

Учебное издание
Самусенко Владимир Иванович
Акименко Дмитрий Александрович

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АГРОБИЗНЕСЕ
ПРИРОДООБУСТРОЙСТВЕ И ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ С ПОМОЩЬЮ ИЗМЕРИТЕЛЯ РАСХОДА ГАЗОВ

Диагностирование дизельного двигателя с помощью
измерителя расхода газов

Учебно-методические указания для выполнения
лабораторной работы

по дисциплинам: «Эксплуатация машинно-тракторного парка»
«Диагностика и техническое обслуживание машин»
«Основы эксплуатации машин и оборудования»
студентам инженерно-технологического факультета
по профилям подготовки:
110800-01.62 Технические системы в агробизнесе
110800-04.62 Технический сервис в АПК
190100-01.62 Машины и оборудование природообустройства
и дорожного строительства

Редактор Павлютина И.П.

Подписано к печати 28.05.2015	Формат 60 x 84. 1/16.	Бумага печатная
Усл.п.л. 0,70	Тираж 50 экз	Издат. № 3003

УДК 621.436.2: 621.4(07)

ББК 31.365: 40.721

С 17

Самусенко В.И. Диагностирование дизельного двигателя с помощью измерителя расхода газов. Учебно-методические указания для выполнения лабораторной работы./ В.И. Самусенко, Д.А. Акименко - Брянск: Издательство Брянского ГАУ, 2015.-12 с.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторной работы по диагностированию дизельного двигателя с помощью измерителя расхода газов. Для студентов инженерно-технологического факультета.

Рецензент к.т.н., доцент Лабух В.М.

Рекомендовано к изданию решением методической комиссией инженерно-технологического факультета, протокол №

Содержание

Цель работы.....	3
Содержание работы	3
Оборудование.....	3
ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ	3
1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ГАЗОВ ПРОРЫВАЮЩИХСЯ В КАРТЕР ДВИГАТЕЛЯ. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА.....	4
1.1 Устройство и работа индикатора расхода газ КИ-4887-1	4
1.2 Устройство и работа индикатора расхода газ КИ-13671.....	6
1.3 Измерение количества газов, прорывающихся в картер двигателя индикатором расхода газов КИ-4887-1	7
1.4 Измерение количества газов, прорывающихся в картер двигателя индикатором расхода газов КИ-13671	7
2 ПРОВЕРКА ДАВЛЕНИЯ КОНЦА СЖАТИЯ В ЦИЛИНДРАХ ДВИГАТЕЛЯ.....	9

© Самусенко В.И., 2015
© Акименко Д.А., 2015
© Брянский ГАУ, 2015

(стрелка остановится), зафиксировать показания и сбросить давление воздуха, открыв выпускной вентиль.

8. Для уменьшения ошибок необходимо измерения производить с трехкратной повторностью.

9. Выполнить операции 1-6 для каждого цилиндра.

10. Сравнить показания манометра с допускаемыми и дать заключение о состоянии цилиндропоршневой группы.

Давление конца сжатия в цилиндре двигателя Д-240 при пусковой частоте вращения коленчатого вала 150... 180 мин⁻¹ должно быть: у нового - 2,65 МПа (26,5 кгс/см²), у предельно изношенного - 1,75 МПа (17,5 МПа). Разница давлений конца сжатия отдельных цилиндров не должна превышать 0,2 МПа (2,0 кгс/см²).

Снижение давления конца сжатия указывает на износ деталей цилиндропоршневой группы, поломку или закоксовывание колец, на неплотности прокладки головки блока и клапанов.

При неплотности прокладки между камерой сгорания цилиндра и водяной рубашкой блока отработавшие газы имеют белый цвет, который пропадает при отключении цилиндра. На поверхности воды в радиаторе появляются отдельные блески или слой топлива, и вода в радиаторе бурлит. На торце распылителя форсунки видны следы влаги и ржавчины.

При неплотности прокладки между цилиндрами отработавшие газы будут черного цвета (неполное сгорание топлива).

При недостаточной плотности прокладки головки цилиндров двигатель трудно заводится и работает с перебоями.

9. Определить остаточный ресурс цилиндропоршневой группы

Остаточный ресурс определите по формуле 3.

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. Диагностика и ТО машин: учебник для студентов высш. учеб. заведений/[С.А. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов и др.]- М.: Издательский центр «Академия», 2008.- 86 с.

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ С ПОМОЩЬЮ ИЗМЕРИТЕЛЯ РАСХОДА ГАЗОВ

Цель работы – приобрести навыки определения технического состояния цилиндропоршневой группы с помощью измерителя расхода газов.

