

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра "Тракторы, автомобили  
и энергетические установки"**

# **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**

**К лабораторной работе №2**

## **ПОДВИЖНЫЕ ДЕТАЛИ КРИВОШИПНО- ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

**(Для студентов 2-го курса ИМиТС)**

**Курс: ТРАКТОРЫ И АВТОМОБИЛИ**

**Раздел: КОНСТРУКЦИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО  
СГОРАНИЯ ТРАКТОРОВ И ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ  
(СИЛОВЫЕ АГРЕГАТЫ)**

**КАЗАНЬ – 2020**

УДК 629. 3+629.33  
ББК 22.317

Составители: К.А.Хафизов, профессор кафедры «Тракторы, автомобили и энергетические установки»;  
Р.Н.Хафизов, доцент кафедры «Тракторы, автомобили и энергетические установки»;  
А.А.Нурмиев, ст. преподаватель кафедры «Тракторы, автомобили и энергетические установки»;  
С.А. Синицкий, доцент кафедры «Тракторы, автомобили и энергетические установки».

Рецензенты: профессор кафедры автомобильных двигателей и сервиса КГТУ-КАИ, д.т.н. Абдуллин А.Л.;  
профессор кафедры эксплуатации и ремонта машин КазГАУ, д.т.н. И.Г.Галиев.

Печатается по решению методической комиссии ИМ и ТС (протокол №7 от 29.03.2020 г), кафедры тракторы, автомобили и энергетические установки (протокол №6 от 6.02.2020 г.).

Подвижные детали кривошипно-шатунного механизма двигателей внутреннего сгорания: Учебно - методическое пособие для выполнения лабораторных и самостоятельных работ студентами очного и заочного обучения направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» и 43.04.44 «Профессиональное обучение» / К.А.Хафизов, Р.Н.Хафизов, А.А.Нурмиев, С.А.Синицкий. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – 44 с.

Учебно - методическое пособие для выполнения лабораторных и самостоятельных работ студентами очного и заочного обучения направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» и 43.04.44 «Профессиональное обучение», способствует формированию общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций. Содержат сведения для выполнения лабораторных работ по конструкции двигателей автомобилей и тракторов, а также задания для самостоятельной работы.

УДК 629. 3+629.33  
ББК 22.317

© Казанский государственный аграрный университет, 2020 г.  
© К.А.Хафизов, Р.Н.Хафизов, А.А.Нурмиев, С.А. Синицкий.

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	<b>МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ .....</b>	4
2.	<b>ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ПОДВИЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА РАЗЛИЧНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....</b>	5
2.1	Двигатель КАМАЗ – 740.10 - 50 .....	5
2.2	Двигатель ММЗ – Д-240, 245, 260 .....	16
2.3	Двигатель ЗМЗ – 513 .....	24
2.4	КШМ грузовых автомобилей. Поршневая группа и шатуны .....	31
2.5		
3	<b>ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ КРИВОШИПНО – ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА. ИХ ПРИЧИНЫ И СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ .....</b>	38

# 1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

**Тема.** Подвижные детали кривошипно-шатунного механизма.

**Цель работы.** Изучить устройство поршней, колец, пальцев, шатунов, коленчатых валов, вкладышей, маховика двигателей Д-240, 245, ЗМЗ-513, КАМАЗ-740.50, особенности двигателей СМД-62, А-01М, А-41, Д-144, ЗИЛ-130, ЯМЗ-236/240, Д-260.

**Оборудование.** Разрезы указанных двигателей, отдельные детали данных двигателей на стенде.

**Порядок изучения.** Пользуясь методическим пособием, плакатами, разрезами двигателей изучить особенности устройства деталей КШМ, способы их соединения между собой, метки на деталях, порядок подбора деталей при сборке. Разобраться, как фиксируются коленчатые валы от осевого перемещения, какие метки имеются на маховике и как маховик соединяется с коленчатым валом.

## **Контрольные вопросы:**

1. Назначение КШМ.
2. Основные детали КШМ.
3. Метки на деталях КШМ и правильный их подбор и сборка.
4. Назначение маховика.
5. Устройства для уравнивания двигателей КАМАЗ-740, Д-240, А-41. Какие силы уравниваются.
6. Порядок установки компрессионных и маслосъемных колец на поршень двигателя на примере ЗМЗ-513.
7. Усилие затяжки болтов крышек коренных и шатунных подшипников.
8. Назначение устройство и работа гасителя крутильных колебаний коленчатого вала КАМАЗ-740.50, Д-260

**Самостоятельная работа.** Задание приведено в рабочей тетради.

## 2 ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ПОДВИЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА РАЗЛИЧНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

### КРИВОШИПНО-ШАТУННЫЙ МЕХАНИЗМ ДИЗЕЛЕЙ КАМАЗ

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

Все детали кривошипно-шатунного механизма размещаются в блоке-картере.

Кинематика кривошипно-шатунного механизма определяется его основными размерами, в частности радиусом кривошипа.

Основные детали кривошипно-шатунного механизма - поршни с поршневыми кольцами и пальцами, шатуны, коленчатый вал и маховик.

**Коленчатый вал** изготовлен из высококачественной стали и имеет пять коренных и четыре шатунные шейки, связанные щеками и сопряженные переходными галтелями. Для равномерного чередования рабочих ходов шатунные шейки коленчатого вала расположены под углом  $90^\circ$ .

К каждой шатунной шейке присоединяются два **шатуна** - один для правого и один для левого рядов цилиндров.

Упрочнение коленчатого вала производится азотированием на глубину 0,5...0,7 мм, твердость упрочненного слоя не менее 600 HV. Подвод масла к шатунным шейкам производится через отверстия в коренных шейках 8 и отверстия 7 (рис.1), не пересекающиеся с облегчающими отверстиями 6 в шатунных шейках.

Для уравнивания сил инерции и уменьшения вибраций коленчатый вал имеет шесть противовесов, отштампованных заодно со щеками коленчатого вала. Кроме основных противовесов, имеется дополнительный съемный противовес 1, напрессованный на вал, его угловое положение относительно коленчатого вала определяется шпонкой 5. Для обеспечения требуемого дисбаланса, на маховике выполняется выборка 6 (рисунок 5). На хвостовике коленчатого вала выполнена шейка 9 (рис.3), по которой центрируется шестерня коленчатого вала 8 и маховик 1 (рис.3). На заднем торце коленчатого вала выполнено десять резьбовых отверстий M16x1,5-6H для крепления шестерни коленчатого вала и маховика, на переднем торце выполнено восемь резьбовых отверстий M12x1,25-6H для крепления гасителя крутильных колебаний.

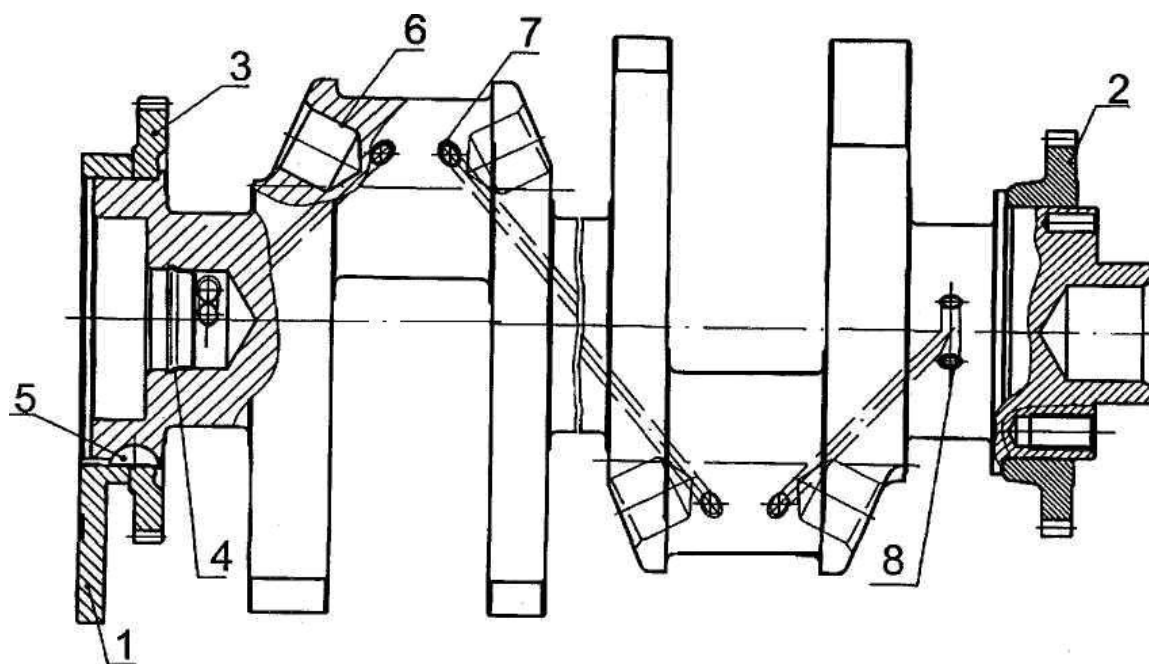


Рисунок 1 – **Коленчатый вал**: 1 противовес; 2, 3 шестерни привода масляного насоса; 4 заглушка; 5 - шпонка; 6 - облегчающие отверстия; 7 - отверстия подвода масла к шатунным шейкам; 8 - отверстия подвода масла в коренных шейках.

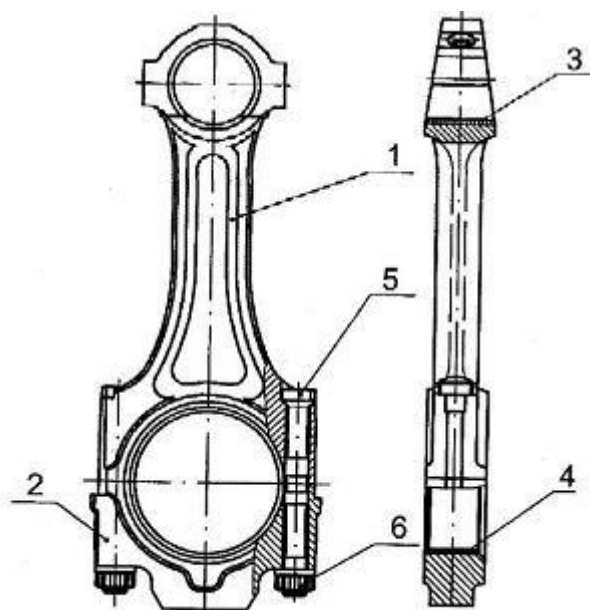


Рисунок 2 – **Шатун**: 1 — стержень шатуна; 2 - крышка шатуна; 3 - втулка верхней головки-шатунa; 4 - вкладыш нижней головки шатуна; 5 - болт крепления крышки шатуна; 6 - гайка болта крепления крышки шатуна.

В полость носка коленчатого вала установлена заглушка 4 (), через калиброванное отверстие которой осуществляется смазка шлицевого валика переднего привода отбора мощности.

От осевых перемещений коленчатый вал зафиксирован двумя полукольцами 1 и двумя полукольцами 2 (), установленными в проточках задней коренной опоры блока цилиндров, так, что сторона с канавками прилегает к упорным торцам вала.

На носке и хвостовике коленчатого вала () установлены шестерни привода масляных насосов 3, 2 и привода газораспределительного механизма 8 (рисунок 3).

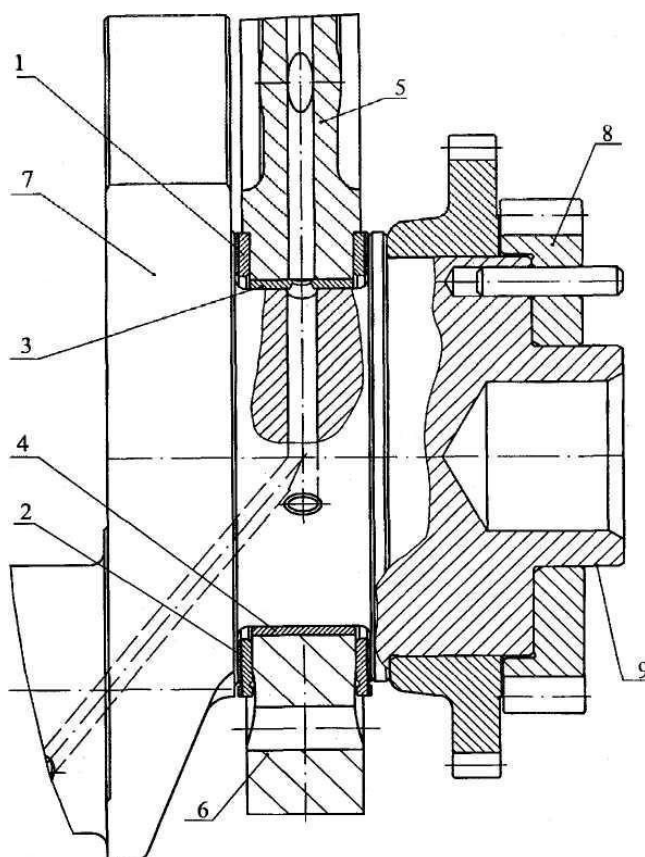


Рисунок 3 – Установка упорных полуколец и вкладышей коленчатого вала: 1 - полукольцо упорного подшипника верхнее; 2 - полукольцо упорного подшипника нижнее; 3 - вкладыш подшипника коленчатого вала верхний; 4 - вкладыш подшипника коленчатого вала нижний; 5 - блок цилиндров; 6 - крышка подшипника коленчатого вала задняя; 7 - коленчатый вал; 8 - шестерня привода газораспределительного механизма; 9 - центрирующая шейка коленчатого вала.

**Уплотнение коленчатого вала** осуществляется резиновой манжетой 8 (рис. 13), с дополнительным уплотняющим элементом - пыльником 9. Манжета размещена в картере маховика 4. Манжета изготовлена из фторкаучука по технологии формования рабочей уплотняющей кромки непосредственно в прессформе.

Номинальные диаметры шеек коленчатого вала:  
 коренных 95 -0,015 мм,  
 шатунных 80 -0,013 мм.

Для восстановления двигателя предусмотрены **восемь ремонтных размеров вкладышей**. Обозначение вкладышей подшипников коленчатого вала, диаметр коренной шейки коленчатого вала, диаметр отверстия в блоке цилиндров под эти вкладыши указаны в приложении Б.

Обозначение вкладышей нижней головки шатуна, диаметр шатунной шейки коленчатого вала, диаметр отверстия в кривошипной головке шатуна под эти вкладыши указаны в приложении В.

Вкладыши 7405.1005170 P0, 7405.1005171 P0, 7405.1005058 P0 применяются при восстановлении двигателя без шлифовки коленчатого вала. При необходимости шейки коленчатого вала заполировать.

При шлифовке коленчатого вала по коренным шейкам на 94 мм и менее или по шатунным шейкам на 79 мм и менее, необходимо коленчатый вал подвергнуть повторному азотированию.

Пределы допусков по диаметру шейки коленчатого вала, диаметру отверстия в блоке цилиндров и диаметру отверстия в кривошипной головке шатуна при восстановлении двигателя должны быть такими же, как у номинальных размеров.

**Коленчатый вал двигателя мод. 740.30-260 имеет следующие основные отличия от коленчатых валов двигателей мод. 740.10 и 7403.10:**

- упрочнение производится азотированием вместо закалки током высокой частоты;
- исключены грязеуловительные полости в шатунных шейках, подвод масла к шатунным шейкам производится от отверстий в коренных шейках прямыми отверстиями, не пересекающимися с облегчающими отверстиями в шатунных шейках;
- на хвостовике выполнена шейка, по которой центрируются шестерня коленчатого вала и маховик.

Эти отличия делают невозможным использование коленчатых валов двигателей мод. 740.10 и 7403.10 на двигатели мод. 740.30-260.

**Коренные и шатунные подшипники** (рис. 2 и рис.3) изготовлены из стальной ленты, покрытой слоем свинцовистой бронзы толщиной 0,3 мм, слоем свинцовооловянистого сплава толщиной 0,022 мм и слоем олова толщиной 0,003 мм. Верхние 3 и нижние 4 вкладыши коренных подшипников не взаимозаменяемы. В верхнем вкладыше имеется отверстие для подвода масла и канавка для его распределения.

Оба вкладыша 4 нижней головки шатуна взаимозаменяемы. От проворачивания и бокового смещения вкладыши фиксируются выступами (усами), входящими в пазы, предусмотренные в постелях блока и шатуна, а также крышках подшипников.

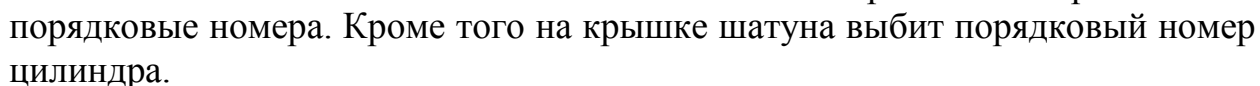
Вкладыши имеют конструктивные отличия, направленные на повышение их работоспособности при форсировке двигателя турбонаддувом, при этом изменена маркировка вкладышей на 7405.1004058 (шатунные), 7405.1005170 и 7405.1005171 (коренные).

Не рекомендуется замена вкладышей при ремонте на серийные с маркировкой 740, так как при этом произойдет существенное сокращение ресурса двигателя.

**Крышки коренных подшипников** (рис.4) изготовлены из высокопрочного чугуна. Крепление крышек осуществляется с помощью



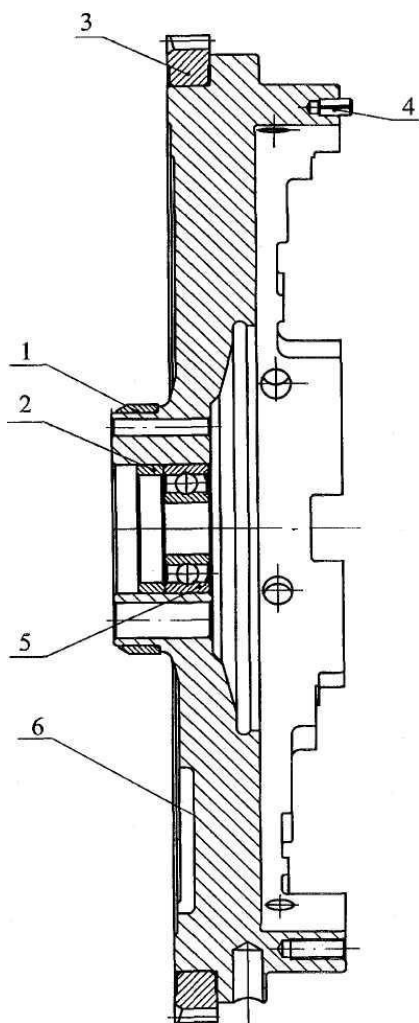
**Шатун** (рис.2) стальной, кованный, стержень 1 имеет двутавровое сечение. Верхняя головка шатуна неразъемная, нижняя выполнена с прямым и плоским разъемом. Шатун окончательно обрабатывают в сборе с крышкой 2, поэтому крышки шатунов невзаимозаменяемы. В верхнюю головку шатуна запрессована сталебронзовая втулка 3, а в нижнюю установлены сменные вкладыши 4.



1 - крышка подшипника; 2 - коленчатый вал; 3 - болт крепления крышки; 4 - болт стяжной крепления крышки подшипника левый; 5 - болт стяжной крепления крышки подшипника правый; 6 - шайба; 7 - блок; 8 - штифт.

порядковые номера. Кроме того на крышке шатуна выбит порядковый номер цилиндра.

9



крепления маховика указана в приложении А. На обработанную цилиндрическую поверхность маховика напрессован зубчатый обод 3 (рисунок 5), с которым входит в зацепление шестерня стартера при пуске двигателя. Под манжету уплотнения коленчатого вала устанавливается кольцо 1 с наружной хромированной поверхностью.

Рисунок 5 – **Маховик**

1 - кольцо; 2 - втулка дистанционная; 3 — обод зубчатый маховика; 4 — штифт установочный; 5 - подшипник; 6 - выборка под дисбаланс.

Маховик выполняется под одно или двух дисковое диафрагменные сцепления. Во внутреннюю расточку маховика установлен подшипник 5 первичного вала коробки передач.

При регулировках угла опережения впрыска топлива и тепловых зазоров в клапанах, маховик фиксируется фиксатором (рисунок 7).

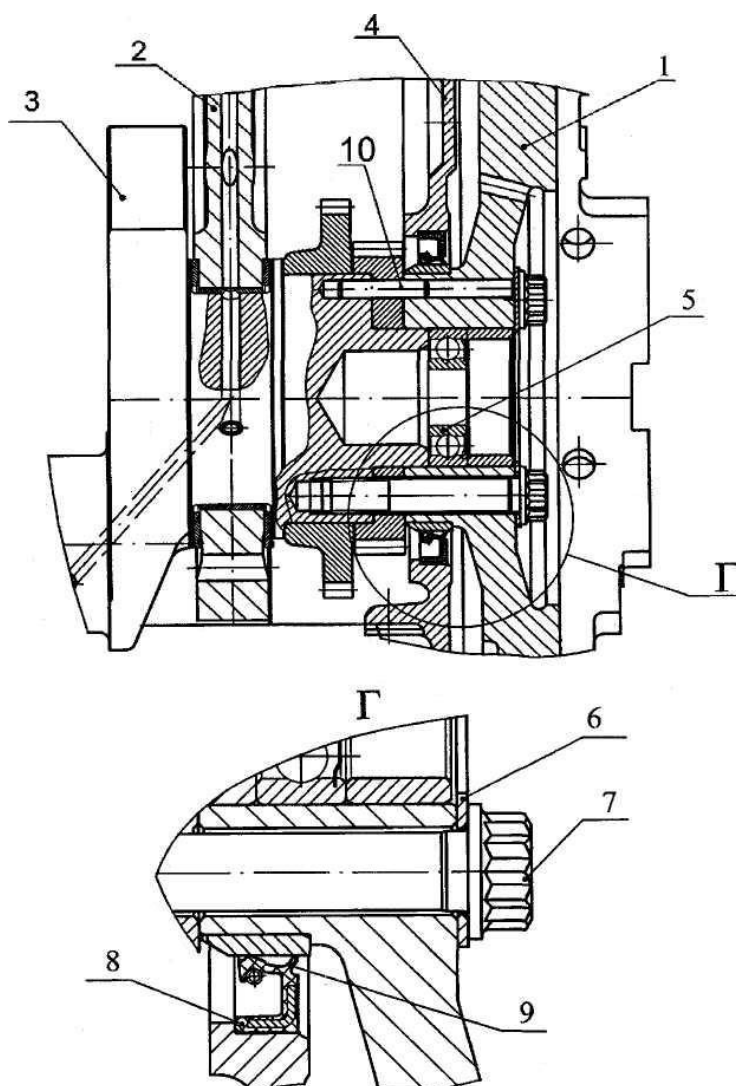


Рисунок 6 – **Установка маховика**

1 - маховик; 2 - блок цилиндров; 3 - коленчатый вал; 4 - картер маховика; 5 - подшипник первичного вала коробки передач; 6 - шайба; 7 - болт; 8 - манжета уплотнения коленчатого вала; 9 - пыльник манжеты; 10 - штифт установочный маховика.

Конструкция маховика имеет следующие основные отличия от маховиков двигателей 740.10 и 7403.10:

- изменен угол расположения паза под фиксатор на наружной поверхности маховика;
- увеличен диаметр расточки для размещения шайбы под болты крепления маховика;
- введена серповидная выборка для обеспечения требуемого дисбаланса;
- крепление маховика к торцу коленчатого вала осуществляется десятью болтами М16х1,5;

Перечисленные изменения делают невозможной установку маховиков двигателей 740.10 и 7403.10 при проведении ремонтных работ.

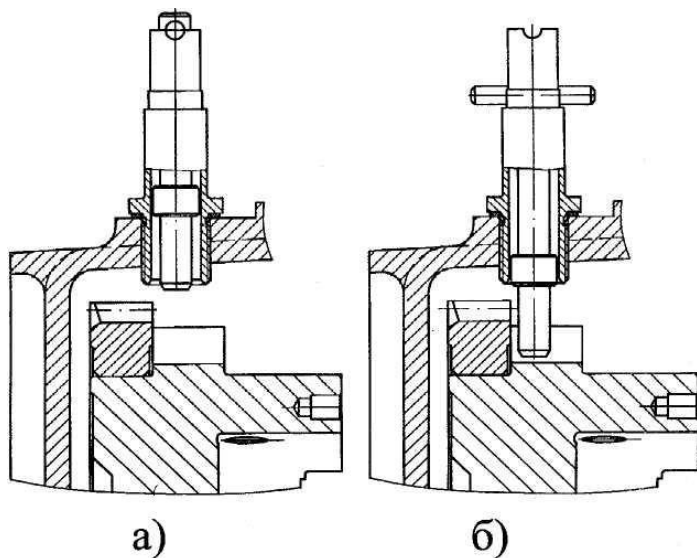


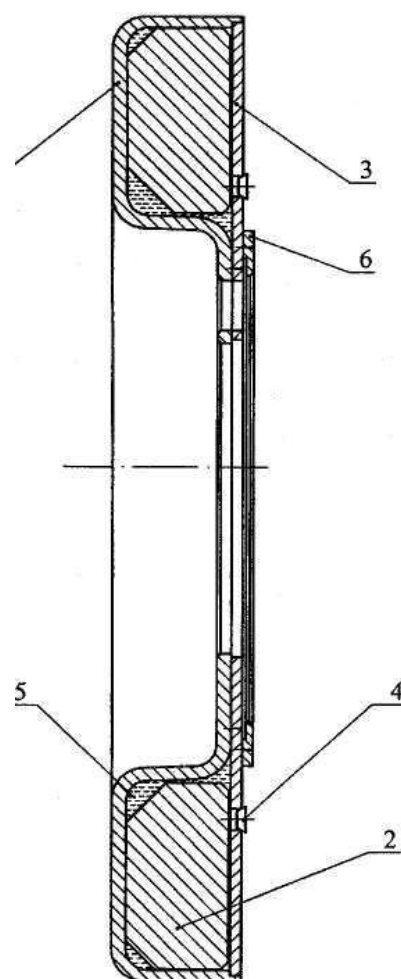
Рисунок 7 – Положение ручки фиксатора маховика

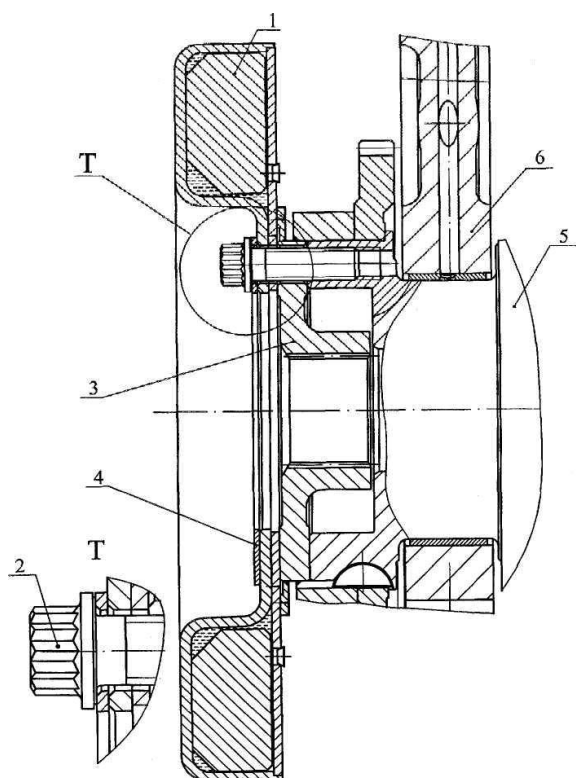
а) - при эксплуатации; б) - при регулировке, в зацеплении с маховиком.

Рисунок 8 – Гаситель крутильных колебаний коленчатого вала

1 - корпус гасителя; 2 - маховик гасителя; 3 - крышка; 4 - пробка заправочного отверстия; 5 - высоковязкозная силиконовая жидкость; 6 - центровочная шайба.

**Гаситель крутильных колебаний** (рис.8) закреплен восемью болтами 2 (рис.9) на переднем носке коленчатого вала. Гаситель состоит из корпуса 1 () в который установлен с зазором маховик гасителя 2. Снаружи корпус гасителя закрыт крышкой 3, Герметичность обеспечивается сваркой по стыку корпуса гасителя и крышки. Между корпусом гасителя и маховиком гасителя находится высоковязкая силиконовая жидкость, дозировано заправленная перед заваркой крышки. Центровка гасителя осуществляется шайбой 65 приваренной к корпусу.





**Рисунок 9 – Установка гасителя крутильных колебаний**

1 - гаситель; 2 — болт крепления гасителя; 3 - полумуфта отбора мощности; 4 - шайба; 5 - коленчатый вал; 6 -блок цилиндров.

