*Лабораторная работа по диагностике № 1*

**Диагностирование кривошипно-шатунного механизма**

#### Список плакатов для выполнения работы

 3. Диагностирование кривошипно-шатунного механизма

***Цель работы*.** Научиться определять общее техническое состояние кривошипно-шатунного механизма и контролировать зазоры в подшипниковых узлах.

***Содержание работы***. Работа включает в себя определение общего технического состояния криво­шипно-шатунного механизма по давлению масла в магистрали и виброакустическим параметрам, регист­рируемым в области проверяемых механизмов; опреде­ление зазоров в верхней и нижней головках шатуна без разборки кривошипно-шатунного механизма.

***Оборудование рабочего места***следующее:

— трактор МТЗ-80 или какой-либо другой;

— устройства КИ-13936 и КИ-13933М, предназна­ченные для измерения давления в главной магистрали смазочной системы дизелей, определения зазоров в шатунных и коренных подшипниках;

— виброакустический диагностический прибор ЭМДП;

— компрессорно-вакуумная установка КИ-4942;

— приспособление для измерения зазоров в сопряжениях кривошипно-шатунного механизма дизеля с двумя индикаторами часового типа;

— комплект инструмента мастера-наладчика.

**I. Определение технического состояния по давле­нию масла в масляной магистрали двигателя**

1. Подключить устройство КИ-13936 к корпусу масляного фильтра, предварительно отсоединив датчик штатного манометра (рис. 4).

2. Пустить дизель и прогреть до номинального теплового состояния, после чего проверить давление масла в магистрали сначала при номинальной, а затем при минимальной устойчивой частоте вра­щения коленчатого вала на холостом ходу.



Рис. 1. Определение давления в масляной магистрали двигателя с помощью прибора КИ-13936:

1—шланг;

2 — манометр;

3 — заглушка;

4 - трубка;

5 – сменный штуцер,

6 - накидная гайка

3. Сравнить получен­ные значения давлений масла в магистрали с до­пустимыми, приведенными в таблицах 14 и 15.

4. Провести дифферен­циальные диагностические приемы. Если давление масла ниже нормального как при пуске (масло хо­лодное), так и на прогретом двигателе, то нужно устранить неисправности масляного насоса, его предохранительного клапана и сетчатого фильтра, фильтров масляной систе­мы. Если же давление ниже нормального наблюдается только на прогретом двигателе, нужно исключить неисправность в сливном клапане.

***1. Давление масла в магистрали смазочной системы при минимально устойчивой частоте вращения коленчатого вала дизеля***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Дизель | Минимальноустойчивая частота вра­щения *п,* мин-1 | Давление масла, МПа |
| допускаемое при пуске холодного дизеля | минимальное для прогретого дизеля |
| ЯМЗ-240В | 700 | 0,3 | 0,08 |
| ЯМЗ-238НБ | 600 | 0,3 | 0,08 |
| СМД-62  | 800 | 0,25 | 0,05 |
| Д-240 и Д-240Л  | 600 | 0,25 | 0,05 |
| Д-65Н и Д-65М  | 650 | 0,2 | 0,08 |
| А-01М и А-41  | 700 | 0,25 | 0,08 |
| Д-160  | 500 | 0,35 | 0,09 |
| СМБ-14 и СМД-14М  | 600 | 0,2 | 0,06 |
| Д-144 и Д-37Е  | 800 | 0,2 | 0,05 |
| Д-21А1  | 800 | 0,2 | 0,05 |

***2. Давление масла в магистрали смазочной системы при номинальной частоте вращения коленчатого вала дизеля***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Дизель | Номинальная частота вращения *п,* мин | Давление масла, МПа |
| номиналь­ное | допускаемое | предель­ное |
| ЯМЗ-240Б  | 1850…1920 | 0,4 ...0,7 | 0,2 | 0,15 |
| ЯМЗ-238НБ | 1650…1720 | 0,4 ...0,7 | 0,2 | 0,15 |
| СМД-62  | 2090…2150 | 0,3 ...0,5 | 0,2 | 0,15 |
| Д-240 и Д-240Л | 2175…2240 | 0,2 ...0,3 | 0,13 | 0,08 |
| Д-65Н и Д-65М  | 1725…1775 | 0,2 ...0,35 | 0,15 | 0,1 |
| А-01М и А-41 | 1665…1735 | 0,3 ...0,5 | 0,2 | 0,15 |
|  | (1715…1785) |  |  |  |
| Д-160  | 1220…1280 | 0,2 ...0,4 | 0,15 | 0,1 |
| СМД-14  | 1690…1750 | 0,25...0,45 | 0,15 | 0,1 |
| СМД-14Н  | 1790…1850 | 0,25...0,45 | 0,15 | 0,1 |
| Д-144  | 1970…2030 | 0,15...0,35 | 0,15 | 0,1 |
| Д-37Е и Д-21А1 | 1775…1825 | 0,15...0,35 | 0,15 | 0,1 |

Примечание. Состояние смазывания подшипников коленчатого вала проверяют по показаниям манометра, измеряющего давление в глав­ной магистрали смазочной системы.