Содержание работы

1. Изучить методику определения технического состояния цилиндропоршневой группы с помощью измерителя расхода газов КИ-4887-1, КИ-13671.

2. Измерить давление конца сжатия и количество картерных газов двигателя.

3. Определить остаточный ресурс двигателя.

Данная работа раскрывает компетенции ОК-6, ПК-6, ПК-11, ПК-12.

Оборудование: двигатель Д-240, установленный на испытательном стенде; компрессиметр КИ-861; индикаторы КИ-4887-1, КИ-13671; 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 двигателя 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 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ГАЗОВ ПРОРЫВАЮЩИХСЯ В КАРТЕР ДВИГАТЕЛЯ. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА

Количество газов, прорывающихся в картер, определяют индикаторами расхода газов КИ-4887-1 и КИ-13671.

1.1 Устройство и работа индикатора расхода газ КИ-4887-1

Прибор КИ-4887-1 снабжен устройством, позволяющим отсасывать газы из картера через измерительную часть прибора и делать замеры при давлении газов в картере, равном атмосферному. Этим обеспечивается точное измерение газов, прорывающихся в картер двигателя, которые полностью поступают в прибор.

Общий вид прибора КИ-4887-1 и схема его работы показаны на рисунке 1. Прибор состоит из дроссельного расходомера, манометров, впускного и выпускного патрубков, трубопроводов с наконечниками и эжектора для отсоса газов из картера. Принцип действия прибора основан на зависимости количества газов, проходящих через дроссельный расходомер, от площади проходного сечения при заданном перепаде давлений. Манометры, контролирующие перепад давлений газов до и после дросселя и давление в картере двигателя, выполнены в пластмассовом прозрачном корпусе прибора в виде трех вертикальных каналов. Каналы заполнены водой и сообщаются в нижней части между собой, а в верхней - с полостью прибора впускным 8 и выпускным 13 патрубками дросселирующего устройства.

Дросселирующее устройство образовано двумя втулками 4 и 5. Плотное соединение этих втулок обеспечивается предварительной совместной притиркой их по конусным поверхностям и прижатием друг к другу распорной пружиной 12. Втулка 4 жестко закреплена на корпусе 10, а втулка 5 может поворачиваться относительно втулки 4. На половине окружности конусной части обеих втулок имеются поперечные щели, позволяющие плавно изменять площадь дросселирующего отверстия 6 при повороте втулки 3. На наружной поверхности втулки 5 нанесена шкала И, то которой и определяется количество газов, прорывавшихся в картер двигателя в л/мин. Шкала 11 прибора тарируется при перепаде давления в дросселирующем устройстве, равном 15 мм вод. ст. Указанный перепад давления устанавливается изменением площади дросселирующего отверстия 6, а контролируется водяным манометром, столбиками 2 и 3.

Для отсоса газов из картера на время замера на выпускную трубу (глушитель) двигателя надевается эжектор 21, соединенный шлангом 19, дросселем 14 и выпускным патрубком 13 с дросселирующим отверстием 6. Дросселем 14 регулируется отсос газов из картера, который производится под давлением, равным атмосферному. Это давление контролируется столбиками манометра 1 и 2 при снятой из столбика 7 пробке 18, соединяющей канал 1 с атмосферой. Если имеется компрессорно-вакуумная установка, отсос газов из картера двигателя может осуществляться при соединении выпускного патрубка 13 через шланг 19 и муфту 20 к ресиверу разрежения.

$$t_{ост} = t \left[\left(\frac{I_n}{I(t)} \right)^{\frac{1}{\alpha}} - 1 \right] \quad (3)$$

где $t_{ост}$ - остаточный ресурс, м-ч; I

t - наработка трактора с начала эксплуатации или ремонта к моменту

диагностирования, мото-ч

α - показатель степени, отражающий характер изменения параметра технического состояния. Для параметра давления конца сжатия $\alpha=1$;

I_n - предельное изменение параметра МПа (разность между номинальной и предельной величинами параметра),

$$I_n = P_n - P_z, \quad (4)$$

$I(t)$ - изменение параметра к моменту диагностирования, МПа (разность между номинальной величиной параметра и величиной параметра, измеренной при (наработке t),

$$I(t) = P_n - P_z, \quad (5)$$

P_n - номинальное значение, параметра, МПа;

P_n - предельное значение параметра, МПа;

P_z - значение параметра, измеренное в момент диагностирования, МПа.

10. Результаты, полученные при выполнении работы, занести в тетрадь для лабораторных работ.