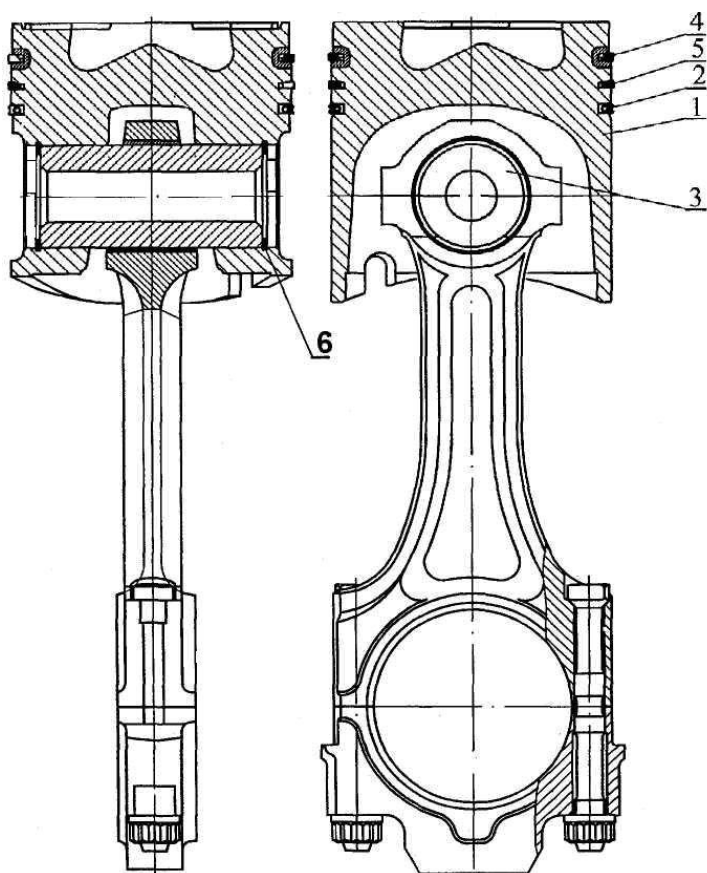
Гашение крутильных колебаний коленчатого вала происходит путем торможения корпуса гасителя, закрепленного на носке коленчатого вала, относительно маховика в среде силиконовой жидкости. При этом энергия торможения выделяется в виде теплоты.

**КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ !**

при проведении ремонтных работ деформировать корпус и крышку гасителя.

Гаситель с деформированным корпусом или крышкой к дальнейшей эксплуатации не пригоден.

После установки гасителя проверить наличие зазора между гасителем и противовесом.



**Поршень** 1 (рисунок 10) отлит из алюминиевого сплава со вставкой из износостойкого чугуна под верхнее компрессионное кольцо. В головке поршня выполнена тороидальная камера сгорания с вытеснителем в центральной части, которая смещена относительно оси поршня в сторону от выточек под клапаны на 5 мм.

**Рисунок 10 – Поршень с шатуном и кольцами в сборе**

1 - поршень; 2 — маслосъемное кольцо; 3 - поршневой палец; 4, 5 - компрессионные кольца; 6 - стопорное кольцо.

Боковая поверхность представляет собой сложную овально-бочкообразную форму с занижением в зоне отверстий под поршневой палец.



На юбку нанесено графитовое покрытие. В нижней ее части выполнен паз, исключаящий, при правильной сборке, контакт поршня с форсункой охлаждения при нахождении в нижней мертвой точке.

**Поршень** комплектуется двумя компрессионными и одним маслосъемным кольцами. Отличительной его особенностью является уменьшенное расстояние от днища до нижнего торца верхней канавки, которое составляет 17 мм.

На двигателе 740.30-260 аналогично другим моделям двигателей КАМАЗ, с целью обеспечения топливной экономичности и экологических показателей, применен селективный подбор поршней для каждого цилиндра по расстоянию от оси поршневого пальца до днища. По указанному параметру поршни разбиты на четыре группы 10, 20, 30 и 40. Каждая последующая группа от предыдущей отличается на 0,11 мм.

В запасные части поставляются поршни наибольшей высоты, поэтому, во избежание возможного контакта между ними и головками цилиндров, в случае замены **необходимо контролировать надпоршневой зазор**. Если зазор между поршнем и головкой цилиндра после затяжки болтов ее крепления будет менее 0,87 мм, **необходимо подрезать днище поршня** на недостающую до этого значения величину.

Установка поршней с двигателей КАМАЗ других моделей недопустима!!!

**Компрессионные кольца** (рис.10) изготавливаются из высокопрочного, а маслосъемное из серого чугунов. Верхнее компрессионное кольцо имеет форму двухсторонней трапеции, с внутренней выборкой со стороны верхнего горца, а второе имеет форму односторонней трапеции. При монтаже торец с отметкой "верх" должен располагаться со стороны днища поршня.

Рабочая поверхность верхнего компрессионного кольца 4 покрыта молибденом и имеет бочкообразную форму. На рабочую поверхность второго компрессионного 5 и маслосъемного колец 2 нанесен хром. Ее форма на втором кольце представляет собой конус с уклоном к нижнему торцу, по этому характерному признаку кольцо получило название "минутное". Минутные кольца применены для снижения расхода масла на угар, их установка в верхнюю канавку недопустима.

**Маслосъемное кольцо** коробчатого типа, высотой 4 мм, с пружинным расширителем, имеющим переменный шаг витков и шлифованную наружную поверхность. Средняя часть расширителя с меньшим шагом витков при установке на поршень должна располагаться в замке кольца.

Установка поршневых колец с других моделей двигателей КАМАЗ может привести к увеличению расхода масла на угар!

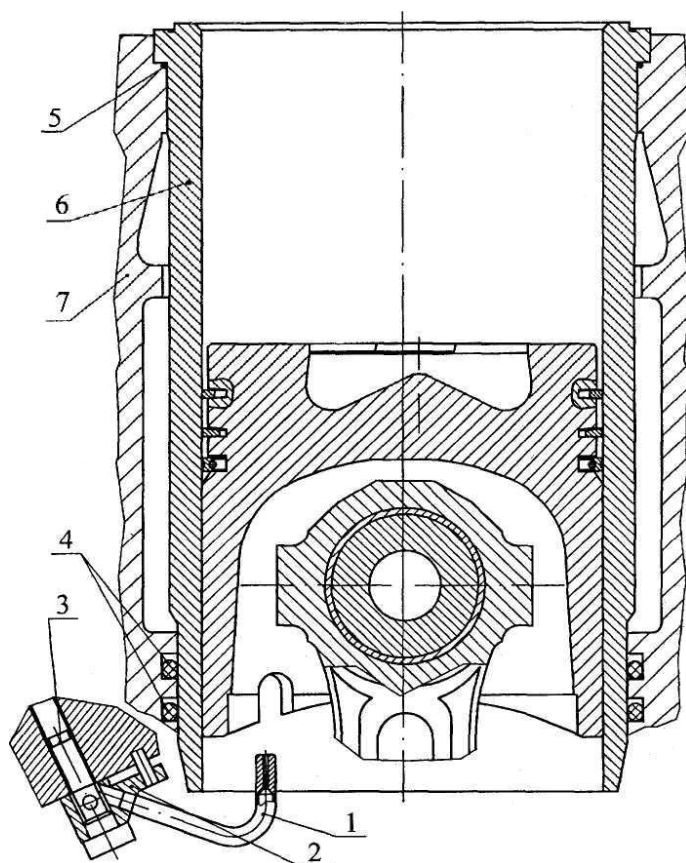


Рисунок 11 – Установка гильзы цилиндра и уплотнительных колец: 1 - трубка форсунки; 2 - корпус форсунки охлаждения поршня; 3 - корпус клапана; 4 - кольцо уплотнительное гильзы нижнее; 5 - кольцо уплотнительное гильзы верхнее; 6 - гильза цилиндра; 7 - блок цилиндров

### Форсунки охлаждения

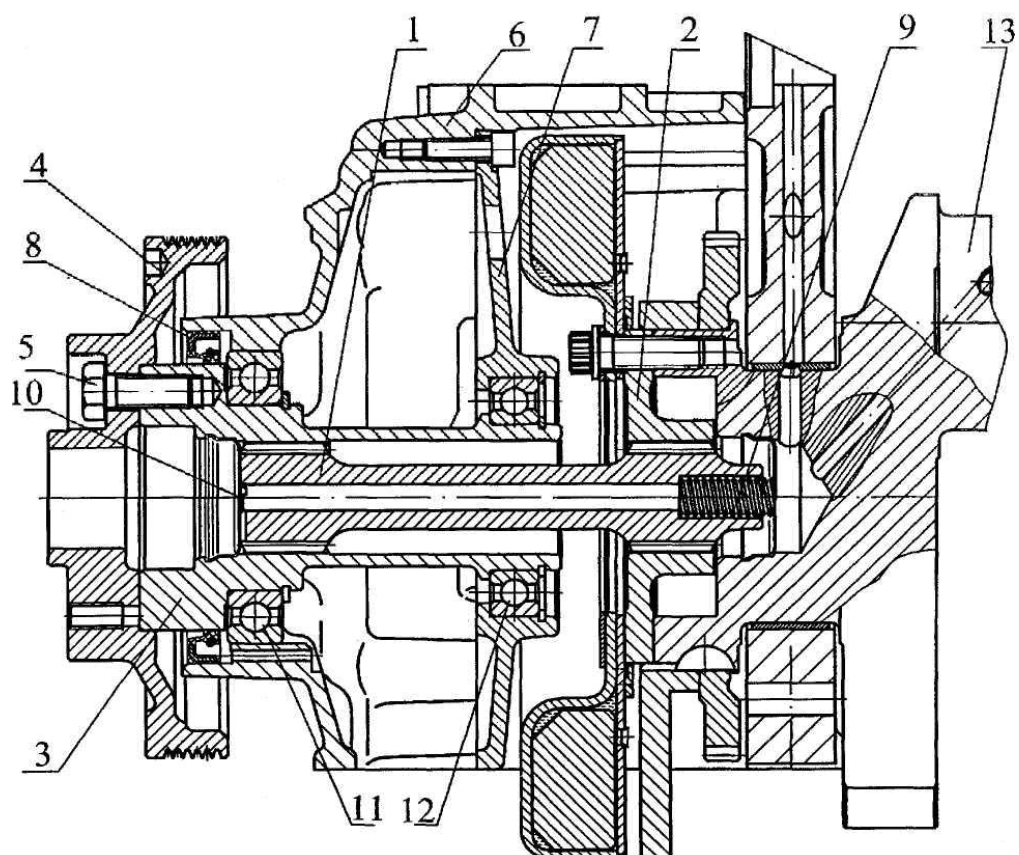
(рисунок 11) устанавливаются в картерной части блока цилиндров и обеспечивают подачу масла из главной масляной магистрали, при достижении в ней давления 80... 120 кПа (0,8... 1,2 кг/см<sup>2</sup>), на внутреннюю полость поршней. На такое давление отрегулирован клапан,

расположенный в каждой из форсунок.

При сборке двигателя необходимо контролировать правильность положения трубки форсунки относительно гильзы цилиндра и поршня. Контакт с поршнем недопустим.

Поршень с шатуном () соединены **пальцем** 3 плавающего типа, его осевое перемещение ограничено стопорными кольцами 6. Палец изготовлен из хромоникелевой стали, диаметр отверстия 22 мм. Применение пальцев с отверстием 25 мм недопустимо, так как это нарушает балансировку двигателя.

**Привод отбора мощности передний** (рис.12) осуществляется с носка коленчатого вала через полумуфту отбора мощности 2, прикрепленную к носку коленчатого вала 13 восьмью специальными болтами М12х1,25. Центрирование полумуфты относительно коленчатого вала осуществляется по внутренней расточке выносного противовеса. Крутящий момент от полумуфты передается посредством вала привода агрегатов 1 и вала отбора мощности 3 на шкив 4. Вал отбора мощности 3 устанавливается на двух шариковых подшипниках 11 и 12. Уплотнение полости осуществляется манжетой 8. Для уменьшения износа шлицевых соединений, вал привода агрегатов удерживается от осевых перемещений пружиной 9.



**Рисунок 12 – Установка привода отбора мощности переднего и шкива**

1 - вал привода агрегатов; 2 — полумуфта отбора мощности; 3 - вал отбора мощности; 4 - шкив; 5 — болт; 6 - передняя крышка блока; 7 - корпус подшипника; 8 - манжета; 9 - пружина; 10 - заглушка; 11, 12 — подшипники; 13 - коленчатый вал.

## II. КРИВОШИПНО-ШАТУННЫЙ МЕХАНИЗМ ДИЗЕЛЕЙ ММЗ Д - 240, 245, (260)

### Подвижные детали КШМ

**Кривошипно-шатунный механизм.** Основными деталями кривошипно-шатунного механизма являются *коленчатый вал 5, поршни 11 с поршневыми кольцами и пальцами, шатуны 8, коренные и шатунные подшипники, маховик 15*.

Основные параметры деталей кривошипно-шатунного механизма приведены в таблице 1.

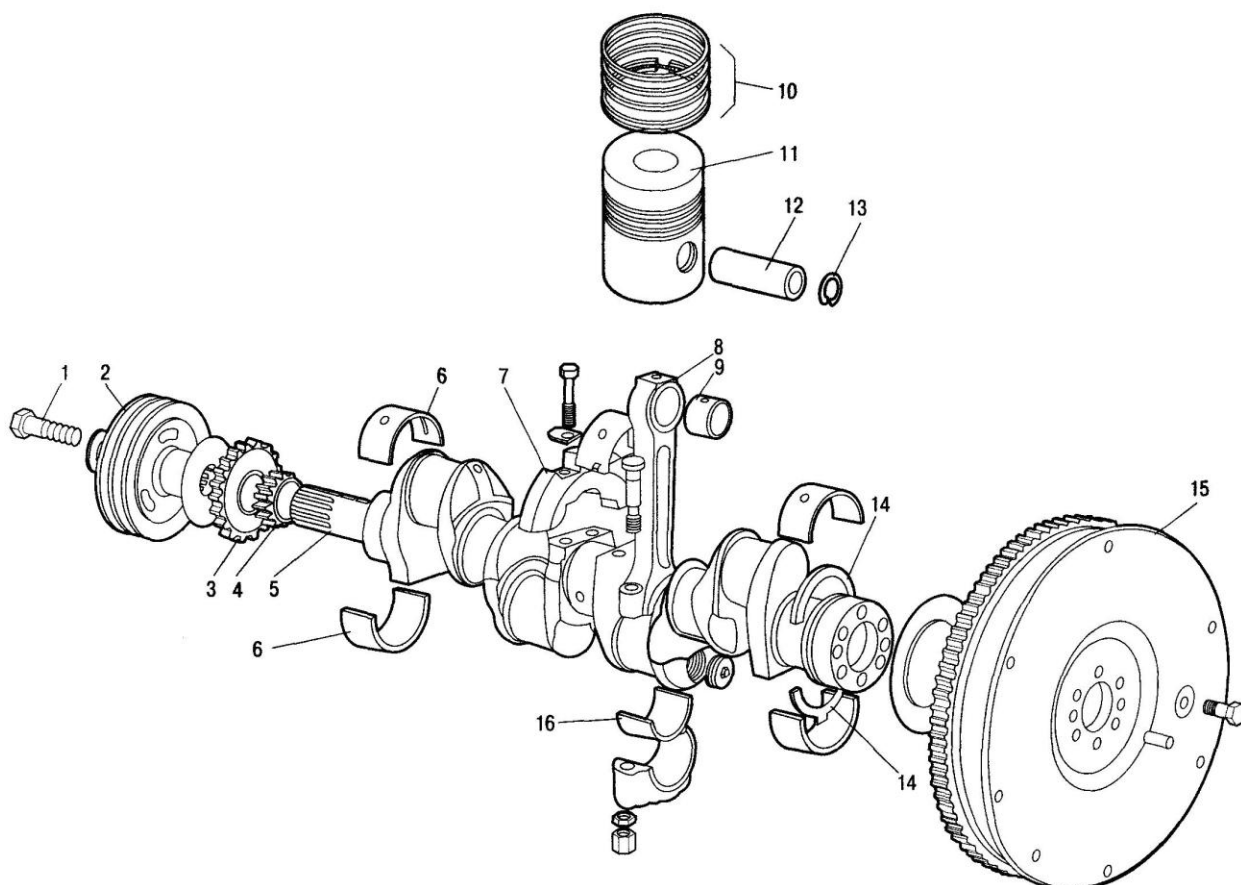


Рисунок 13 – **Кривошипно-шатунный механизм:** 1 - болт; 2 - шкив коленчатого вала; 3 - шестерня привода масляного насоса, 4 - шестерня привода; 5 - коленчатый вал; 6 - вкладыши коренной шейки; 7 - противовес; 8 - шатун; 9 - втулка шатуна; 10 - поршневые кольца; 11 - поршень; 12 - палец; 13 - стопорное кольцо; 14 - полукольца; 15 - маховик; 16 - вкладыши шатунной шейки

**Коленчатый вал** - стальной, с пятью коренными и четырьмя шатунными шейками. В шатунных шейках коленчатого вала имеются полости для дополнительной центробежной очистки масла. Полости шеек закрыты резьбовыми заглушками.



