

Учебное издание  
Самусенко Владимир Иванович  
Кузьменко Игорь Владимирович  
Акименко Дмитрий Александрович

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГБОУ ВПО «БРЯНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА

**ДИАГНОСТИРОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ  
ОБСЛУЖИВАНИЕ  
КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО  
И ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО  
МЕХАНИЗМОВ ДВИГАТЕЛЯ**

Учебно-методические указания для выполнения  
лабораторной работы

по дисциплине: «Эксплуатация машинно-тракторного парка»

студентам инженерно-технологического факультета  
по направлению подготовки:  
110800-01.65 Технические системы в агробизнесе

Диагностирование и техническое обслуживание кривошипно-шатунного  
и газораспределительного механизмов двигателя

Редактор Павлютина И.П.

---

Подписано к печати 26.12.2013      Формат 60 x 84. 1/16. Бумага печатная  
Усл.п.л. 1,16.      Тираж 50 экз.      Издат. 2476

---

УДК 62-231.311(07)  
ББК 34.442  
С. 17

Самусенко В.И. Диагностирование и техническое обслуживание кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов двигателя. Учебно-методическое пособие для выполнения лабораторной работы/ В.И. Самусенко, И.В. Кузьменко, Д.А. Акименко - Брянск: Издательство Брянской ГСХА, 2013.-20 с.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторной работы по диагностированию и техническому обслуживанию кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов двигателя. Для студентов инженерно-технологического факультета.

Рецензент к.т.н. Капошко Д.А.

Рекомендовано к изданию решением методической комиссией инженерно-технологического факультета, протокол №2 от 12 декабря 2013 г.

© Самусенко В.И., 2013  
© Кузьменко И.В., 2013  
© Акименко Д.А., 2013  
© Брянская ГСХА, 2013

## Литература

1. Конструкция тракторов и автомобилей. /Болотов А.К., Лопарев А.А., Судницын В.И. М.: КолосС, 2007. -28,6 л.
2. Практикум по эксплуатации машинно-тракторного парка. /Зангиев А.А., Скороходов А.Н. М.: КолосС, 2006. -20 л.
3. Технический сервис машин сельскохозяйственного назначения. /Варнаков В.В., Стрельцов В.В., Попов В.Н. и др М.: КолосС, 2004. -17 л
4. Тракторы и автомобили. /Богатырёв А.В., Лехтер В.Р. М.: КолосС, 2007. -37 л.
5. Эксплуатация машинно-тракторного парка. /Зангиев А.А., Шпилько А.В., Левшин А.Г. М.: КолосС, 2007. -21 л
6. Автомобили. Эксплуатационные свойства: Учеб. пособие для вузов./ Вахламов В.К. М.: Академия, 2005. -240 с
7. Двигатели внутреннего сгорания: В 3 кн. Кн. 1: Теория рабочих процессов: Учебник для вузов./ Луканин В.Н., ред. М.: Высшая школа, 2005. -400 с.

## Содержание

Цель работы.....	3
Содержание работы .....	3
Оборудование.....	3
ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ .....	3
1 ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО И РАБОТА КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО И ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ .....	4
1.1 Кривошипно-шатунный механизм .....	4
1.2 Механизм газораспределения .....	7
2 ДИАГНОСТИРОВАНИЕ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА ДВИГАТЕЛЯ.....	9
2.1 Параметры технического состояния .....	9
2.2 Определение технического состояния сопряжений КШМ по давлению масла .....	9
2.3 Измерение суммарного зазора в верхней головке шатуна и шатунном подшипнике .....	10
3 ДИАГНОСТИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ.....	13
3.1 Проверка и регулировка зазоров в клапанном и декомпрессионном механизмах .....	13
3.2 Проверка плотности клапанов .....	14
3.3 Проверка фаз газораспределения .....	15
3.4 Определение технического состояния газораспределительного механизма по виброакустическим параметрам.....	16
4.ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО И ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМОВ .....	17
Литература.....	19

В процессе эксплуатации нормальная работа распределительного механизма нарушается: горячие газы разрушают фаски клапанов и их седел, на головках клапанов отлагается нагар. Это приводит к нарушению плотности прилегания клапана к седлу, в результате чего возможны утечки газа и перегрев клапана. Постепенно изнашиваются трущиеся поверхности деталей механизма, нарушая зазор между клапанами и коромыслами. Это приводит к изменению фаз газораспределения. Наиболее заметный внешний признак неисправности механизма - стуки в зоне расположения клапанов, распределительных шестерен и распределительного вала. Иногда снижается упругость клапанных пружин или они ломаются.

Зазоры в клапанах регулируют, негодные пружины заменяют, предельно изношенные клапаны, шестерни и распределительный вал ремонтируют или заменяют.

## ДИАГНОСТИРОВАНИЕ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО И ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ТРАКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ

**Цель работы** - изучить методы и средства диагностирования кривошипно-шатунного механизма (КШМ) двигателя и научиться практически выполнять диагностирование КШМ. Научиться проверять техническое состояние и регулировать механизм газораспределения тракторного дизеля современными методами и средствами технического диагностирования.

### **Содержание работы**

1. Изучить методику определения технического состояния КШМ двигателя с помощью устройства КИ-11140.
2. Измерить зазоры в верхней головке шатуна и между шайбой коленчатого вала и шатунным подшипником.
3. Определить остаточный ресурс двигателя.
4. Диагностирование плотности прилегания клапанов и их утопания в гнездах головки, зазоров между торцами стержней клапанов и бойками коромысел, фаз газораспределения, а также технического состояния газораспределительного механизма по виброакустическим параметрам.

**Оборудование:** двигатель Д-37Е, установленный на испытательном стенде; 2. устройство КИ-11140 для измерения зазоров в верхней головке шатуна и между шейкой коленчатого вала и шатунным подшипником и компрессорно-вакуумная установка КИ-13907; комплект диагностических приборов: К.И-9918, КИ-4887-П, КИ-13902; электронные приборы ЭМДП.КИ-13940 (ДИПС); набор слесарного инструмента ПИМ-1516.

## ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

### **Запрещается:**

- приступать к выполнению работы без разрешения преподавателя или учебного мастера;
- пользоваться открытым огнем и курить;
- нахождение студента на другом рабочем месте;
- производить диагностирование КШМ и ГРМ не убедившись в отсутствии людей спереди и сзади трактора;
- производить измерения при незаторможенном тракторе;

### **Необходимо:**

- проверить наличие масла в корпусах механизмов;
- убедиться в комплектности и исправности инструмента;

# 1 ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО И РАБОТА КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО И ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

## 1.1 Кривошипно-шатунный механизм

Кривошипно-шатунный механизм в такте расширения преобразует прямолинейное поступательное движение поршня во вращательное движение коленчатого вала, а в остальных тактах - вращательное движение коленчатого вала в прямолинейное возвратно-поступательное движение поршня.

Детали кривошипно-шатунного механизма размещают в корпусных деталях, образующих остов двигателя. К ним относятся блок-картер (рисунок 1), головка цилиндров 3, поддон, передняя и задняя крышки блока (на рисунке не показаны).

Блоки отливают из серого чугуна или алюминиевого сплава. Блоки из чугуна обладают достаточной прочностью и сравнительно низкой стоимостью, а из алюминиевого сплава - хорошо обрабатываются, лучше отводят тепло, значительно легче чугунных, но дороже их.

Снизу картер закрыт поддоном, который служит резервуаром для масла. К верхней обработанной поверхности блока крепят головку 3, которая вместе с цилиндром и поршнем образует замкнутый изменяемый объем, где сгорает топливо.

**Цилиндры** изготавливают каждый в отдельности (например, в двигателе Д-21А) или в виде сменной гильзы, вставляемой в блок-картер (двигатель СМД-18Н). Конструкция цилиндров в основном определяется способом охлаждения. При воздушном охлаждении цилиндры 6 (рисунок 1) выполняют со специальными ребрами для увеличения площади охлаждения, а при жидкостном - сменную гильзу 4 (рисунок 1) вставляют в блок-картер. Между наружной поверхностью цилиндра и внутренними стенками блока образуется кольцевое пространство - водяная рубашка, заполняемая охлаждающей жидкостью.

Внутреннюю поверхность цилиндра называют зеркалом. Высокая точность обработки ее обеспечивает легкое перемещение поршня и плотное прилегание его к цилиндру. Гильзы отливают из высококачественных легированных сталей, обладающих большой износостойкостью. Применение вставных гильз позволяет увеличивать срок службы блок-картера (в результате замены изношенных гильз новыми) и упрощает его изготовление.

**Головка цилиндров 3,7-** сложная по форме деталь, изготавливаемая из чугуна или алюминиевого сплава. С целью уплотнения между головкой и блоком устанавливают специальную прокладку 2 толщиной 1,5...2 мм. Конструкция головки цилиндров зависит от типа двигателя, принятой системы охлаждения и расположения клапанов. В головке цилиндров карбюраторных двигателей расположены камеры сгорания и свечи, а у дизелей - форсунки.

# 4.ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО И ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМОВ

Газораспределительный механизм работает нормально, т. е. работоспособен, если клапаны открываются и закрываются в точном соответствии с диаграммой фаз газораспределения, а в закрытом положении герметично закрывают клапанные отверстия головки цилиндров. Когда изнашиваются фаски клапана или седла, зазор между клапаном и коромыслом уменьшается, а продолжительность фаз становится больше. Если зазора совсем нет - клапан, нагреваясь при работе, удлиняется и будет неплотно закрывать седло, может обгореть.

Если изнашиваются соприкасающиеся поверхности передаточных деталей или кулачков вала, зазор увеличивается, а продолжительность фаз сокращается. В таком случае двигатель не развивает полной мощности и тоже работает неэкономично, возможны стуки между клапанами и коромыслами.

При ежесменном техническом обслуживании (ЕТО) в результате внешнего осмотра надо убедиться в отсутствии подтекания масла из-под колпаков головок цилиндров и очистить их от пыли и грязи.

Если обнаружены следы подтекания, следует подтянуть крепления колпаков или заменить прокладку.

В сроки, указанные правилами технического обслуживания или сразу же при появлении стука в клапанном механизме, нужно проверить и отрегулировать зазоры между клапанами и коромыслами. Зазор должен гарантировать плотное прилегание клапана к седлу при удлинении стержня от нагревания и в случае осадки головки в седле из-за износа фасок.

Общий порядок регулировки зазора (регулировки клапанов) у всех изучаемых двигателей одинаковый.

После подтяжки гаек крепления стоек коромысел, а иногда и головки цилиндров устанавливают поршень первого цилиндра в в.м.т. при окончании такта сжатия. Затем проверяют и регулируют зазор между клапанами и коромыслами, контролируя его значение щупом. Клапана в других цилиндрах регулируют в порядке их работы, предварительно установив их поршни в в.м.т. тоже в конце такта сжатия. На V-образных двигателях клапаны регулируют одновременно в нескольких цилиндрах.

Чтобы найти такт сжатия в первом цилиндре, прокручивают, коленчатый вал, наблюдая за перемещением клапанов. Когда впускной клапан этого цилиндра начнет открываться, прокручивают вал еще на один оборот. Чтобы найти в.м.т. в конце такта сжатия, продолжают медленно проворачивать вал до совмещения метки или углубления на подвижной части (маховике, шкиве) с меткой, щупом или стрелкой на неподвижной части (картере маховика, корпусе).

Чтобы установить нужный зазор, используют приспособление ПИМ-4816 или отпускают ключом контргайку регулировочного винта коромысла, вводят в зазор щуп заданной толщины. Затем, удерживая контргайку, отверткой поворачивают винт так, чтобы щуп легко, но с ощущением трения перемещался в зазоре. После этого, удерживая винт отверткой, затягивают контргайку, еще раз щупом проверяют зазор и, не вынимая его и поворачивая штангу, убеждаются, что она вращается свободно.

5. Аналогично проверить угол начала открытия впускного клапана последнего цилиндра и сравнить полученные результаты.

При нормальном состоянии распределительного вала большой разницы между дугами начала открытия клапанов не должно быть.

Для удобства определения угла открытия клапана применяют комплект шаблонов-угломеров КИ-13902.

### 3.4 Определение технического состояния газораспределительного механизма по виброакустическим параметрам

**Общие сведения.** Исследование вибраций, формируемых газораспределительным механизмом, показали, что с изменением теплового зазора, износом подшипников распределительного вала и шестерен в дефекционных зонах блока дизеля существенно изменяются виброакустические характеристики: общий уровень вибрации, амплитуда и фаза виброимпульса, формируемого перемещением и ударом клапана при подъеме из гнезда и посадке в него.

Датчики устанавливают в дефекционные зоны с помощью магнитной присоски или на резьбовой шпильке.

Вибрационные параметры определяют прибором ЭМДП, шумомером или системой ДИПС (КИ-13940).

#### Порядок выполнения работы с использованием прибора ЭМДП.

1. Пустить и прогреть дизель до нормального температурного режима.
2. Вывернуть щуп в.м.т. и установить вместо него индуктивный датчик частоты вращения. Для этого ручку переключателя «Род работы» установить в положение «Измерение оборотов», медленно ввести датчик в отверстие под щуп в.м.т. до устойчивого положения стрелки прибора и в этом положении закрепить датчик цанговым зажимом.
3. Установить с помощью прибора ЭМДП частоту вращения коленчатого вала дизеля  $n=1000 \text{ мин}^{-1}$ .
4. Устанавливая акселерометр (датчик ИС-313 или Д-14) поочередно в дефекционных зонах механизмов, зарегистрировать вибрационные параметры в соответствующих зонах (рисунок 31).
5. Сравнить виброакустические характеристики, полученные при диагностировании дизеля, с исходными данными, соответствующими начальному состоянию, и оптимальными регулировками механизма.

#### Порядок выполнения работы с использованием установки КИ-13940.

1. Разместить датчик частоты вращения ОВИ-1 в отверстии под щуп в.м.т.
2. Включить и прогреть установку КИ-13940.
3. Пустить и прогреть дизель.
4. Установить частоту вращения коленчатого вала  $n=1000 \text{ мин}^{-1}$ .
5. Установить датчик Д-14 на шпильку крепления крышки головки блока первого цилиндра, набрать номер параметра, нажать кнопку «Пуск». После погасания лампочки «Готов» на индикаторе «ПУ» должен появиться результат измерения теплового зазора в клапанном механизме.
6. Аналогично измерить зазоры в клапанных механизмах всех цилиндров.
7. Разрегулировать зазор с последующим диагностированием для проверки чувствительности и достоверности безразборного вибрационного метода и установки КИ-13940.

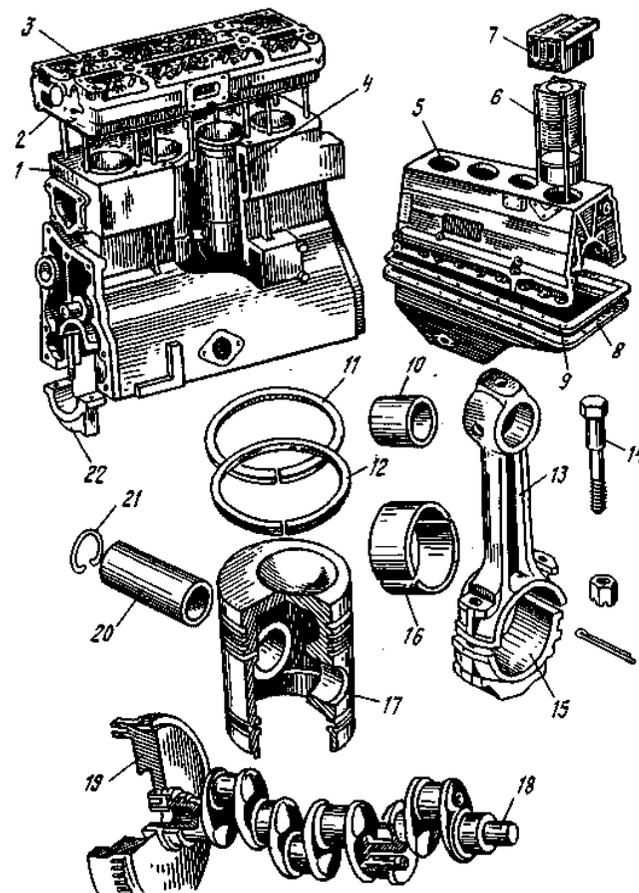


Рисунок 1- Основные детали двигателя внутреннего сгорания

1 - блок-картер; 2, 9- уплотнительные прокладки; 3, 7- головки; 4 - гильза; 5- картер; 6- цилиндр; 8- поддон картера; 10 - втулка; 11 - уплотняющее компрессионное кольцо; 12 - масло-съемное кольцо; 13 - шатун; 14- шатунный болт; 15- крышка; 16- вкладыш; 17- поршень; 18 - коленчатый вал; 19- маховик; 20- поршневой палец; 21 - стопорное кольцо; 22- коренной подшипник

**Поршень** представляет собой металлический стакан, изготавливаемый из алюминиевых сплавов и устанавливаемый в цилиндре с небольшим зазором. Поршень подвергается действию продуктов сгорания топлива и окисления масла, высоких температур и давлений. Поэтому материал поршня должен обладать высокими механическими свойствами и износостойкостью, хорошей теплопроводностью. Поршень передает давление расширяющих газов через поршневой палец и шатун на коленчатый вал.

Поршень состоит из днища, уплотняющей (место размещения поршневых колец) и направляющей (юбки) частей. Днище выполняют плоским или сложной

фасонной формы, которая зависит от формы камеры сгорания, направления потока газов и расположения клапанов. Оно является нижней частью камеры, где происходит сгорание топлива. Во избежание заклинивания поршня в цилиндре его диаметр подбирают так, чтобы в холодном состоянии в соединении деталей обеспечивался зазор 0,5...0,1 мм (юбка поршня имеет эллиптический профиль разреза) или 0,18...0,3 мм (юбка цилиндрической формы без разреза).

Для того чтобы уменьшить вибрацию двигателя из-за неодинаковых масс возвратно-поступательно движущихся деталей, поршни нужно тщательно подбирать по массе. Например, разница масс поршней двигателя СМД-60 не должна превышать 10 г.

**Поршневые кольца** по назначению делят на компрессионные и маслосъемные. Поршневые компрессионные кольца со сплошной рабочей кромкой устанавливают в верхней части поршня для предотвращения прорыва воздуха и газов в картер из пространства над поршнем, а маслосъемные со сквозными щелями, необходимыми для снятия излишка масла со стенок цилиндра, - в нижней части поршня. Вырез в поршневом кольце называется замком.

**Поршневой палец** служит для шарнирного соединения поршня с шатуном, имеет форму пустотелого цилиндра. Пальцы изготавливают из легированной малоуглеродистой стали. Для уменьшения трения их наружную поверхность полируют. От осевых перемещений пальцы удерживаются стопорными пружинящими кольцами, которые вставляются в канавки обеих бобышек поршня. Во время работы двигателя палец может перемещаться во втулке верхней головки шатуна и бобышках поршня, поэтому его называют плавающим.

**Шатун** передает усилие от поршня к коленчатому валу в такте расширения и в обратном направлении - при вспомогательных тактах. Его изготавливают из высококачественной углеродистой или легированной стали. Шатун состоит из верхней головки, соединяющейся с помощью пальца с поршнем, стержня и нижней головки.

В верхнюю головку шатуна для уменьшения трения запрессовывают бронзовую втулку, а в нижнюю разъемную головку устанавливают вкладыши (подшипники) - стальные пластины, внутренняя поверхность которых покрыта тонким антифрикционным сплавом. Крышку нижней головки крепят шатунными болтами с корончатой гайкой к шатуну.

**Коленчатый вал** воспринимает через шатуны осевые усилия от поршней и преобразует их во вращательное движение с последующей передачей через маховик механизмам трансмиссии, а также приводит в действие различные механизмы двигателя.

Коленчатый вал штампуют из стали или отливают из чугуна. Все его поверхности, соприкасающиеся с вкладышами, подвергают тщательной механической и термической обработкам. Основные части вала: коренные и шатунные шейки, щеки, носок и хвостовик. В шатунных шейках коленчатых валов многих двигателей выполнены сверления (грязеуловители) для центробежной очистки масла. Коренные шейки имеют одну общую ось. Их устанавливают в постели блока и закрывают крышкой.

Основные требования к коленчатому валу: высокая усталостная прочность, точность изготовления, жесткость и износостойкость, динамическая уравновешенность, отсутствие вибрации, малая масса.

5. При закрытом кране 13 включить компрессор 5 и создать в ресивере 8 разрежение 60...70 кПа, а в ресивере / давление 200...250 кПа.

6. Снять фильтр грубой очистки воздуха и плотно прижать конусный наконечник впускного трубопровода прибора к впускному (или выпускному) трубопроводу двигателя.

7. Регулятором давления установить рабочее давление 0,2 МПа.

8. С помощью кранов 3 и 4 подать воздух в проверяемый цилиндр.

9. Удерживая прибор в вертикальном положении, с помощью вентиля ресивера разрежения и дросселя добиться одинакового уровня воды в левом и правом каналах прибора.

10. Поворачивая наружную втулку дросселирующего устройства расходомера, установить уровень жидкости в среднем канале ниже уровня воды в правом канале на 15 мм. После этого дросселем выравнивают уровни воды в крайних левом и правом каналах.

11. По шкале прибора определить утечку воздуха через проверяемый клапан и сравнить с предельно допустимыми значениями, приведенными в таблице 2.

Таблица 2- Предельные значения неплотностей клапанов

Дизель	Утечка воздуха через клапаны, л/мин	
	впускной	выпускной
Д-240, Д-240Л, Д-240ЛГ, Д-65Н	45	40
ЯМЗ-240Б, ЯМЗ-238НБ, А-01М, А-41	60	45
Д-160, Д-130, Д-108	60	60
СМД-60, СМД-62, СМД-14, СМД-14А	50	40
Д-37М, Д-37Е, Д-21, Д-21А1	40	35

### 3.3 Проверка фаз газораспределения

**Общие сведения.** Правильность фаз газораспределения определяют по углу начала открытия впускных клапанов первого и последнего цилиндров.