2 ПРОВЕРКА ДАВЛЕНИЯ КОНЦА СЖАТИЯ В ЦИЛИНДРАХ ДВИГАТЕЛЯ

Давление конца сжатия (компрессию) определяют комп-рессиметром КИ-861. Он состоит из манометра, корпуса, стержня, фланца, дистанционной втулки, наконечника и соединительной муфты. Для фиксации максимальных показаний манометра служит обратный клапан. Сбрасывание давления осуществляется выпускным вентилем. Для определения давления конца сжатия в дизельных двигателях применяют манометр со шкалой до 4 МПа (40 кгс/см²).

Погрешность измерений компрессиметром КИ-861 не превышает 4%.

Для проверки технического состояния цилиндропоршневой группы дизелей Д-240 и Д-240Л по давлению конца сжатия необходимо выполнить следующие операции:

1. Пустить дизель и прогреть его до температуры охлаждающей жидкости 80 ... 85°C.
2. Снять форсунки и отсоединить воздухоочиститель.
3. Установить прибор вместо форсунки.
4. Открыть выпускной вентиль прибора и прокрутить основной двигатель стартером (пусковым двигателем) или тормозным стендом (при диагностировании трактора на стационарном посту). Частота вращения коленчатого вала должна быть 150 ... 180 мин⁻¹.
5. Закрыть выпускной вентиль компрессиметра и наблюдать за перемещением стрелки манометра. Как только стрелка манометра достигнет максимума

количества картерных газов необходимо разделить на поправочный коэффициент. Для двигателя Д-240 тракторов МТЗ-80, МТЗ-82 он равен 1,73.

7. При измерении больших расходов необходимо открыть отверстия пробок индикатора.

При открытии одного или двух отверстий приведенный расход картерных газов рассчитывают по формуле

$$Q_{np1} = 1,08Q_{ш.и} + 100$$

$$Q_{np2} = 1,12Q_{ш.и} + 200'$$
(1)

где Q_{np1} - приведенный расход при одном открытом отверстии, л/мин;

Q_{np2} - приведенный расход при двух открытых отверстиях, л/мин;

$Q_{ш.и}$ - расход по шкале индикатора.

Если расход газов превышает допустимое значение, равное 100 л/мин для двигателя Д-240, дизель подлежит ремонту.

Повышенный расход картерных газов может быть либо из-за большого износа деталей цилиндропоршневой группы, либо из-за закоксовывания или поломки поршневых колец в отдельных цилиндрах. Чтобы выявить причину и определить Ч вид и объем ремонта в этом случае, следует проверить состояние каждого цилиндра в отдельности.

8. Для этого необходимо отключить поочередную подачу топлива и измерить расход газов при одном выключенном цилиндре и минимальной устойчивой частоте вращения коленчатого вала, которая должна быть одинаковой при проверке каждого цилиндра.

Если при этом расход газов будет резко отличаться от среднего расхода, полученного при поочередном отключении подачи топлива в остальных цилиндрах, необходимо определить разницу между этими расходами.

$$\Delta Q_i = Q_{cp} - Q_i'$$
(2)

