

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Двигатели внутреннего сгорания»

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ

Учебно-методическое пособие
для студентов специальности 1-37 01 01
«Двигатели внутреннего сгорания»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области транспорта и транспортной деятельности*

Минск
БНТУ
2024

УДК 621.43-049.3(075.8)

ББК 31365я7

Т38

С о с т а в и т е л и:

А. Е. Миронович, С. Г. Беть

Р е ц е н з е н т ы:

В. Е. Тарасенко, А. С. Климук

Т38 **Техническая** эксплуатация двигателей : учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-37 01 01 «Двигатели внутреннего сгорания» / сост.: А. Е. Миронович, С. Г. Беть. – Минск : БНТУ, 2024. – 64 с.

ISBN 978-985-583-960-7.

Учебно-методическое пособие составлено в соответствии с программой дисциплины «Техническая эксплуатация двигателей автомобилей, тракторов и сельхозмашин» и является учебно-методическим пособием для студентов, выполняющих лабораторные работы по этой дисциплине. Пособие включает семь работ. В каждой лабораторной работе приводятся общие сведения по изучаемому вопросу, дается описание оборудования и приборов для ТО и ремонта, а также представлены контрольные вопросы для самопроверки.

УДК 621.43-049.3(075.8)

ББК 31365я7

ISBN 978-985-583-960-7

© Белорусский национальный
технический университет, 2024

ВВЕДЕНИЕ

В дисциплине «Техническая эксплуатация двигателей автомобилей, тракторов и сельхозмашин» рассматривается техническая эксплуатация двигателей как область знаний, охватывающая теорию методов и средства определения технического состояния объектов, их эксплуатацию и ремонт. Дисциплина является одним из профилирующих предметов при подготовке специалистов по специальности «Двигатели внутреннего сгорания».

Применение существующих и разработка новых методов и средств при технической эксплуатации двигателей, а так же применение высококачественных материалов и использование современных технологических процессов обслуживания и ремонта двигателей является актуальным направлением повышения их эксплуатационной надежности и ресурса ряда автомобилей. Применение современного и разнообразного оборудования позволяет снизить трудовые затраты на обслуживание и ремонт двигателей, а это, в свою очередь, позволяет повысить экономические и экологические показатели двигателей.

В основе технического обслуживания лежит система планово-предупредительных осмотров, технической диагностики и ремонтов, обеспечивающая своевременное восстановление технико-экономических характеристик всего оборудования, установленного на ДВС, утрачиваемых в процессе эксплуатации.

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов профессиональных знаний и навыков в области двигателестроения, технического обслуживания и ремонта двигателей, которые будут использованы в дальнейшей работе для поддержания высокого уровня работоспособности двигателей при рациональных, материальных и физических затратах.

Основными задачами изучения дисциплины являются: формирование у студентов научного мышления и понимания социальной и гуманитарной направленности технических систем; овладение методами анализа, прогнозирования, умения вскрывать на производстве недостатки и противоречия; создание у студентов основ теоретической подготовки в области управления двигателем, которая дает возможность им использовать в своей практической деятельности достижения научно-технического прогресса; ознакомление

студентов с прогрессивной технологией современным оборудованием и выработки навыков в решении инженерных задач, связанных с управлением и интенсификацией производства, экономией трудовых, топливно-энергетических и материальных ресурсов, а так же экологических и экономических проблем в области технической эксплуатации двигателей; освоение действующей в отрасли нормативно-технической и проектной документации.

Освоение дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами при изучении общенаучных, общепрофессиональных дисциплин, таких как «Физика», «Электротехника и электроника», «Гидравлика и гидромашины», «Конструкция ДВС», «Теория рабочих процессов ДВС», «Системы ДВС» и др.

Лабораторная работа № 1

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА УГОЛ ОПЕРЕЖЕНИЯ ВПРЫСКА ТОПЛИВА

Цель работы:

1. Ознакомиться с методами регулировки и определения угла опережения впрыска топлива.
2. Исследовать влияние эксплуатационных параметров на угол опережения впрыска топлива.

Общие сведения

Под углом опережения впрыска топлива понимается угол поворота коленчатого вала двигателя от момента начала впрыска топлива в цилиндр до момента прихода поршня в ВМТ. Угол опережения впрыска топлива $\Theta_{впр}$ оказывает большое влияние на мощностные и экономические показатели дизеля.

Несвоевременный впрыск топлива вызывает снижение мощности и экономичности и сопровождается заметным дымлением и перегревом, а также повышением жесткости работы двигателя. У каждого типа двигателя устанавливаются оптимальный одинаковый для всех цилиндров угол $\Theta_{впр}$.

Значения оптимального угла $\Theta_{впр}$ определяется типом смесиобразования, номинальной частотой вращения дизеля, диаметром плунжера топливного насоса, диаметром и длиной трубопровода высокого давления, давлением начала впрыска форсунки и другими факторами.

В процессе эксплуатации двигателя угол $\Theta_{впр}$ может изменяться. Поэтому необходимо периодически проверять и при необходимости регулировать его. Изменения угла $\Theta_{впр}$ у отдельных секций насоса производят при помощи регулированного болта на толкателе для рядных и V-образных насосов. При выворачивании болта плунжер занимает более высокое положение в начале хода нагнетания. В результате этого он станет раньше перекрывать впрыскное окно, следовательно, раньше будет начинаться подача.

При выворачивании болта необходимо убедиться в том, что плунжер не упирается в седло нагнетательного клапана. Для этого необходимо повернуть коленчатый вал насоса вручную. Для уменьшения угла опережения впрыска регулировочный болт вворачивается в толкатель.

Допустимое отклонение по ТУ от оптимального угла не должно превышать $\pm 0,5$ градуса поворота кулачкового вала насоса. Работа по установке правильного угла опережения впрыска топлива складывается из двух операций:

а) установка одинаковых угловых интервалов между впрысками отдельных секций насоса;

б) соединение кулачкового вала ТНВД с коленчатым валом, обеспечивая установку нужного угла опережения впрыска топлива.

При проверке угла $\Theta_{впр}$ непосредственно на работающем двигателе пользуются специальным переносным стробоскопом – моментоскопом («мениском»). Проверка осуществляется без снятия ТНВД с двигателя или на стенде, позволяющем проворачивать вал насоса вручную. Данный способ проверки в работе подробно не рассматривается, так как основные регулировки ТНВД производятся на стенде.

Проверка и регулировка на стенде

Для регулировки насоса на одинаковые углы опережения впрыска снятый насос устанавливается на стенд «Моторпал» (рис. 1.1). Угол опережения впрыска проверяют при помощи стробоскопического устройства, которым оснащен стенд, выдерживая номинальную частоту вращения кулачкового вала ТНВД.

Регулировка и применение стробоскопа при проверке и регулировке начала (конца) впрыска контрольной жидкости дает наиболее точные результаты. Исключены помехообразующие влияния, которые могут вызвать запаздывание или ускорение впрыска относительно теоритического начала подачи топлива.

Регулировка начала впрыска от регулировки теоритического начала подачи контрольной жидкости смещена примерно на 4° .

Впрыск контрольной жидкости исследуют с помощью стробоскопической лампы в сливном сосуде в верхней части с мерными сосудами, и управляют впрыском с помощью органов управления

стробоскопом до длины 3–5 мм. Данное положение в градусах может быть уточнено на лимбе моховика при освещении лимба стробоскопической лампы.



Рис. 1.1. Стенд «Моторпал»

Проверка начала впрыска производится примерно при 500 об/мин приводного вала испытательного стенда.

Управление стробоскопом осуществляется 10-ти позиционным переключателем, который 1 оборот делит на 10 отрезков. Точная настройка стробоскопа обеспечивается потенциометром, который закорачивает каждый из 10-ти участков примерной настройки. Проверку производят при настройке 120 об/мин. Глядя на лимб моховика, оснащённый стробоскопической лампой, не должно быть заметно вращение лимба.

Принцип работы стробоскопического устройства стенда основан на создании контакта при попадании на него струи топлива. Датчик

находится под форсункой и при попадании струи топлива на контакты датчика загорается лампочка, включенная в электрическую цепь стенда.

После окончания впрыска топлива контакты датчика размыкаются и схема приходит в исходное положение.

Поскольку впрыски, а следовательно, и вспышки следуют друг за другом, отдельные вспышки лампы кажутся непрерывным светящимся потоком. Таким образом, вспышки импульсной лампы указывают угловое положение, которое занимает кулачковый вал в момент начала впрыска топлива.

Регулировка при помощи моментоскопа

Эта регулировка может быть выполнена непосредственно на двигателе без снятия топливного насоса, или на стенде, позволяющем проворачивать вал насоса вручную.

Для этого необходимо:

- удалить воздух из системы с помощью подкачивающего насоса;
- на штуцер секции насоса установить моментоскоп;
- рычаг управления подачи топлива отвести в положение максимальной подачи;
- вращать вал топливного насоса до появления из стеклянной трубки струи топлива без пузырьков воздуха;
- встряхнуть стеклянную трубку вылив из нее часть топлива;
- медленно поворачивать вал насоса в направлении его вращения на двигателе, следить за уровнем топлива в стеклянной трубке в момент начала подъема уровня топлива в трубке, что свидетельствует о начале подачи топлива секцией насоса, вращение вала прекратить;
- определить положения деления подвижной шкалы стенда по отношению к нулевому делению в момент начала подачи топлива в трубке, значение записать в журнал (табл. 1.1) и повторить опыт;
- аналогичный опыт провести по оставшимся секциям насоса;
- по результатам замеров определить угловые интервалы между подачами отдельных секций, учитывая порядок работы двигателя, в случае, если условные интервалы выходят за пределы допуска, необходима регулировка.

Таблица 1.1

Особенности кинематики КШМ двигателя

№ опыта	Частота вращения кулачкового вала насоса	Секции насоса				Среднее значение угла опережения впрыска	Примечания
		I	II	III	IV		
1	вручную						По моментоскопу
2	вручную						
3	вручную						
1							По стробоскопу до регулировки
2							
3							
4							
1							По стробоскопу после регулировки
2							
3							
4							

Контрольные вопросы

1. Дайте определение угла опережения впрыска топлива.
2. Как работает двигатель при неправильной регулировке угла опережения впрыска?
3. Как регулируется угол опережения впрыска топлива?
4. Как работает стробоскоп?
5. Какими параметрами определяется оптимальный для двигателя угол опережения впрыска топлива?
6. Чем объясняется запаздывание момента подачи топлива у насосов с изношенными плунжерными парами при проверке моментоскопом?
7. Как можно объяснить зависимость изменения угла опережения впрыска топлива от частоты вращения кулачкового вала насоса?
8. Расскажите о мерах предосторожности при работе на стенде «Моторпал».

Лабораторная работа № 2

ПРОВЕРКА И РЕГУЛИРОВКА НАСОСА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ И РАВНОМЕРНОСТЬ ПОДАЧИ

Цель работы:

1. Изучить методику и получить практические навыки по проверке и регулировке ТНВД, а также проверить и отрегулировать насос высокого давления на производительность и равномерность подачи.
2. Сделать заключение о возможности его дальнейшей эксплуатации.

Общие сведения

Проверяемый насос должен быть чистым и комплектным.

Количество топлива, подаваемого ТНВД в цилиндры двигателя, зависящее от нагрузки на двигатель, должно быть одинаковым и равномерным.

На любом режиме работы двигателя не одинаковая подача топлива отдельными соединениями насоса вызывает перегрузку одних цилиндров и недогрузку других. В результате будет общее падение мощности и экономичности двигателя, повышенное изнашивание перегруженных цилиндров, появление дымного выхлопа, неравномерная работа двигателя. Для нормальной и правильной работы ТНВД он должен выдавать одинаковое количество топлива в каждый цилиндр.

Правилами по ТО и ТР ТНВД и топливной аппаратуры дизеля предусмотрена периодическая проверка общей производительности и равномерности подачи всеми секциями топливного насоса. Для этого используются специальные стенды для проверки и регулировки ТНВД.

Порядок выполнения работы

1. Изучить устройство, принцип работы и регулировки ТНВД, используя плакаты, планшеты, схемы и разрезные макеты, стенд «Моторпал».

2. Установить насос на подставку и закрепить его кронштейнами.

3. Соединить закрепленный насос с приводом стенда и проверить биение соединенного узла. Биение и шум не допускаются.

4. Присоединить к насосу гибкие трубопроводы от стенда, питающие топливом и трубопроводы высокого давления, соединяющие секции ТНВД и форсунки. Форсунки должны быть отрегулированы на давлении начала открытия 17,5–20 МПа и эффективное проходное сечение 0,25 мм².

5. С помощью подкачивающего насоса удалить воздух из системы и трубопроводов. Избыточное давление поддерживается перепускным клапаном насоса и должно соответствовать 0,15–0,25 МПа.

При адресной регулировке насос регулируется с форсунками, работающими на двигателе. Форсунки проверяются и регулируются отдельно от ТНВД на стенде КИ-3333, или КП-1609, или М-106Э. Они должны иметь хорошее распыливание, одинаковое проходное сечение и давление начала впрыска. На форсунке ставится номер секции насоса, к которому она подключена, и в таком порядке она устанавливается на двигатель после диагностики и регулировки на стенде.

6. Проверку и регулировку насоса на стенде проводят на летнем дизельном топливе (ГОСТ 305-82). Насос и регулятор должны быть заправлены маслом, используемые в системе смазывания дизеля.

Давление топлива в головке насоса по манометру стенда должно быть 0,07–0,13 МПа. Насос проверяется сначала на режиме пуска (частота вращения вала насоса $n = 100–120 \text{ мин}^{-1}$). Пусковая подача должна быть не ниже 20 % от требуемой заводом-изготовителем, при необходимости произвести регулировку винтом на корпусе регулятора.

При изношенных плунжерных парах пусковую подачу увеличить нельзя, так как сжатое топливо перетекает из зоны высокого давления в зону низкого давления. После диагностики у такого насоса заменяются изношенные плунжерные пары на новые.

7. При соответствии пусковой подачи требованиям ТУ, продолжить проверку и регулировку насоса. Проверить максимальную частоту вращения, при которой прекращается подача топлива (для двигателей ММЗ $n = 1350 \text{ мин}^{-1}$). При необходимости проводится регулировка, изменяя напряжение главной пружины регулятора.

Регулируемые параметры ТНВД, устанавливаемые на двигатели ММЗ приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Регулировочные параметры ТНВД

Режим испытаний	Частота вращения кулачкового вала насоса n , мин ⁻¹	Средняя цикловая подача насоса, мм ³ /цикл	Нормальная минутная производительность g , мл/мин	Допустимая неравномерность подачи по секциям, %
Номинал. (режим 1)	1200 ±5	94 ±1,4	110–114,0	5
Холостой ход (режим 2)				
а) max	800	не более	28,6	–
б) min	550	22,5	9,0	–
Начало действия регулятора	1230 + 10	–	–	–
Полное выключение подачи	не более 1335 + 10	–	–	–
Накладка секций на равную подачу	900	91 ±2	126,0–119,0	–

Нормальная минутная производительность подсчитывается по формуле:

$$g = V_{\text{ц}} \cdot n_{\text{н}} / 1000, \text{ мл/мин},$$

где $V_{\text{ц}}$ – средняя цикловая подача топлива, мм³/цикл;

$n_{\text{н}}$ – номинальная частота вращения кулачкового вала, об/мин.

8. Установить рычаг насоса в положение максимальной подачи и определить начало действия регулятора. Для этого выключить

стенд и, плавно повышая частоту вращения, установить момент начала отрыва основного рычага регулятора от торца болта жесткого упора (или по началу отхода рейки насоса). Если необходимо, начало действия регулятора регулируют винтом максимальной частоты: при его вворачивании частота вращения начала действия регулятора уменьшаются, при выворачивании регулятор начинает действовать при более высоких частотах вращения кулачкового вала.

9. Произвести проверку производительности на номинальном режиме и на режиме максимального крутящего момента.

Уровень топлива в мензурках определяется по нижнему мениску, а объём по шкале, нанесенной на мензурке.

При необходимости произвести регулировку ТНВД.

Если минутная подача всех или большинства секций отличается от номинальной, то необходимо провести регулировку производительности насоса с помощью винта номинала. После регулировки общей производительности обязательна повторная проверка частоты начала действия регулятора.

10. Провести регулировку равномерности подачи топлива по секциям.

По результатам проверки и регулировки производительности насоса на номинальном режиме определяется степень неравномерности подачи по формуле:

$$\delta = ((g_{\max} - g_{\min}) / g_{\text{cp}}) \cdot 100 \%,$$

где g_{\max} – количество топлива, поданное секцией с наибольшей производительностью, мл/цикл;

g_{\min} – количество топлива, поданное секцией с наименьшей производительностью, мл/цикл;

g_{cp} – среднее арифметическое из g_{\max} и g_{\min} .

Результаты замеров и расчетов заносятся в таблицы 2.2–2.4.

Таблица 2.2

Режим пуска ($n = 100 - 120 \text{ мин}^{-1}$)

Номер секций или форсунок	1	2	3	4
Подача топлива (мм^3) за 100 циклов до регулировки				
Подача топлива (мм^3) за 100 циклов после регулировки				

Таблица 2.3

Номинальный режим ($n = 1200 \text{ мин}^{-1}$)

Номер секций или форсунок	1	2	3	4
Подача топлива (мм^3) за 100 циклов до регулировки				
Подача топлива (мм^3) за 100 циклов после регулировки				

Таблица 2.4

Максимальная частота ($n = 1350 \text{ мин}^{-1}$)

Номер секций или форсунок	1	2	3	4
Подача топлива (мм^3) за 100 циклов до регулировки				
Подача топлива (мм^3) за 100 циклов после регулировки				

Аналогично проводится проверка ТНВД на остальных режимах.

11. В случае превышения пределов неравномерности подачи произвести соответствующую регулировку производительности отдельных секций. Производительность регулируют разворотом секций плунжера вокруг оси, т. е. смещением активного хода плунжера!

Для этого ослабляется стяжной винт зубчатого венца и чуть поворачивается поворотная втулка гильзы плунжера.

По окончании регулировки насоса на производительность, насос регулируют на неравномерность подачи. В случае несовпадения с табличными данными, регулировку повторяют.

12. Аналогичным образом проводят проверку ТНВД на режиме 2 (табл. 6.1).

Контрольные вопросы

1. Как неравномерность подачи топлива по цилиндрам влияет на работу дизеля?

2. Как отрегулировать общую производительность топливного насоса?

3. Как отрегулировать ТНВД по секциям?

4. Опишите последовательность регулировки ТНВД на стенде Моторпал.

5. Как определить начало действия регулятора?

6. Перечислите неисправности ТНВД и способы их устранения.

7. На каких режимах проверяют равномерность подачи по секциям ТНВД?

8. Какие нежелательные последствия могут возникнуть в работе дизеля при нарушении производительности и неравномерности подачи топлива?

Лабораторная работа № 3

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ФОРСУНОК ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С МЕХАНИЧЕСКИМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ТОПЛИВА

Цель работы:

1. Изучить методику определения технического состояния форсунок дизельных систем питания с механическим распределением топлива.
2. Провести проверку и регулировку форсунок нескольких типов, дать техническое заключение.

Общие сведения

Надежность работы автотракторных форсунок определяется их техническим состоянием и правильной регулировкой.

В процессе эксплуатации и ремонта дизелей очень часто приходится проводить контроль технического состояния и регулировку форсунок.

Проверка и регулировка форсунок осуществляется как в полевых, так и в условиях специальных мастерских по техническому обслуживанию и ремонту топливной аппаратуры.

В полевых условиях с помощью специальных приспособлений (максиметра или эталонной форсунки) можно проверить форсунку только на давление начала впрыска и качества распыливания топлива.

Диагностирование топливной системы и дизельных форсунок на работающем двигателе можно производить с помощью анализатора топливной аппаратуры модели К261 (рис. 3.1), который обеспечивает определение параметров:

- частота вращения коленчатого вала;
- давление начала и максимальное давление впрыска топлива.

Прибор включает в себя корпус; преобразователь давления; осветитель; провода сетевого питания; измерительный прибор; кнопочный переключатель для выключения соответствующего измерителя; кнопочный выключатель сети; сигнальную лампу включения сети и ручку регулировки импульса сигнализации для запуска внешних устройств.

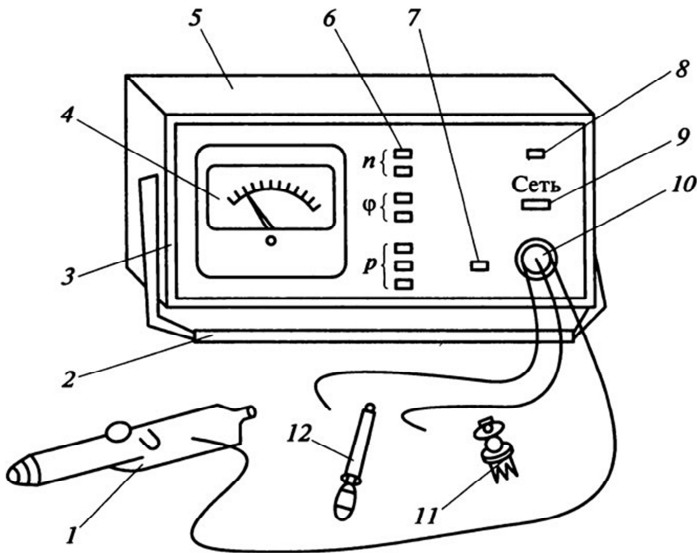


Рис. 3.1. Анализатор топливной аппаратуры К261:

1 – осветитель; 2 – ручка; 3 – шасси; 4 – измерительный прибор; 5 – корпус;
6 – кнопочный переключатель; 7 – кнопочный включатель; 8 – сигнальная лампа;
9 – включатель сети; 10 – рукоятка регулировки импульса; 11 – провода сетевого
питания; 12 – преобразователь давления

Допустимое понижение давления при впрыске топлива может быть равным 0,8 МПа (8 кгс/см²)

Снятая с двигателя форсунка подвергается испытанию на герметичность, давление впрыска и качества распыливания топлива на приборе модели КП-1609А и подобным ему КИ-3333 (рис. 3.2) или НЦ-50 «Моторпал».

Кроме этого форсунка проверяется на гидроплотность, угол распыливания и высоту подъема иглы.

При неудовлетворительных значениях параметров форсунки регулируют или ремонтируют.

На герметичность форсунки испытываются под давлением на 1–1,5 МПа (10–15 кгс/см²) меньше давления начала впрыскивания топлива (ФД-22 (рис. 3.3) – 26 МПа; КамАЗ (рис. 3.4) – 30 МПа; ФШ6 – 15 МПа; BOSCH – 11,5–15,8 МПа).

Время выдержки 10–30 секунд; допустимое падение давления 21–28 МПа.

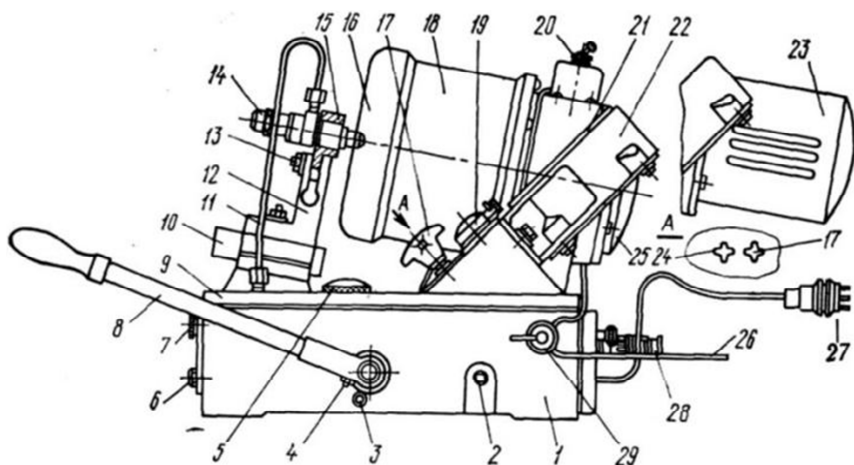


Рис. 3.2. Прибор КИ-3333 для испытания и регулировки форсунок:

1 – корпус прибора; 2 – винт для выпуска воздуха из ТНВД; 3 – винт крепления эксцентрика привода плунжера насоса; 4 – зажим крепления рукоятки; 5 – крышка горловины топливного бака; 6 – пробка сливного отверстия; 7 – указатель уровня топлива; 8 – рукоятка насоса; 9 – крышка корпуса; 10 – установочная плита крепления кронштейна; 11 – топливопровод высокого давления; 12 – кронштейн; 13 – зажим; 14 – испытываемая форсунка; 15 – кран подачи воздуха в турбинку; 16 – подсветка факела; 17 – кран для отключения манометра; 18 – камера впрыскивания; 19 – секундомер; 20 – выключатель электрического тока; 21 – манометр; 22 – корпус манометра; 23 – вариант исполнения прибора с электродвигателем; 24 – кран для отключения насоса; 25 – крышка воздушной турбины; 26 – сменная вставка; 27 – вилка для подключения прибора к электрической сети; 28 – шланг для подвода воздуха; 29 – штепсельный разъем.

Начало подъема иглы распылителя определяется по моменту впрыска топлива, для чего предварительно создаётся давление топлива в приборе до 15–30 МПа (150–300 кгс/см²), и регулировочным винтом достигается нормативное значение. На форсунках двигателей КамАЗ и BOSCH и др. регулировка давления впрыска производится за счет регулировочных шайб. Изменение их толщины на 0,5 мм приводит к изменению давления начала подъема иглы на 0,30–0,35 МПа (3–3,5 кгс/см²). При этом форсунку необходимо разобрать.

Клапанные и штифтовые форсунки имеют лишь одно сопловое отверстие с переменной площадью сечения, изменяемой клапаном или штифтом.

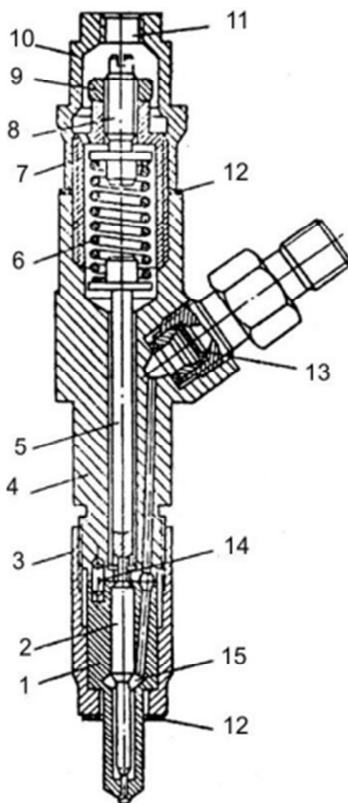


Рис. 3.3. Форсунка ФД-22:
 1 – корпус распылителя; 2 – запорная игла; 3 – гайка распылителя; 4 – корпус форсунки; 5 – штанга; 6 – пружина; 7 – стакан пружины; 8 – регулировочный винт; 9 – контргайка; 10 – колпак; 11 – отверстие для слива топлива; 12 – прокладка; 13 – топливная камера (карман форсунки); 14 – фильтр; 15 – штифт

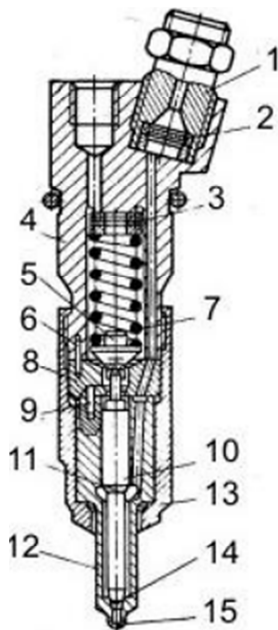


Рис 3.4. Форсунка КамАЗ 33.11010:
 1 – штуцер; 2 – сетчатый фильтр; 3 – регулировочные шайбы; 4 – корпус форсунки; 5 – штанга; 6, 9 – фиксирующие штифты; 7 – пружина; 8 – проставка; 10 – игла; 11 – дифференциальный поясok иглы; 12 – распылитель; 13 – гайка распылителя; 14 – запорный конус иглы; 15 – сопловые отверстия

Качество распыливания топлива форсункой проверяется при закрытом канале стенда, а рычагом подачи топлива производится несколько резких качков (70–80 в минуту). Начало и конец впрыска должны быть четкими и сопровождаться резким звуком, а распыл –

туманообразным. Угол конуса распыливания определяется по контрольным линиям на защитном колпаке станда. Момент затяжки гайки распылителя 69–78 Н·м определяется динамометрической рукояткой.

Примечание. Перед испытанием форсунки необходимо прочистить отверстия распылителя стальной иглой диаметром 0,3 мм.

Проверка гидравлической плотности распылителя производится так же на приборе КИ-3333. Для этого форсунку закрепляют на приборе и довинчивают ее регулировочный винт (или подкладывают регулировочные шайбы для форсунок дизеля КамАЗ, штифтовых BOSCH) так, чтобы давление впрыска при быстром нагнетании топлива (40–80 качков в минуту) было на 5–7 МПа выше верхнего контрольного предела давления, с которого начинают определять гидроплотность. Затем секундомером измеряют время падения давления с 28 до 23 МПа. При этом впрыск топлива не допускается. Время падения давления должно быть не менее 5 секунд для работавших форсунок и не менее 15 секунд для новых.

Проверку угла рассеивания струи (факела) топлива штифтовой форсунки проводят, впрыскивая топлива на лист чистой бумаги. При этом ось форсунки должна быть перпендикулярна листу. По диаметру отпечатка и расстоянию от листа до отверстия распылителя определяют угол распыла. Центр отпечатка должен располагаться на продолжении оси форсунки. Характерный звук, сопровождающий впрыскивание, служит признаком нормальной работы распылителя.

При неудовлетворительных показателях форсунка снимается с приспособления, разбирается, очищается и промывается в чистом дизельном топливе или керосине. После очистки от загрязнений и лаковых отложений форсунка собирается и повторно проверяется на приборе. При необходимости производится регулировка.

Подготовка форсунки к проверке

Форсунки очищают от грязи и нагара, моют и производят разборку.

Перед разборкой регулировочным винтом снимают натяжение пружины.

Детали форсунки промывают чистым топливом и проводят осмотр. При осмотре деталей обращают внимание на качество:

– резьбы сопряженных поверхностей корпуса форсунки и корпуса распылителя;

– торца иглы распылителя и корпуса форсунки.

Забоины на сопряженной поверхности корпуса, по возможности, убирают или выбраковывают корпус форсунки.

Осматривают запорный конус иглы распылителя. Если имеются забоины, риски или нагар, то распылитель будет негерметичен. Забоины, риски и нагар могут быть устранены притиркой.

Проверяют плавность перемещения иглы распылителя в корпусе. Иглу и корпус распылителя тщательно промывают и смачивают чистым топливом. Игла выдвигается из корпуса распылителя на $1/3$ длины ее рабочей части. Она должна плавно и безопасно опускаться под действием собственного веса при любом угле поворота вокруг своей оси относительно корпуса распылителя, установленного под углом 45° к горизонту.

При сборке форсунок необходимо подбирать распылители в соответствии с маркой двигателя.

Многодырчатые распылители устанавливаются в строго определенном положении, фиксируемом штифтами. Гайки распылителей затягивают с усилием 70–80 Н·м; штуцер – 80–100 Н·м; колпак форсунки – 80–100 Н·м.

Порядок выполнения работы

1. Используя плакаты, схемы и планшеты с отдельными деталями, изучить общее устройство форсунок, а так же устройство и принцип работы диагностических приборов.

2. Подготовить прибор КИ-3333 для проверки форсунок.

3. Провести диагностирование и, при необходимости, регулировку форсунок.

4. Дать техническое заключение о состоянии и возможности дальнейшей эксплуатации проверяемых форсунок.

5. Результаты проверки занести в протокол (табл. 3.1).

6. Сделать заключение о результатах диагностирования.

Таблица 3.1

Алгоритм диагностирования форсунки

№ п/п	Наименование диагностируемого параметра/предельное значение	Показатель диагностируемого параметра	Норма	Соответствует норме	
				Да	Нет
1	Гидроплотность: корпус распылителя – игла/падение давления с 28 до 23 МПа в единице времени	Время, сек	Не менее 5–7		
2	Герметичность распылителя по запорному конусу иглы при давлении на 1–1,5 МПа меньше давления начала впрыска	Утечка топлива	Не допускается увлажнение носка распылителя		
3	Давление начала впрыска	Давление P , МПа	12,5 + 0,5 17,5 + 0,5 15,0 + 0,5		
4	Качество распыливаемого топлива при частоте впрысков 60–70 впрысков в минуту	Тонкость распыливания	Туманообразное, без видимых струй и капель		
		Равномерность распыливания	Равномерное распределение капель по сечению струи		
		Утечка топлива	Не допускается утечка		
		Отсечка топлива	Звук отсечки топлива		

Контрольные вопросы

1. Дайте классификацию существующих видов форсунок.
2. Какие форсунки применяются для дизелей с разделенной камерой сгорания?
3. Как работают форсунки (открытые и закрытые)?
4. Какими способами производится регулировка давления впрыска топлива в форсунках разных типов?
5. Как проверяется форсунка на герметичность, гидроплотность и качество распыливания топлива?
6. Как и для чего проверяется угол распыливания топлива?
7. Как проверить подвижность иглы распылителя?

Лабораторная работа № 4

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМИ СПОСОБАМИ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ

Цель работы:

1. Изучить влияние различных факторов на качество электрохимических покрытий.
2. Изучить технологический процесс нанесения гальванических покрытий.
3. Произвести вычисление показателей, характеризующих качество полученного покрытия.

Общие сведения

Гальванические покрытия используют для восстановления изношенных деталей, облегчения пайки. Они во многих случаях позволяют заменить цветные металлы черными, благородные – неблагородными, дефицитные – распространенными. По механическим свойствам, чистоте, коррозионной стойкости и экономичности гальванические покрытия превосходят все остальные. Возможность регулировать толщину слоя изменением продолжительности процесса и плотности тока, а так же изменить расход цветных металлов на покрытие поверхности, выгодно отличает гальванический метод покрытия от других.

Применение гальванических покрытий (защитных, защитно-декоративных и специальных) позволяет придавать поверхности деталей ряд ценных специальных свойств: повышенную твердость и износостойкость, высокую отражательную способность, антикоррозионные свойства, улучшенные антифрикционные свойства, поверхностную электропроводность, облегчение паяемости и, наконец, просто улучшение внешнего вида деталей.

Электрохимический (гальванический) способ нанесения покрытий является наиболее распространенным и применяется для нанесения металлических покрытий, сплавов, а также для получения оксидных пленок при анодной обработке изделий.

Сущность метода заключается в погружении покрываемых изделий или полуфабрикатов в водный раствор электролита, главным компонентом которого являются соли или другие растворимые соединения – металлопокрытия. Покрываемые изделия контактируют с отрицательным полюсом источника постоянного тока, то есть являются катодами. Анодами обычно служат пластины или прутки из того металла, которым покрывают изделия.

По сравнению с другими способами этот – наиболее совершенный. Основным его преимуществом является возможность получать покрытия заданной толщины – от нескольких микрометров до десятков и даже сотен микрометров. Покрытия имеют высокие эксплуатационные свойства, на них расходуется намного меньше металла по сравнению с другими способами нанесения покрытий.

Современная технология нанесения гальванических покрытий состоит из следующих основных технологических операций:

- подготовка поверхности перед нанесением покрытий;
- нанесение гальванических покрытий;
- заключительное полирование.

Механическая подготовка поверхности заключается в том, чтобы удалить с деталей неровности, царапины, раковины, а если необходимо придать поверхности блестящую поверхность.

Нанесение гальванопокрытий – осаждение слоя металла на поверхность деталей. При этом детали завешивают на катодную штангу гальванической ванны, а на анодную – пластины из того металла, которым покрывают детали. Нанесение покрытий производится в растворах электролитов, которые подразделяются на кислые, щелочные, цианистые и другие.

Полирование применяется как заключительные методы обработки поверхности после нанесения покрытий. В процессе полирования используются шлифовальные и полировальные станки с абразивными кругами для шлифования и матерчатыми – для полирования, пистолеты-распылители для подачи полировальной пасты на круг. Эти пасты содержат соединения хрома до 80 %.

Технология меднения деталей

Медные покрытия – это защитно-декоративные покрытия, обычно они не применяются как самостоятельные электролитические

покрытия ни для защиты стальных деталей от коррозии, ни для декоративной цели вследствие своих химических и электрохимических свойств. Медь в атмосферных условиях быстро окисляется, образуя на поверхности оксиды и основные соли. По электрохимическим свойствам медь по отношению к железу является катодным покрытием и поэтому не может защищать железо от коррозии. Вследствие этого медные покрытия рекомендуется использовать в качестве подслоя при никелировании и хромировании, что очень важно для экономии дорогого и дефицитного никеля.

Для электроосаждения меди в настоящее время разработано большое количество электролитов. Все они по своему составу и особенностям делятся на две основные группы: щелочные и кислые.

К щелочным электролитам относятся цианидные, пиродифосфатные и железистосинеродистые.

К кислым электролитам относятся сернокислые, фторборатные, кремнефторидные и сульфаминовые.

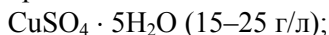
Меднение в ультразвуковом поле также повышает скорость осаждения, но режим осаждения в каждом конкретном случае необходимо подбирать отдельно.

Описание лабораторной установки и методика проведения работы

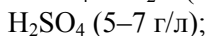
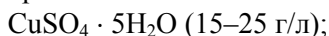
Электролизер для лабораторной работы представляет собой емкость прямоугольного сечения, внутри которого находится постоянный объем электролита. Расстояние между электродами – 58 мм. Сами же электроды изготавливаются из алюминиевой фольги размерами 45 × 45 × 1 мм. Принципиальная схема лабораторной установки представлена на рис. 4.1.

В ходе лабораторной работы проводится опыт с 3-мя вариантами сочетаний компонентов электролита:

– 1 вариант:



– 2 вариант:



– 3 вариант:

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (15–25 г/л);

H_2SO_4 (5–7 г/л);

NaCl (0,003–0,01 г/л).

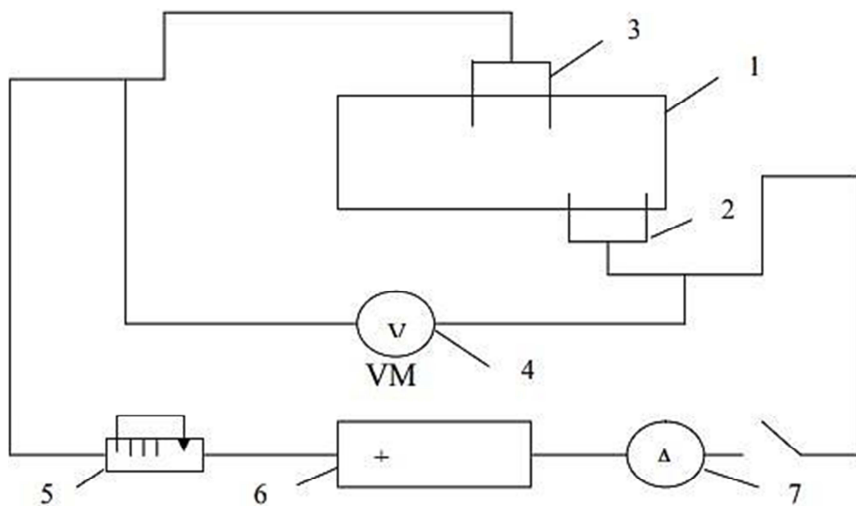


Рис. 4.1. Принципиальная схема лабораторной установки для электрохимического нанесения покрытия:

1 – электролизер; 2 – катод; 3 – анод; 4 – вольтметр; 5 – реостат;
6 – источник постоянного тока; 7 – амперметр

По заданию преподавателя работа проводится с конкретно выбранными концентрациями веществ. Приготовление электролита ведется в количестве 350 мл.

Порядок выполнения работы

1. Перед опытом взвесить электрод, на котором будет происходить осаждение меди (катод в принципиальной схеме), на аналитических весах.

2. Приготовленный электролит залить в электролизер, установить электроды, и включить установку.

3. Записать показания амперметра и вольтметра. Опыт проводить в течение 20 минут. Визуально вести наблюдения за ходом процесса нанесения меди на поверхность алюминиевого электрода.

4. По истечении заданного времени отключить установку, аккуратно достать катод. Данный электрод аккуратно поместить в сушильный шкаф и при $T = 110\text{ }^\circ\text{C}$ высушить до полного удаления влаги (т. е. до постоянной массы).

5. Катод взвесить на аналитических весах. Полученные данные записать в таблицу 4.1.

Таблица 4.1

Результаты проведения процесса меднения

№ варианта опыта	Сила тока I , А	Напряжение U , В	Время опыта t , с	Масса катода, г		Масса металла, выделившегося на катоде m , г	Описание окраски катода
				до опыта	после опыта		

Электроды, с полученными покрытиями, вклеить в отчет по работе.

6. Рассчитать показатели электрохимического нанесения покрытия меди.

Количество вещества (q), которое должно выделяться при электролизе согласно законам Фарадея:

$$q = \lambda \cdot I \cdot t,$$

где λ – электрохимический эквивалент электролита, мг/А·с ($\lambda = 0,828$ мг/А·с);

I – сила тока, А;

t – время прохождения тока, с.

Выход по току и по энергии:

1) Выход по току η : $\eta = [\text{количество практически выделенного вещества}]/[\text{количество вещества, которое должно выделиться согласно законам Фарадея}], \%$

$$\eta = [m \cdot 96500 \cdot 100] / [I \cdot t \cdot \mathcal{E}], \%$$

где m – количество выделенного вещества, г;

\mathcal{E} – грамм-эквивалент (для данной лабораторной работы принимается $\mathcal{E}(\text{CuSO}_4)$, $\mathcal{E}(\text{CuSO}_4) = 80$).

2) Выход по энергии (расход энергии) w : $w = [\text{количество затраченной электроэнергии}] / [\text{количество выделенного вещества}]$, Вт · ч/г:

$$w = I \cdot t \cdot U / m, \text{ Вт} \cdot \text{ч/г},$$

где U – рабочее напряжение, В.

Сопротивление электролита R :

$$R = K / \alpha, \text{ Ом},$$

где α – удельная электропроводность электролита, $\text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ ($\alpha = 0,021 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$);

K – емкость сопротивления сосуда, см^{-1} :

$$K = L / S, \text{ см}^{-1},$$

где L – расстояние между электродами, см;

S – поперечное сечение сосуда, в котором находится электролит, см^2 .

Плотность и концентрация тока:

1) плотность тока (анодная или катодная) = [сила тока] / [площадь электрода], А/см^2 ;

2) концентрация тока = [сила тока] / [объем электролита], А/л .

Время покрытия T :

$$T = [\delta \cdot d \cdot 1000 \cdot 60] / D_k \cdot \eta \cdot \lambda, \text{ мин},$$

где D_k – катодная плотность тока, А/дм^2 .

Средняя толщина покрытия δ :

$$\delta = [I \cdot \lambda \cdot \eta \cdot t] / [S \cdot 60 \cdot 1000 \cdot d] = [D_k \cdot \eta \cdot \lambda \cdot t] / [60 \cdot 1000 \cdot d], \text{ мм},$$

где d – плотность осаждаемого металла, г/см^3 .

7. Сделать выводы о влиянии различных условий на протекание процесса.

Контрольные вопросы

1. Какое назначение гальванических покрытий?
2. В чем заключается сущность электрохимического (гальванического) способа нанесения покрытий?
3. Что представляют собой катоды и аноды в гальваническом производстве?
4. Перечислите и охарактеризуйте основные операции технологии нанесения гальванических покрытий.
5. Почему покрытие из меди применяется только как защитно-декоративное?
6. Какими свойствами характеризуется осажденная медь?
7. Какие электролиты чаще всего применяются при меднении?
8. Почему не рекомендуется применять электролит с большим содержанием меди?
9. Как влияет присутствие серной кислоты на ход процесса меднения?
10. Какое оборудование и устройства применяются для нанесения гальванических и химических покрытий?
11. Проанализируйте результаты, полученные при выполнении работы.

Лабораторная работа № 5

ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИБОРЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ, ТО И РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЕЙ

Цель работы:

1. Ознакомиться с оборудованием и приборами для диагностики, технического обслуживания и ремонта двигателей.
2. Изучить техническую характеристику и принцип работы приборов.

Общая характеристика оборудования

Для осуществления технологических процессов обслуживания и ремонта двигателей необходимо разнообразное технологическое оборудование и оснастка с максимальным использованием средств комплексной механизации и частичной автоматизации. Во многих случаях возможно использование типового, предусмотренного стандартами и нормами оборудования, производимого промышленностью относительно большими или малыми сериями. Вместе с тем, для механизации и автоматизации технологических и производственных процессов при обслуживании и ремонте двигателей необходимо использование специального оборудования. Это оборудование, как правило, в силу своего назначения отлично от типовых конструкций, не регламентируется стандартами и нормами и относится к нестандартизированному оборудованию.

Техническое оборудование предназначено не только для повышения производительности труда и качества выполненных работ, но и для подъема общей культуры производства с обеспечением благоприятных санитарно-гигиенических условия и безопасности труда обслуживающего персонала.

В настоящий момент при классификации всей номенклатуры оборудования в ремонтных мастерских и станциях технического обслуживания его подразделяют на технологическое оборудование, организационную оснастку и технологическую оснастку.

Под технологическим и диагностическим оборудованием понимается оборудование, приспособление и инструмент, предназначенные для ТО и ТР двигателей.

К технологическому оборудованию относят различные стенды и приспособления для ТО и ремонта, оснащенные приводными механизмами, измерительными (диагностическими) приборами, всевозможными захватами и зажимами для ремонтируемых узлов и агрегатов и другими конструктивными приспособлениями.

К организационной оснастке относится различное вспомогательное оборудование для повышения удобства в работе – в целях складирования узлов, деталей и инструмента используют шкафы, тумбочки, различные стеллажи, широко применяются различного типа верстаки, подставки под оборудование, рабочие столы и т. д.

К технологической оснастке относятся всевозможные виды инструмента и приспособлений (как ручных, так и механизированных), наборы ключей, торцовых головок, съёмников, динамометрических рукояток и др.

По видам работ технологическое оборудование бывает:

- уборочно-моющее;
- подъемно-транспортное;
- смазочно-заправочное;
- разборочно-сборочное;
- контрольно-диагностическое;
- специализированное (по различным узлам и системам двигателей).

Указанное оборудование и его оснастки могут быть как стационарными, так и передвижными.

Технологическое оборудование должно быть (по возможности) малогабаритным, удобным в обслуживании, с невысокой энергоёмкостью; должно обеспечивать надежное крепление ремонтируемых узлов и агрегатов при одновременно хорошем доступе к ним с возможностью поворота при ремонте в различных плоскостях.

Классификация технологического и диагностического оборудования

Классификация технологического и диагностического оборудования для ТО и ТР двигателей основывается на общих признаках, таких как: функциональное назначение; принцип действия (метод контроля); технологическое расположение; тип привода рабочих

органов; степень специализации; степень подвижности и уровень автоматизации.

Основным признаком, характеризующим оборудование, является его *функциональное назначение*, т. е. отнесение к соответствующему виду работ по ТО и ремонту двигателей (рис. 5.1).

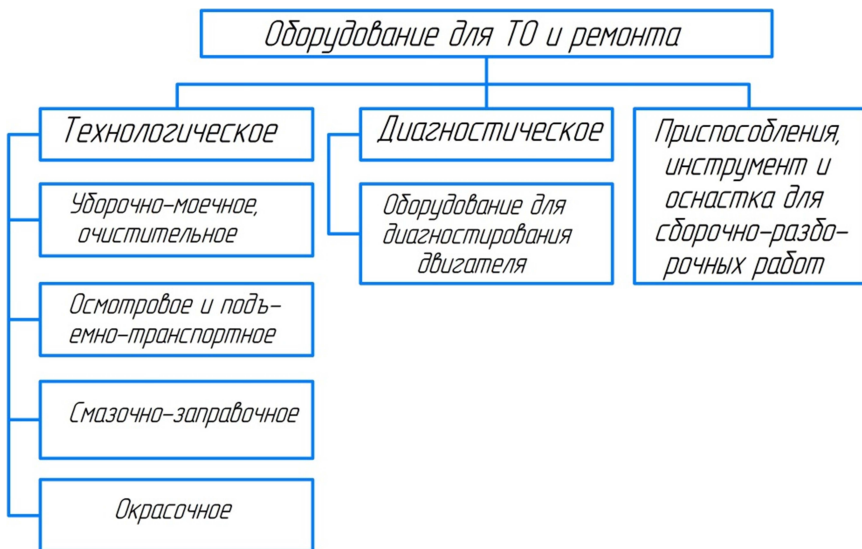


Рис. 5.1. Функциональное назначение оборудования для ТО и ремонта

По принципу действия (методу контроля) технологическое оборудование может быть:

- инерционно-ударным;
- гидравлическим;
- пневматическим;
- электрическим;
- электронным;
- тепловым;
- совмещенным.

Диагностическое оборудование, в зависимости от того, на каком методе измерения оно основано, может быть соответственно метрическим, оптическим, виброакустическим и др.

По технологическому расположению все оборудование можно разделить на внешнее, встроенное, смешанное (рис. 5.2).



Рис. 5.2. Классификация средств технического диагностирования ДВС

Внешнее оборудование располагается вне двигателя и служит для периодического контроля и обслуживания агрегатов и узлов последнего.

Встроенное оборудование находится непосредственно на двигателе (встраивается в него) и может осуществлять как непрерывный, так и периодический контроль в автоматическом или управляемом режиме.

Смешанное оборудование – это такое оборудование, часть которого располагается на двигателе (бортовые датчики, накопители информации), а часть вне него – для съема и анализа информации.

По типу привода рабочих органов все оборудование может иметь механический, электрический, гидравлический, пневматический или комбинированный привод.

По степени специализации оборудование делится на специализированное, которое можно использовать только для одного типа двигателя, и универсальное, используемое для обслуживания двигателей любых типов.

По степени подвижности и уровню автоматизации все оборудование делится на передвижное, переносное, стационарное, ручное, механизированное, автоматизированное.

Ручное оборудование (неавтоматизированное) требует обязательного участия исполнителя при его использовании, все операции проводятся вручную. Качество работ, выполненных таким оборудованием, определяется квалификацией и опытом исполнителя.

При использовании *механизированного* оборудования часть операций по обслуживанию двигателя выполняется автоматически.

Автоматизированное оборудование требует лишь незначительного вмешательства оператора. При его использовании технологические операции по ТО и ремонту ДВС выполняются автоматически – исполнитель только включает оборудование и задает нужный режим.

Оборудование для станций технического обслуживания (СТО)

Оборудование для СТО по назначению подразделяют на общепроизводственное, технологическое, диагностическое, подъемное и складское.

Общепроизводственное оборудование предназначено для обеспечения нормальной деятельности всего предприятия. Это – техническое, транспортное, противопожарное, канцелярское и др.

Технологическое и *диагностическое* оборудование предназначено для выполнения обслуживания (ТО) и ремонта (ТР) двигателей и классифицируется по функциональному назначению, принципу действия, технологическому расположению, степени специализации и уровню автоматизации.

Функциональное назначение оборудования определяется видом работ по ТО и ремонту двигателя, для которого это оборудование предназначено.

Ремонтное оборудование используется в ремонтных цехах, на постах ТО и ТР двигателей, а так же при восстановлении изношенных деталей двигателей.

Особое значение придается оборудованию, которое используется при диагностике. Оно позволяет обнаружить скрытые неисправности в деталях двигателей с количественной оценкой их параметров. При этом нет необходимости в разборке механизмов. Большое ко-

личество различных типов ЭСУД (электронных систем управления двигателем) потребовало обеспечить быстрый доступ к технической документации по каждой конкретной модели двигателей. Только специальное оборудование позволяет производить качественный ремонт двигателя в короткое время.

Разработаны бортовые (устанавливаемые на двигателе и являющиеся частью ЭСУД) и стационарные диагностические средства. Стационарные диагностические системы не подключаются непосредственно к ЭСУД и независимы от бортовых диагностических систем.

Различают два типа бортового диагностического программного обеспечения:

- 1) осуществляющее индикацию кодов неисправностей, записанных в памяти;
- 2) для доступа к которому требуется специальное дополнительное диагностическое устройство (тестер, сканер), подключаемый через специальный диагностический разъем на автомобиле.

Все оборудование для диагностики двигателей можно подразделить на 3 основные группы:

- 1) сканеры блоков управления двигателями;
- 2) измерительные приборы;
- 3) тестеры исполнительных устройств и узлов двигателя.

Первая группа приборов представляет собой набор устройств, предназначенных для установления связи с блоками управления ДВС и выполнения таких процедур, как чтение и стирание ошибок, чтение текущих значений датчиков и внутренних параметров системы управления, проверка работоспособности исполнительных устройств, адаптация системы управления при замене отдельных агрегатов двигателя, или при капитальном ремонте.

Во второй группе приборов собраны устройства, которые можно использовать для диагностики любых двигателей, независимо от способа управления. Все эти устройства применяют для обнаружения неисправностей, а так же для проверки показаний сканеров, т. к. ни одна электронная система не может проверить саму себя с абсолютной достоверностью.

Третья группа приборов представляет собой оборудование для углубленной проверки ЭСУД и ее отдельных узлов. В ее состав входят приборы: имитаторы сигналов датчиков; тестеры форсунок; вакуумные насосы; тестеры свечей зажигания и др. Перечисленные

устройства могут использоваться при диагностике различных типов двигателей, однако самым главным «инструментом» является человек, т. к. именно от него зависит правильность показаний приборов и окончательный вывод – диагноз.

Контрольные вопросы

1. Какие приборы и установки используются для обслуживания и ремонта двигателей?
2. По какому принципу классифицируются приборы?
3. Какую точность измерения должны обеспечивать приборы?
4. Что такое организационная оснастка?
5. Какое оборудование для обслуживания и ремонта двигателей используется на СТО?
6. Какое оборудование относится к вспомогательному?
7. Приведите классификацию диагностического оборудования.

Лабораторная работа № 6

КОНТРОЛЬНЫЙ ОСМОТР ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Цель работы:

Изучить методику и провести осмотр дизельного двигателя с механическим распределителем топлива

Общие сведения

Техническое состояние дизельного двигателя определяется диагностическими параметрами, существенно отличающимися от бензиновых двигателей.

На систему питания дизельных двигателей приходится до 25 % всех неисправностей автомобилей. Характерными неисправностями являются:

- нарушение герметичности и течь топлива, особенно топливopроводов высокого давления;
- загрязнение воздушных и особенно топливных фильтров;
- попадание масла в турбонагнетатель;
- износ и регулировка плунжерных пар насоса высокого давления;
- потеря герметичности форсунками и снижение давления начала подъема иглы;
- износ выходных отверстий форсунок, их закоксовывание и засорение.

Эти неисправности приводят изменению момента начала подачи топлива, неравномерной работе ТНВД, различному количеству топлива подаваемого нагнетательными секциями, ухудшению качества распыливания топлива, что, прежде всего, вызывает повышение дымности отработавших газов и приводит к незначительному повышению расхода топлива и снижению мощности двигателя на 3–5 %.

Внешними признаками отказов и неисправностей системы питания двигателя являются:

- затрудненный пуск;
- повышенный расход топлива;
- неравномерная работа;
- дымление;
- снижение мощности двигателя;

- жесткая со стуком работа двигателя;
- неизменность частоты вращения коленчатого вала.

Перечень оборудования для контрольного осмотра двигателя:

- стробоскоп;
- контрольный манометр для проверки давления топлива;
- приспособление для проверки герметичности топливной системы;
- стенд КИ-3333 для проверки форсунок;
- стенд для проверки ТНВД (Моторпал, СТДА);
- набор инструмента для регулировок;
- стенд с двигателем для проверки и испытаний.

Затрудненный пуск двигателя происходит обычно в результате недостаточной подачи топлива в цилиндры двигателя, причиной чего может быть подсос воздуха в систему питания, засорение фильтрующих элементов, неисправность топливopодкачивающего насоса, снижение давления впрыска из-за износа плунжерных пар и насоса высокого давления и ухудшение распыливания топлива при закоксовывании или износе сопловых отверстий распылителя форсунки. Неустойчивая работа двигателя на малой частоте вращения коленчатого вала может происходить также в результате подсоса воздуха в систему питания, неравномерной подачи топлива секциями топливного насоса, ухудшения состояния форсунок.

Дымление (появление черного дыма) является результатом неполноты сгорания вследствие преждевременной или большой подачи топлива насосом высокого давления, увеличения площади сопловых отверстий форсунок вследствие их износа (что снижает давление впрыска), позднего начала подачи топлива, подтека форсунок, засорения воздушного фильтра, ухудшения распыливания вследствие закоксовывания или засорения сопел форсунки, наличия в топливе воды.

Снижение мощности двигателя может происходить из-за подсоса воздуха в топливную систему, засорения воздушного фильтра, недостаточной цикловой подачи топлива, нарушения регулировки угла опережения впрыска, ухудшения распыливания топлива форсунками, уменьшения количества и неравномерности подачи топлива насосом высокого давления, недостаточной величины компрессии и применения соответствующего топлива.

Диагностирование топливной системы дизельного двигателя

Диагностирование герметичности системы питания производится при каждом очередном обслуживании автомобиля. Негерметичность работающих под давлением топливопроводов обнаруживается по подтеканию топлива в местах их соединения при работе двигателя на оборотах холостого хода.

Негерметичность топливопроводов и соединений на участках, находящихся под разрежением, приводит к подсосу воздуха в систему. Наличие в системе воздуха может быть обнаружено по выделению пены или пузырьков воздуха из под ослабленной контрольной пробки на крышке фильтра тонкой очистки при работе двигателя на малой частоте вращения коленчатого вала.

1) Герметичность в топливопроводах системы, в том числе на линии всасывания (до топливоподкачивающего насоса), можно выявить при помощи бачка (рис. 6.1). Для этого от топливного бака отсоединяют топливопровод, отводящий излишек топлива, герметизируют его заглушкой, затем отсоединяют от бака подающий топливопровод и присоединяют к нему шланг бачка.

Топливо из частично заполненного бачка подают в систему под давлением 0,3 МПа, которое предварительно создается имеющимся в бачке воздушным насосом. Негерметичность топливопроводов обнаруживают по появлению в местах соединений пузырьков воздуха и по подтеканию топлива.

2) Проверка состояния фильтров заключается в ежедневном сливе отстоя из фильтров грубой и тонкой очистки в количестве 0,1–0,15 л. После слива запустить двигатель и дать ему поработать 3–4 мин, чтобы удалить воздух, который мог попасть в топливную систему. Через каждые 9–14 тыс. км фильтры разбирают, корпуса промывают дизельным топливом и заменяют фильтрующие элементы.

Проверку топливоподкачивающего насоса двигателя проводят на производительность и величину развиваемого давления. Производительность топливоподкачивающего насоса при противодавлении 0,15–0,17 МПа и частоте вращения кулачкового вала привода 1050 мин⁻¹ должна быть не менее 2,2 л/мин. При полностью перекрытом нагнетательном канале насоса и при частоте вращения ку-

лчкового вала $1050 \pm 10 \text{ мин}^{-1}$ максимальное давление должно быть не менее 0,4 МПа.

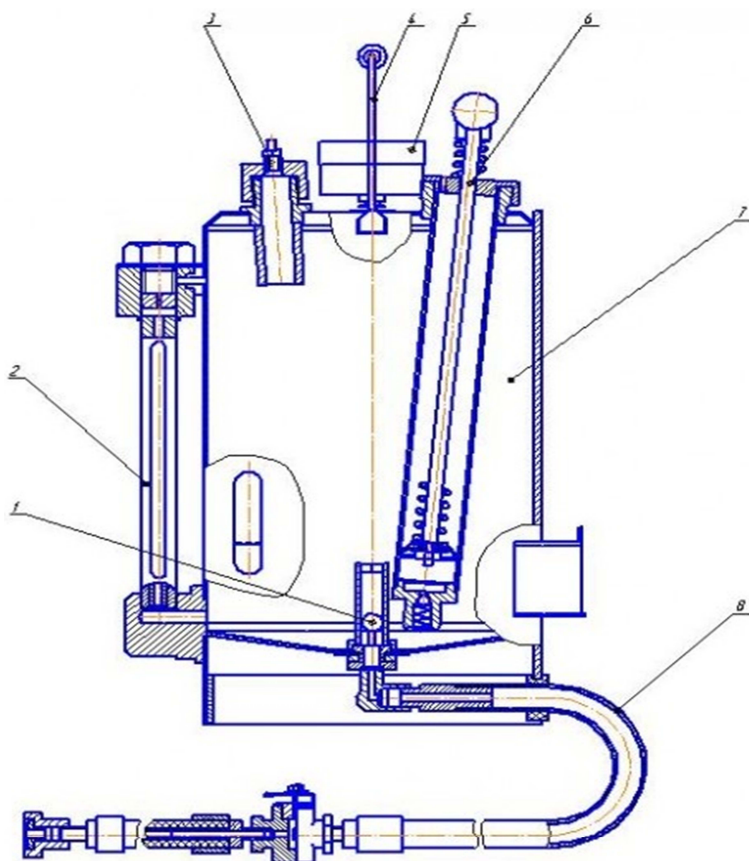


Рис. 6.1. Бачок для проверки герметичности топливной системы дизеля:
1 – клапан; 2 – топливомерная трубка; 3 – кран для выпуска воздуха; 4 – рукоятка;
5 – манометр; 6 – воздушный насос; 7 – бачок; 8 – шланг

3) Топливный насос высокого давления (ТНВД) двигателей ММЗ испытывают также на стенде Моторпал или аналогичных. При этом проверяют:

- момент начала подачи топлива насосными секциями ТНВД;
- равномерность подачи топлива насосными секциями ТНВД;
- производительность насоса.

Нарушение моментов начала подачи топлива отдельными секциями насоса вызывает несвоевременное поступление топлива через форсунки в цилиндры двигателя. В результате появляются стуки двигателя (ранняя подача) или дымный выпуск (поздняя подача). Для проверки и регулировки момента начала подачи топлива ТНВД кулачковый вал насоса соединяют с валом привода стенда.

Начало подачи топлива проверяют с помощью моментоскопа (рис. 6.2), который поочередно присоединяют к штуцеру каждой нагнетательной секции насоса в порядке работы двигателя. Для определения начала подачи топлива каждой секцией специально градуированным от 0 до 360° (с ценой деления 1°) диском. Последний устанавливается в корпусе насоса со стороны привода, а на валу привода закрепляют тарелку.

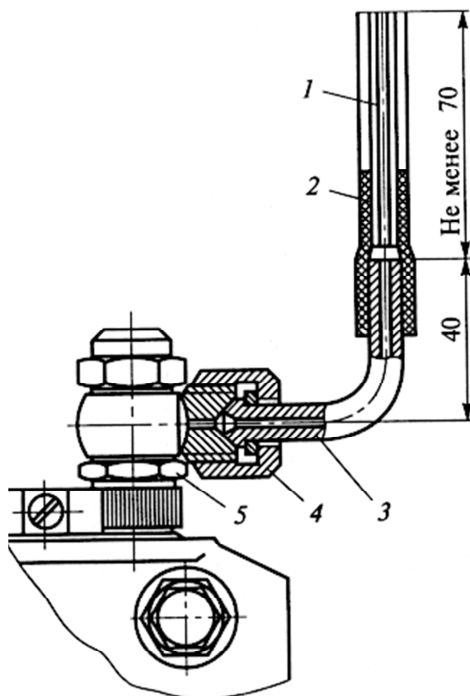


Рис. 6.2. Моментоскоп:

- 1 – стеклянная трубка; 2 – резиновая трубка; 3 – топливопровод;
- 4 – накидная гайка; 5 – штуцер секции топливного насоса

После присоединения моментоскопа к штуцеру первой секции насоса, вращая его кулачковый вал, заполняют до половины объема стеклянную трубку моментоскопа и фиксируют положение кулачкового вала. Это положение определяет момент начала подачи топлива первой секцией и служит началом отсчета углов поворота кулачкового вала, соответствующего подаче топлива отдельными секциями насоса.

Также для проверки угла опережения впрыска используется стробоскоп (рис. 6.3). При этом синхронным подсвечиванием определяется положение меток на шкиве и контрольных меток на карте двигателя. Стробоскоп позволяет определять частоту вращения коленчатого вала двигателя, угол опережения впрыска топлива (УОВТ), качество работы регулятора частоты вращения и автоматической муфты опережения впрыска топлива.

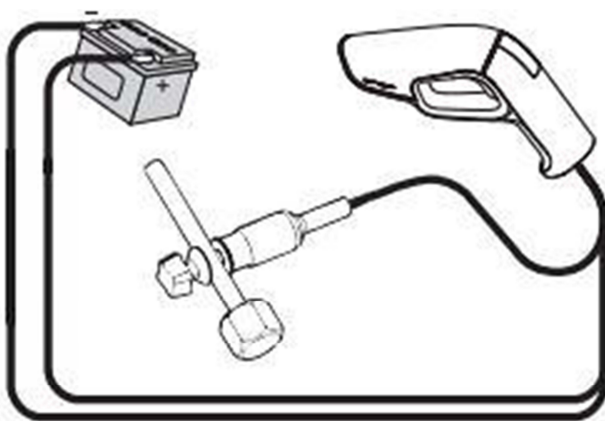


Рис. 6.3. Стробоскоп дизельный

На топливном насосе дизеля Д-245 установлен противодымный пневмокорректор, который изменяет подачу топлива в зависимости от давления наддува (ПДК).

Регулировку ТНВД с ПДК необходимо производить при давлении в пневмокорректоре 0,6–0,8 МПа. При отсутствии приспособления для подачи сжатого воздуха необходимого давления регулировку топливного насоса необходимо производить со снятым пневмокорректором.

Проверка количества и равномерности подачи топлива секциями насоса высокого давления заключается в определении количества топлива, подаваемого каждой секцией насоса в мерные цилиндры, и промежутков времени между подачами, которые должны быть одинаковыми у всех секций насоса. Проверку равномерности и количества подачи топлива нагнетательными секциями насоса производят на этом же стенде.

Количество подаваемого топлива проверяют на эталонных форсунках. Одновременно проверяют и регулируют минимальную частоту вращения кулачкового вала, соответствующую полному выдвиганию рейки включения подачи топлива регулятором. Регулируют подачу топлива на частоте вращения кулачкового вала 225–275 мин⁻¹ изменением положения рейки подачи, пользуясь винтом регулировки, имеющимся в регуляторе частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Порядок выполнения работы

Подготовительные операции:

- проверить наличие воды, масла и топлива, герметичность в соединениях всех приборов двигателя;
- проверить исправность и действие механизма управления подачей топлива и остановки двигателя;
- установить преобразователь давления стробоскопа через адаптер к трубке высокого давления форсунки первого цилиндра;
- подключить аккумуляторные батареи;
- запустить и прогреть двигатель до температуры 70–80 °С;
- проверить осмотром герметичность всех соединений;
- снять показания КИП;
- установить работу двигателя на холостом ходу;
- присоединить жгут преобразователя давления к стробоскопу через разъем, а зажимы «-» и «+» – к бортовой сети двигателя;
- проверить герметичность в соединениях стробоскопа.

Проведение измерений:

1. Измерение минимальной частоты вращения коленчатого вала $n_{\min XX}$:
 - при работающем двигателе отпустить кнопку стробоскопа и по его шкале определить $n_{\min XX}$;

– сверить фактические значения $n_{\min XX}$ с их номинальными значениями.

Регулировка частоты холостого хода на двигателях производится регулировочным винтом, ввернутым в прилив корпуса регулятора (рис. 6.4). Винт ограничивает перемещение рычага управления подачей топлива. Для увеличения скоростного режима винт выворачивается, для уменьшения – вворачивается. Один оборот винта изменяет скоростной режим дизеля на 30–50 оборотов. В случае затруднения регулировки описанным выше способом скоростной режим можно регулировать изменением рабочей длины пружины регулятора, увеличением или уменьшением числа витков.

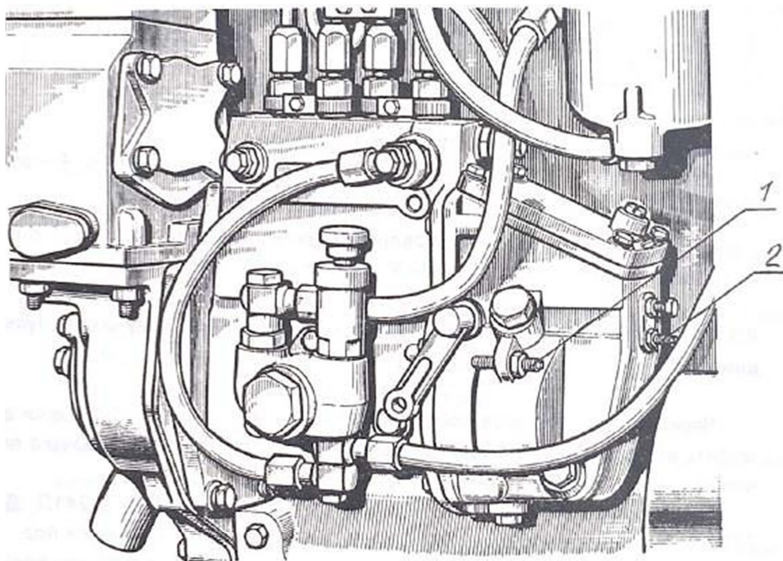


Рис. 6.4. Регулировка топливного насоса:
1 – винт регулировочный; 2 – болт номинала

Если при проведении указанных операций двигатель устойчиво не держит $n_{\min XX}$ и частота изменяется больше чем на $30\text{--}50 \text{ мин}^{-1}$, то регулятор не исправен.

Часовую производительность насоса регулируют болтом номинала.

Равномерность подачи топлива и производительность каждой секции насоса регулируют перемещением поворотной втулки, а следовательно, и плунжера относительно зубчатого венца при ослабленном стяжном винте. При повороте втулки влево подача топлива секцией увеличивается, при повороте вправо – уменьшается.

2. Измерение максимальной частоты вращения коленчатого вала n_{\max} :

– установить максимальную частоту вращения коленчатого вала, при этом рычаг управления регулятором должен упираться в болт ограничения максимальной частоты вращения;

– отрегулировать тягу привода рычага управления и измерить стробоскопом максимальную частоту вращения;

– отвернуть гайку и болтом ограничения максимальной частоты вращения отрегулировать n_{\max} согласно паспортным данным.

Примечание: Если при полном нажатии на педаль подачи топлива двигатель не развивает n_{\max} , то необходимо проверить исправность привода регулятора.

Контрольные вопросы

- 1 Как проверить герметичность топливной системы двигателя?
- 2 Как производится регулировка оборотов холостого хода?
- 3 Что такое угол опережения впрыска топлива и на какие показатели двигателя он влияет?
- 4 Как отрегулировать на двигателе угол опережения впрыска топлива?
- 5 На каких режимах проверяют равномерность подачи топлива по секциям ТНВД?
- 6 Как осуществляется регулировка равномерности подачи?
- 7 Какими способами производится проверка угла опережения впрыска топлива?
- 8 Какова последовательность контрольного осмотра двигателя?

Лабораторная работа № 7

БЕСКОНТАКТНАЯ СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ

Цель работы:

1. Ознакомиться с устройством и принципом работы бесконтактной системы зажигания.
2. Произвести поиск неисправностей при помощи тестера (мультиметра) и контрольной лампы.
3. Сделать соответствующее заключение о техническом состоянии системы зажигания.

Общие сведения

Бесконтактно-транзисторные системы зажигания (БТСЗ) начали применять с 80-х годов. Если в контактной системе зажигания (КСЗ) прерыватель непосредственно размыкает первичную цепь, в контактно-транзисторной (КТСЗ) – цепь управления, то в БТСЗ и управление становится бесконтактным. В этих системах транзисторный коммутатор, прерывающий цепь первичной обмотки катушки зажигания, срабатывает под воздействием электрического импульса, создаваемого бесконтактным датчиком. Все виды датчиков, используемых в БТСЗ делят на параметрические и генераторные.

В параметрических датчиках изменяются те или иные параметры управляющей (базовой) цепи (сопротивление, индуктивность, емкость), в связи с чем изменяется сила тока базы транзистора.

Генераторные датчики (магнитоэлектрические, фотоэлектрические и др.) являются источниками питания управляющей цепи. Наибольшее распространение получили магнитоэлектрические датчики – индукционные и датчики Холла.

Индукционный датчик представляет собой однофазный генератор переменного тока с ротором на постоянных магнитах (рис. 7.1). Число пар полюсов ротора соответствует числу цилиндров двигателя. Число периодов изменения напряжения за два оборота соответствует числу его цилиндров. Положительные полупериоды этого напряжения открывают транзистор формирующего первичный ток каскада коммутатора бесконтактной системы зажигания, что соответствует моменту искробразования.

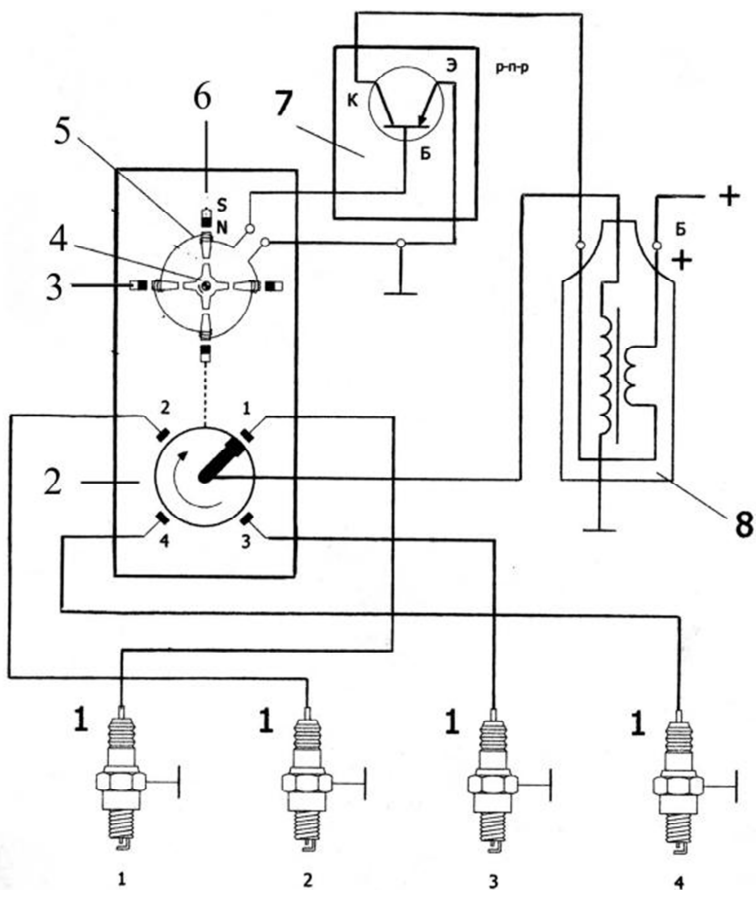


Рис. 7.1. Принципиальная схема бесконтактно-транзисторной системы зажигания TSZi с индукционным датчиком:
 1 – свечи зажигания; 2 – прерыватель-распределитель; 3 – постоянный магнит;
 4 – вращающийся диск пускового сигнала (ротор); 5 – индуктивная обмотка (катушка) датчика с сердечником; 6 – прерыватель-распределитель;
 7 – коммутатор; 8 – катушка зажигания

При малых частотах вращения коленчатого вала создаваемого напряжения недостаточно для переключения транзистора. Для устранения этого недостатка вводят специальный формирующий каскад. В результате средний потребляемый ток в схеме с индуктивным датчиком довольно большой и составляет 6–8 А. Тем не менее,

на малой частоте вращения холостого хода не избежать разряда аккумулятора.

Например, при КСЗ, если выйдет из строя генератор, на аккумуляторной батарее можно проехать сотни километров, при рассматриваемой БТСЗ с индукционным датчиком – не более десятка.

Устройство коммутатора для таких бесконтактных систем достаточно сложное (в нем есть микросхема, силовой транзистор, а также несколько резисторов, стабилитроны и конденсаторы). Энергия искры в три-четыре раза больше, чем в КСЗ. Система небезопасна и требует осторожности. Чтобы не вывести из строя электронные узлы при поиске неисправностей системы зажигания необходимо соблюдать следующие правила:

- при работающем двигателе не касаться элементов системы зажигания и не проверять их работоспособность «на искру» между наконечниками проводов и «массой»;

- не прокладывать провода низкого напряжения системы зажигания в одном жгуте с проводами высокого напряжения;

- следить за надежностью соединения с «массой» коммутатора через винты крепления;

- не отсоединять от коммутатора штепсельный разъем и провода от аккумуляторной батареи при включенном зажигании.

Магнитоэлектрический датчик Холла получил свое название по имени Э. Холла, американского физика, открывшего в 1879 г. важное гальваномагнитное явление.

Если на полупроводник, по которому (вдоль) протекает ток, воздействовать магнитным полем, то в нем возникает поперечная разность потенциалов (ЭДС Холла). Возникающая поперечная ЭДС может иметь напряжение только на 3 В меньше, чем напряжение питания.

Рассмотрим полупроводниковую пластинку размером 5×5 мм (рис. 7.2, а). Если по пластинке между двумя параллельными сторонами пропустить ток и одновременно поднести к ней постоянный магнит, а к двум другим сторонам квадрата подсоединить провода, то получим генератор Холла (рис. 7.2, б). Если между магнитом и полупроводником поместить перемещающийся экран с прорезями, получим импульсный генератор Холла.

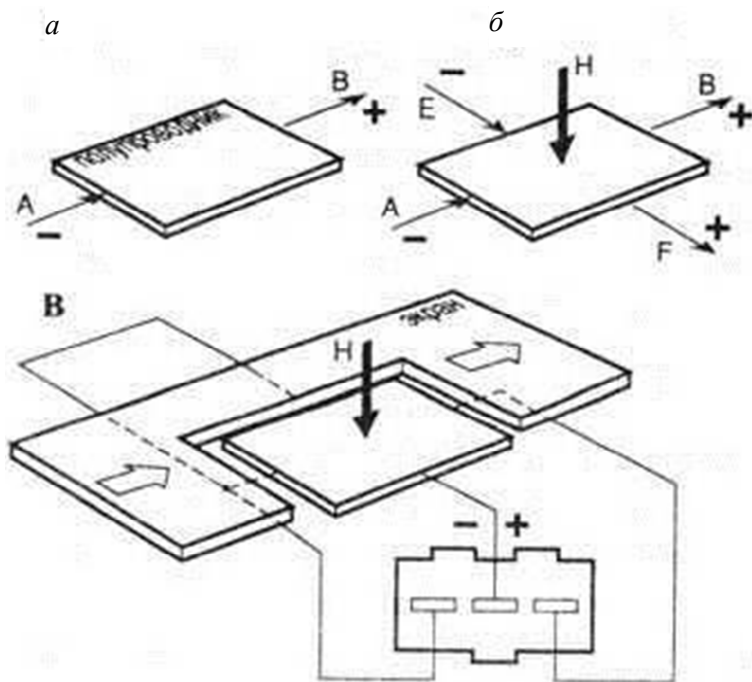


Рис. 7.2. Принцип действия импульсного генератора Холла:
а – нет магнитного поля, по полупроводнику протекает ток питания – АВ;
б – под действием магнитного поля – Н появляется ЭДС Холла – ЕF;
в – датчик Холла

Устройство и принцип работы бесконтактной системы зажигания

Датчик Холла имеет щелевую конструкцию. С одной стороны щели расположен полупроводник, по которому при включенном зажигании протекает ток, а с другой стороны – постоянный магнит.

В щель датчика входит стальной цилиндрический экран с прорезями (рис. 7.3). При вращении экрана, когда его прорези оказываются в щели датчика, магнитный поток воздействует на полупроводник с протекающим по нему током и управляющие импульсы датчика Холла подаются в коммутатор, в котором они преобразуются в импульсы тока в первичной обмотке катушки зажигания.

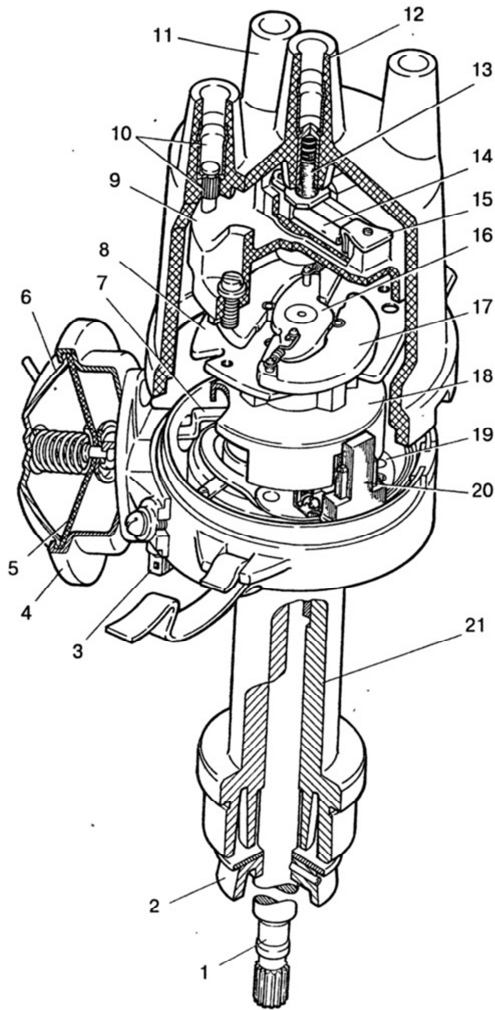


Рис. 7.3. Датчик распределитель зажигания:

1 – валик; 2 – маслоотражательная муфта; 3 – штекерный разъем; 4 – корпус вакуумного регулятора; 5 – диафрагма; 6 – крышка вакуумного регулятора; 7 – тяга вакуумного регулятора; 8 – опорная пластина центробежного регулятора; 9 – ротор распределителя зажигания; 10 – боковой электрод с клеммой; 11 – крышка; 12 – центральный электрод с клеммой; 13 – уголек центрального электрода; 14 – резистор; 15 – наружный контакт ротора; 16 – пластина центробежного регулятора; 17 – грузик; 18 – экран; 19 – опорная пластина бесконтактного датчика; 20 – бесконтактный датчик; 21 – корпус датчика-распределителя зажигания

Электронная система зажигания включает датчик распределитель с встроенным бесконтактным датчиком (датчик Холла), коммутатор и катушку зажигания (рис. 7.4). Датчик-распределитель выдает управляющие импульсы низкого напряжения и распределяет импульсы высокого напряжения по свечам зажигания. Он имеет центробежный и вакуумный регуляторы опережения зажигания. Бесконтактный датчик в сборе с опорной пластиной имеет возможность поворачиваться в зависимости от разряжения, подводимого к вакуумному регулятору.

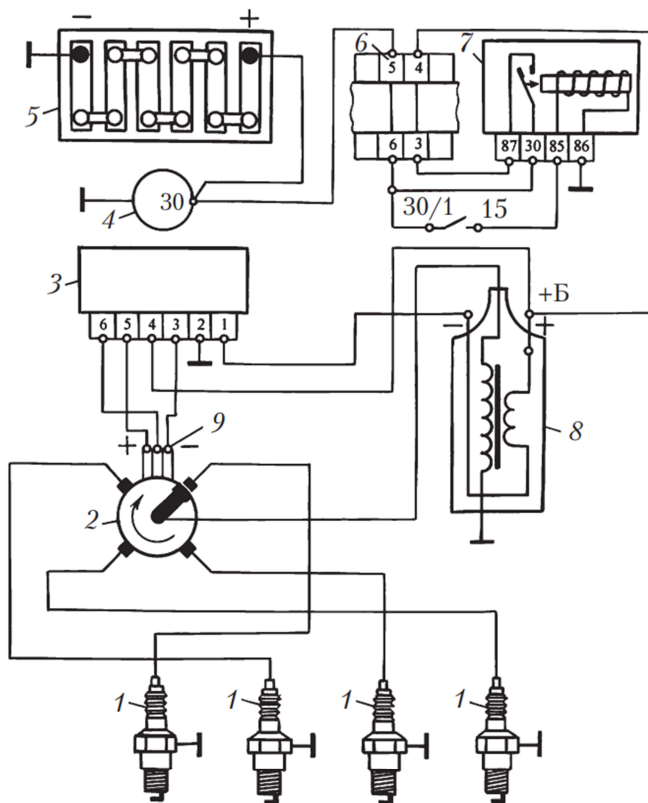


Рис. 7.4. Бесконтактно-транзисторная система зажигания:

- 1 – свечи зажигания; 2 – датчик-распределитель; 3 – коммутатор; 4 – генератор;
 5 – АКБ; 6 – монтажный блок; 7 – реле зажигания; 8 – катушка зажигания;
 9 – датчик Холла

Коммутатор преобразует управляющие импульсы датчика в импульсы тока в первичной обмотке катушки зажигания. Коммутатор соединен с генератором импульсов (бесконтактным датчиком) тремя проводниками. Коммутатор управляет зажиганием в зависимости от частоты вращения валика датчика-распределителя, напряжения аккумулятора, полного сопротивления катушки зажигания и при любых режимах работы двигателя выдает импульсы напряжения постоянной величины.

Катушка зажигания, адаптированная к данной системе зажигания, установлена рядом с коммутатором. Она преобразует прерывистый ток низкого напряжения (12 В) в ток высокого напряжения (20–25 кВ), необходимый для пробоя воздушного зазора между электродами свечей зажигания. В верхней части катушка имеет отверстие, закрытое пробкой диаметром 5,5 мм для защиты катушки от избыточного внутреннего давления. Пробка выталкивается из отверстия при росте давления вследствие повышения температуры из-за короткого замыкания.

Неисправности бесконтактной системы зажигания

Неисправности системы зажигания являются причиной увеличения расхода топлива, снижения мощности двигателя и повышения токсичности отработавших газов. Неисправности, наиболее часто встречающиеся в системе зажигания, приведены в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Неисправности системы зажигания

Причина неисправностей	Способ устранения
Двигатель не запускается	
На коммутатор не поступают импульсы напряжения от бесконтактного датчика: – обрыв в проводах между датчиком-распределителем зажигания и коммутатором; – неисправность бесконтактного датчика	Проверить провода и их соединения, поврежденные провода заменить. Проверить датчик с помощью переходного разъема и вольтметра, неисправный датчик заменить

Продолжение табл. 7.1

Причина неисправностей	Способ устранения
<p>Не поступают импульсы тока на первичную обмотку катушки зажигания:</p> <ul style="list-style-type: none"> – обрыв в проводах соединяющих коммутатор с выключателем или катушкой зажигания; – не замыкаются контакты выключателя или контакты реле зажигания 	<p>Проверить провода и их соединения, поврежденные провода заменить. Проверить коммутатор осциллографом, неисправный коммутатор заменить. Проверить и при необходимости заменить реле или неисправную контактную часть выключателя зажигания</p>
<p>Отсутствие высокого напряжения на свечах зажигания:</p> <ul style="list-style-type: none"> – неплотность посадки в гнездах, обрыв или окисление наконечников проводов высокого напряжения; – сильное повреждение проводов или повреждение контактного уголька, зависание его в крышке распределителя зажигания; – утечка тока через трещины, либо прогары в крышке или роторе распределителя зажигания через нагар или влагу на внутренней поверхности крышки; – перегорание резистора в роторе распределителя зажигания 	<p>Проверить и восстановить соединения, зачистить или заменить провода. Проверить при необходимости заменить крышку.</p> <p>Проверить, очистить крышку от влаги и нагара, заменить крышку и ротор, если в них имеются трещины. Заменить резистор</p>
<p>Нарушение порядка присоединения проводов высокого напряжения к контактам крышки распределителя зажигания</p>	<p>Присоединить провода в порядке зажигания</p>
<p>Несоответствие норме зазора между электродами или замасливание свечей зажигания</p>	<p>Очистить свечи и отрегулировать зазор между электродами</p>
<p>Повреждение свечей зажигания (трещины на изоляторе)</p>	<p>Заменить свечи</p>
<p>Неправильная установка момента зажигания</p>	<p>Отрегулировать момент зажигания</p>

Причина неисправностей	Способ устранения
Двигатель работает неустойчиво или глохнет на холостом ходу	
Слишком раннее зажигание в цилиндрах двигателя	Отрегулировать момент зажигания
Чрезмерный зазор между электродами свечей зажигания	Отрегулировать зазор между электродами
Перегорание резистора в роторе распределителя зажигания	Заменить резистор
Двигатель неравномерно и неустойчиво работает при большой частоте вращения коленчатого вала	
Ослабление пружин грузиков регулятора опережения зажигания	Заменить пружины, проверить работу центробежного регулятора на стенде
Перебои в работе двигателя на всех частотах вращения коленчатого вала	
Повреждение провода в системе зажигания, ослабление крепления проводов или окисление их наконечников	Проверить провода и соединения, поврежденные провода заменить
Износ или повреждение контактного уголька в крышке распределителя зажигания	Заменить крышку распределителя зажигания
Сильное подгорание центрального контакта ротора распределителя зажигания	Заменить нейтральный контакт
Трещины, загрязнения или прогары в роторе либо крышке распределителя зажигания	Заменить ротор или крышку
Износ электродов или замасливание свечей зажигания, значительный нагар, трещины на изоляторе свечей	Проверить свечи, очистить от нагара, отрегулировать зазор, поврежденную свечу заменить
Неисправность коммутатора (форма импульсов на первичной обмотке катушки зажигания не соответствует норме)	Проверить коммутатор с помощью осциллографа, неисправный коммутатор заменить
Двигатель не развивает полной мощности и не обладает достаточной приемистостью	
Неправильная установка момента зажигания	Отрегулировать момент зажигания.
Заедание грузиков регулятора опережения зажигания, пружин грузиков	Заменить поврежденные детали

Порядок выполнения работы

Поиск неисправностей при помощи тестера:

Поиск и устранение неисправностей бесконтактной системы зажигания производится в следующей последовательности:

1. Проверка катушки зажигания.

Убедиться, что пробка отверстия в верхней части катушки на месте и нет подтекания заливочной массы. Если пробка выбита из отверстия или имеются следы подтекания, заменить катушку зажигания и коммутатор.

Проверить первичную цепь зажигания омметром, подсоединив его к клеммам катушки зажигания (рис. 7.5, а): сопротивление цепи должно быть в пределах 0,6–0,9 Ом.

Проверить цепь вторичной обмотки катушки зажигания (рис. 7.5, б), подсоединив омметр к клеммам катушки зажигания: сопротивление цепи должно быть в пределах 6,3–9,3 кОм.

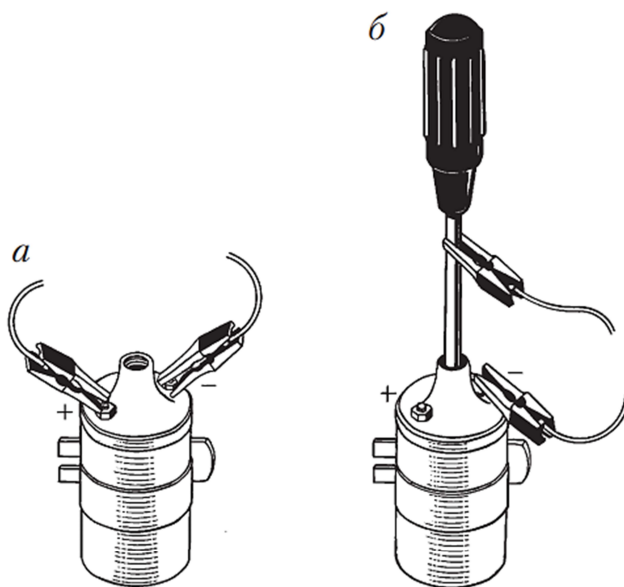


Рис 7.5. Измерение сопротивления обмоток катушки зажигания:
а – вторичная обмотка; б – первичная обмотка

2. Проверка напряжения питания коммутатора.

Разъединить разъем коммутатора и подсоединить вольтметр к клеммам «4» и «2» (рис. 7.4) колодки. Включить зажигание: вольтметр должен показать напряжение, равное напряжению аккумуляторной батареи. Если напряжение не соответствует норме, отсоединить провода от клемм аккумуляторной батареи, разъединить разъем коммутатора. Включить зажигание и измерить сопротивление цепи между плюсовой клеммой аккумуляторной батареи и выводом «4» коммутатора, а также между минусовой клеммой и выводом «2» коммутатора. Суммарное сопротивление должно быть равным 0,2 Ом.

3. Проверка исправности первичной цепи зажигания.

Разъединить разъем коммутатора и подсоединить вольтметр к клеммам «1» и «2» (рис. 7.4) колодки. Включить зажигание: вольтметр должен показать напряжение, равное напряжению аккумуляторной батареи. Если напряжение отличается от нормы, проверить провод, идущий от выключателя зажигания (клемма «15») катушки зажигания, его соединение и целостность цепи первичной обмотки катушки зажигания и проводов, идущих от клемм «1» и «2» коммутатора. Поврежденные провода заменить.

4. Проверка проводов питания датчика Холла.

Выключить зажигание, не соединяя разъем коммутатора, разъединить разъем импульсного генератора датчика-распределителя. Проверить омметром целостность проводов, идущих к клеммам «3», «5» и «6» коммутатора. Поврежденные провода заменить.

5. Проверка напряжения питания датчика Холла.

Соединить разъемы коммутатора и датчика Холла. Подключить вольтметр к выводам «5» и «3» (рис. 7.4) коммутатора. Включить зажигание: напряжение должно быть на 1,0–3,5 В меньше, чем напряжение аккумуляторной батареи. Для более точной проверки исправности цепи питания датчика Холла разъединить разъем коммутатора, немного вытянуть из колодки провод, идущий к выводу «5» коммутатора, подключить к клемме провода вывод «-» миллиамперметра, вывод «+» которого соединить с выводом «4» коммутатора. Включить зажигание. Если величина тока питания больше 20 мА – заменить датчик Холла. Если величина тока питания находится в пределах 3–20 мА – заменить коммутатор.

б. Проверка работы датчика Холла.

Соединить разъем коммутатора. Подключить вольтметр к выводам «6» и «3» (рис. 7.4) коммутатора. Снять крышку датчика-распределителя зажигания. Снять защитный экран. Включить зажигание и повернуть коленчатый вал двигателя так, чтобы зуб якоря не находился в межполюсном зазоре магнитного датчика, измерить напряжение которое должно быть 0,4 В. Повернуть коленчатый вал до захода зуба якоря в межполюсный зазор магнитного датчика и измерить напряжение, которое должно быть не менее 7,5 В, если измеренное напряжение не соответствует данному – заменить датчик Холла.

Если катушка зажигания и датчик Холла исправны, целостность электрической цепи не нарушена, а двигатель не запускается, то для проверки датчика распределителя следует заменить коммутатор новым. Запустить двигатель: при исправном датчике-распределителе должно происходить искрообразование и двигатель должен запуститься.

Поиск неисправностей при помощи контрольной лампы:

Прежде всего, с помощью контрольной лампы типа А12, 3 Вт необходимо проверить выдает ли коммутатор импульсы тока на катушку зажигания. Для этого отсоединить от катушки зажигания провод, идущий к клемме «1» коммутатора, и подключить наконечник провода к лампе. Другой провод лампы присоединить к клемме «+» катушки зажигания, включить зажигание и повернуть двигатель стартером. При этом могут наблюдаться два случая.

1. Контрольная лампа не «мигает». Следовательно, коммутатор не выдает импульсы тока.

Причины неисправности и способы ее устранения:

– обрыв в проводах, соединяющих коммутатор с датчиком-распределителем зажигания. Зачистить наконечники проводов, поврежденные провода заменить;

– обрыв в проводах провода питания к коммутатору. Отсоединить колодку проводов коммутатора, соединить наконечник голубого провода с красной полоской через лампу «массой» и включить зажигание. Если лампа не горит, то проверить провода и их соединения от клеммы реле зажигания до клеммы «4» коммутатора. Зачистить наконечники проводов, поврежденные провода заменить;

– обрыв в первичной обмотке катушки зажигания. Для проверки отсоединить провода от катушки зажигания и через контрольную лампу соединить зажим «–» катушки зажигания с «+» аккумуляторной батареи, а другой зажим с «–» батареи. Если лампа не горит, то в обмотке обрыв. Такую катушку зажигания необходимо заменить;

– не вращается валик датчика-распределителя зажигания из-за повреждения муфты валика или выпадения фиксирующего штифта муфты. Снять крышку датчика-распределителя и, провернув двигатель стартером, проверить, вращается ли валик. Если валик не вращается, снять датчик-распределитель и заменить поврежденные детали;

– неисправен бесконтактный датчик. Отсоединить от датчика-распределителя колодку проводов и подключить вместо нее переходной разъем с вольтметром. Включить зажигание и провернуть коленчатый вал двигателя. Если лампа не «мигает» или величина импульсов напряжения, замеренная вольтметром, не соответствует норме (максимальное напряжение должно быть не более чем на 3 В меньше напряжения питания, минимальное напряжение должно быть не более 0,4 В), то заменить бесконтактный датчик или датчик-распределитель зажигания;

– неисправен коммутатор. Если предыдущие проверки показали, что провода и датчик-распределитель исправны, то, следовательно, неисправен коммутатор и его необходимо заменить.

2. Контрольная лампа «мигает». Следовательно, цепь низкого напряжения системы зажигания исправна, а неисправность необходимо искать в цепях высокого напряжения.

Прежде всего, нужно осмотреть провода и приборы зажигания. Убедившись, что все провода и приборы сухие и чистые, необходимо отсоединить наконечник провода от любой свечи зажигания и соединить его с электродом разрядника, который состоит из двух заостренных стержней, зазор между которыми можно регулировать. Второй электрод разрядника подключить к «массе» автомобиля и установить воздушный зазор между электродами разрядника 7–10 мм. Провернуть коленчатый вал двигателя стартером. При этом могут наблюдаться два случая.

2.1. Искра сильная и пробивает зазор.

Причины неисправности и способы ее устранения:

– проверить провода и надежность их присоединения к свечам зажигания;

– неправильная установка момента зажигания. Проверить и отрегулировать момент зажигания;

– зазор между электродами свечей зажигания не соответствует норме или замаслили свечи зажигания. Очистить свечи и отрегулировать зазор между электродами;

– повреждены свечи зажигания (трещины на изоляторе, выгорание электродов свечей). Осмотреть свечи, поврежденные заменить новыми.

2.2. Искра отсутствует.

Причины неисправности и способы ее устранения:

– утечка тока через трещины или прогары в крышке или роторе датчика-распределителя зажигания, износ, повреждение или зависание угольного электрода в крышке датчика-распределителя зажигания. В этом случае отсутствует искра при подключении всех проводов свечей зажигания к разряднику, в то время как при подключении к разряднику центрального провода искрообразование нормальное. Проверить крышку и ротор датчика-распределителя зажигания, состояние угольного электрода. Заменить поврежденные детали;

– обрыв во вторичной обмотке или внутренние разряды в катушке зажигания. При присоединении к разряднику провода высокого напряжения от катушки зажигания искрообразование отсутствует. Заменить катушку зажигания.

Для точности диагностики узлов бесконтактной системы зажигания необходим осциллограф и генератор прямоугольных импульсов, чтобы проверить форму и параметры импульсов (величину и длительность), выдаваемых коммутатором. А они могут серьезно влиять на работу двигателя, особенно при высокой частоте вращения коленчатого вала. В связи с этим точную и квалифицированную проверку системы зажигания можно произвести только на станции технического обслуживания автомобилей.

Техническое обслуживание бесконтактной системы зажигания

При каждом техническом обслуживании:

- проверить и при необходимости отрегулировать установку момента зажигания;

- проверить и при необходимости зачистить мелкозернистой шлифовальной шкуркой боковые электроды в крышке датчика-распределителя зажигания и контакты на его роторе. Протереть чистой замшей, смоченной бензином или другим материалом, не оставляющим волокон, наружную и внутреннюю поверхности крышки и ротор датчика-распределителя зажигания;

- через каждые 20 000 км пробега автомобиля заменять свечи зажигания.

Для установки момента зажигания снять крышку распределителя. Установить поршень первого цилиндра в верхнюю мертвую точку такта сжатия. Ослабить болт крепления скобы, фиксирующей распределитель зажигания. Поворотом корпуса датчика-распределителя совместить метки на роторе и статоре, затянуть болт крепления скобы распределителя зажигания.

Установку момента зажигания при помощи стробоскопа произвести в следующей последовательности:

- ослабить болт крепления скобы, фиксирующей распределитель зажигания;

- соединить зажим «+» стробоскопа с клеммой «+», зажим массы с клеммой «-» аккумуляторной батареи, а индукционный датчик (рис. 7.6) навешиваем на высоковольтный провод 1-го и 4-го цилиндра.

- отсоединить от распределителя вакуумный шланг;

- запустить двигатель на холостом ходу и направить мигающий свет стробоскопа на шкив коленчатого вала;

- повернуть корпус распределителя зажигания так, чтобы метка на шкиве коленчатого вала установилась против установочного выступа на блоке двигателя;

- затянуть болт крепления скобы распределителя зажигания и вновь проверить установку зажигания.

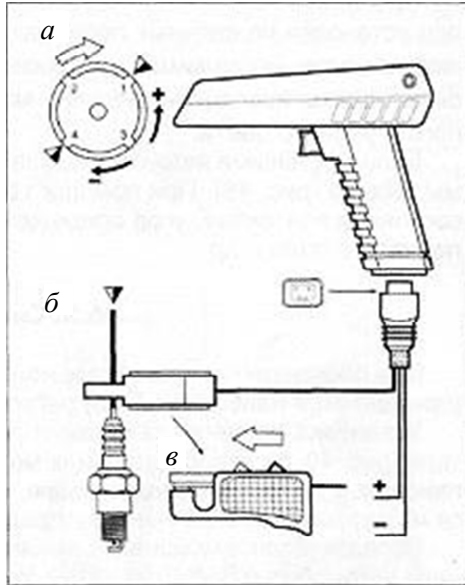


Рис. 7.6. Подключение стробоскопа с индуктивной клеммой:
a – направление вращения ротора по часовой стрелке, вращение корпуса распределителя в сторону «+» увеличивает угол опережения зажигания, в сторону «-» – уменьшает; *б* – подключение стробоскопа, клемма у свечи первого или четвертого цилиндра; *в* – индуктивная клемма

Контрольные вопросы

- 1 В чем преимущества и недостатки бесконтактной системы зажигания?
- 2 Что собой представляет датчик Холла?
- 3 Как работает бесконтактная система зажигания?
- 4 Как проверить исправность бесконтактной системы зажигания в целом и отдельных ее агрегатов?
- 5 Какие неисправности возникают при работе системы зажигания и как их устранить?
- 6 Как проводится техническое обслуживание бесконтактной системы зажигания?
- 7 Какие меры предосторожности необходимо соблюдать при обслуживании бесконтактной системы зажигания?
- 8 Для чего служит транзисторный коммутатор?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Грехов, Л. В. Топливная аппаратура и системы управления дизелей : учебник для вузов / Л. В. Грехов, Н. А. Иващенко, В. А. Марков. – М. : Легион-Автодата, 2004. – 344 с.
2. Савич, А. С. Технология и оборудование ремонта автомобилей : учебное пособие / А. С. Савич, В. П. Иванов, В. К. Ярошевич. – Минск : Адукацыя і выхаванне, 2009. – 464 с.: ил.
3. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : учебник для студентов учреждений сред. проф. образования / В. М. Власов [и др.]; под ред. В. М. Власова. – 2-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2004. – 480 с.
4. Коваленко, Н. А. Техническая эксплуатация автомобилей : учебное пособие / Н. А. Коваленко, В. П. Лобах, Н. В. