

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Институт механизации и технического сервиса

Кафедра “Тракторы, автомобили
и энергетические установки”

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ
И САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ТРАКТОРЫ И АВТОМОБИЛИ»
Часть 1**

Казань, 2020

УДК 629.3
УДК 629.33
ББК 22. 317

Разработаны:

доцентом кафедры «Тракторы, автомобили и энергетические установки» Усенковым Р.А.

профессором кафедры «Тракторы, автомобили и энергетические установки» Хафизовым К.А.

доцентом кафедры «Тракторы, автомобили и энергетические установки» Синицким С.А.

старшим преподавателем кафедры «Тракторы, автомобили и энергетические установки» Нурмиевым А.А.

Рецензенты: Профессор кафедры «Теплотехника и энергетическое машиностроение» Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева (КНИТУ-КАИ), д.т.н. Щукин А.В.
Заведующий кафедрой «Общеинженерные дисциплины» Казанского государственного аграрного университета, к.т. н, доцент Пикмуллин Г.В.

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к печати на заседании кафедры «Тракторы, автомобили и энергетические установки» Казанского государственного аграрного университета 13.01.2020 г. (протокол №6).

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к печати на заседании методической комиссии Института механизации и технического сервиса Казанского государственного аграрного университета 12.05.2020 г. (протокол №8).

Усенков, Р.А. Методические указания для выполнения лабораторных и самостоятельных работ по дисциплине «Тракторы и автомобили». Часть 1 / Р.А. Усенков, К.А. Хафизов, С.А. Синицкий,

А.А. Нурмиев. – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2020. – 28 с.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных и самостоятельных работ студентов 2 курса, обучающихся по направлению **20.03.01 «Техносферная безопасность»** по профилю подготовки «Безопасность технологических процессов и производств»

УДК 629.3
УДК 629.33
ББК 22. 317

© Казанский государственный аграрный университет, 2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Лабораторная работа №1 «Неподвижные детали КШМ».....	5
1.1 Цели работы.....	5
1.2 Оборудование.....	5
1.3 Порядок выполнения работы	13
1.4 Контрольные вопросы.....	13
1.5 Вопросы для самостоятельной работы.....	14
2 Лабораторная работа №2 «Подвижные детали КШМ».....	15
2.1 Цели работы.....	15
2.2 Оборудование.....	15
2.3 Порядок выполнения работы	27
2.4 Контрольные вопросы.....	28
2.5 Вопросы для самостоятельной работы.....	28
Список литературы	28

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания по дисциплине «Тракторы и автомобили» предназначены для выполнения лабораторных и самостоятельных работ студентов 2 курса, обучающихся по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность» по профилю подготовки «Безопасность технологических процессов и производств».

Настоящее издание содержит материал для выполнения двух лабораторных работ: «Неподвижные детали КШМ» и «Подвижные детали КШМ».

Методические указания включают в себя краткий теоретический обзор и описание лабораторных установок, а также указания по выполнению работ.

На лабораторных занятиях изучаются системы и механизмы наиболее распространенных двигателей (обычно 2 или 3 марки). Изучение особенностей других марок двигателей является задачей самостоятельной работы студентов.

Изучение курса организуется в следующем порядке:

1. Лабораторные занятия проводятся по рабочим местам. Подгруппа делится на звенья по 2 человека.
2. Всем студентам выдаются методические указания, где по каждой работе указаны - тема, цель работы, перечень оборудования, порядок изучения и вопросы для самостоятельной работы.
3. Преподаватель на каждом рабочем месте проводит объяснение соответствующей лабораторной работы, исходя из своего методического опыта и уровня подготовленности студента.
4. Основную работу студент проводит самостоятельно, пользуясь учебными пособиями, плакатами, разрезами двигателей и их узлов.
5. Студент, к концу занятий, должен ответить на вопросы преподавателя, сдать тесты по теме в компьютерном классе, и только в этом случае работа в аудитории засчитывается, и делается отметка в журнале преподавателя о том, что работа полностью сдана.
6. Кроме этого, студент должен, согласно заданию преподавателя, провести самостоятельную работу, заполнить отчет в тетради для самостоятельных работ и защитить его в ходе следующих занятий.

1 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Тема: «Неподвижные детали кривошипно-шатунного механизма (КШМ)»

1.1 Цели работы:

- 1.1.1 Изучить устройство блок-картеров.
- 1.1.2 Ознакомиться с устройством головки цилиндров.
- 1.1.3 Изучить устройство цилиндров и уплотнений двигателя.
- 1.1.4 Ознакомиться с креплениями двигателя к остову трактора и автомобиля.

1.2 Оборудование:

1.2.1 Неподвижные детали КШМ дизельного двигателя внутреннего сгорания СМД-31

К неподвижным деталям КШМ дизельных двигателей внутреннего сгорания можно отнести: картер маховика, переднюю крышку, блок-картер, головки цилиндров, гильзы цилиндров и картер распределительных зубчатых колес. Неподвижные детали КШМ дизельных двигателей внутреннего сгорания марки СМД отливают из чугуна.

Неподвижные детали КШМ необходимы для установки на них основных деталей и узлов двигателя.

Блок-картер двигателя внутреннего сгорания СМД-31 отливают из чугуна, причем его нижняя часть является частью картера коленчатого вала, а верхняя – является блоком цилиндров (рисунок 1.1).

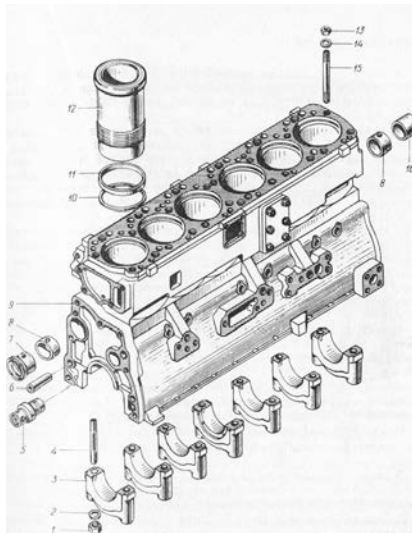
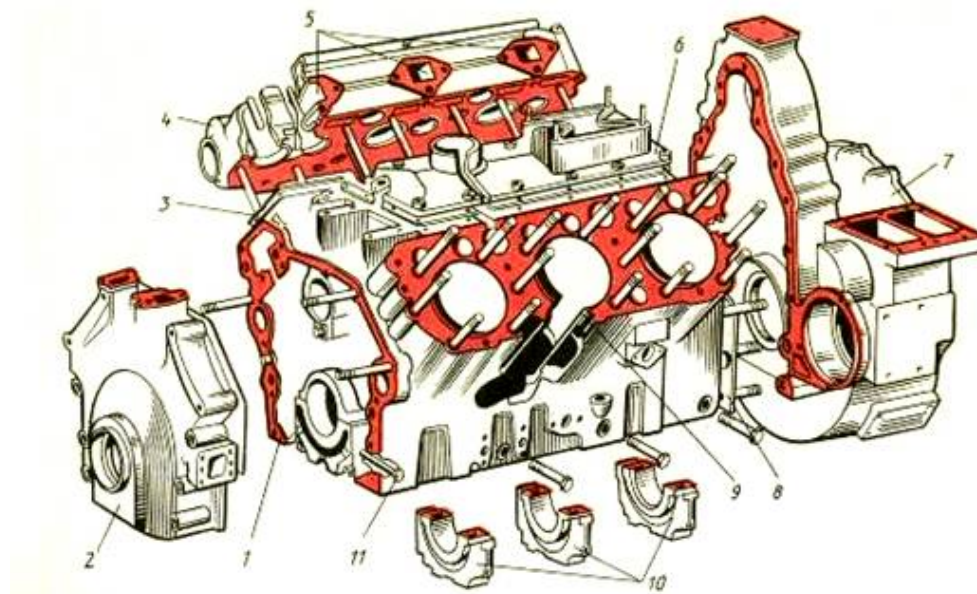