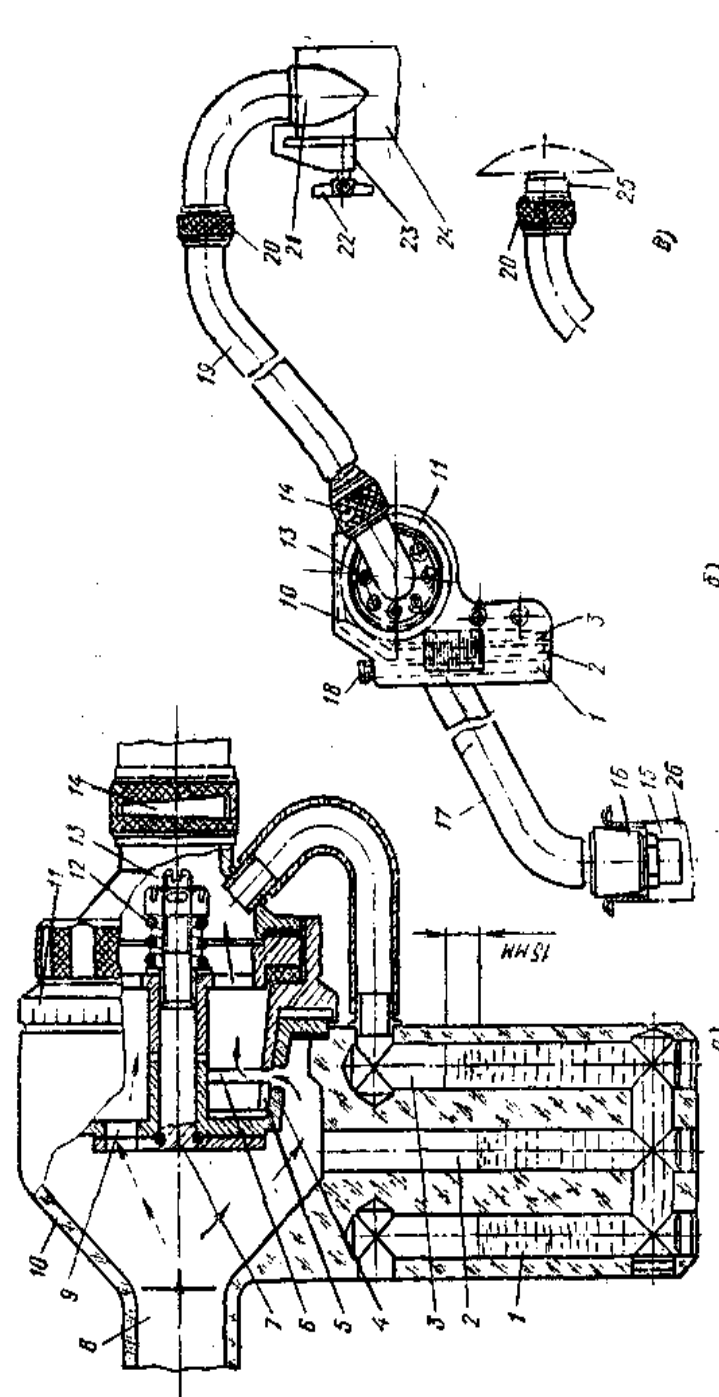
где Q_i - среднее количество газов, прорывающихся в картер при поочередном выключении всех цилиндров, кроме проверяемого, л/мин;

Q_i' - количество газов, прорывающихся в картер при отключении проверяемого цилиндра.

Если ΔQ_i достигло предельного значения (для двигателя Д-240 оно равно 23 л/мин), то это указывает на аварийное состояние проверяемого цилиндра и необходимость разборки дизеля для устранения неисправности.

Если ΔQ_i имеет положительное значение, то возможны поломка или закоксовывание компрессионных колец, задиры на рабочей поверхности или предельный износ гильзы. Отрицательное значение ΔQ_i свидетельствует о поломке маслосъемных колец.

9. Определить остаточный ресурс двигателя



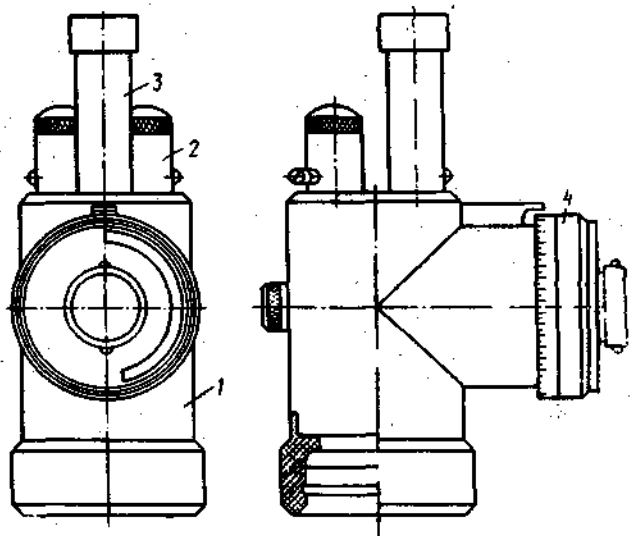
а-схема прибора, б-схема подключения прибора к двигателю при замере количества газов, прорывающихся в картер; в - схема подключения выходного трубопровода к ресиверу разрежения комп-рессорно-вакуумной установки; 1, 2, 3-каналы в корпусе, сообщающиеся между собой в нижней части; 4, 5 - втулки дроселирующего устройства; 6 - дроселирующее отверстие; 7 - заслонка; 8 - впускной патрубок; 9 - калибровочное отверстие; 10 - корпус прибора; 11 - шкала; 12 - распорная пружина; 13 - выпускной патрубок; 14 - дроссель; 15 - филь-тр (для удержания смолистых веществ); 16 - конусный наконечник; 17 - впускной трубопровод; 18 - проба; 19 - трубопровод; 20 - соединительная муфта; 21 - эжектор; 22 - винт; 23 - кронштейн; 24 - выпускная труба; 25 -штуцер ресивера; 26 - маслосъемная горловина двигателя.