Результаты занести в протокол испытаний (фор­ма 1).

***Форма 1. Протокол испытаний***

|  |  |
| --- | --- |
| Двигатель | Давление масла в магистрали, МПа |
| номинальное | При *nmax* | При *пmin* |

Заключение о техническом состоянии \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**II. Диагностирование подшипниковых узлов по вибрациям и шуму**

Попеременно создавая в надпоршневом простран­стве разрежение и давление с помощью компрессорно-вакуумной установки КИ-4942 или КИ-13907, прослу­шивают шум на рабочих режимах или при неработаю­щем дизеле.

Установка КИ-4942 состоит из компрессора 5 (рис. 5), двух ресиверов *1* и *8,* регулятора *3* давле­ния, вакуумметра *10,* вспомогательных кранов *6* и *4* для обеспечения нормальных режимов работы ком­прессора и соединительных трубопроводов.

Ресивер сжатого воздуха соединен с нагнетатель­ной полостью компрессора, а ресивер разреженного воздуха — со всасывающей полостью. На корпусе ресивера *8* установлен регулятор вакуума (клапан) 7 и вентиль *9.* Ресивер 1 снабжен предохранительным клапаном 2.

Устанавливая щуп датчика стетоскопа ТУ 11БеО-003 или прибора ЭМДП в диагностические зоны под­шипниковых узлов на рабочих режимах дизеля или при искусственно создаваемых стуках в кривошипно-шатунном механизме с помощью компрессорно-вакуумной установки, прослушивают двигатель для опреде­ления общего технического состояния кривошипно-шатунного механизма.

При значительном износе коренных подшипников характер стука и шума (низкочастотный до 1000 Гц) лучше проявляется на переходных процессах.

При предельном износе шатунных подшипников в звуковом давлении преобладают частоты до 2000... 2500 Гц. Шум и вибрации, вызванные шатунными подшипниками, выделяются перераспределением на­грузок в цилиндропоршневой группе и кривошипно-щатунном механизме (например, выключением подачи топлива в отдельные цилиндры). При износе втулки верхней головки шатуна стук и шум высокого тона выделяются при резком изменении частоты вращения.



Рис. 2. Схема определения зазоров в подшипниках верхней и нижней головок шатуна дизеля с помощью индикаторов и компрессорно-вакуумной установки:

1 и 8 — баллоны; 2 — предохранительный клапан; 3 — регулятор давления; 4, 6 и 13 — краны; 5 — компрессор; 7 — регулятор вакуума; 9 — вентиль; 10—вакуумметр; 11, 12 и 14—трубопроводы; 15—наконечник; 16— удлинитель индикатора; 17 и 18 — тяги; 19 и 20 — втулки; 21 и 22 — инди­каторы; 23 — плита.

Результаты занести в протокол испытаний (фор­ма 2).

**Форма 2. Протокол испытаний**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Цилиндр | Показа­ния измери­тельного прибора, усл. ед. | Зазор в шатунном подшип­нике, мм | Цилиндр | Показа­ния измери­тельного прибора, усл. ед. | Зазор в шатунном подшип­нике, мм |
| Первый Второй |  |  | Третий Четвертый |  |  |

**III. Определение зазоров в сопряжениях кривошипно-шатунного механизма с помощью индикаторов и компрессорно-вакуумной установки**

1. Слить масло из картера дизеля и снять поддон.

2. Установить поршень проверяемого цилиндра в в.м.т. на такте сжатия и зафиксировать коленчатый вал в данном положении, включив одну из передач трактора.

3. Установить на шатунный болт проверяемой секции приспособление с индикаторами *22* и *21* и закрепить его стопорным болтом. Закрепить индикато­ры так, чтобы удлинитель ножки одного из них касал­ся щеки коленчатого вала, а удлинитель ножки друго­го индикатора — торца юбки поршня. При этом каждая ножка должна утопать на 1,5...2 мм.