Таблица 1 - Номинальные размеры шеек коленчатого вала

Обозначение	Диаметр шейки вала, мм	
	коренной	шатунной
1Н	75,25 <sup>-0.083</sup> <sub>0.101</sub>	68,25 <sup>-0.077</sup> <sub>-0.096</sub>
2Н	75,00 <sup>-0.083</sup> <sub>0.101</sub>	68,00 <sup>-0.077</sup> <sub>-0.096</sub>

Таблица 2 - Номинальные размеры вкладышей подшипников коленчатого вала

Обозначение	Внутренний диаметр вкладыша, мм	
	коренной шейки	шатунной шейки
БН1	75,25 <sup>-0.003</sup> <sub>0.101</sub>	68,25 <sup>+0.025</sup> <sub>-0.010</sub>
БН2	75,00 <sup>-0.003</sup> <sub>0.101</sub>	68,00 <sup>+0.025</sup> <sub>-0.010</sub>

Таблица 3 - Ремонтные размеры шеек коленчатого вала

Обозначение	Диаметр шейки вала, мм	
	коренной	шатунной
Д1	74,75 <sup>-0.083</sup> <sub>0.101</sub>	67,75 <sup>-0.077</sup> <sub>-0.096</sub>
Р1	74,50 <sup>-0.083</sup> <sub>0.101</sub>	67,50 <sup>-0.077</sup> <sub>-0.096</sub>
да	74,25 <sup>-0.083</sup> <sub>0.101</sub>	67,25 <sup>-0.077</sup> <sub>-0.096</sub>
Р2	74,00 <sup>-0.083</sup> <sub>0.101</sub>	67,00 <sup>-0.077</sup> <sub>-0.096</sub>
да	73,75 <sup>-0.083</sup> <sub>0.101</sub>	66,75 <sup>-0.077</sup> <sub>-0.096</sub>
Р3	73,50 <sup>-0.083</sup> <sub>0.101</sub>	66,50 <sup>-0.077</sup> <sub>-0.096</sub>
Д4	73,25 <sup>-0.083</sup> <sub>0.101</sub>	66,25 <sup>-0.077</sup> <sub>-0.096</sub>
Р4	73,00 <sup>-0.083</sup> <sub>0.101</sub>	66,00 <sup>-0.077</sup> <sub>-0.096</sub>

**Осевое усилие коленчатого вала** воспринимается четырьмя полукольцами 14 из алюминиевого сплава, установленными в расточках блока цилиндров и крышки пятого коренного подшипника. Для уменьшения нагрузок на подшипники от сил инерции на первой, четвертой, пятой и восьмой щеках коленчатого вала установлены противовесы. Носок и хвостовик коленчатого вала уплотнены резиновыми манжетами. На передний конец вала установлены шестерня 4 привода газораспределения (шестерня коленчатого вала), шестерня 3 привода масляного насоса, шкив 2 привода водяного насоса и генератора. На задний фланец вала крепится маховик 15.

**Коленчатые валы изготавливают** и устанавливают на двигатель двух производственных размеров (номиналов). Коленчатые валы, шатунные и коренные шейки которых изготовлены по размеру второго номинала, на

первой щеке дополнительно промаркированы. (шатунные и коренные шейки которых изготовлены по размеру второго номинала, имеют на первой щеке дополнительное обозначение:

- 2К - коренные шейки второго номинала;
- 2Ш - шатунные шейки второго номинала;
- 2КШ - шатунные и коренные шейки второго номинала.)

**Поршень** изготовлен из алюминиевого сплава. В днище поршня выполнена камера сгорания. В верхней части поршня есть три канавки: в первые две устанавливаются компрессионные кольца, в третью - маслосъемное кольцо. Поршень двигателя под верхнее компрессионное кольцо трапециевидальной формы со вставкой из специального чугуна. В бобышках поршня расточены отверстия под поршневой палец.

**Поршни** по наружному диаметру юбки сортируются на три размерные группы (**Б, С, М**). Маркировка группы наносится на днище поршня. При установке на двигатель гильзы и поршни должны быть одной размерной группы.

Таблица 4 – Размерные группы поршней и гильз цилиндров

Обозначение размерной группы	Диаметр юбки поршня, мм	Диаметр гильзы цилиндра, мм	Зазор между поршнем и гильзой, мм
Б	$110^{+0.06}_{-0.07}$	$110^{+0.06}_{+0.04}$	0,09-0,13
С	$110^{+0.07}_{0.09}$	$110^{+0.04}_{0.02}$	0,09-0,13
М	$110^{+0.09}_{0.11}$	$110^{+0.02}$	0,09-0,13

На дизелях мод 245.9E2 и 245.30E2 установлены трехканавочные поршни с открытой камерой сгорания мод. А260-1004021-Ж производства фирмы «Алмет» (Чехия) или мод. К343N-4 фирмы «Петар Драпшин» (Сербия).

Трехколенный комплект поршневых колец мод. 260-1004062, 260-1004063 и 260-1004080 производства фирмы «Мотор-деталь», г. Кострома.

**Поршневые кольца** изготовлены из чугуна. Верхнее компрессионное кольцо выполнено из высокопрочного чугуна, в сечении имеет форму равнобокой трапеции, без маркировки, установлено в канавке произвольно. Второе компрессионное кольцо конусное, на торцевой поверхности у замка нанесена метка «ТОР».

Верхнее компрессионное кольцо выполнено из высокопрочного чугуна, хромированное, в сечении имеет форму равнобокой трапеции и устанавливается в канавке любой

стороной. Второе и третье компрессионные кольца конусные, на торцовой поверхности у замка имеют маркировку «верх».

**Таблица 5 - Основные параметры деталей кривошипно-шатунного механизма\***

Наименование детали	Обозначение	Материал	Масса, кг	Твердость рабочих поверхностей
Вал коленчатый	240-1005020-Б2	Сталь 40Х2АФЕ	31,34	56-63 HRCэ (шейки)
Маховик	245-1005120	СЧ20	34,1	170-241 НВ
Шатун	240-1004113.А	Сталь 40ХН2МА	3.3 (в сборе)	223-290 НВ
Болт шатунный	A20.07.002 (50-1004183.А1)	Сталь 40ХН2МА	0,117	32-39 HRCэ
Шкив (коленчатого вала)	240-1005133.М	СЧ20	1,64	170-229 НВ
Поршень	245-1004021	АК 12 (АЛ 25)	1,67; 1,72	90 НВmin
Палец поршневой	50-1004043.А1	Сталь 12ХН3А	0,570	56-63 HRCэ
Кольцо компрессионное	A27. 00.03.02 A27. 01.03.129	Чугун специальный	0,029	98-106 НВ
Кольцо маслоъемное	A27. 1170.000	Чугун специальный	0,028	98-106 НВ
Втулка (верхней головки) шатуна	240-1004115-А	Сталь 10-бронза ОФ 6,5-0,15	0,095	H <sub>100</sub> 80-120
Крышка шатуна	240-1004125-А	Сталь 40ХН2МА	0,840	217-296 НВ
Гайка шатунного болта	A20.03.001 (50-1004188)	Сталь 40ХН2МА	0,021	27-34 HRCэ
Вкладыш (шатунного подшипника;	A23.03.7403	Полоса биметаллическая: сталь - сплав АО20-1	0,090	-
Вкладыш коренной	A23.03.8116, 8117, 8118, 8119	Полоса биметаллическая: сталь-сплав АО20-1	-	-
Полукольца	A23.03.10401. 10403	Полоса биметаллическая: сталь- сплав АО6-1	0,082	-

\*Для дизеля ММЗ 245.9

Маслосъемное кольцо - коробчатого типа со спиральным стальным расширителем.

**Поршневой палец** полый, изготовлен из хромоникелевой стали. Осевое перемещение пальца в бобышках поршня ограничено стопорными кольцами.

**Шатун** - стальной, двутаврового сечения. В его верхнюю головку запрессована биметаллическая втулка. Для смазки поршневого пальца в верхней головке шатуна и втулке предусмотрено отверстие.

**Расточка постели** в нижней головке шатуна под вкладыши проводится в сборе с крышкой, поэтому менять крышки шатуна не допускается. Шатун и крышка имеют одинаковые номера, набитые на их поверхностях. Кроме того, шатуны разбиты на весовые группы по массе верхней и нижней головок. Обозначение группы по массе нанесено на торцовой поверхности верхней головки шатуна.

На двигателе должны быть установлены шатуны одной группы !!!

**Вкладыши коренных и шатунных подшипников** коленчатого вала - сталеалюминовые. По внутреннему диаметру вкладыши изготавливают двух размеров в соответствии с номиналом шеек коленчатого вала. Предусмотрены также четыре ремонтных размера вкладышей.

**Маховик** представляет собой отливку из чугуна, крепится к фланцу коленчатого вала болтами. На маховик напрессован стальной зубчатый венец.

Поршни одного комплекта на дизеле должны быть одной размерной группы, соответствующей размерной группе гильз цилиндров.

**Разность массы поршней одного комплекта не должна превышать 10 г.**

**Разность масс шатунов в сборе с поршнями не должна превышать 30 г.**

Некруглость и допуск профиля продольного сечения отверстия втулки верхней головки шатуна - 0,005 мм. При запрессовке втулки должно быть обеспечено ее симметричное расположение относительно средней плоскости шатуна.

После растачивания поверхность отверстия втулки верхней головки не должна иметь рисков и задигов, шероховатость обработанной поверхности должна быть  $Ra < 0,63$  мкм. На верхней поверхности втулки допускается одна спиральная или радиальная риска шириной не более 0,1 мм.

На поверхности шатунного болта трещины и риски не допускаются. Резьба болта должна быть чистой, без задигов, забоин и заусенцев.

На поверхности поршневого пальца не должно быть рисков, забоин и трещин.

**Разность массы пальцев, устанавливаемых на один дизель, не должна превышать 10 г.**

Не смазанный маслом палец должен легко от усилия руки проворачиваться в шатуне, не иметь поперечного качания и не выпадать из шатуна под действием собственной массы

Вкладыши шатунных подшипников должны быть подобраны в соответствии с размерами шеек коленчатого вала. Вкладыши должны сидеть в постелях шатунов и крышек с натягом от 0,22 до 0,080 мм.

Радиальный зазор (просвет) между поршневым кольцом и контрольным калибром 70-8618-3515 ( ) для верхнего компрессионного кольца не должен превышать 0,02 мм не более чем на 10% поверхности и не ближе 20° от замка; а для маслосъемных колец овальность должна быть в пределах 0,15-0,65 мм. Зазор в стыке колец должен быть в пределах 0,3-0,6 мм, причем подгонка этого зазора не допускается.

Предел прочности колец при изгибе кольца должен составлять не менее 441 Н-м.

Коленчатый вал. Правка валов в процессе механической обработки и после закалки ТВЧ не допускается. Допускается правка только после накатки галтелей. Стрела прогиба вала во время правки должна быть не более 1 мм.

При шлифовании шатунных шеек необходимо сохранять первоначальные радиусы кривошипа  $[(62,5 \pm 0,04) \text{ мм}]$  и галтелей  $(4 \pm 0,30,5 \text{ мм})$ .

Шероховатость обработанных поверхностей шатунных и коренных шеек должна соответствовать  $Ra < 0,32 \text{ мкм}$ .

Некруглость и допуск профиля продольного сечения шатунных и коренных шеек - 0,01 мм.

Твердость поверхностей шеек после шлифования должна быть не менее 46 HRC3. Закалка галтелей не допускается.

После перешлифовки на ремонтный размер биение средней коренной шейки относительно крайних не должно превышать 0,07 мм (для нового вала - 0,03 мм).

Отклонение от параллельности образующих поверхностей шатунных шеек относительно оси вала, установленного на крайние коренные шейки, не должно превышать 0,03 мм на длине 100 мм.

Смещение всех шатунных шеек относительно диаметральной плоскости третьей коренной и третьей шатунной шеек (развал шеек) после перешлифовки не должно превышать 0,3 мм.

Биеение цилиндрической и торцевой поверхностей фланца крепления маховика на крайних точках относительно поверхностей крайних коренных шеек допускается до 0,05 мм (для нового вала - не более 0,03 мм).

Трубки должны быть плотно запрессованы в шатунные шейки коленчатого вала; люфт трубок не допускается. Края развальцованных трубок должны утопать относительно поверхности шеек на 1-3 мм.

Заглушки должны утопать в резьбе не менее чем на 2 мм и быть законтрены.

Шестерня коленчатого вала должна быть напрессована меткой наружу до упора в торец коренной шейки вала.

Коленчатый вал должен быть динамически отбалансирован снятием металла с периферии любых щек. Остаточный дисбаланс должен составлять не более 900 г-мм на каждом конце вала. Коленчатый вал в сборе с противовесами надо балансировать динамически. Массу следует корректировать сверлением в

противовесах в радиальном направлении отверстий диаметром 10 мм на глубину не более 25 мм. Остаточный дисбаланс не более 650 г-мм на каждом конце вала.