#### Порядок выполнения работы.

1. Закрепить указатель около гладкой цилиндрической поверхности соответствующего шкива.

2. Покачивая коромысло впускного клапана вокруг его оси, прокрутить коленчатый вал до полного выбора зазора между бойком коромысла и стержнем клапана. Это положение коленчатого вала зафиксировать по метке на цилиндрической поверхности шкива привода вентилятора против указателя (на дизеле Д-240).

3. Нанести вторую метку против указателя, соответствующую положению поршня проверяемого цилиндра в в.м.т.

Расстояние по дуге шкива между первой и второй метками характеризует момент открытия клапана относительно в.м.т.

4. Сравнить полученные значения с рекомендуемыми в справочной литературе или руководстве по эксплуатации проверяемого двигателя и сделать заключение.

Для двигателей Д-240 номинальный угол открытия впускного клапана - 17° до в.м.т., предельное 4,2°; длина дуги на шкиве между метками - 28 мм, предельное - 7 мм.

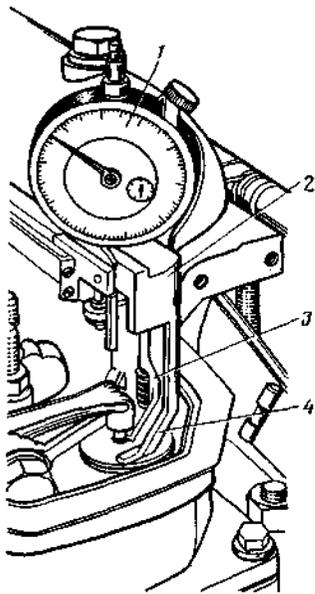


Рисунок 5. Определение теплового зазора в клапанном механизме дизеля устройством КИ-9918  
1 - индикатор; 2 - стойка; 3 - подвижная рамка; 4 - лапка стойки.

После проверки и регулировки зазоров в клапанном и декомпрессионном механизмах первого цилиндра (на тракторах К-700 - первого и пятого) регулируют зазоры в других цилиндрах в соответствии с порядком их работы, каждый раз прокручивая коленчатый вал на  $180^\circ$ . В тракторах Т-150, Т-150К, Т-4А коленчатый вал проворачивают на  $45^\circ$  относительно в.м.т. первого цилиндра, регулируют клапаны второго и пятого цилиндров. Провернув вал еще на  $240^\circ$ , регулируют клапаны третьего и шестого цилиндров. На тракторе К-700 зазоры в клапанном механизме проверяют попарно: во втором и четвертом, третьем и шестом, седьмом и восьмом цилиндрах.

### 3.2 Проверка неплотности клапанов

**Общие сведения.** Состояние уплотнений клапан - гнездо определяют с помощью индикатора расхода газов КИ-4887-П и компрессорно-вакуумной установки по схеме, приведенной на рисунке 3

#### Порядок выполнения работы.

1. Установить поршень первого цилиндра в в.м.т. или в положение, соответствующее устойчивому углу опережения подачи топлива, на такте сжатия.
2. Зафиксировать положение коленчатого вала, включив передачу. Снять форсунку с проверяемого цилиндра.
3. Выходной патрубок прибора КИ-4887-П подключить к вентилю 9 ресивера 8.

В отверстие для форсунки проверяемого цилиндра установить наконечник 15 распределительного рукава.

4. Полностью открыть дросселирующее отверстие прибора КИ-4887 поворотом дросселя за маховичок против хода часовой стрелки и выходную щель поворотом заслонки.

**Маховик** представляет собой массивный чугунный диск, который обычно крепят болтами к фланцу коленчатого вала. На обод маховика напрессован зубчатый венец для вращения коленчатого вала от электродвигателя или пускового двигателя. Во время рабочего хода маховик накапливает кинетическую энергию, необходимую для вращения коленчатого вала в течение трех подготовительных тактов, уменьшает неравномерность его вращения.

### 1.2 Механизм газораспределения

Механизм газораспределения служит для наполнения цилиндров двигателя горючей смесью или воздухом и очистки их от отработавших газов. В четырехтактных двигателях применяют клапанные механизмы газораспределения, клапаны которых открывают и закрывают впускные и выпускные отверстия. Клапанные механизмы бывают двух типов: с подвесными клапанами, расположенными в головке цилиндров, и боковыми - в блок-картере.

В двухтактных двигателях газораспределение выполняется кривошипно-шатунным механизмом.

Механизм газораспределения с подвесными клапанами работает следующим образом (рисунок 2). Коленчатый вал через шестерни 8,9 приводит во вращение распределительный вал 6, при повороте которого кулачок 7 набегает на толкатель 5, приподнимает его, а вместе с ним, через штангу 4, и короткое плечо коромысла 3. В это время длинное плечо коромысла нажимает на торец стержня клапана 13 и, сжимая пружину 12, перемещает клапан вниз - клапан открывается. Происходит заполнение цилиндра горючей смесью или воздухом.

При дальнейшем вращении кулачкового вала толкатель опускается, а клапан под действием пружины движется вверх и плотно закрывает отверстие канала в головке цилиндров, прекращая доступ воздуха или горючей смеси.