Рисунок 1.1 - Блок-картер дизельного двигателя СМД-31

Неподвижными элементами КШМ дизельного двигателя СМД-31 являются: головка цилиндров, гильзы цилиндров 12 с уплотнительными кольцами 10 и 11, блок-картер, отлитый из чугуна 9 и крышки коренных подшипников 3.

1.2.2 Неподвижные детали КШМ дизельного двигателя внутреннего сгорания СМД-60

Блок-картер дизельного двигателя внутреннего сгорания СМД-60 (рисунок 1.2) также отливают из чугуна, причем оси первого и четвертого цилиндров сориентированы друг к другу под углом 90° и расположены таким образом, что оси цилиндров одного ряда смещены относительно осей цилиндров другого ряда на 36 мм. Данное техническое решение позволяет разместить два шатуна на одной шатунной шейке коленчатого вала. За счет смещения на 2 мм оси крышек коренных подшипников относительно боковых посадочных поверхностей на дизелях СМД-60 становится возможным полностью исключить поворот крышки на 180° в процессе сборки.



1 - блок-картер; 2 - передняя крышка; 3 - прокладка; 4 - головка цилиндров; 5 - выпускные окна; 6 - крышка ресивера, 7- картер маховика; 8 - щит; 9 - гильза цилиндра; 10 - крышки коренных подшипников; 11 - специальный болт.

Рисунок 1.2 - Блок-картер дизельного двигателя СМД-60

1.2.3 Неподвижные детали КШМ силовых агрегатов грузовых автомобилей

К неподвижным деталям кривошипно-шатунного механизма силовых агрегатов относятся цилиндры, головка цилиндров, блок цилиндров и поддон картера.

1.2.3.1 Блок цилиндров «V»- образных силовых агрегатов

Блок цилиндров «V»- образных силовых агрегатов представлен рисунке 1.3. Основным элементом блока цилиндров является корпус 6.

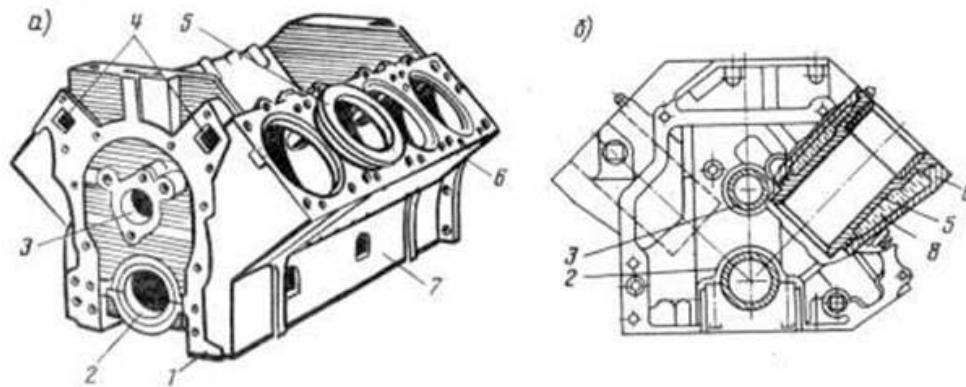


Рисунок 1.3 - Блок цилиндров V- образного силового агрегата:

(а) - общий вид

(б) - вид сзади

К корпусу блока цилиндров 6 присоединяется картер 7, внутри которого расположены опорные гнезда для коренных подшипников 2 коленчатого вала. Совместная конструкция, состоящая из блока цилиндров 6 и картера 7, называется блок-картером 1.

Внутри блока цилиндров 6 сделаны отверстия 3 для установки подшипников скольжения распределительного вала. Стальной поддон, который присоединяется непосредственно к блоку-картеру 1, используется как резервуар для хранения моторного масла. Внутренняя поверхность блока-картера 1 снабжена каналами, по которым моторное масло под давлением и разбрызгиванием подается ко всем трущимся деталям силового агрегата.

У силовых агрегатов ЯМЗ-238 и ЗИЛ-130 плоскость блока цилиндров изготавливают разъемной и располагают ее ниже оси коленчатого вала, что повышает жесткость конструкции.

Для жидкостного охлаждения силового агрегата внутри блока цилиндров имеется полость 8 (рисунок 1.3 (б)), которая образована между стенками блока и наружной поверхностью мокрых гильз 5. Данную полость 8 называют рубашкой охлаждения, и именно по ней движется охлаждающая жидкость, которая подается в нее через два канала 4 (рисунок 1.3 (а)) с помощью напора, создаваемого водяным насосом. К блоку цилиндров 6 крепятся картер сцепления и крышка распределительных шестерен.

Блоки цилиндров силовых агрегатов грузовых автомобилей МАЗ, КАМАЗ и ЗИЛ изготавливают из серого чугуна.

Зеркало гильзы цилиндра и головка блока цилиндров образуют замкнутый объем для возвратно-поступательного движения поршня. При движении поршня вдоль зеркала гильзы в замкнутом объеме совершается рабочий цикл силовой установки.

Внутреннюю поверхность гильзы цилиндра (зеркало гильзы) тщательно обрабатывают для уменьшения сил трения между поршнем и поршневыми кольцами и цилиндром. Также для эффективной работы силового агрегата необходимо обеспечить более плотное прилегание поршня и поршневых колец к цилиндру.

Жидкостное охлаждение силовых агрегатов является более эффективным по сравнению с воздушным охлаждением, так как именно оно более интенсивно обеспечивает отвод теплоты. В силу этих причин в двигателях преимущественно применяются мокрые, а не сухие гильзы. Использование мокрых гильз снижает эксплуатационные и ремонтные затраты при обслуживании двигателя, а также увеличивает срок службы деталей цилиндропоршневой группы.