Коленчатые валы после окончательной обработки необходимо проверить с помощью магнитного дефектоскопа на отсутствие поверхностных дефектов по технологическим инструкциям ТИ 213.59~74 и ТИ 150.12.700.252.03.92.001. После проверки валы должны быть размагничены.

Маховик в сборе. Трещины и выкрашивание рабочей поверхности зубьев венца маховика не допускаются.

Уменьшение длины зубьев венца (без длины фаски) допускается до 16 мм (длина зубьев нового венца - 18 мм).

Износ зубьев венца маховика допускается до толщины 3,2 мм при высоте установки штангензубомера 2,40 мм (толщина зуба нового венца соответствует 4,73±0,38 мм).

Венец маховика перед напрессовкой необходимо нагреть до температуры 195-200°C. Посадочные места маховика

и венца не должны иметь забоин и заусенцев. Допускается зазор в сопряжении между торцевой поверхностью венца и маховика не более 0,5 мм в одном месте на дуге не более 60°.

**Маховик с венцом надо балансировать динамически в сборе с предварительно уравновешенным коленчатым валом путем сверления радиальных отверстий.**

Остаточный дисбаланс на каждом конце вала должен составлять не более 350 г-мм. После балансировки обезличивание деталей не допускается.

Если необходимо заменить передний подшипник первичного вала коробки передач, то перед снятием маховика с вала его следует выпрессовать с помощью винтового съемника мод. И 803.16.000 () или, сняв маховик, выпрессовать подшипник с помощью ударного съемника мод. 2476 (). Установив захваты на торцы колец подшипника, их раздвигают резьбовым упором 3, а затем, при ударе груза в упор вала 5, выпрессовывают подшипник.

Поверхность маховика, сопряженная с поверхностью ведомого диска сцепления, шлифуется. Шероховатость поверхности должна быть не ниже Ra<1,0.

Балансировка деталей кривошипно-шатунного механизма. После ремонта коленчатого вала, а также устанавливаемого на него маховика, сцепления или шкива необходимо провести их балансировку.

Динамическую балансировку деталей, устанавливаемых на коленчатый вал (маховик, шкив, коленчатый вал, нажимной и ведомый диски сцепления), надо проводить на станках мод. МС-970 или ПБМ-4. Менее точная статическая балансировка этих деталей проводится на станках мод. 40У-314 ().

Балансировку коленчатого вала, а также коленчатого вала с установленным на него маховиком и сцеплением следует проводить в динамическом режиме с грузами на шатунных шейках, заменяющими шатунно-поршневую группу на шатунной шейке.

Балансировочный груз () состоит из двух одинаковых полуколец, соединенных двумя болтами, изготовленными из стали 40Х (ГОСТ 4543-71), с твердостью 35-40 HRC3.

Наружная, внутренняя поверхности определенных диаметров и торцы груза окончательно обрабатываются после соединения полуколец болтами. Внутренний диаметр груза равен  $D^{+0.025}_{+0.010}$  мм, где D - диаметр шатунной шейки.

Смещение осей болтов относительно торцов и внутреннего диаметра груза должно быть не более 0,05 мм.

Болты должны быть одинаковой массы. Груз подгоняется по массе при уменьшении наружного диаметра с точностью плюс 1 г и балансируется статически на оправке с точностью 2 г-см так, чтобы центр тяжести груза находился на оси груза и на середине его ширины. После этого на наружную поверхность наносятся риски для обеспечения сборки полуколец в одном положении.

Масса грузов для балансировки коленчатого вала без пробок, с маховиком и сцеплением в сборе для шатунных шеек номинальных и ремонтных размеров подбирается в соответствии с рекомендациями ОГК ПО ММЗ.

Ведомый диск сцепления в сборе. Балансируется относительно боковых поверхностей шлиц ступицы при установке одного - трех грузиков (), которые крепятся к диску усиками. После их отгибки обеспечивается неподвижность соединения. Остаточный дисбаланс должен составлять не более 25 г-см.

Балансировочные грузики изготавливаются из листовой стали 08 толщиной 2,0 мм и массой 12 г; толщиной 1,2 мм и массой 7,5 г.

Диск нажимной сцепления с кожухом в сборе. Балансируется относительно рабочей поверхности нажимного диска и двух диаметрально расположенных отверстий крепления кожуха к маховику сверлением отверстий диаметром 13,8 мм в бобышках под пружинами на глубину не более 23 мм. Между опорными поверхностями диска и кожуха расстояние должно быть  $(9,8 \pm 0,1)$  мм при допуске непараллельности этих поверхностей 0,03 мм.

Остаточный дисбаланс должен быть не более 0,5 Н-см.

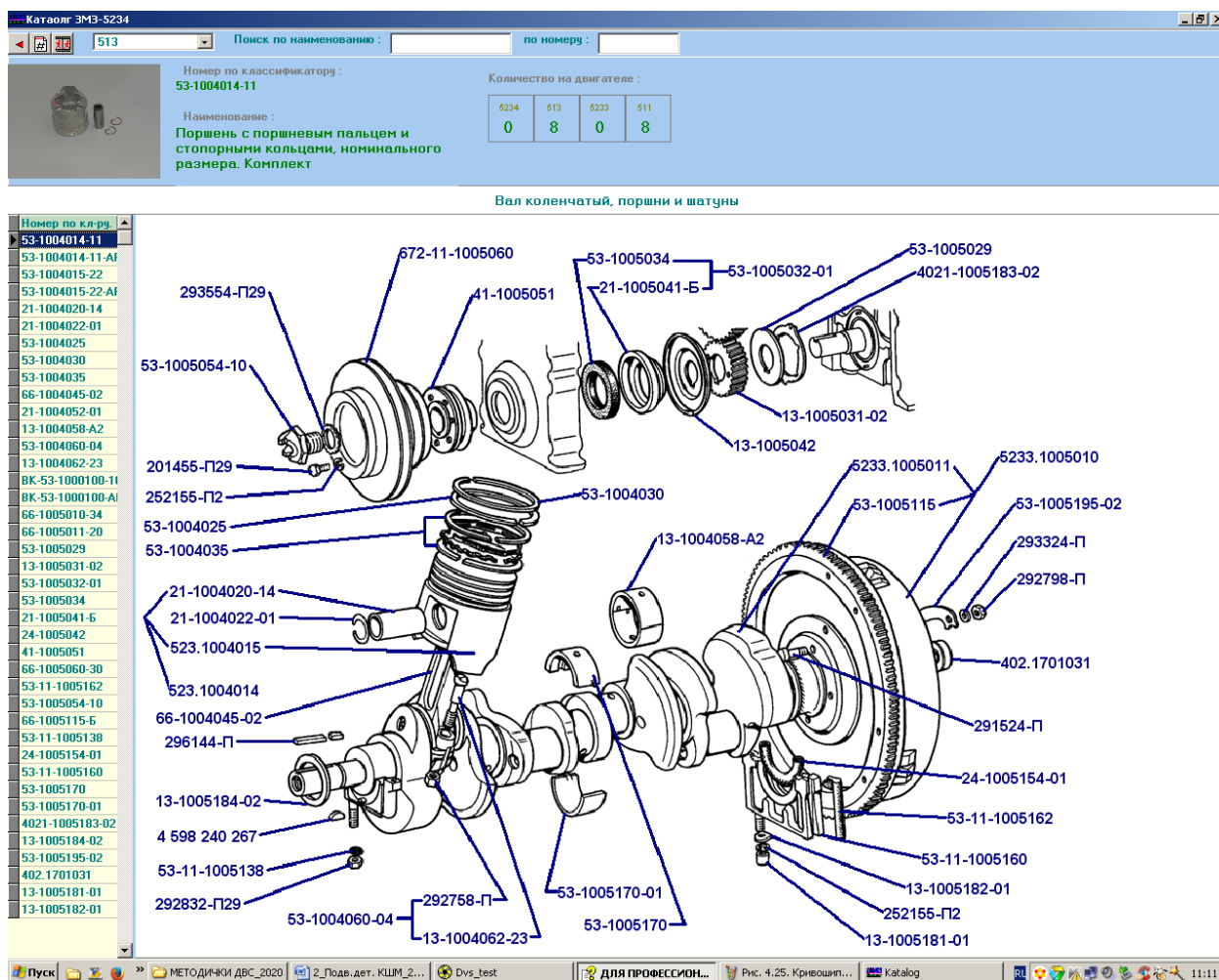
После балансировки установочные отверстия метятся. При любой повторной установке по тем же отверстиям дисбаланс должен быть не более 90 г-см.

Коленчатый вал с маховиком и сцеплением в сборе. Динамическая балансировка осуществляется относительно крайних коренных шеек при сверлении отверстий диаметром 15 мм (на глубину не более 15 мм, при расстоянии между ними не менее 5 мм) на расстоянии 184 мм от оси вала в незакрытых кожухом сцепления сегментах рабочей поверхности маховика или при сверлении отверстий в бобышках под пружинами нажимного диска сцепления. Остаточный дисбаланс со стороны сцепления (маховика) должен быть не более 70 г-см.



# III. КРИВОШИПНО-ШАТУННЫЙ МЕХАНИЗМ ДВИГАТЕЛЯ ЗМЗ-513

## Подвижные детали КШМ



**Поршни.** Головка поршня цилиндрическая с плоским днищем. На головке



поршня выполнены три канавки: две верхние — для размещения компрессионных колец, нижняя — для размещения маслосъемного кольца.

В средней части поршня имеются бобышки с отверстиями под поршневой палец, в отверстиях проточены канавки для стопорных колец. Под бобышками выполнены приливы для подгонки поршней по массе, а для лучшей приработки поверхность поршня покрыта слоем олова.

**Поршневые кольца.** Компрессионные кольца устанавливают так, чтобы выточка на внутренней поверхности колец была обращена вверх, как указано на рис. 2.3. Такая установка колец ускоряет их приработку к цилиндру. Замок колец прямой. Монтажный зазор



замка компрессионных колец, установленных в цилиндр, равен 0,3-0,6 мм, у дисков маслоъемного кольца 0,3—1,0 мм. Наружная цилиндрическая поверхность верхнего компрессионного кольца хромированная, нижнего - луженая.



**Маслоъемное кольцо** - составное из двух плоских стальных колец и двух расширителей, осевого и радиального. Наружная цилиндрическая поверхность плоских стальных колец хромирована.

Используются маслоъемные кольца, состоящие из кольца поршневого маслоъемного и расширителя, монтажный зазор их замка равен 0,35-0,25 мм.

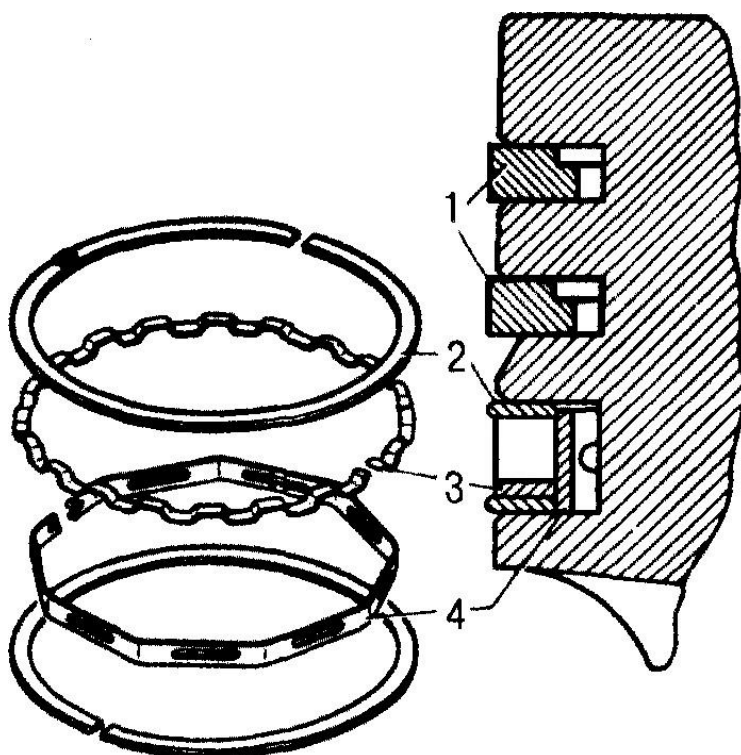


Рисунок 14 – Установка колец на поршне: 1 - компрессионные кольца; 2 - кольцевой диск маслоъемного кольца; 3 - осевой расширитель; 4 - радиальный расширитель

При установке поршня с таким маслоъемным кольцом замки всех колец необходимо развести под углом  $120^\circ$  друг к другу.

При использовании маслоъемного кольца, составленного из двух плоских стальных колец и двух расширителей - осевого и радиального, замки компрессионных колец следует развести под углом  $180^\circ$  друг к другу, замки плоских кольцевых дисков 2 (см. рис. 2.3) также расположить под углом  $180^\circ$  друг к другу и под углом  $90^\circ$  к замкам компрессионных колец. При этом замки осевого 3 и радиального 4 расширителей должны быть расположены под углом  $90^\circ$  к замкам кольцевых дисков и под углом  $180^\circ$  друг к другу.

**Поршневые пальцы** - плавающего типа, пустотелые.

Палец удерживается в поршне двумя стопорными кольцами из круглой пружинной проволоки. Для установки стопорных колец у них предусмотрен отогнутый в сторону усик. Кольца устанавливают в поршень так, чтобы отгиб усика был обращен наружу.

**Шатуны.** В верхнюю головку шатуна запрессована втулка. Нижняя головка шатуна разъемная. Крышка крепится к шатуну двумя болтами. Ее обрабатывают с шатуном в сборе, поэтому крышку при сборке нужно устанавливать на тот шатун, с которым ее обрабатывали. На крышке и шатуне (на одной из бобышек под шатунный болт) выбивают номер цилиндра, в который этот шатун с крышкой должен быть установлен. Стопорение гайки шатунного болта осуществляется посредством универсального герметика УГ-6, несколько капель, которого наносятся на резьбу шатунного болта при наворачивании гайки.



Для смазки поршневого пальца в верхней головке шатуна и во втулке имеются совпадающие отверстия. В месте перехода нижней головки шатуна в стержне предусмотрено отверстие для смазки стенок цилиндра.

Разница в массе комплектов, состоящих из шатуна, поршня, поршневого пальца, устанавливаемых в один двигатель, не должна превышать 8 г.

**Коленчатый вал** статически и динамически сбалансирован.

Шатунные шейки полые. Полости шатунных шеек герметически закрыты резьбовыми пробками, которые завернуты с крутящим моментом 38-42 Н·м (3,8-4,2 кгс·м).

Масло от коренных шеек к шатунным поступает через сверления.

