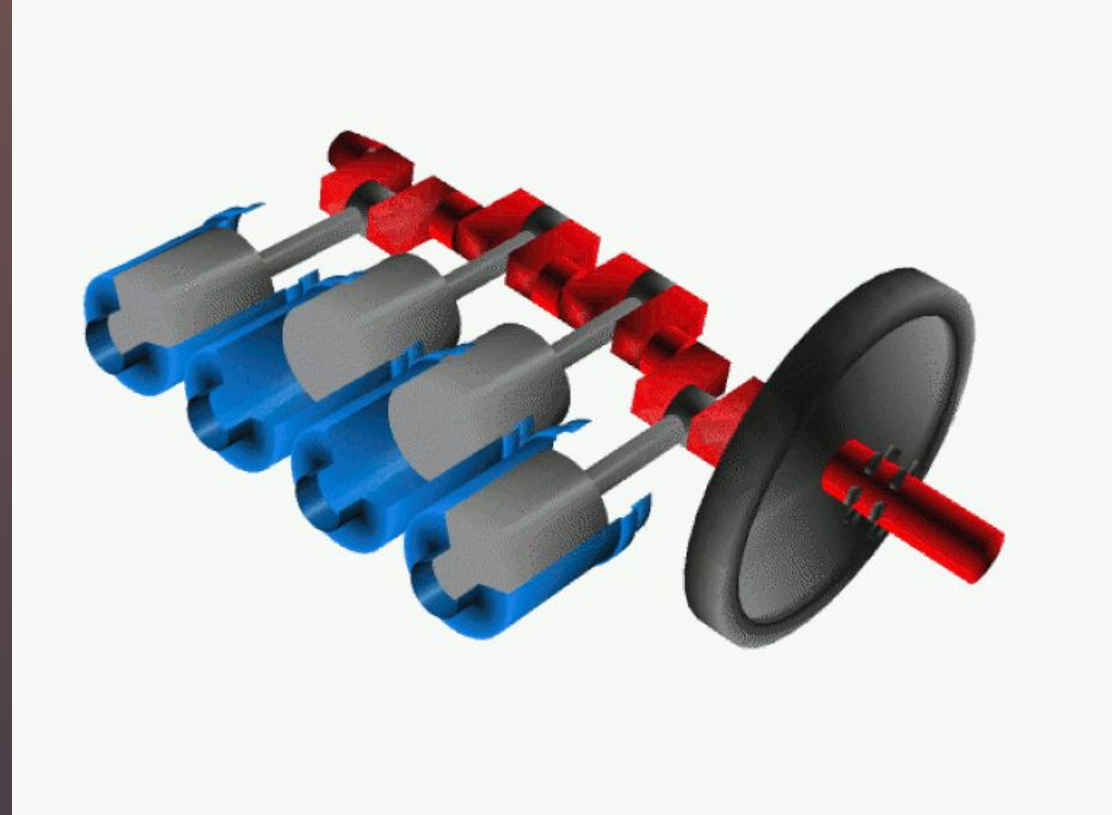
Двухмассовый маховик позволяет гасить вибрации и колебания, возникающие при вращении коленвала, снижать уровень шумов, уменьшать износ синхронизаторов, а также защищать трансмиссии от перегрузки. Кроме того, применение двухмассового маховика облегчает переключение передач. При этом из-за активной работы двухмассового маховика быстрее изнашивается пружинно-демпферная система, вследствие чего ее основной элемент, дуговая пружина, может выйти из строя и потребовать ремонта. Это и есть основной недостаток демпферного маховика, который не позволяет применять его на всех современных двигателях.