1.2.3.2 Головка цилиндров силовых агрегатов

Свечи зажигания, выпускные и впускные клапаны, а также форсунки располагаются непосредственно в камере сгорания. Камера сгорания расположена в верхней части головки цилиндров. Для реализации работы впускных и выпускных клапанов необходимо задействовать узлы, которые приводят их в движение. Механизмы для привода клапанов располагают в головке цилиндров.

Количество головок цилиндров варьируется в зависимости от расположения осей цилиндров друг относительно друга. В случае если оси цилиндров параллельны друг другу, то расположение цилиндров будет рядным,

и в этом случае все цилиндры будут иметь одну общую головку (Д-240). Если оси цилиндров сориентированы друг относительно друга под определенным углом, то такие двигатели называют с «V» - образным расположением цилиндров и число головок в них будет равно двум (ЗИЛ-130). Бывают и частные случаи, когда отдельный цилиндр имеет свою головку (КАМАЗ -740).

Головка цилиндра двигателя ЗИЛ - 130 представлена на рисунке 1.4. Внутренняя поверхность головки цилиндра, в которую вставлены седла впускных 4 и выпускных 2 клапанов с несколькими отверстиями 3, снабжена камерами сгорания 1. Также в поверхность головки цилиндра вворачивают свечи зажигания 9.

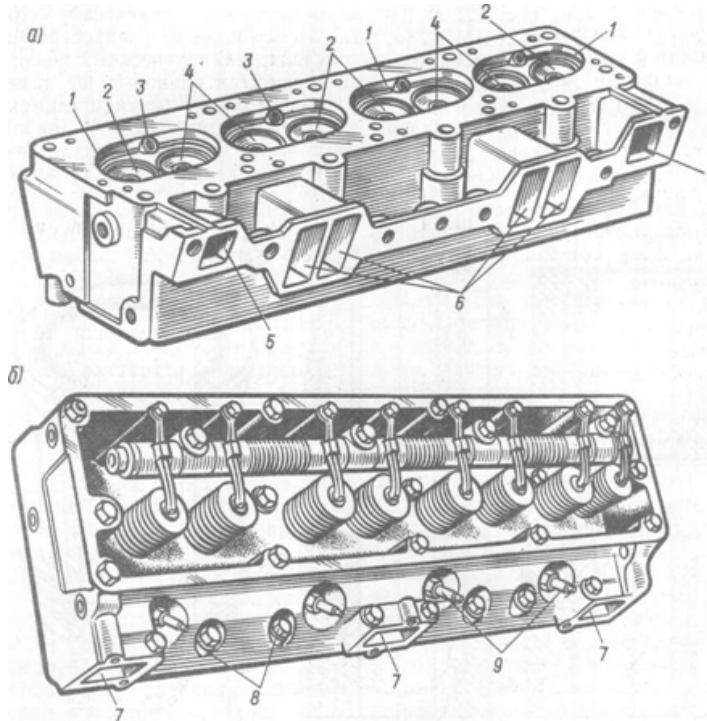


Рисунок 1.4 - Головка цилиндров «V» - образного двигателя ЗИЛ-130

Одна поверхность головки цилиндров снабжена каналами 5 для обеспечения непрерывной циркуляции охлаждающей жидкости и каналами для подвода бензовоздушной смеси (рисунок 1.4 (а)), а другая поверхность оснащена каналами 7 для отвода отработанных газов (рисунок 1.4 (б)). Также камера сгорания снабжена отверстиями для установки направляющих втулок клапанов. Для обеспечения герметичности стыка между блоком цилиндров и головкой используют

уплотнительную прокладку, которую изготавливают из сталеасбестового материала.

Блок цилиндров крепят с головкой посредством использования болтов 8, либо шпилек с гайками. Болты и гайки в определенном порядке равномерно затягивают с заданным для каждого силового агрегата моментом и контролируют его с помощью специального ключа с динамометром.

1.2.3.3 Блок цилиндров силового агрегата КАМАЗ-740

Блок силового агрегата КАМАЗ-740 с «V» - образным расположением цилиндров имеет моноблочную конструкцию. Для его изготовления используют серый чугун. Характерной особенностью является то, что этот блок отливают как единое целое с верхней частью картера.

Продольный разрез силового агрегата КАМАЗ-740 показан на рисунке 1.5.

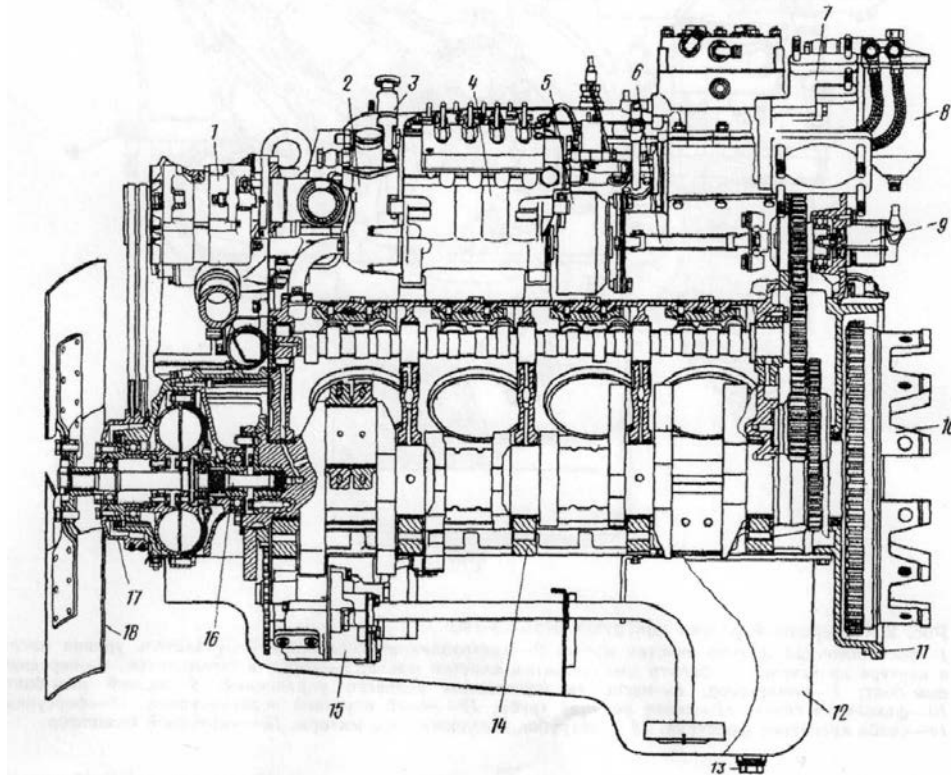


Рисунок 1.5 - Продольный разрез силового агрегата КАМАЗ -740

Крышки коренных опор ставят в зафиксированном положении в блоке цилиндров, причем блок растачивают вместе с ними. Крышки коренных опор прочно стыкуются с картером блока цилиндров с помощью поперечных болтов. Наружные стенки блока цилиндров имеют криволинейную форму. Рубашка охлаждения силового агрегата КАМАЗ-740 образована с помощью бобышек болтов крепления головок цилиндров и поперечных стенок.