Осевые перемещения коленчатого вала воспринимаются упорными шайбами переднего коренного подшипника. Задняя шайба обращена антифрикционным слоем к щеке коленчатого вала



и удерживается от вращения специальным выступом, входящим в паз на крышке подшипника. Передняя шайба обращена антифрикционным слоем к носку коленчатого вала и опирается на упорную стальную шайбу. Передняя шайба удерживается от вращения двумя штифтами, запрессованными в блок и в крышку переднего коренного подшипника.

**Уплотнение заднего конца коленчатого вала** осуществляется сальником из асбестового шнура. Отрезки асбестового шнура, пропитанного маслографитовой смесью, укладывают в специальные канавки блока цилиндров и сальникодержателя, обжимаются, а затем обрезаются. Выступание над плоскостью стыка 0,5-1,0 мм.

Боковые поверхности сальникодержателя уплотнены специальными резиновыми прокладками, установленными в прорези на сальникодержателе.

**Маховик** крепится к коленчатому валу четырьмя болтами, которые плотно входят в отверстия фланца коленчатого вала и маховика. Момент затяжки болтов крепления маховика должен быть 76~83 Н·м (7,6-8,3 кгс·м).



**Вкладыши.** Коренные и шатунные подшипники коленчатого вала имеют тонкостенные вкладыши. На всех вкладышах коренных подшипников

выполнены кольцевая канавка и по одному отверстию для подвода масла. В запасных частях применяются вкладыши, как с кольцевыми канавками, так и без них. В этом случае вкладыши коренных подшипников с кольцевыми канавками устанавливают в постели блока цилиндров, а без кольцевых канавок - в крышку коренных подшипников. Шатунные вкладыши имеют по одному отверстию для отвода масла. Все коренные и шатунные вкладыши взаимозаменяемы.



### **Обслуживание кривошипно-шатунного механизма**

При использовании рекомендованных бензинов и масел и соблюдении режима работы двигателя (температура охлаждающей жидкости 80-90 °С) отложения нагара незначительны и на работу двигателя не влияют. При нарушении этих условий в двигателе может образоваться слой нагара, вызывающий детонацию, уменьшение мощности и увеличение расхода топлива.

**Для удаления нагара** надо снять впускную трубу и головки блока цилиндров, очистить камеры сгорания и днища поршней. Быстрое повторное образование нагара на головках и поршнях означает, что требуется ремонт двигателя.

**Для увеличения ресурса двигателя** до первого капитального ремонта рекомендуется в процессе эксплуатации заменить поршневые кольца и вкладыши коленчатого вала. Вкладыши коренных подшипников подлежат замене при падении давления масла в прогретом двигателе ниже 100 кПа (1,0 кгс/см<sup>2</sup>) при 1200 мин-1, что соответствует скорости движения на прямой передаче около 40 км/ч.

**Масляный радиатор** при контроле давления масла должен быть выключен. Движение при давлении масла меньше 100 кПа (1,0 кгс/см<sup>2</sup>) на указанной и более высокой скорости не допускается. При замене коренных вкладышей шатунные вкладыши нужно осмотреть и заменить лишь в случае необходимости.

**Одновременно с заменой вкладышей** необходимо вывернуть пробки и очистить полости шатунных шеек коленчатого вала. После этого пробки следует завернуть. Поршневые кольца надо заменить, если расход масла превысит 400 г/100 км. При замене поршневых колец следует устанавливать комплект колец, состоящий из верхнего компрессионного нехромированного чугунного кольца, второго компрессионного из набора

стальных дисков и комплекта маслосъемного кольца с нехромированными стальными дисками.

## ПРИМЕЧАНИЕ

При замене поршневых колец следует удалить на гильзе цилиндра неизношенный выступающий поясok в ее верхней части. Одновременно следует очистить головки блока цилиндров и днища поршней от нагара, полость водяной рубашки от накипи, проверить на герметичность клапаны головки блока цилиндров и при необходимости притереть.

Необходимость замены поршней может быть вызвана следующими причинами: увеличением зазора между поршнем и цилиндром, что приводит к стукам поршней; износом отверстия под поршневой палец, что приводит к стукам поршневых пальцев; износом канавок под поршневые кольца, что вызывает снижение компрессии и повышенный расход масла.

Увеличение зазора между поршнем и гильзой цилиндра происходит в основном из-за износа цилиндра; износ юбки поршня бывает обычно незначительным.

Основной причиной, определяющей необходимость замены поршней, является износ канавок под поршневые кольца. Увеличенный зазор между канавкой и кольцом способствует интенсивному перекачиванию масла в надпоршневое пространство.

При большом износе поршневых канавок замена одних только колец не дает положительных результатов, поэтому, если зазор между торцом кольца и канавкой в поршне больше 0,15 мм, необходимо заменить поршни и кольца новыми.

Замену поршней необходимо проводить с подбором их по гильзам, в которых они могут работать.

Подбор поршней осуществляется по усилию протягивания ленты-щупа между поршнем и гильзой (рис. 2.45). Ленту-щуп закладывают между гильзой и поршнем по всей длине его юбки. Усилие при протягивании ленты-щупа для новых гильз и поршней должно быть 34-45 Н (3,4-4,5 кгс), а для гильз и поршней, бывших в употреблении, - 20-30 Н (2-3 кгс). Подбор поршней проводят обязательно без поршневых пальцев при нормальной комнатной температуре (20°C). Если по каким-либо причинам подбор приходится делать при температуре, отличной от комнатной, то усилие протягивания ленты должно быть ближе к верхнему пределу при температуре выше 20 °C и ближе к нижнему пределу при температуре ниже 20 °C.

## Дефектовка и ремонт отдельных деталей и узлов двигателя

**Гильзы цилиндров.** Проверке на износ подлежат прежде всего гильзы цилиндров, которые в результате естественного износа приобретают по длине форму конуса, а по окружности форму овала.

Наибольший износ происходит в верхней части гильзы, против верхнего компрессионного кольца; наименьший - в нижней части, против маслосъемного кольца.

Износ гильз цилиндров, составляющий 0,3 мм, является предельно допустимым. При большом износе двигатель дымит, расходует много масла и теряет мощность, кроме того, прогрессивно нарастает износ шеек коленчатого вала.

После третьего ремонтного размера гильзу необходимо заменить. В двигателе все гильзы должны быть стандартного или одного из ремонтных размеров.

**Подбор поршней к цилиндрам.** После подбора поршни необходимо промаркировать в соответствии с номерами цилиндров, к которым они подобраны.

**Шатуны.** В шатунах износу подвержены в основном втулки верхней головки. Ремонт сводится к замене втулки и обработке ее отверстия.

В запасные части поставляют втулки верхней головки шатуна стандартного наружного диаметра, и для запрессовки их в шатун никакой предварительной обработки не требуется.

При запрессовке необходимо лишь обеспечить совпадение отверстия во втулке с отверстием в головке шатуна. После запрессовки в шатун втулку следует прогладить брошью для обеспечения лучшего прилегания ее к внутренней поверхности верхней головки шатуна. Диаметр отверстия после этой операции должен быть  $24,3^{+0,045}_{-0,007}$  мм.

Для обеспечения правильной посадки пальца в шатуне отверстие под палец должно быть обработано до диаметра  $25^{+0,007}_{-0,003}$  мм.

Окончательную обработку отверстия необходимо проводить очень тщательно: конусообразность, бочкообразность, седлообразность и овальность должны быть не более 0,0025 мм. Обработку шатуна следует проводить в кондукторе соответствующей конструкции. Расстояние между осями отверстий верхней и нижней головок шатуна должно быть  $(156 \pm 0,05)$  мм, оси отверстий должны быть параллельны друг другу в двух взаимно перпендикулярных плоскостях в пределах 0,03 мм на длине 100 мм.

**Коленчатый вал.** В процессе работы коренные и шатунные шейки коленчатого вала в результате износа теряют правильную геометрическую форму. Это снижает работоспособность как подшипников коленчатого вала, так и всего кривошипно-шатунного механизма. Перекосы, которые возникают в этом случае в кривошипно-шатунном механизме, вызывают повышенный износ гильз цилиндров и поршневых колец, могут служить причиной выталкивания поршневым пальцем стопорных колец и: канавок в поршне и выхода поршневой пальца из поршня, что приводит к глубока задирам зеркала цилиндра.

Коренные и шатунные шейки коленчатого вала в результате износа принимают форму неправильного конуса и овала.

Если в результате замеров установлено что конусность или овальность шеек более 0,05 мм, то вал необходимо перешлифовать на ближайший ремонтный размер. Операцию перешлифовки вала необходимо выполнять на специальном оборудовании.

Ремонтные размеры вкладышей, выпускаемых заводом-изготовителем, уменьшены по сравнению с номинальным размером: первый ремонтный размер на 0,25 мм, второй ремонтный размер на 0,5 мм, третий ремонтный размер на 0,75 и т.д. - до 1,5 мм.

Перешлифовывать надо, как правило, все шатунные или все коренные шейки на один и тот же размер, при этом ремонтный размер шатунных шеек может отличаться от ремонтного размера коренных шеек.

После шлифования шейки коленчатого вала необходимо полировать наждачной бумагой (№320).

После ремонта все масляные каналы в коленчатом валу и полости в шатунных шейках надо тщательно промыть и продуть сжатым воздухом.



## КШМ грузовых автомобилей. Поршневая группа и шатуны

**Поршень.** При такте рабочего хода поршень воспринимает давление газов и передает его через шатун на коленчатый вал. Поршень состоит из трехосновных частей (рис. 16): днища 5, уплотняющей части 6 с проточенными в ней канавками для поршневых колец и юбки 7, поверхность которой соприкасается с зеркалом цилиндра. Днище поршня вместе с внутренней поверхностью головки цилиндра, образующее камеру сгорания, непосредственно воспринимает давление газов: оно может быть плоским (двигатели ЗИЛ-130, ГАЗ-53-11), выпуклым (двигатель автомобиля «Москвич-2140») и фасонным (дизели ЯМЗ, КамАЗ).

Наибольшее распространение в карбюраторных двигателях получили плоские днища (рис. 16, а), отличающиеся относительной простотой изготовления. Днище 5 и уплотняющая часть 6 составляют головку поршня, на которой располагаются компрессионные и маслосъемные кольца. Число колец зависит от типа двигателя и частоты вращения коленчатого вала. Зазор между головкой поршня и стенкой цилиндра находится в пределах 0,4—0,6 мм.

Юбка 7 поршня, имеющая форму конуса овального сечения, является направляющей при его движении в цилиндре. С внутренней стороны она имеет охлаждающие ребра и приливы — бобышки 2 с отверстиями для поршневого пальца 8 (рис. 16,б). На юбке поршня ряда двигателей с одной стороны сделаны Т- или П-образные тепловые прорезы, предупреждающие заклинивание поршня при нагревании.

Для свободного перемещения поршня необходим и зазор между его юбкой и зеркалом цилиндра, который при их нормальном тепловом состоянии (80—95 °С) для различных моделей двигателей равен 0,04—0,08 мм.

Для предотвращения задиров поршня при нагреве на его поверх-

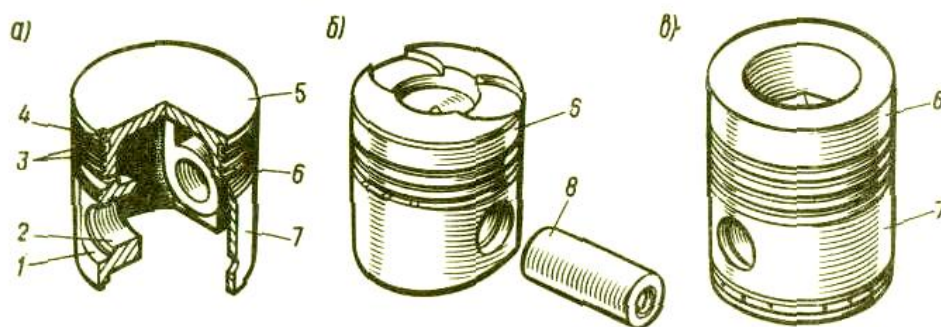


Рисунок 16 - Поршни:

а — карбюраторных двигателей; б — дизелей КамАЗ; в — дизелей ЯМЗ

ности около торцов поршневого пальца делают местные углубления — холодильники 1 (см. рис. 16,а), которые также способствуют отводу тепла от поршня и улучшают условия его смазывания.

В дизелях с непосредственным впрыском (дизели КамАЗ-740, ЯМЗ-238) в днище поршня располагается камера сгорания (см. рис. 16, б, в), а юбка поршня имеет также форму конуса овального сечения, но без прорезей, что придает ей необходимую прочность. Кроме того, в нижней части юбки поршня отдельных двигателей (КамАЗ-740, ВАЗ-2108) имеются боковые выемки для прохода противовесов коленчатого вала.

Чтобы уменьшить силы инерции возвратно-поступательно движущихся масс, поршни, как правило, изготавливают из легких кремнистых алюминиевых сплавов для уменьшения их массы. Для двигателя подбирают поршни, масса которых не отличается более чем на 2—8 г.

На днище поршня действуют высокие температуры, поэтому для повышения износостойкости первой канавки поршня под верхнее поршневое кольцо устанавливают чугунную кольцевую вставку (у двигателей ЗИЛ-130, КамАЗ-740 и др.).

При переходе поршня через в.м.т. он смещается в боковом направлении от одной стенки цилиндра к другой, что сопровождается стуками. Для их устранения на двигателях автомобилей ЗИЛ-130, ГАЗ-53-12, «Москвич-2140» и др. ось отверстия под поршневой палец смещают на 1,6 мм от диаметральной плоскости поршня в правую сторону двигателя (по ходу движения автомобиля).

Поршни в цилиндры следует устанавливать так, чтобы боковое давление во время рабочего хода испытывала та часть поршня, где нет тепловых прорезей. С этой целью на днище поршня делают метку 4 (см. рис. 16, а) или стрелку, которая при установке поршня в цилиндр, должна быть обращена к передней части двигателя.

**Поршневые кольца.** Основная функция поршневых колец — уплотнение камеры сгорания и обеспечение герметичности соединения деталей поршень — цилиндр — канавки. Кроме того, при сгорании рабочей смеси значительное количество тепла поглощается поршнем и отводится от него поршневыми кольцами.

Конструктивно поршневое кольцо (рис. 17) представляет собой плоскую разрезную пружину с зазором, который называется замком. Замок позволяет устанавливать кольца на поршень и обеспечивает свободное расширение их при нагревании в процессе работы двигателя. Поршневые кольца делятся на компрессионные и маслосъемные.

*Компрессионные кольца* 2 (рис. 17, а) подбирают с определенным зазором (0,02—0,07 мм) по высоте к канавке поршня. При установке поршня в цилиндр кольца сжимаются до небольшого зазора В замке и плотно прилегают к поверхности цилиндра, что предотвращает прорыв газов в картер двигателя и попадание масла со стенок цилиндра в камеру сгорания.