4. Присоединить наконечник установки к отверстию для форсунки проверяемого цилиндра. При закрытом кране *4* включить вакуум-насосы-компрессоры и создать в ресивере 1 давление 0,2...0,25 МПа, а в ресивере *8* разрежение 0,06...0,07 МПа. С помощью регулятора давления открыть доступ сжатому воздуху из ресивера к воздухораспределителю и установить выходное давление 0,2 МПа. Переключая золотник воздухораспределителя, убедиться в его нормальной работе.

5. Открыть кран *4* установки и создать в камере сгорания давление. Установить шкалу каждого инди­катора в такое положение, чтобы большая стрелка совпала с нулем. Записать показания индикаторов и, переключив золотник воздухораспределителя, создать в камере сгорания разрежение. Записать показания индикаторов, установить тумблер в нейтральное поло­жение и закрыть кран *4.* При этом индикатор, подведенный к щеке коленчатого вала, покажет увеличение зазора в шатунном подшипнике, а индикатор, подве­денный к торцу поршня,— зазор в сочленении поршне­вой палец — верхняя головка шатуна.

***Ф о р м а 3. Протокол испытаний***

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Цилиндр | Зазор в шатун­ном под­шипни­ке, мм | Зазор в верхней головке шатуна, мм | Заключение о тех­ниче­ском состоянии | Цилиндр | Зазор в шатун­ном под­шипни­ке, мм | Зазор в верхней головке шатуна, мм | Заключение о тех­ниче­ском состоянии |
| ПервыйВторой | ТретийЧетвертый |

Результаты занести в протокол испытаний (фор­ма 3) и сравнить их с данным таблицы 3.

|  |
| --- |
| ***3. Номинальные и предельные зазоры в кривошипно-шатунном механизме*** |
| Дизель | Зазор в шатунном подшипнике, мм | Зазор в верхней головке шатуна, мм | Допускае­мый сум­марный зазop, мм |
| номинальный | предель­ный | номинальный | предель­ный |
| ЯМЗ-238НБ | 0,08…0,13 | 0,50 | 0,03…0,05 | 0,45 | 0,7 |
| СМД-60, СМД-62,СМД-14, СМД-14А  | 0,09…0,15 | 0,50 | 0,02…0,05 | 0,40 | 0,65 |
| Д-65Н и Д-240 | 0,07…0,13 | 0,45 | 0,02…0,03 | 0,40 | 0,60 |

**IV. Определение зазоров в подшипниковых узлах по вибрационным параметрам, создаваемым компрессорно-вакуумной установкой.**

**Общие сведения**. Метод основан на принципе перемещения деталей кривошипно-шатунного механиз­ма с помощью компрессорно-вакуумной установки на размер зазоров в сопряжениях верхней и нижней голо­вок шатуна и получения ударных импульсов вибра­ций соударяемых деталей.

При создании вакуума поршень с шатуном подтя­гивается вверх на расстояние, равное зазорам в верхней и нижней головках шатуна. При создании давления поршень с шатуном перемещается в обрат­ном направлении.

При этих перемещениях образуются удары в сопря­жениях механизма, в результате которых формируются вибрационные импульсные колебания, распространяю­щиеся по блоку и коленчатому валу двигателя.

Упругие импульсные колебания регистрируются датчиком вибрации, установленным на носок коленча­того вала или блок двигателя. С датчика сигнал по­ступает в измерительный прибор.



Рис. 3. Вибрационные импульсы, выявленные соударением в верх­ней и нижней головках шатуна, и диаграмма давления сжатого воздуха:

***tо*** — промежуток времени от начала сдвига поршня до удара в верхней головке шатуна;

***t1*** *—* промежуток времени между ударами в верхней и нижней головках шатуна;

***А0, а1*** и ***A2*** — амплитуды импульсов виб­раций, вызванных перемещением поршня, ударами в верхней и ниж­ней головках шатуна;

 ***р*** — давление сжатого воздуха в цилиндре;

***К*** *—* импульс давления.

Амплитуда и фронт нарастания импульса колеба­ний, а также промежутки времени между началом сдвига поршня и ударами в проверяемых сопряжениях содержат информацию об их техническом состоянии.

Амплитуда ***2А1*** (рис. 3) характеризует зазор в верхней головке шатуна, амплитуда ***2А2*** *—* зазор в шатунном подшипнике. Конкретное значение зазоров для диагностируемого дизеля определяют по таблич­ным данным или по номограммам.