Левый ряд «V» - образного блока цилиндров силового агрегата КАМАЗ-740 смещен относительно правого ряда на 29,5 мм для того, чтобы можно было установить на одной шатунной шейке коленчатого вала два шатуна.

1.2.3.4 Гильзы цилиндров силового агрегата КАМАЗ-740

Гильзы цилиндров силового агрегата КАМАЗ-740 изготавливаются из чугуна, являются легкоъемными и относятся к мокрым гильзам.

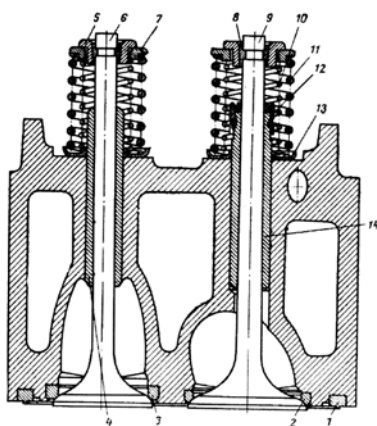
Для удержания моторного масла на внутренней поверхности гильзы её снабжают сеткой впадин, которые расположены под углом к оси гильзы.

Для обеспечения герметичности и недопущения попадания охлаждающей жидкости в поддон двигателя используют кольца круглого сечения, изготовленные из резины. Два резиновых кольца устанавливают в расточки блока цилиндров и одно - в проточку гильзы.

1.2.3.5 Головки цилиндров силового агрегата КАМАЗ-740

Головки цилиндров силового агрегата КАМАЗ-740 устанавливают по отдельности на каждый из восьми цилиндров. Головки цилиндров изготавливают из алюминиевого сплава.

Внутри головок имеются отверстия для движения охлаждающей жидкости, которые образуют наряду с отверстиями в блоке цилиндров единую рубашку охлаждения всего силового агрегата КАМАЗ-740 (рисунок 1.6).



1 - опорное кольцо; 2 - седло впускного клапана; 3- седло выпускного клапана; 4, 5, 14 - втулки; 6 - выпускной клапан; 8 - сухарь; 9 - впускной клапан; 10, 11 - пружины; 12 - манжета с пружиной, 13 - шайба.

Рисунок 1.6 - Головка цилиндров силового агрегата КАМАЗ-740 с впускным и выпускным клапанами

Для обеспечения герметичности стыка между каждой головкой цилиндра и блоком цилиндров используются две прокладки. Для обеспечения работоспособности систем охлаждения и смазки головка цилиндров по контуру снабжена прокладкой из резины. Для обеспечения бесперебойной работы системы питания двигателя КАМАЗ - 740 газовый стык уплотняется стальной прокладкой с помощью стального опорного кольца 1.

Алюминиевая крышка головки цилиндра с уплотнительной прокладкой закрывают клапанный механизм газораспределения силового агрегата КАМАЗ -740. Для установки направляющих втулок клапанов 4 необходимо расточить чугунные седла 2 и 3 уже после их запрессовки в головку. Для крепежа коромысел в головке цилиндра предусмотрена площадка для установки стоек.

Головка цилиндра снабжена каналами для впуска рабочего тела и выпуска отработавших газов. Для обеспечения завихрения рабочего тела и лучшего перемешивания с дизельным топливом в камере сгорания впускной канал имеет тангенциальную форму.

Со стороны выпускного коллектора предусмотрено отверстие для установки форсунки, которая впрыскивает дизельное топливо под углом к оси цилиндра.

1.3 Порядок выполнения работы

1.3.1 Пользуясь методическими указаниями, плакатами и разрезами изучить устройство деталей двигателей СМД-31, СМД-60 и КАМАЗ-740.

1.3.2 Особое внимание обратить на сверления в блоке и головке, необходимо знать их назначение.

1.3.3 Изучить непосредственно на двигателях и разобраться, какие узлы крепятся к обработанным поверхностям блока цилиндров и головки цилиндров.

1.3.4 Ознакомиться и понять, каким образом устанавливаются гильзы в блок.

1.3.5 Изучить какие метки имеются на гильзах.

1.3.6 Рассмотреть каким образом двигатель крепится на остова трактора или автомобиля.

1.4 Контрольные вопросы

1.4.1 Покажите сверления по которым масло и вода поступают в головку цилиндров двигателей СМД-60 и КАМАЗ-740?

1.4.2 Чем отличается установка цилиндров в блок двигателей ЗМЗ-513, ЗИЛ-130 от КАМАЗ-740 и Д-240?

1.4.3 Какие метки ставят на цилиндрах КАМАЗ-740, ЗМЗ-513, СМД-62, Д-260?

1.4.4 Куда подсоединяются фильтры для очистки масла, радиаторы на двигателях. КАМАЗ-740, ЗМЗ-513, СМД-62, Д-260?

1.4.5 Покажите места крепления двигателей к остова трактора и автомобиля?

1.5 Вопросы для самостоятельной работы

1.5.1 Заполнить таблицу используя приведенный список литературы

Показатели	Марка двигателя					
Мощность, кВт						
Число цилиндров						
Диаметр цилиндра, мм						
Ход поршня, мм						
Литраж, л						
Степень сжатия						
Порядок работы						
Расположение цилиндров						
Расположение и форма камеры сгорания						
Удельный расход топлива (г/кВт·ч)						
Тип гильзы						
Момент затяжки болтов головки цилиндров, Н·м						
Момент затяжки болтов крышки вкладышей, Н·м, - коренных - шатунных						
Материал: - блока - гильзы - вкладышей						

1.5.2 Перечислить основные неисправности блочных деталей двигателя.

2 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Тема: «Подвижные детали кривошипно-шатунного механизма (КШМ)»

2.1 Цели работы:

- 2.1.1 Изучить конструкцию поршней.
- 2.1.2 Изучить конструкцию маслосъемных и компрессионных колец.
- 2.1.3 Ознакомиться с конструкцией поршневых пальцев.
- 2.1.4 Изучить конструкцию шатунов.
- 2.1.5 Ознакомиться с устройством коленчатых валов.
- 2.1.6 Рассмотреть работу и устройство вкладышей.
- 2.1.7 Ознакомиться с конструкцией маховика.