*Маслосъемное кольцо* 3 снимает излишки масла со стенок цилиндра и отводит его в поддон картера.

Поршневые кольца изготавливают из легированного чугуна, а для двигателей с большими динамическими нагрузками — из специальной стали.



Поверхность верхнего компрессионного кольца для повышения Износостойкости подвергают пористому хромированию, а остальные кольца для ускорения приработки покрывают тонким слоем олова или молибдена.

Чугунное маслосъемное кольцо 3 отличается от компрессионного про-резями 1 для прохода масла. В канавке поршня под маслосъемное кольцо сверлят один или два ряда отверстий для отвода масла внутрь поршня. На многих двигателях применяют стальные составные маслосъемные кольца. Например, в двигателе ЗИЛ-130 на каждый поршень устанавливают три компрессионных кольца и одно составное маслосъемное. Составное маслосъемное кольцо разборное, оно состоит из двух стальных кольцевых дисков 4 и двух расширителей: осевого 5 и радиального 6.

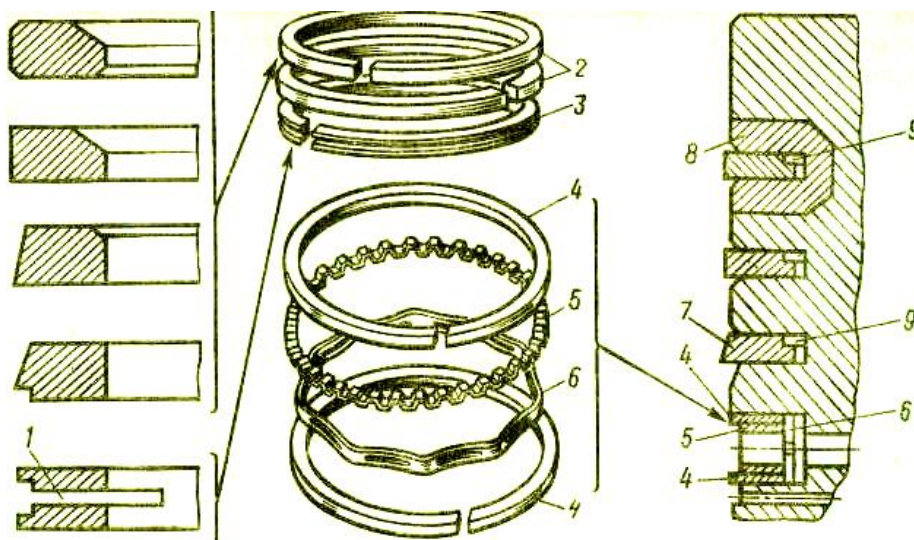


Рисунок 17 - Поршневые кольца:

а—типы поршневых колец; б—расположение колец на поршне

Компрессионные кольца в канавках поршня и в чугунной вставке 5 (рис. 17, б) располагают так, чтобы выточки Р на внутренних цилиндрических поверхностях колец были обращены вверх, в сторону днища поршня. Наружная поверхность нижнего компрессионного кольца 7 имеет небольшую конусность, большее основание которого обращено вниз, что способствует лучшему уплотнению соединения поршень — цилиндр.

У большинства двигателей зазор в замках двух верхних компрессионных колец и чугунного маслосъемного составляет 0,25—0,60 мм, в нижнем компрессионном кольце — 0,15—0,40 мм, а в замке кольцевых дисков составного маслосъемного кольца — 0,8—1,4 мм.

При наличии чугунного маслосъемного кольца замки всех колец при установке их на поршень располагают по окружности под углом 90°. При установке стального составного маслосъемного кольца на равные угловые интервалы смещаются только замки компрессионных колец.

**Поршневой палец.** Для шарнирного соединения поршня с верхней головкой шатуна служит поршневой палец. Через пальцы передаются

значительные усилия, поэтому их изготавливают из легированных или углеродистых сталей с последующей цементацией или закалкой ТВЧ (токами высокой частоты). Поршневой палец 11 (рис. 18) представляет собой толстостенную трубку с тщательно отшлифованной наружной поверхностью, проходящую через верхнюю головку шатуна и концами опирающуюся на бобышки 1 поршня 2.

По способу соединения с шатуном и поршнем пальцы делятся на плавающие и закрепленные (обычно в головке шатуна). Наибольшее распространение получили плавающие поршневые пальцы, которые свобод-

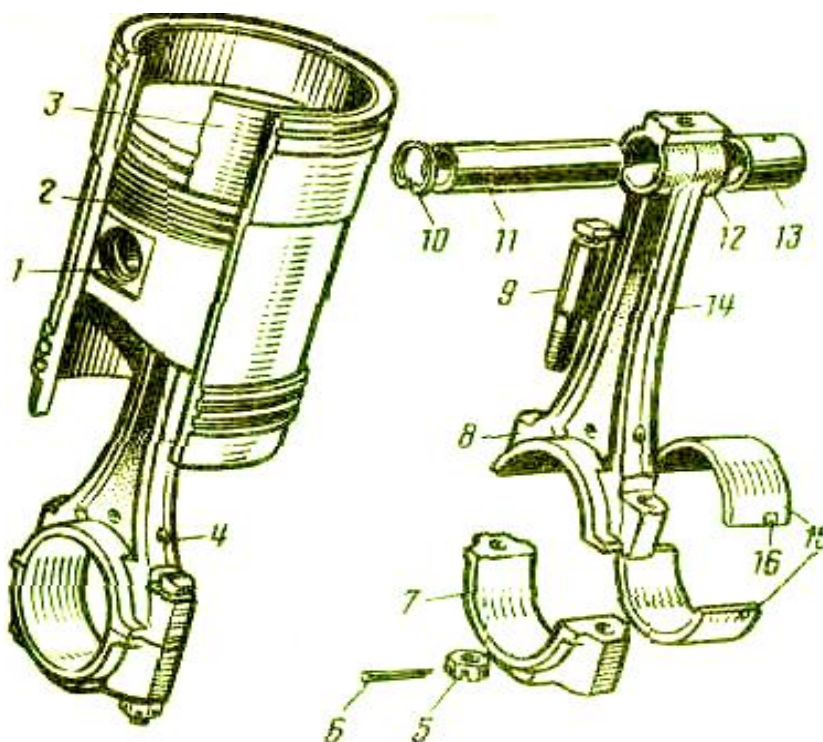


Рисунок 18 - Шатунно-поршневая группа

но поворачиваются в бобышках и во втулке 13, установленной в верхней головке шатуна. Осевое перемещение поршневого пальца ограничивается стопорными кольцами 10, расположенными в выточках бобышек поршня.

При работающем двигателе в бобышках поршня возможны стуки пальцев из-за различного коэффициента линейного расширения алюминиевого сплава и стали. Для устранения этого явления палец в бобышках устанавливают с натягом 0,01—0,02 мм, нагревая поршень до температуры 80—90 °С, что обеспечивает поддержание нормального теплового зазора (0,01—0,03 мм) в этом сопряжении на всех режимах работы двигателя.

**Шатун.** Он служит для соединения поршня с кривошипом коленчатого вала и обеспечивает при такте рабочего хода передачу усилия от давления газов на поршень к коленчатому валу, а при вспомогательных тактах (впуск, сжатие, выпуск), наоборот, от коленчатого вала к поршню. При работе двигателя шатун совершает сложное движение. Он движется возвратно-

поступательно вдоль оси цилиндра и качается относительно оси поршневого пальца.

Шатун (см. рис. 18) штампуют из легированной или углеродистой стали. Он состоит из стержня 14 двутаврового сечения, верхней головки 12, нижней головки 8 и крышки 7. В стержне 14 шатуна при принудительном смазывании плавающего поршневого пальца (в основном у дизелей) сверлится сквозное отверстие — масляный канал.

Нижнюю головку 8, как правило, делают разъемной в плоскости, перпендикулярной к оси шатуна. В тех случаях, когда нижняя головка имеет значительные размеры и превышает диаметр цилиндра (у дизелей ЯМЗ), плоскость разъема головки делают под углом (косой срез), что позволяет уменьшить радиус окружности, описываемой нижней частью шатуна.

Крышка шатуна изготавливается из той же стали, что и шатун, и обрабатывается совместно с нижней головкой, поэтому перестановка крышки с одного шатуна на другой не допускается. На шатунах и крышках с этой целью делают метки. Чтобы обеспечить высокую точность при сборке нижней головки шатуна, его крышку 7 фиксируют шлифованными поясками болтов 9, которые затягивают гайками 5 и стопорят шплинтами 6 или шайбами. В нижнюю головку устанавливают шатунный подшипник в виде тонкостенных стальных вкладышей 15, которые с внутренней стороны покрыты слоем антифрикционного сплава.

От осевого смещения и провертывания вкладыши удерживаются выступами (усиками) 16, которые входят в канавки нижней головки шатуна и его крышки. В нижней головке шатуна и во вкладыше делается отверстие 4 для периодического выбрызгивания масла на зеркало цилиндра или на распределительный вал (у двигателей ЗИЛ-130, ЗМЗ-53-11).

Для лучшей уравновешенности кривошипно-шатунного механизма разница в массе шатунов не должна превышать 6—8 г. в V-образных

двигателях на каждой шатунной шейке коленчатого вала расположены два шатуна. В этих двигателях для правильной сборки шатунно-поршневой группы поршни и шатуны устанавливают строго по меткам.

На крышке и стержне шатуна дизеля КамАЗ-740 метки выбивают в виде трехзначных номеров. Кроме того, на крышке шатуна выбивают порядковый номер цилиндра. Так, у двигателя ЗИЛ-130 метка на днище поршня 12 (см. рис. 19) должна быть направлена к передней части двигателя. При этом метка на шатуне для левого ряда цилиндров должна быть направлена в одну сторону с меткой на поршне, а метка на шатуне 11 для правого ряда цилиндров должна быть направлена в противоположную сторону относительно метки на поршне.

### **Коленчатый вал и маховик**

**Коленчатый вал.** Коленчатый вал воспринимает силу давления газов на поршень и силы инерции возвратно-поступательно движущихся и вращающихся масс кривошипно-шатунного механизма.

Силы, передающиеся поршнями на коленчатый вал, создают крутящий момент, который при помощи трансмиссии передается на колеса автомобиля.

Коленчатый вал изготавливают штамповкой из легированных сталей или отливают из высокопрочных магниевых чугунов (двигатели ЯМЗ, ЗМЗ, ВАЗ и др.).

Коленчатый вал (рис. 19) состоит из коренных 8 и шатунных шеек 7, противовесов 29, заднего конца с отверстием для установки шарикоподшипника 18 ведущего вала коробки передач и фланца 19 для крепления маховика, переднего конца, на котором установлен храповик 2 пусковой рукоятки и шестерня 30 газораспределения, шкива / привода вентилятора, жидкостного насоса и генератора.

Шатунные шейки 7 со щеками 9 образуют кривошипы. Для разгрузки коренных подшипников от центробежных сил служат противовесы 29, которые изготавливают за одно целое со щеками, имеющими каналы 10 для подвода масла или прикрепляют к ним болтами. Если с обеих сторон шатунной шейки 7 расположены коренные шейки 8, то такой коленчатый вал называют *полноопорным*.

Полноопорные валы двигателей (ЗИЛ-130, КамАЗ-740, ВАЗ-2108) отличаются большой жесткостью, что повышает работоспособность кривошипно-шатунного механизма. Число коренных шеек зависит от типа и числа цилиндров двигателя. Так, в четырехцилиндровом двигателе с рядным расположением цилиндров их может быть три или пять, в шестицилиндровых — четыре или семь, в У-образных восьмицилиндровых — пять.

В щеках 9 коленчатого вала просверлены наклонные каналы 10 для подвода масла от коренных подшипников к масляным полостям 25, выполненных в шатунных шейках в виде каналов большого диаметра, закрываемых резьбовыми заглушками 26. Эти полости являются грязеуловителями, в которых под действием центробежных сил при вращении коленчатого вала собираются продукты изнашивания, содержащиеся в масле.

Гнезда в блоке цилиндров под коренные подшипники и их крышки 24 растачивают совместно, поэтому при сборке двигателя их необходимо устанавливать по меткам только на свои места. Тонкостенные вкладыши 6 коренных подшипников покрыты таким же антифрикционным сплавом, что и вкладыши шатунных подшипников, и отличаются от последних только размерами. Широкое использование триметаллических сталеалюминиевых и сталесвинцовых вкладышей связано с тем, что слой 28 антифрикционного покрытия обладает хорошими противозадирными свойствами и повышенной прочностью. От продольного смещения и проворачивания вкладыши удерживаются выступами 27, входящими в соответствующие пазы в гнездах блока и их крышках.



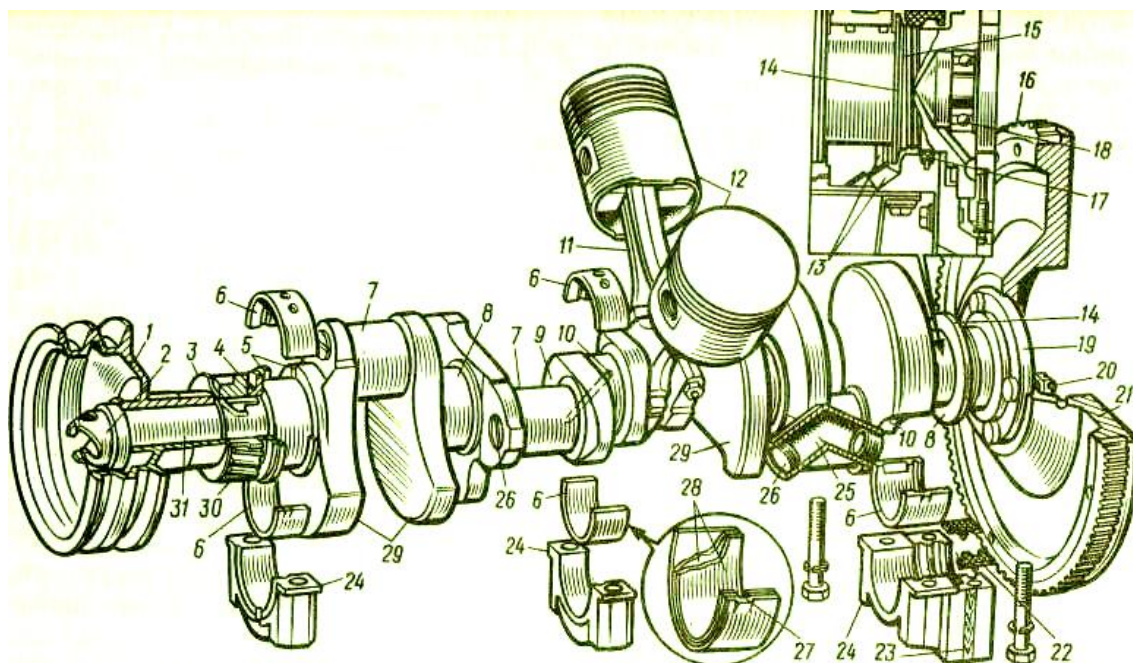


Рисунок 19 - **Коленчатый вал и маховик:**

1—шкив; 2—храповик; 3—маслоотражатель; 4—упорная шайба; 5—упорное кольцо; 6—вкладыш коренного подшипника; 7—шатунная шейка; 8—коренная шейка; 9—щека; 10—смазочный канал; 11—шатун; 12—поршень; 13—сливные отверстия; 14—маслообрабатывающий гребень; 15—маслоотгонная канавка; 16—зубчатый венец маховика; 17—сальник; 18—шарикоподшипник; 19—фланец; 20—болт; 21—маховик; 22—резиновая прокладка; 23—деревянные уплотнители; 24—крышка подшипника; 25—масляная полость; 26—заглушка; 27—выступ; 28—антифрикционный слой; 29—противовес; 30—шестерня газораспределения; 31—передний конец коленчатого вала

Осевые нагрузки коленчатого вала в большинстве карбюраторных двигателей воспринимаются упорной шайбой 4 и стальными упорными кольцами 5, залитыми с внутренней стороны антифрикционным сплавом СОС-6-6, содержащим свинец, олово и сурьму.