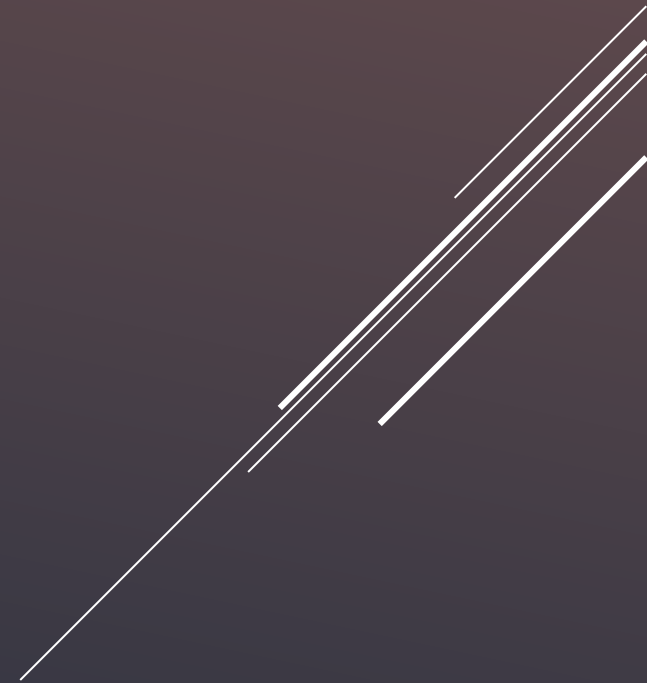
# ВЫВОД

Как видно кривошипно-шатунный механизм — главный механизм двигателя, от работы которого зависит исправность автомобиля. Поэтому за данным узлом нужно всегда следить и при любых признаках неисправности устранять ее как можно быстрее, так как результатом поломок КШМ может стать полный выход из строя двигателя, ремонт которого сильно отразится на личном бюджете.



# ЭКСПЛУАТАЦИЯ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА ДВИГАТЕЛЯ

Правильная эксплуатация двигателя крайне необходима, так как его ремонт достаточно трудоемкий и дорогостоящий процесс. И к кривошипно-шатунному механизму это относится в первую очередь.



# ОСНОВНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА

- Стуки в двигателе могут возникнуть по причине износа поршневых пальцев, шатунных и коренных подшипников. Для устранения неисправности необходимо заменить изношенные детали.
- Повышенная дымность выхлопных газов и (или) падение компрессии (давление в конце такта сжатия) случается из-за износа поршневых колец, поршней, цилиндров, залегания поршневых колец в канавках поршней. Для устранения неисправности следует заменить изношенные детали.



# ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ДАННЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

- выработка установленного ресурса двигателя;
- нарушение правил эксплуатации двигателя (использование некачественного масла, увеличение сроков технического обслуживания, длительное использование автомобиля под нагрузкой и др.)

глухой стук в нижней части блока цилиндров (усиливается при увеличении оборотов и нагрузки);  
снижение давления масла (горит сигнальная лампа)

износ коренных подшипников

плавающий глухой стук в средней части блока цилиндров (усиливается при увеличении оборотов и нагрузки,  
пропадает при отключении соответствующей свечи зажигания);  
снижение давления масла (горит сигнальная лампа)

износ шатунных подшипников

звонкий стук (стук глиняной посуды) на холодном двигателе (исчезает при прогреве);  
синий дым отработавших газов

износ поршней и цилиндров

звонкий стук в верхней части блока цилиндров на всех режимах работы двигателя (усиливается при  
увеличении оборотов и нагрузки, пропадает при отключении соответствующей свечи зажигания)

износ поршневых пальцев

# МЕТОДЫ УСТРАНЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

При значительных изнашиваниях и поломках детали кривошипно-шатунного механизма восстанавливают или заменяют. Эти работы, как правило, выполняют, отправляя двигатель в централизованный ремонт.

Закоксовывание поршневых колец в канавках можно устранить без разборки двигателя. Для этого в конце рабочего дня, пока двигатель не остыл, в каждый цилиндр через отверстие для свечи зажигания заливают по 20 г смеси равных частей денатурированного спирта и керосина. Утром двигатель пускают и после его работы в течение 10...15 мин на холостом ходу останавливают и заменяют масло.

Для удаления нагара на днищах поршней и камере сгорания снимают с двигателя головку цилиндров. Слив охлаждающую жидкость, снимают узлы и приборы, укрепленные на головке цилиндров, а у V-образных двигателей, кроме того, все приборы с впускного трубопровода и сам трубопровод, отсоединяют трубки, шланги, тяги и провода высокого напряжения. Вывернув болты крепления, снимают ось коромысел и вынимают штанги толкателей, а затем, отвернув гайки, осторожно, стараясь не повредить прокладки, снимают головку цилиндров. Для отделения прокладки от блока или головки цилиндров пользуются тупым ножом или широкой тонкой металлической полосой.

Нагар удаляют скребками из мягкого материала (меди, дерева или текстолита), стараясь не повредить днище поршней или стенки камеры сгорания. Соседние цилиндры закрывают чистой ветошью. Для размягчения и облегчения снятия нагара на него предварительно кладут ветошь, смоченную в керосине или дизельном топливе.