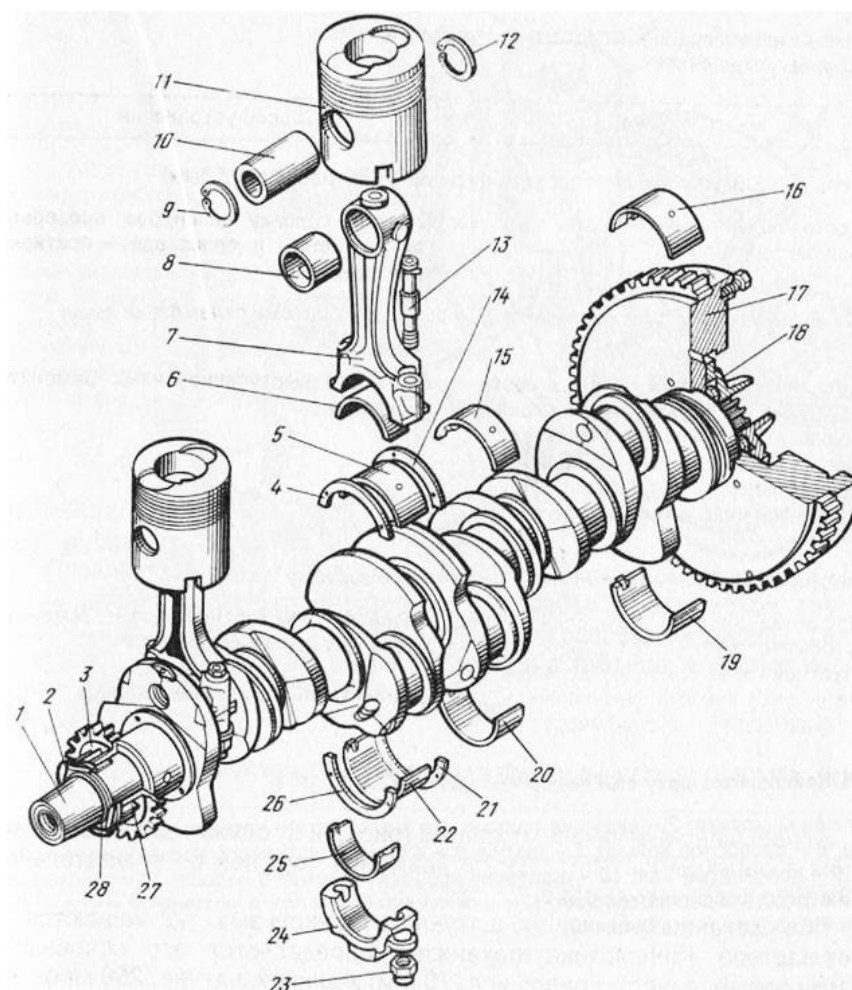
2.2 Оборудование:

2.2.1 Подвижные детали кривошипно-шатунного механизма двигателя внутреннего сгорания СМД-31

Подвижные детали кривошипно-шатунного механизма позволяют преобразовать прямолинейное возвратно-поступательное движение поршня во вращательное движение коленчатого вала.

У двигателя СМД-31 радиус узла, образованного шатунной шейкой и двумя щеками, равен 70 мм. При этом длина шатуна этого двигателя соответственно равна 250 мм.

Подвижные детали кривошипно-шатунного механизма двигателя СМД-31 представлены на рисунке 2.1.



1 - коленчатый вал; 2 - маслоотражатель; 3 - зубчатое колесо для привода масляного насоса; 4, 14, 21, 26 - упорные полукольца; 5, 15, 16 - верхние вкладыши коренных подшипников; 6 - верхний вкладыш шатунного подшипника; 7 - шатун; 8 - втулка верхней головки шатуна; 9, 12 - стопорные кольца; 10 - поршневой палец; 11 - поршень; 13 - шатунный болт; 17 - маховик; 18 - шлицевая втулка; 19, 20, 22 - нижние вкладыши коренных подшипников; 23 - гайка шатунного болта; 24 - нижняя крышка головки шатуна; 25 - нижний вкладыш шатунного подшипника; 27 - зубчатое колесо привода механизма газораспределения; 28 - гайка.

Рисунок 2.1 – Подвижные детали кривошипно-шатунного механизма двигателя СМД-31

2.2.1.1 Поршни двигателя внутреннего сгорания СМД-31

Характерной особенностью конструкции поршней двигателей СМД является то, что они изготовлены из сплава алюминия. В зависимости от системы питания двигателя, днища поршней имеют либо гладкую поверхность (карбюраторные двигатели), либо углубление, называемое камерой сгорания (дизельные двигатели). Так как двигатели СМД являются дизельными, то конструкция днища поршня предполагает наличие камеры сгорания, поверхность которой имеет либо тороидальную (двигатели СМД-31, СМД-17Н, СМД-60), либо дельтовидную (двигатели СМД-22, СМД-19, СМД-14НГ) форму.

Боковая поверхность поршней снабжена канавками для установки колец. Бывают маслосъемные и компрессионные кольца.

Установка компрессионных колец необходима для создания необходимой компрессии в двигателе. Обычно для их установки предусматривают три канавки (двигатели СМД-60, СМД-23 СМД-17Н), причем самую верхнюю канавку под компрессионное кольцо дополнительно усиливают плазменным переплавом с легированием (двигатели СМД-24, СМД-18Н, СМД-31А).

Установка маслосъемных колец необходима для того, чтобы моторное масло не попадало в камеру сгорания двигателей. Обычно для их установки предусматривают одну канавку (двигатели СМД-60, СМД-23 СМД-17Н). Для отвода масла, которое снимается с внутренней боковой поверхности гильзы цилиндра, называемой «зеркалом гильзы», в канавках поршней проделаны несколько отверстий. В качестве исключения можно выделить двигатель СМД-14Н, в конструкции поршней которого предусмотрены целых две канавки под установку маслосъемных колец.

На боковой поверхности поршней в двух бобышках имеется расточенное отверстие для установки полых поршневых пальцев, которые соединяют поршень с шатуном. Конструктивно в бобышках предусмотрены специальные отверстия, по которым моторное масло для смазки поступает к поршневым пальцам.

2.2.1.2 Поршневые кольца двигателя внутреннего сгорания СМД-31

Для изготовления компрессионных колец используют материал - чугуны. Характерной особенностью изготовления компрессионных

колец является то, что верхние кольца всех дизельных двигателей хромируют. Для установки компрессионных колец на боковой поверхности поршней используют прямые замки. При монтаже компрессионных колец необходимо учитывать то, что они должны устанавливаться по окружности на равных расстояниях друг от друга и не располагаться против отверстий под поршневой палец, чтобы не допустить прорыв газов.

Маслосъемное кольцо конструктивно изготавливают из двух стальных колец-сегментов (наружную поверхность которых хромируют) и тангенциального расширителя, который вставляют соответствующим образом в канавку поршня.

2.2.1.3 Поршневые пальцы двигателя внутреннего сгорания СМД-31

Для изготовления поршневых пальцев используют хромоникелевую сталь. Конструктивно поршневые пальцы изготавливают полыми, причем их наружную поверхность соответствующим образом полируют и цементируют. Фиксацию поршневых пальцев от перемещений в бобышках осуществляют с помощью двух стопорных колец.