Рисунок 1 - Общий вид и схема работы газового расходомера КИ-4887-1

Пределы измерения расхода газа при работе на основном дросселирующем отверстии 2-120 л/мин с погрешностью 3%. Если расход газов превышает 120 л/мин, открывают отверстие 9, поворачивая заслонку 7 отверткой. В этом случае к значению расхода, фиксируемого по основной шкале 11, прибавляется постоянное значение расхода газов через открытое отверстие 9, величина которого указывается на наружной поверхности подвижной втулки 5. Подключение дополнительного отверстия дает возможность замерять прорыв газов до 175 л/мин, т. е. использовать прибор для диагностирования любых двигателей с предельным износом.

1.2 Устройство и работа индикатора расхода газ КИ-13671

Индикатор КИ-13671 (рисунок 2) работает по тому же принципу, что и КИ-4887-1, но при избыточном давлении в картере двигателя. КИ-13671 состоит из корпуса 1, сигнализатора 3, -У патрубков 2, крышки 4 и комплекта переходников. Корпус 1 выполнен в виде Г-образной трубки с тремя резьбовыми отверстиями сверху для присоединения сигнализации 3 и двух патрубков 2. Снизу с помощью комплекта переходников индикатор присоединяется к заливным горловинам картеров различных типов двигателей. Сигнализатор 3 представляет собой полый цилиндр из прозрачного органического стекла, внутри которого помещен эбонитовый поршень с риской в средней части по окружности. Крышка индикатора 4 выполнена в виде цилиндра со ступицей и отверстием-щелью шириной 4 мм на торцевой поверхности. На крышке нанесена шкала с делениями, по которой определяют величину расхода газов в л/мин.



1 - корпус; 2-патрубок с пробкой; 3 - сигнализатор; 4 – крышка

Рисунок 2- Индикатор расхода газов КИ-13671

1.3 Измерение количества газов, прорывающихся в картер двигателя индикатором расхода газов КИ-4887-1

Для измерения количества газов, прорывающихся в картер двигателя, необходимо выполнить следующие операции:

1. Пустить и прогреть двигатель до температуры охлаждающей жидкости и картерного масла 65...90°C.
2. Снять крышку маслозаливной горловины и загерметизировать отверстия сапуна и под масломерный шуп пробками.
3. Залить в каналы манометра воду примерно до середины шкалы, вывернув пробку из левого канала. Эту пробку не ставить на место до конца измерений.
4. Открыть полностью дросселирующее отверстие поворотом втулки за маховичок против часовой стрелки и дроссель поворотом наружной втулки.
5. Подключить прибор к двигателю. Для этого опустить наконечник выпускного трубопровода прибора во впускную трубу воздухоочистителя, предварительно сняв фильтр грубой очистки воздуха, или закрепить на выхлопной трубе эжектор, присоединенный к наконечнику, и вставить конусный резиновый наконечник впускного трубопровода в отверстие маслозаливной горловины.
6. Установить номинальную частоту вращения коленчатого вала двигателя - 2200 мин⁻¹.
7. Измерить расход картерных газов. Для этого, удерживая прибор в вертикальном положении, поворотом наружной втулки дросселя установить одинаковый уровень воды в левом и правом каналах манометра. Затем медленно поворачивая втулку за маховичок по часовой стрелке, добиться такого положения, при котором уровень воды в среднем канале был бы на 15 мм выше уровня правого канала. Если после этого уровни воды в правом и левом каналах окажутся разными, то поворотом наружной втулки дросселя их необходимо выровнять. Затем по шкале прибора определить расход газов в л/мин.
8. Сравнить показания прибора с допускаемыми и дать заключение о состоянии цилиндропоршневой группы.

1.4 Измерение количества газов, прорывающихся в картер двигателя индикатором расхода газов КИ-13671

Измерение расхода газов индикатором КИ-13671 необходимо производить следующим образом:

1. Пустить и прогреть двигатель.
2. Снять крышку маслозаливной горловины и загерметизировать заглушкой отверстие масломерного шупа.
3. Присоединить индикатор с помощью переходника к маслозаливной горловине двигателя и установить сигнализатор индикатора в вертикальном положении.
4. Установить номинальную частоту вращения коленчатого вала двигателя - 2200 мин⁻¹.
5. Измерить расход картерных газов. Для этого, поворачивая плавно крышку 4 и следя за положением поршня в сигнализаторе, добиться такого положения поршня, при котором риски на поршне и сигнализаторе совпадут. Зафиксировать показания расхода газов по основной шкале на крышке в л/мин.
6. Определить действительный расход газов. Для этого полученное значение