**Порядок выполнения работы.**

1. Поршень проверя­емого цилиндра установить в в.м.т. на такте сжатия.

2. Коленчатый вал зафиксировать, включив пере­дачу.

3. Подсоединить компрессорно-вакуумную установ­ку.

4. Создавая попеременно давление и вакуум в надпоршневом пространстве, снять соответствующие показания вибрационного измерительного прибора и записать в протокол испытаний.

Диагностические параметры целесообразно изме­рить при начальных и предельных зазорах в подшип­никах, а по результатам необходимо дать заключение о пригодности метода для практического применения.

Результаты занести в протокол испытаний (фор­ма 4).

**V. Определение зазоров в шатунных и коренных подшипниках дизелей с помощью устройства КИ-13933М**

***Форма 4. Протокол испытаний***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Цилиндр | Зазор в шатунном подшип­нике | Зазор в верхней головке шатуна |
| уровень виб­рации, м/с2 | зазор, мм | уровень виб-рации, м/с2 | зазор, мм |
| Первый ВторойТретий Четвертый |  |  |  |  |

**Определение зазоров в шатунных подшипниках.**

1. Прогреть дизель до номинального температурного режима.

2. Установить вместо снятой форсунки устройство КИ-13933М.

3. Соединить шлангом наконечник устройства с заслонкой отверстия впускного коллектора дизеля.

4. Пустить дизель, установить минимальную час­тоту вращения коленчатого вала и плавно опустить струну с помощью механизма подачи, наблюдая за стрелкой индикатора.

5. В момент касания струны с поршнем (начало вибрирования струны) установить отметку «О» шкалы индикатора против стрелки.

Заглушить двигатель.

6. Выключить подачу топлива. Прокручивая коленчатый вал, уточнить установку отметки «О» и отвести струну вверх на 0,8...0,9 мм.

7. Установить заслонку на горловину воздухоочис­тителя.

8. Прокручивая коленчатый вал, медленно отпус­тить струну с помощью механизма подачи до момента касания струны с поршнем. Зафиксировать показания индикатора.

9. Рассчитать суммарный зазор в шатунных под­шипниках



где *п —* показание индикатора, 0,1 — поправочный коэффициент.

Значения суммарных зазоров в шатунных подшип­никах дизелей должны быть: номинальный—0,11...0,19 мм; допускаемый—0,67 мм; предельный— 0,85 мм.

**Определение зазоров в коренных подшипниках коленчатого вала**.

 1. Отвинтить наконечник стержня индикатора устройства КИ-13933М. Вставить индика­тор в корпус устройства и закрепить его скобой. За­вернуть в корпус наконечник и ввести струну, завер­нуть ее в стержень индикатора.

2. Снять с дизеля крышку головки цилиндров и форсунку последнего цилиндра.

3. Установить вместо снятой форсунки устройство КИ-13933М и закрепить его.

4. Соединить шлангом, входящим в комплект устройства, наконечник устройства с внешним источ­ником сжатого воздуха.

5. Установить поршень последнего цилиндра в положение в.м.т. на такте сжатия и застопорить коленчатый вал от проворачивания.

6. Подать в камеру сгорания сжатый воздух под давлением 0,15 МПа, настроить индикатор на нуль и снять избыточное давление.

7. Снять крышку или пробку в нижней части картера маховика. Установить шток домкрата под маховик и поднять коленчатый вал, наблюдая за стрелкой индикатора до момента прекращения ее движения.

8. Зафиксировать показания индикатора. При номинальном зазоре в подшипнике 0,10...0,18 мм показания индикатора соответствуют 0,03 и 0,08 мм; допускаемом зазоре 0,3 мм показания индикатора — 0,17 мм; предельном 0,5 мм показания индикатора — 0,35 мм. В дизелях ЯМЗ-238НБ эти показания пример­но в 2 раза меньше.

Если зазор в коренном подшипнике превышает предельное значение, двигатель подлежит капитально­му ремонту.

**Контрольные вопросы и задания**

1. Какими методами можно определить зазоры в шатунных подшипниках и в верхних головках шатунов?

2. Как определить общее техническое состояние кривошипно-шатунного механизма по давлению масла в масляной магистрали?

3. В чем сущность виброакустического метода диагностирования зазоров в шатунных подшипниках?

4. Как определить техническое состояние подшипников коленчатого вала по вибрации при работающим двигателе?

5. Расскажите в порядке определения зазоров в кривошипно-шатунном механизме с помощью индикаторов и компрессорно-вакуумной установки.

Привести краткий отчёт по лабораторной работе № 1