Для двигателей СМД поршневые пальцы могут изготавливаться либо с диаметром 42 мм (двигатели СМД-17Н/18Н, СМД-19/20, СМД-14Н, СМД-15Н, СМД-21/22), либо с диаметром 45 мм (двигатели СМД-23, СМД-24, СМД-31, СМД-31А и СМД-60).

2.2.1.4 Шатун двигателя внутреннего сгорания СМД-31

Для различных двигателей СМД используют два вида шатунов - либо 23-03с2, внутренний диаметр втулки которого под поршневой палец равен 45 мм, либо 20-03с2, внутренний диаметр втулки которого под поршневой палец равен 42 мм.

2.2.1.5 Вкладыши шатунных подшипников двигателя внутреннего сгорания СМД-31

Вкладыши шатунных подшипников двигателя СМД-31 биметаллические. Их изготавливают, ориентируясь на номинальные размеры элементов коленчатого вала, именуемых шатунными шейками.

2.2.1.6 Коленчатый вал двигателя внутреннего сгорания СМД-31

Количество коренных шеек любого коленчатого вала всегда на одну больше, чем число шатунных шеек. У коленчатого вала двигателя СМД-31 шесть шатунных шеек и семь коренных шеек. Шатунные шейки двигателя СМД-31 расположены под углом 120° . Щеки коленчатого вала конструктивно переходят в противовесы.

2.2.1.7 Маховик двигателя внутреннего сгорания СМД-31

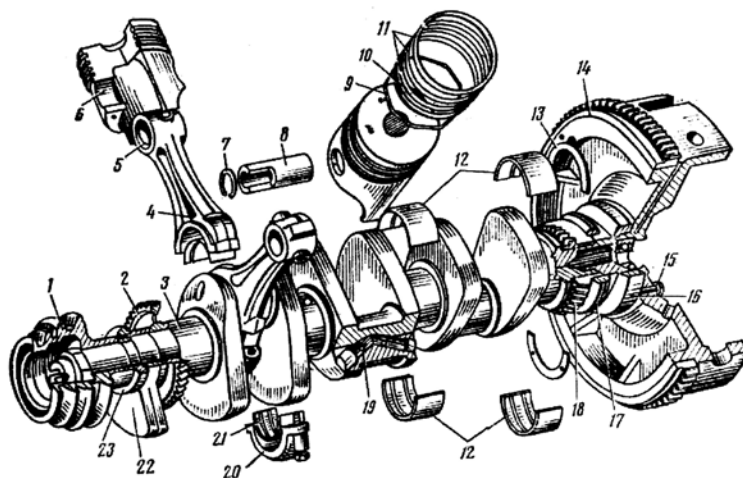
Маховик изготавливают из чугуна, на который напрессовывают зубчатый венец из стали. Так как маховик имеет большой вес и диаметр, то при вращении его инерции будет достаточно для того, чтобы вывести поршни из мертвых точек. Маховик совместно с противовесами обеспечивает равномерное вращение коленчатого вала. Стальной зубчатый венец маховика входит в зацепление с зубчатым колесом электростартера или пускового двигателя и обеспечивает облегчение запуска двигателя.

Для различных моделей двигателей СМД используют различные конструкции муфт сцепления. В силу этого на коленчатые валы устанавливают маховики различных диаметров. Так, например, на двигателях СМД-31А устанавливают маховики 31-04с6-1-01 или 23-04с6-1-01. Характерной особенностью их работы является то, что крутящий момент от них передается через шлицевую втулку, закрепленную на маховике и шлицевой вал.

2.2.2 Подвижные детали кривошипно-шатунного механизма двигателя внутреннего сгорания СМД-60

У двигателя СМД-60 радиус узла, образованного шатунной шейкой и двумя щеками, равен 57,5 мм. При этом длина шатуна этого двигателя соответственно равна 210 мм.

Подвижные детали кривошипно-шатунного механизма двигателя СМД-60 представлены на рисунке 2.2.



1 - шкив коленчатого вала; 2 - зубчатое колесо привода масляного насоса; 3 - коленчатый вал; 4 - шатун; 5 - втулка верхней головки шатуна; 6 - поршень; 7 - стопорное кольцо; 8 - поршневой палец; 9 - расширитель; 10 - поршневое маслосъемное кольцо; 11 - поршневые компрессионные кольца; 12 - верхние и нижние вкладыши коренных подшипников; 13 - упорные полукольца; 14 - маховик коленчатого вала; 15 - гайка; 16 - фланец крепления маховика коленчатого вала; 17 - маслоотражатель; 18 - зубчатое колесо привода механизма газораспределения; 19 - масляная полость шатунной шейки; 20 - крышка нижней головки шатуна; 21 - нижний вкладыш шатунного подшипника; 22 - передний противовес коленчатого вала; 23 - маслоотражатель.

Рисунок 2.2 – Подвижные детали кривошипно-шатунного механизма двигателя СМД-60

2.2.2.1 Поршни двигателя внутреннего сгорания СМД-60

Характерной особенностью конструкции поршней двигателей СМД является то, что они изготовлены из сплава алюминия. Так как двигатель СМД-60 является дизельным, то конструкция днища поршня предполагает тороидальную поверхность (форму) камеры сгорания. Боковая поверхность поршней снабжена канавками для установки колец. Бывают маслосъемные и компрессионные кольца.

Для установки компрессионных колец в двигателе СМД-60 предусмотрены три канавки, причем самую верхнюю канавку под компрессионное кольцо дополнительно усиливают плазменным переплавом с легированием.

Установка маслосъемных колец необходима для того, чтобы моторное масло не попадало в камеру сгорания двигателей. В двигателе СМД-60 для установки маслосъемных колец предусматривают одну канавку.

2.2.2.2 Поршневые кольца двигателя внутреннего сгорания СМД-60

Для изготовления компрессионных колец используют материал - чугун. Характерной особенностью изготовления компрессионных колец является то, что верхние кольца всех дизельных двигателей хромируют. Для установки компрессионных колец на боковой поверхности поршней используют прямые замки.

Маслосъемное кольцо конструктивно изготавливают из двух стальных колец-сегментов (наружную поверхность которых хромируют) и тангенциального расширителя, который вставляют соответствующим образом в канавку поршня.

2.2.2.3 Поршневые пальцы двигателя внутреннего сгорания СМД-60

Для изготовления поршневых пальцев используют хромоникелевую сталь. Конструктивно поршневые пальцы изготавливают полыми, причем их наружную поверхность соответствующим образом полируют и цементируют. Фиксацию поршневых пальцев от перемещений в бобышках осуществляют с помощью двух стопорных колец.