В дизельных двигателях с верхним расположением клапанов для уменьшения сопротивлений, возникающих при сжатии воздуха в цилиндрах во время пуска, предусмотрен декомпрессионный механизм, который позволяет принудительно открыть впускные, а иногда выпускные клапаны и соединить объем полости цилиндров с атмосферой. При пуске двигателя с включенным де-компрессионным механизмом вращение коленчатого вала и перемещение поршней в цилиндрах происходят с меньшими сопротивлениями. При этом дизель постепенно нагревается, в нем понижается вязкость масла, коленчатый вал начинает прокручиваться с большой частотой вращения, что позволяет выключить декомпрессионный механизм и запустить двигатель.

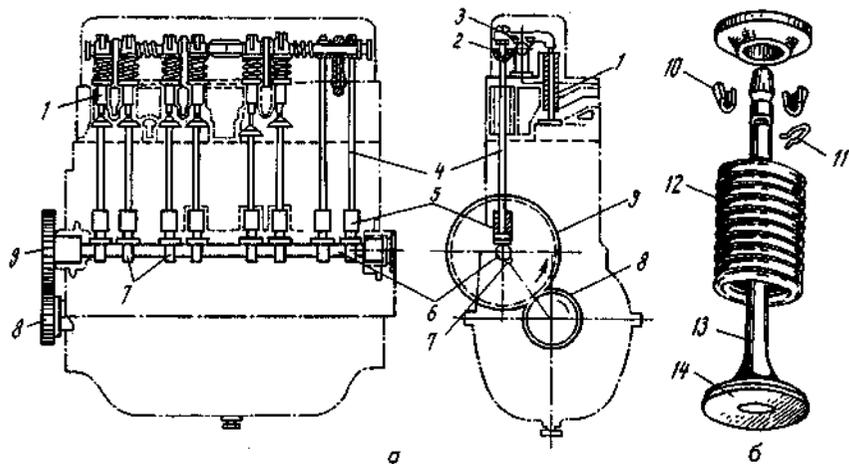


Рисунок 2- Газораспределительный механизм

а -схема механизма; б- клапан; 1 - втулка; 2-регулировочный болт; 3 - коромысло; 4 - штанга; 5 -толкатель; 6-распределительный вал; 7-кулачок; 8, 9-шестерни; 10- сухарик; 11 - шплинт; 12 - пружина; 13 – стержень клапана; 14- тарелка клапана

Декомпрессионный механизм дизеля СМД-18Н открывает одновременно все клапаны. Для этого рукояткой поворачивают валик который нажимает на длинное плечо коромысла. Аналогично работают декомпрессионные механизмы дизелей А-41 и А-01М с тем лишь отличием, что на плечи их коромысел нажимают винты.

Механизм газораспределения с боковыми клапанами работает аналогично, но конструкция его проще из-за отсутствия таких деталей, как штанги, коромысла, стойки, оси и т.д. Движение от толкателя передается непосредственно клапану. Во время работы двигателя все детали механизма газораспределения нагреваются и удлиняются, поэтому между клапаном и коромыслом создается тепловой зазор 0,2...0,35 мм.

Открытие и закрытие впускных и выпускных клапанов происходят в соответствии с фазами газораспределения.

Фазы газораспределения - это периоды от момента открытия клапанов (или окон у двухтактных двигателей) до момента их закрытия, выраженные в градусах поворота коленчатого вала.

В течение одного рабочего цикла четырехтактного двигателя впускной и выпускной клапаны открываются по одному разу. Для этого распределительный вал за цикл должен сделать один оборот, а коленчатый вал - два.

Установлено, что для лучшего наполнения цилиндра двигателя горючей смесью или воздухом и более полной очистки его от отработавших газов клапаны необходимо открывать не в те моменты, когда поршень находится в мертвых точках, а с некоторым опережением при открытии и запаздыванием при закрытии.

Показатель  $\alpha$  для зазоров в КШМ равен 1,4.  $t$  - наработка в м.ч. с начала эксплуатации до момента диагностирования (задает преподаватель). Результаты подсчетов внести в отчет по лабораторной работе.

### 3 ДИАГНОСТИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ

#### 3.1 Проверка и регулировка зазоров в клапанном и декомпрессионном механизмах.

**Общие сведения.** Зазоры в клапанном и декомпрессионном механизмах проверяют щупами (ГОСТ 882- 75) набор № 2 и 17, пластинами толщиной от 0,02 до 0,5 мм или приспособлением КИ-9918.

#### Порядок выполнения работы.

1. Снять крышку с головки блока двигателя.
2. Подтянуть гайки крепления головки цилиндров в определенной последовательности (для двигателя Д-240 момент затяжки гаек крепления головки - 160...180 Н·м).
3. Установить поршень первого цилиндра в в.м.т. при такте сжатия.
4. Проверить с помощью щупов или устройства КИ-9918 зазоры между стержнями клапанов и бойками коромысел первого цилиндра.  
Устройство КИ-9918 (рисунок 5) устанавливают на тарелку пружины клапана при крайнем верхнем положении каретки. Нажимая на коромысло так, чтобы боек коснулся стержня клапана, совместить нуль шкалы индикатора со стрелкой. Нажатием на коромысло в обратном направлении до момента соприкосновения регулировочного винта со штангой толкателя по показаниям индикатора определить значение теплового зазора.
5. Отрегулировать тепловые зазоры в клапанном механизме в соответствии с данными таблицы 1.
6. Проворачивая коленчатый вал дизеля Д-240 на 180°, последовательно в соответствии с порядком работы двигателя определить и отрегулировать тепловые зазоры в клапанном механизме в третьем, четвертом и втором цилиндрах.