# ТЕХ. ТРЕБОВАНИЯ К ОБСЛУЖИВАНИЮ НЕКОТОРЫХ ДЕТАЛЕЙ КШМ-А, ПРИ ИХ ИЗНОСЕ(ПРИМЕРЫ)

1. Коренные шейки шлифуют до ближайшего ремонтного размера. Разница диаметров одноименных шеек вала допускается не более 0,02мм. Овальность и конусность коренных шеек после ремонта не должны превышать 0,015мм.
2. Шатунные шейки шлифуют до ближайшего ремонтного размера с интервалом не более 0,25мм. овальность и конусност без ремонта допускается не более 0,06мм.
3. Биение торца фланца коленчатого вала, прилегающего к маховику, после проточки должно быть не более 0.04мм.(износ фланца под маховик)
4. При прогибе вала. После правки коленчатого вала отклонение от прямолинейности должно быть не более 0,5мм.

# ВЫВОД

Итак, кривошипно –шатунный механизм безусловно считается важным элементом двигателя, и данный механизм всегда испытывает большие нагрузки, для того, что бы поддерживать работоспособность и исправность его составляющих, надо своевременно проводить его диагностику и техническое обслуживание(например, использование нужных горюче – смазочных материалов, их своевременная смена).Нельзя нарушать правила эксплуатации заданные ему при конструировании.

# ИСТОРИЯ КРИВОШИПНО – ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА

Кривошипно-шатунный механизм был придуман задолго до первых автомобилей. Он использовался еще в восемнадцатом веке в конструкции штамповочных прессов, швейных машинок, приводов колесной пары паровозов и многих других механизмов.

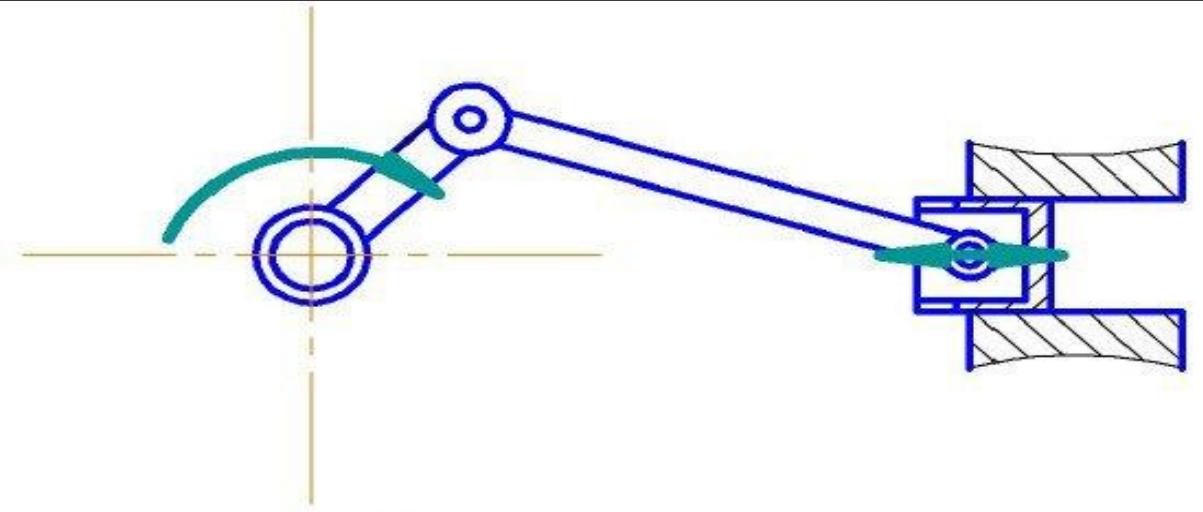
Вопрос преобразования энергии движущихся поршней во вращение колес стоял с самого момента появления двигателя внутреннего сгорания. По аналогии с существовавшими уже паровыми двигателями, инженеры, занимавшиеся его конструированием, решили применить для этих целей кривошипно-шатунный механизм. В современных поршневых двигателях модернизировано очень многое, но КШМ по-прежнему актуален и остается единственно возможной конструкцией.





uSamodelkino.ru

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!!!**



Ted T. Cecala  
Chairman and CEO  
Wilmington Trust