Для двигателей СМД-60 поршневые пальцы изготавливают с диаметром 45 мм.

2.2.2.4 Шатун двигателя внутреннего сгорания СМД-60

Для двигателей СМД-60 используют шатун 23-03с2, внутренний диаметр втулки которого под поршневой палец равен 45 мм.

Диаметр шатунной шейки коленчатого вала увеличен за счет косого плоского разъема нижней головки шатуна, который выполнен под углом 55° к оси шатуна.

Крышка шатуна крепится к нему двумя болтами. Болты взаимозаменяемы. Фиксация крышки относительно шатуна производится двумя штифтами, запрессованными в шатун и входящими в калиброванные отверстия крышки.

2.2.2.5 Вкладыши шатунных подшипников двигателя внутреннего сгорания СМД-60

Вкладыши шатунных подшипников двигателя СМД-60 биметаллические. Их изготавливают и подбирают диаметр, ориентируясь на номинальные размеры элементов коленчатого вала, именуемых шатунными шейками.

2.2.2.6 Коленчатый вал двигателя внутреннего сгорания СМД-60

Количество коренных шеек любого коленчатого вала всегда на одну больше, чем число шатунных шеек. У коленчатого вала двигателя СМД-60 три шатунных шейки и четыре коренных шейки, расположенных под углом 120° и предназначенных для размещения двух шатунов на одной шейке. Щеки коленчатого вала конструктивно переходят в противовесы. Для изготовления коленчатого вала двигателя СМД-60 используют сталь 45Х.

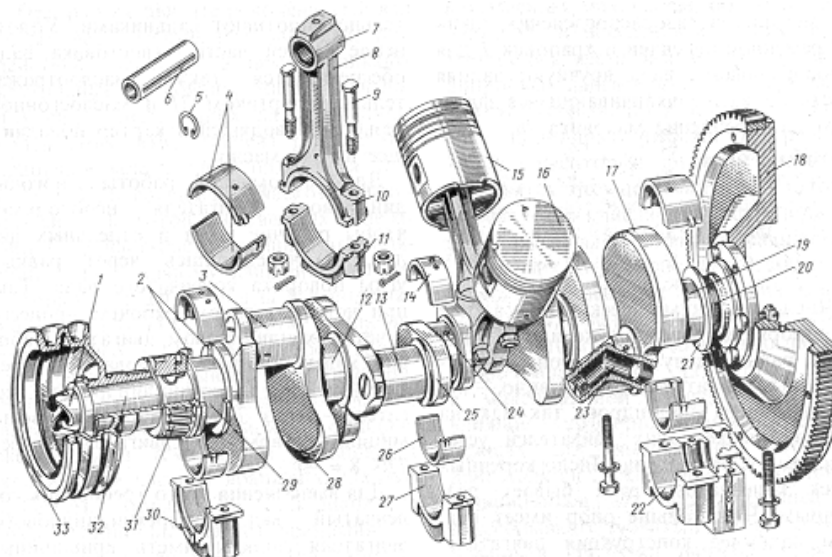
2.2.2.7 Маховик двигателя внутреннего сгорания СМД-60

Маховик изготавливают из чугуна, на который напрессовывают зубчатый венец из стали. На двигатель СМД-60 устанавливают маховик 60-04002.10, который имеет несимметричную форму. Маховик является задним дополнительным противовесом для уравнивания и совместно с противовесами обеспечивает равномерное вращение коленчатого вала. Маховик двигателя СМД-60 при изготовлении подвергают балансировке.

В цилиндрическом обode маховика профрезеровано четыре широких паза для направляющих шипов промежуточного и нажимного дисков сцепления. Через эти пазы крутящий момент передается от двигателя к муфте сцепления.

2.2.3 Подвижные детали кривошипно-шатунного механизма грузового автомобиля ЗИЛ-130

Подвижные детали кривошипно-шатунного механизма грузового автомобиля ЗИЛ-130 представлены на рисунке 2.3.



1 - храповик; 2 - фиксаторные шайбы; 3, 13 - шатунные шейки; 4 - вкладыши шатунных шеек; 5 - пружинное кольцо; 6 - поршневой палец; 7 - верхняя головка шатуна; 8 - стержень шатуна; 9 - болты; 10 - нижняя головка шатуна; 11 - крышка шатуна; 12, 19, 24, 29 - коренные шейки коленчатого вала; 14, 26 - вкладыши коренных шеек; 15, 16 - поршни; 17, 28 - противовесы; 18 - маховик; 20 - задняя часть вала; 21 - стопорное кольцо; 22, 27, 30 - крышки; 23 - масляная полость; 31 - шестерня привода ГРМ; 32 - передняя часть вала; 33 - шкив ременной передачи.

Рисунок 2.3 – Подвижные детали кривошипно-шатунного механизма двигателя ЗИЛ-130

2.2.3.1 Поршни двигателя внутреннего сгорания ЗИЛ-130

Поршень воспринимает давление газов в тот момент, когда совершается третий такт работы двигателя. Поршень состоит из юбки, плоского днища с камерой сгорания и уплотняющей части.

Головку поршня составляют плоское днище и уплотняющая часть с канавками для установки маслосъемных и компрессионных колец.

Зазор между головкой поршня и стенкой гильзы цилиндра равен 0,4...0,6 мм.

Юбка поршня с внутренней стороны имеет бобышки с отверстиями для поршневого пальца, которые необходимы для охлаждения поршня.

В рабочем диапазоне температур двигателя (80...95 °С) зазор между юбкой поршня и зеркалом гильзы должен быть равен 0,04...0,08 мм.

2.2.3.2 Поршневые кольца двигателя внутреннего сгорания ЗИЛ-130

Боковая поверхность поршней снабжена канавками для установки колец. Бывают маслосъемные и компрессионные кольца.

Установка компрессионных колец необходима для создания необходимой компрессии в двигателе. Обычно для их установки предусматривают три канавки. Компрессионные кольца 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.

Установка маслосъемных колец необходима для того, чтобы моторное масло не попадало в камеру сгорания двигателей. Обычно для их установки предусматривают одну канавку.

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 и двух расширителей: осевого и радиального.

Компрессионные кольца в канавках поршня и в чугунной вставке располагают так, чтобы выточки Р на внутренних цилиндрических поверхностях колец были обращены вверх, в сторону днища поршня. Наружная поверхность нижнего компрессионного кольца 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.

2.2.3.3 Поршневые пальцы двигателя внутреннего сгорания ЗИЛ-130

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 представляет собой толстостенную трубку с тщательно отшлифованной наружной поверхностью, проходящую через верхнюю головку шатуна и концами опирающуюся на бобышки поршня.