Таблица 1- Значения номинальных тепловых зазоров

Дизель	Тепловой зазор в прогревом дизеле, мм			
	впускного клапана		выпускного клапана	
	номинальный	допустимый	номинальный	допустимый
ЯМЗ-240Б, ЯМЗ-238НБ, А-01М, А-41, Д-54А, Д-65Н	0,25	0,2...0,4	0,30	0,2...0,4
Д-240, Д-240Л	0,25...0,3	0,2...0,35	0,25...0,3	0,2...0,35
СМД-60, СМД-62	0,45	0,40...0,35	0,45	0,40...0,55
Д-160, Д-108	0,30	0,2...0,35	0,30	0,2...0,35
Д-37, Д-21	0,25	0,15...0,3	0,25	0,15...0,3

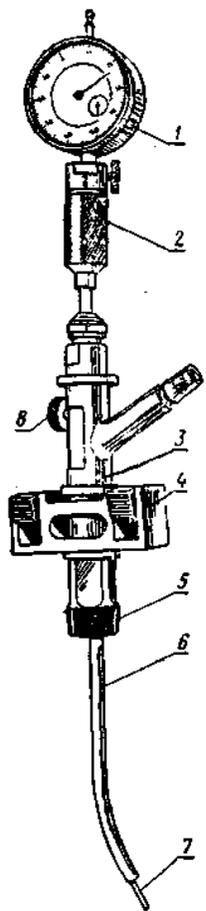


Рисунок 4- Устройство КИ-11140 ГОСНИТИ для измерения газов в кривошипно-шатунном механизме  
1-индикатор часового типа; 2-корпус; 3 - пневматический приемник; 4 - фланец; 5 - уплотнение; 6- направляющая; 7 - шток; 8 - стопорный винт

Допускаемый суммарный зазор равен 0,6 мм.

Если суммарный зазор хотя бы у одного шатуна превышает допускаемое значение, двигатель подлежит ремонту.

Если суммарный зазор меньше допускаемого, то требуется определить остаточный ресурс двигателя.

$$t_{ост} = t \left[ \left( \frac{I_n}{I(t)} \right)^{\frac{1}{\alpha}} - 1 \right], \quad (1)$$

где  $I_n = P_n - P_H$  - разность между предельной и номинальной величинами зазоров;

$I(t) = P_3 - P_H$  - разность между измеренной и номинальной величинами зазоров.

## 2 ДИАГНОСТИРОВАНИЕ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА ДВИГАТЕЛЯ

### 2.1 Параметры технического состояния

Для диагностирования подшипников коленчатого вала применяют способы, основанные на измерении следующих параметров:

- давления масла в главной масляной магистрали;
- количество масла, протекающего через подшипники в единицу времени;
- шумов и стуков, возникающих от ударов в сопряжениях кривошипно-шатунного механизма при работе двигателя;
- стуков, возникающих от соударения деталей в результате искусственного перемещения поршня и шатуна на величину зазоров в сопряжениях;
- концентрации продуктов износа в масле.

Широко распространено прослушивание двигателя во время его работы. С увеличением зазоров в подшипниках появляются характерные стуки, прослушиваемые в определенных зонах и при соответствующих режимах работы двигателя. Эти стуки отчетливо прослушиваются при значениях зазоров, выше допускаемых. Однако этот метод во многом зависит от опыта и квалификации оператора. Хорошие результаты дает прослушивание стуков и измерение зазоров в КШМ на неработающем двигателе при попеременном создании разрежения и давления в надпоршневом пространстве.

### 2.2 Определение технического состояния сопряжений КШМ по давлению масла

Давление масла в главной магистрали смазочной системы дизеля и в сливной магистрали гидравлической системы навесного устройства проверяют с помощью устройства К.И-5472. Он состоит из манометра, соединительного шланга с ниппелем и накидной гайкой, демпфера для сглаживания пульсаций масла при измерении давления и сменных штуцеров.

Для измерения давления масла необходимо выполнить следующие операции.

1. Подключить устройство к корпусу масляного фильтра, предварительно отсоединив трубку мембранного манометра или же датчик лагометрического указателя давления масла.

2. Пустить и прогреть двигатель до нормального теплового состояния (температура охлаждающей жидкости должна быть 80...85°C).

3. Проверить давление масла в магистрали сначала при номинальной, а затем при минимальной устойчивой частоте вращения коленчатого вала на холостом ходу.

Для двигателя Д-240 при минимально устойчивой частоте вращения коленчатого вала 600 мин<sup>-1</sup> давление масла должно быть: при пуске холодного двигателя не более 0,25 МПа (2,5 кгс/см<sup>2</sup>) и для прогретого двигателя не менее 0,05 МПа (0,5 кгс/см<sup>2</sup>), а при номинальной частоте вращения прогретого двигателя 2200 мин<sup>-1</sup>: номинальное-2 ... 3 МПа (0,2 ... 0,3 кгс/см<sup>2</sup>), допускаемое - 0,13 МПа (1,3 кгс/см<sup>2</sup>) и предельное - 0,08 МПа (0,8 кгс/см<sup>2</sup>).

4. Сравнить показания давления масла в магистрали на, манометре устройства и штатном манометре трактора на указанных режимах работы двигателя. Пока-

звания штатного манометра не должны отличаться от показаний манометре устройства более чем на  $\pm 5\%$  от измеряемого давления.

5. Результаты измерений записать в тетрадь для лабораторных работ.

### 2.3 Измерение суммарного зазора в верхней головке шатуна и шатунном подшипнике

Зазоры в КШМ измеряют с помощью компрессорно-вакуумной установки КИ-13907 и устройства 11140 при неработающем двигателе без снятия поддона картера. Принцип измерения зазоров в указанных сопряжениях основан на измерении перемещений поршня индикаторным устройством при попеременном создании в надпоршневом пространстве давления и разрежения. При движении поршня вверх (к в. м. т.) поршневой палец прижат к нижней части верхней головки шатуна, а кривошип (шатунная шейка) прижат к верхней части нижней головки шатуна. При движении поршня вниз изменяются места касания указанных деталей на противоположные, т. е. в обоих случаях индикатор будет измерять суммарный зазор.