Осевые нагрузки коленчатого вала дизелей воспринимаются двумя парами упорных полуколец из бронзы или сталеалюминия, установленных в выточках задней коренной опоры.

Для предотвращения утечки масла из картера двигателя на переднем и заднем концах коленчатого вала легковых автомобилей семейства «Москвича и ВАЗ» устанавливают самоподжимные сальники и отражатели.

На двигателе ЗИЛ-130 передний конец 31 коленчатого вала уплотнен резиново-каркасным сальником, расположенным в крышке распределительных шестерен, а между шестерней 30 и шкивом 1 коленчатого вала установлен маслоотражатель 3, отгоняющий масло внутрь картера. Уплотнение заднего конца коленчатого вала обеспечивается графито-асбестовым сальником 17, размещенным в кольцевой канавке гнезда подшипника и его крышке 24, в плоскости разъема которой дополнительно устанавливаются резиновые прокладки 22, а по бокам — деревянные

уплотнители 23. Кроме того, на задней шейке коленчатого вала находятся спиральная маслоотгонная канавка 15 и маслосбрасывающий гребень 14, от которых масло отбрасывается через сливные (дренажные) отверстия 13 в поддон картера.

**Маховик.** Маховик служит для обеспечения вывода поршней из мертвых точек, более равномерного вращения коленчатого вала многоцилиндрового двигателя при его работе на режиме холостого хода, облегчения пуска двигателя, снижения кратковременных перегрузок при трогании автомобиля с места и передачи крутящего момента агрегатам трансмиссии на всех режимах работы двигателя. Маховик 21 изготавливают из чугуна и динамически балансируют в сборе с коленчатым валом. На фланце 19 маховик центрируется в строго определенном положении с помощью штифтов или болтов 20, которыми он крепится к фланцу.

У дизелей ЯМЗ-236 и КамАЗ-740 маховик центрируется с помощью двух штифтов и крепится болтами не к фланцу, а непосредственно к коленчатому валу.

На обод маховика напрессован зубчатый венец 16, предназначенный для вращения коленчатого вала стартером при пуске двигателя. На торце или ободе маховика многих двигателей наносят метки, по которым определяют в.м.т. поршня первого цилиндра при установке зажигания (у карбюраторных двигателей) или момента начала подачи топлива (у дизелей).

## ОСОБЕННОСТИ КШМ ДИЗЕЛЯ А-41

Таблица 6 – Маркировка коленчатого вала.

Номер (обозначение) вала	Маркировка стандарта	Диаметр шеек, мм	
		коренных	шатунных
41-0401-2		105 <sub>-0,023</sub>	88 <sub>-0,023</sub>
41-0401-2	2НШ	105 <sub>-0,023</sub>	87,75 <sub>-0,023</sub>
41-0401-2	2НК	104,75 <sub>-0,023</sub>	88 <sub>-0,023</sub>
41-0401-2	2НШК	104,75 <sub>-0,023</sub>	87,85 <sub>-0,023</sub>

## Механизм уравнивания КШМ А-41

Механизм уравнивания служит для уравнивания сил инерции второго порядка движущихся масс кривошипно-шатунного механизма, которые переменны по величине и направлению и действуют в плоскости осей цилиндров.

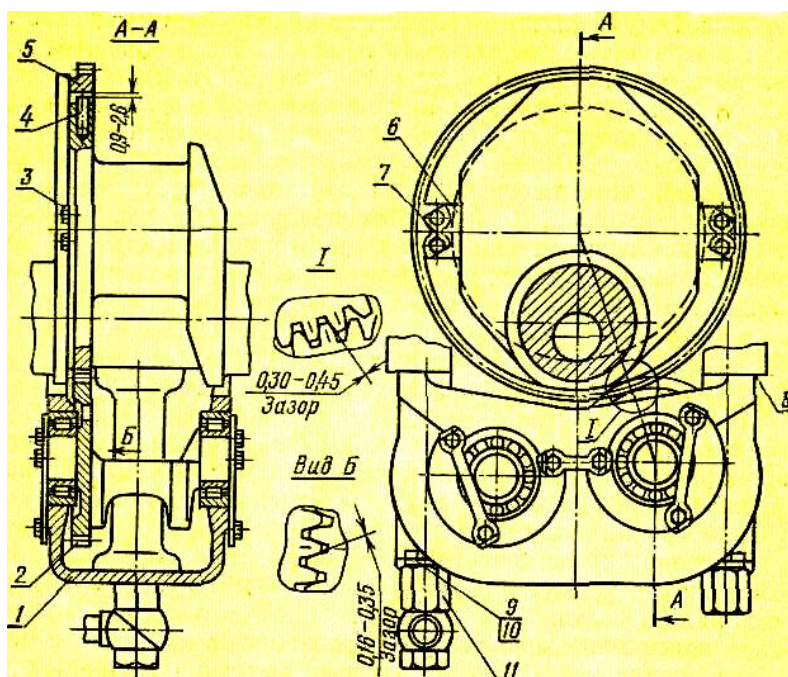


Рисунок 20 - Механизм уравнивания:

1 — корпус; 2 — шестерня; 3 и 11 — болты; 4 — штифт; 5 — зубчатый венец; 6 — пласти-на; 7 и 9 — шайбы замковые; 8 — прокладка регулировочная; 10 — шайба.

Механизм уравнивания состоит из двух шестерен-грузов 2 (рис. 20), вращающихся в роликовых подшипниках, установленных в корпусе 1.

Шестерни-грузы приводятся во вращение от

зубчатого венца, напрессованного на четвертую щеку коленчатого вала, с которым зацепляется одна из шестерен 2. Число оборотов шестерен грузов в два раза превышает обороты коленчатого вала соответственно периоду изменения инерционных сил второго порядка. Дисбалансные грузы шестерен 2 расположены таким образом, что при вращении их в противоположные стороны создаются центробежные силы, горизонтальные составляющие которых взаимно уравниваются, а вертикальные направлены противоположно неуравновешенным возвратно-поступательным инерционным силам и изменяются по величине пропорционально им.

Максимальная величина неуравновешенных сил инерции составляет 1500 кг, а вертикальной составляющей грузов уравнивающего механизма — 1000 кг, таким образом силы инерции уравниваются примерно на 70%. При этом достигается уменьшение вибраций двигателя.

Корпус 1 механизма уравнивания прикреплен к блоку цилиндров двумя пустотелыми болтами и зафиксирован штифтами. По одному из болтов 11 масло от радиаторной секции масляного насоса подается к радиатору, а по другому сливается из радиатора в картер. Момент затяжки болтов 200—220 Н-м (20—22 кгс-м).

Для регулировки бокового зазора (0,30—0,45 мм) в зацеплении зубчатого венца коленчатого вала с шестерней 2 в разьеме между корпусом / и блоком цилиндров устанавливают регулировочные прокладки 8. Зазор проверяют в трех точках равномерно по окружности венца коленчатого вала. В зацеплении шестерен-грузов нового механизма боковой зазор должен быть в пределах 0,16—0,35 мм. При установке механизма уравнивания на двигатель метки на шестернях должны совпадать. При этом в положении поршня первого цилиндра в в. м. т. грузы шестерен должны быть обращены вниз.

## **ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА. ИХ ПРИЧИНЫ И СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ**

При нормальных условиях работы и правильном обслуживании дизеля и его агрегатов износ деталей кривошипно-шатунного механизма незначителен, и надежная работа его обеспечивается в течение всего ресурса дизеля.

Для предупреждения преждевременных износов дизель подвергают приработке (обкатке) при постоянно увеличивающейся нагрузке. При этом трущиеся поверхности приближаются к расчетным геометрическим параметрам. Поэтому загружать на полную мощность новый или отремонтированный дизель можно только после его обкатки на тракторе или комбайне с постепенно увеличивающейся нагрузкой в течение 30 ч согласно инструкции по эксплуатации.

Непрогретый дизель не может развивать полную мощность из-за нарушения процессов смесеобразования и сгорания топлива, а также из-за резкого (по сравнению с рабочими температурами) ухудшения условий смазки. При работе непрогретого дизеля повышается износ его деталей, в первую очередь гильз, поршней и поршневых колец, а также происходит осмоление этих деталей.

Поэтому началу работы дизеля с нагрузкой после пуска предшествует период прогрева на холостом ходу. При достижении температуры охлаждающей жидкости в системе охлаждения 50 °С нужно увеличить нагрузку.

Нельзя допускать длительную работу дизеля на минимальных холостых оборотах.

В холодное время года для ускорения прогрева дизеля следует подогревать охлаждающую жидкость и масло.

В процессе эксплуатации нельзя допускать длительную работу дизеля с перегрузом, а также с неисправностями, вызывающими перегрев охлаждающей жидкости.

Категорически запрещается работа дизеля со стуками, дымным выхлопом, а также с низким давлением масла, что может привести к выходу из строя деталей кривошипно-шатунного механизма.

В процессе эксплуатации нужно применять только рекомендованные для дизелей сорта масел и топлива.

При снижении мощности, давления масла в главной масломагистрали ниже 0,1 МПа (1,0 кгс/см<sup>2</sup>), при сильном дымлении, появлении ненормальных стуков, свидетельствующих о неисправности кривошипно-шатунного механизма, а также при интенсивном выгорании смазочного масла дизель должен быть остановлен и осмотрен.

Большинство указанных недостатков может быть также вызвано неисправностью топливной аппаратуры, засоренностью воздухоочистителя или выходом из строя турбокомпрессора. Только убедившись в исправности



**Таблица 7 – Возможные неисправности кривошипно-шатунного механизма, их причины и способы устранения**

Причина неисправности	Способ устранения
<i>Повышенный расход картерного масла (из выпускной трубы идет сизый дым)</i>	
Износ поршней, поршневых колец и гильз цилиндров из-за попадания неочищенного воздуха через разгерметизированную систему воздухоочистки	Замените поршни, гильзы и поршневые кольца. Не рекомендуется заменять только поршни и кольца, т. к. при работе со старой гильзой это не даст желаемого результата
<i>При работе дизеля прослушиваются посторонние стуки</i>	
Глухие металлические стуки в нижней части блок-картера. Выход из строя шатунных и коренных вкладышей из-за запуска дизеля	Проверьте и при необходимости замените коленчатый вал, коренные, шатунные вкладыши.
<i>Низкое давление масла в главной магистрали.</i>	
Износ коренных и шатунных длительной работы дизеля с неисправностями в системе смазки или нарушение правил	Проверьте и при необходимости замените коленчатый вал, коренные, шатунные вкладыши
<i>Дизель внезапно остановился с обильным выделением из выпускной трубы черного дыма</i>	
Задир коренных или шатунных вкладышей из-за неисправностей системы смазки. В отложениях центрифуги наличие стружки	Проверьте и при необходимости замените коленчатый вал, коренные, шатунные вкладыши. Устраните неисправности системы смазки
Разрушение подшипников шкива отбора мощности с переднего носка коленчатого вала (дизели СМД-23/24, СМД-31/31А) из-за отсутствия смазки	Разберите шкив, замените подшипники и заполните смазкой полость подшипника
<i>Дизель внезапно остановился. Наряду с выделением черного дыма наблюдается выделение пара из сапуна.</i>	
Задир одного или нескольких поршней из-за неисправностей системы охлаждения или топливной аппаратуры	Замените вышедшие из строя поршни, гильзы и уплотнительные резиновые кольца. Устраните неисправности системы охлаждения

и нормальном техническом состоянии этих узлов, можно приступать к разборке дизеля для проверки кривошипно-шатунного механизма.

Если дизель остановлен из-за снижения давления масла в магистрали ниже допустимого, необходимо в первую очередь убедиться в правильности показаний манометра, исправности предохранительного клапана, герметичности заборного трубопровода и трубопровода подвода масла от маслососа к блоку, а также в исправности масляного насоса. Лишь убедившись в исправности этих узлов, можно приступать к проверке технического состояния и зазоров в коренных и шатунных подшипниках.

Разбирать дизель разрешается только в закрытом помещении. При этом следует помнить, что комбайновые дизели для ремонта кривошипно-шатунного механизма необходимо обязательно снимать с машины (ввиду невозможности снятия нижней крышки картера). При достаточном опыте большинство деталей кривошипно-шатунного механизма на тракторах (кроме замены коленчатого вала и коренных вкладышей) можно заменять, не снимая дизель с трактора.

Возможные неисправности кривошипно-шатунного механизма, их причины и способы устранения приведены ниже.

### **Контрольные вопросы**

1. Перечислите подвижные и неподвижные детали кривошипно-шатунного механизма.
2. Перечислите основные части поршня и объясните их устройство.
3. Объясните необходимость установки в двигателях «мокрых» гильз цилиндров.
4. Какой зазор устанавливается между юбкой поршня и зеркалом цилиндра?
5. Как устроены шатуны и коленчатый вал?
6. Для чего служит маховик и как он крепится на коленчатом валу?



Формат 60x84/16 Тираж 100  
Печать офсетная. Усл.п.л. 2,75  
Издательство КГАУ/420015 г.Казань, ул.К.Маркса, д.65  
Лицензия на издательскую деятельность код 221 ИД №06342 от 28.11.2001г.  
Отпечатано в типографии КГАУ  
420015 г.Казань, ул.К.Марксу д.65.  
Казанский государственный аграрный университет

Подписано к печати 10.08.2020  
Заказ 802 Цена 40 руб