Наибольшее распространение получили плавающие поршневые пальцы, которые свободно поворачиваются в бобышках и во втулке, установленной в верхней головке шатуна. Осевое перемещение поршневого пальца ограничивается стопорными кольцами, 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 $0,01 \dots 0,02$ мм, нагревая поршень до температуры $80 \dots 90$ °С, что обеспечивает поддержание нормального теплового зазора ($0,01 \dots 0,03$ мм) в этом сопряжении на всех режимах работы двигателя.

2.2.3.4 Шатун двигателя внутреннего сгорания ЗИЛ-130

Шатун 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 штампуют из легированной или углеродистой стали. Он состоит из стержня двутаврового сечения, верхней головки, нижней

головки и крышки. В стержне шатуна при принудительном смазывании плавающего поршневого пальца (в основном у дизелей) сверлится сквозное отверстие - масляный канал.

Нижнюю головку, как правило, делают разъемной в плоскости, перпендикулярной к оси шатуна. В нижнюю головку устанавливают шатунный подшипник в виде тонкостенных стальных вкладышей, которые с внутренней стороны покрыты слоем антифрикционного сплава. От осевого смещения и повертывания вкладыши удерживаются выступами, которые входят в канавки нижней головки шатуна и его крышки. В нижней головке шатуна и во вкладыше делается отверстие для периодического выбрызгивания масла на зеркало гильзы цилиндра или на распределительный вал (у двигателя ЗИЛ-130).

Кроме того, на крышке шатуна выбивают порядковый номер цилиндра. Так, у двигателя ЗИЛ-130 метка на днище поршня 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 для правого ряда цилиндров должна быть направлена в противоположную сторону относительно метки на поршне.

2.2.3.5 Коленчатый вал двигателя внутреннего сгорания ЗИЛ-130

Коленчатый вал изготавливают штамповкой из легированных сталей или отливают из высокопрочных магниевых чугунов.

Коленчатый вал (рисунок 2.3) состоит из коренных 12, 19, 24 и 29 и шатунных шеек 3 и 13, противовесов 17 и 28, заднего конца с отверстием для установки шарикоподшипника 18, ведущего вала коробки передач и фланца для крепления маховика 18, переднего конца, на котором установлен храповик 1 пусковой рукоятки и шестерня 31 газораспределения, шкива 33 привода вентилятора, жидкостного насоса и генератора. Шатунные шейки 3 и 13 со щеками образуют кривошипы. Для разгрузки коренных подшипников от центробежных сил служат противовесы 17 и 28, которые изготавливают за одно целое со щеками, имеющими каналы для подвода масла, или прикрепляют к ним болтами.

Если с обеих сторон шатунной шейки 3 расположены коренные шейки 12, то такой коленчатый вал называют полноопорным.

Полноопорный вал двигателя ЗИЛ-130 отличаются большой жесткостью, что повышает работоспособность КШМ.

Число коренных шеек зависит от типа и числа цилиндров двигателя. Так в «V»-образном восьмицилиндровом двигателе их может быть только пять. На двигателе ЗИЛ-130 передний конец 32 коленчатого вала уплотнен резиново-каркасным сальником, расположенным в крышке распределительных шестерен, а между шестерней и шкивом коленчатого вала установлен маслоотражатель, отгоняющий масло внутрь картера. Уплотнение заднего конца коленчатого вала обеспечивается графито - асбестовым сальником, размещенным в кольцевой канавке гнезда подшипника и его крышке, в плоскости разъема которой дополнительно устанавливаются резиновые прокладки, а по бокам - деревянные уплотнители. Кроме того, на задней шейке коленчатого вала находятся спиральная маслоотгонная канавка и маслосбрасывающий гребень, от которых масло отбрасывается через сливные (дренажные) отверстия в поддон картера.

2.2.3.6 Маховик двигателя внутреннего сгорания ЗИЛ-130

Маховик 18 изготавливают из чугуна и динамически балансируют в сборе с коленчатым валом. На фланце маховик центрируется в строго определенном положении с помощью штифтов или болтов, которыми он крепится к фланцу.

На обод маховика напрессован зубчатый венец, предназначенный для вращения коленчатого вала стартером при пуске двигателя. На торце или ободу маховика многих двигателей наносят метки, по которым определяют верхнюю мертвую точку (ВМТ) поршня первого цилиндра при установке зажигания у карбюраторных двигателей.

2.3 Порядок выполнения работы

2.3.1 Пользуясь методическими указаниями, плакатами и разрезами изучить особенности устройства подвижных деталей КШМ двигателей СМД-31, СМД-60 и ЗИЛ-130.

2.3.2 Особое внимание обратить на способы соединения подвижных деталей КШМ между собой.

2.3.3 Изучить места нанесения меток на подвижных деталях КШМ.

2.3.4 Ознакомиться с порядком подбора деталей КШМ при сборке.

2.3.5 Изучить как фиксируются коленчатые валы от осевого перемещения.

2.4 Контрольные вопросы

- 2.4.1 Для чего предназначены подвижные летали КШМ?
- 2.4.2 Перечислите основные детали КШМ?
- 2.4.3 Где наносятся метки на подвижных деталях КШМ и как осуществляется их правильный подбор и сборка?
- 2.4.4 Для чего предназначен маховик?
- 2.4.5 Из чего состоят устройства для уравнивания двигателей СМД-62, Д-240, А-41 и какие силы уравниваются?
- 2.4.6 Каков порядок установки колец на поршень двигателя ЗМЗ-513?
- 2.4.7 Каково усилие затяжки болтов крышек коренных и шатунных подшипников?

2.5 Вопросы для самостоятельной работы

- 2.5.1 Перечислите основные части поршня и объясните их устройство?
- 2.5.2 Объясните необходимость установки в двигателях «мокрых» гильз цилиндров?
- 2.5.3 Какой зазор устанавливается между юбкой поршня и зеркалом гильзы цилиндра?
- 2.5.4 Как устроены шатуны и коленчатый вал?
- 2.5.5 Для чего служит маховик и как он крепится на коленчатом валу?

Список литературы

а) основная литература

- 1 Богатырев, А.В. Автомобили: учебник для вузов по направлению 35.03.06 «Агроинженерия» / А.В. Богатырев, Ю.К. Есеновский - Лашков, М.Л. Насоновский; под ред. А.В. Богатырева. – 3-е изд., стер. – Москва: ИНФРА-М, 2017. – 654 с.: ил.
- 2 Болотов, А.К. Конструкция тракторов и автомобилей / А.К. Болотов, А.А. Лопарев, В.И. Судницын. – Москва: КолосС, 2006. – 352 с.
- 3 Руководство по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту двигателей КамАЗ 740.30-260 и 740.31-240. - Набережные Челны: ОАО «КамАЗ», 2004. – 138 с.

б) дополнительная литература

- 1 Диденко, А.М. Дизели СМД: Справочник / А.М. Диденко. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 272 с.
- 2 Ксенович, И.П. Тракторы МТЗ-80, МТЗ-82 / И.П. Ксенович – Москва: Колос, 1984. – 352 с.