Перемещение поршня в цилиндре вверх происходит под разрежением в надпоршневом пространстве (вакууме), а вниз - под давлением воздуха, подаваемого через отверстие для свечи зажигания или форсунки от компрессорно-вакуумной установки.

Компрессорно-вакуумная установка КИ-13907 (рисунок 3) состоит из электродвигателя и двух ресиверов (в одном создается вакуум, в другом - давление). На ресивере давления размещены маслолагоотделитель с предохранительным клапаном. На ресивере разрежения - регулятор давления с манометром, кран управления с вакуумметром и воздушным фильтром, редукционный клапан и электрический пускатель. На корпусе ресивера разрежения может быть вентиль со штуцером для подключения прибора КИ-4887-1.

Ресивер давления и ресивер разрежения соединяются с цилиндрами проверяемого двигателя гибким шлангом через кран управления. Компрессор приводится

в действие от электродвигателя и создает давление или разрежение.

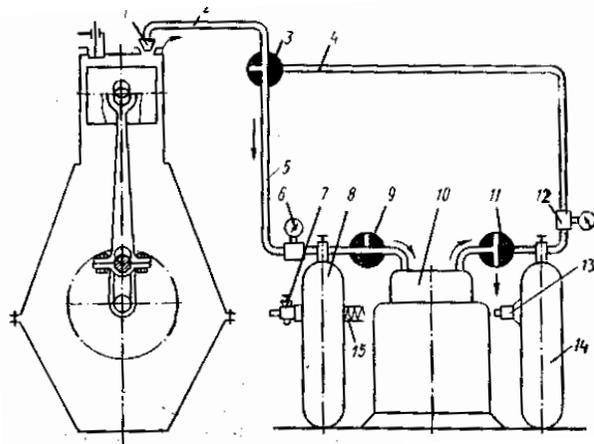


Рисунок 3- Схема подключения компрессорно-вакуумной установки КИ-13907 к двигателю

1 - наконечник или устройство КИ-11140; 2 - распределительный трубопровод; 3 - распределительный кран; 4 - нагнетательный трубопровод; 5 - всасывающий трубопровод; 6-вакуумметр; 7 -

вентиль; 8 -ресивер разрежения; 9, 11-краны; 10-компрессор; 12 - регулятор давления; 13 - предохранительный клапан; 14-ресивер давления; 15 - регулятор вакуума

Устройство состоит из корпуса 2 (рисунок 4) с закрепленным на нем индикатором 1 часового типа, пневматического приемника 3, сменного фланца для крепления устройства вместо форсунки, уплотнения 5, направляющей 6, штока 7, жестко соединенного с ножкой индикатора и стопорного винта, служащего для фиксации направляющей в пневматическом приемнике.

Измерение зазоров в КШМ двигателя следует выполнять в следующем порядке:

1. Снять форсунку с двигателя. Установить поршень проверяемого цилиндра в ВМТ на такте сжатия и застопорить коленчатый вал включением передачи. Температура масла в картере должна быть  $20 \dots 30^\circ\text{C}$ .

2. Подготовить приспособление к установке на двигатель, для чего ослабить стопорный винт и приподнять направляющую с индикатором и штоком вверх.

3. Установить приспособление на место форсунки, для чего опустить направляющую до упора штока в днище поршня (маленькая стрелка индикатора должна отклониться от нуля на  $2 \dots 3$  деления). Установить большую стрелку индикатора в положении нуля.

4. Присоединить распределительный рукав компрессорно-вакуумной установки КИ-13907 к штуцеру пневматического приемника. Включить компрессорно-вакуумную установку и довести давление и разрежение в ресиверах соответственно до  $0,06 \dots 0,1$  МПа ( $0,6 \dots 1,0$  кгс/см<sup>2</sup>) и  $0,06 \dots 0,07$  МПа ( $0,6 \dots 0,7$  кгс/см<sup>2</sup>).

5. Переключая распределительный кран, сделать два-три цикла создания давления и разрежения в надпоршневом пространстве до получения стабильных результатов.

6. Соединить ресивер сжатого воздуха при помощи крана с надпоршневым пространством и настроить большую стрелку индикатора на нуль, при этом маленькая стрелка должна отклониться от нулевого положения на  $2 \dots 5$  делений.

7. Создать в надпоршневом пространстве разрежение (включать кран медленно), а затем зафиксировать показания индикатора до первой остановки стрелки и от первой до второй. Количество делений от нуля до первой остановки указывает на величину зазора в сопряжении поршневой палец - втулка, а от первой до второй - величину зазора в шатунном подшипнике

8. Измерить зазоры в нижней и верхней головках шатуна остальных цилиндров в соответствии с порядком работы двигателя. Перед этим необходимо каждый раз повернуть коленчатый вал на  $180^\circ$ .

9. Отсоединить от устройства компрессорно-вакуумную установку, снять с двигателя устройство и установить форсунку на место.

10. Просуммировать измеренные значения зазоров для каждого цилиндра и по наибольшему суммарному зазору поставить диагноз двигателю.

Для двигателей Д-37 М и Д-37 Е зазоры в шатунных подшипниках коленчатого вала составляют: номинальный -  $0,06 \dots 0,11$  мм, предельный -  $0,45$  мм; зазор между втулкой верхней головки шатуна и поршневым пальцем: номинальный -  $0,2 \dots 0,03$  мм, предельный -  $0,4$  мм.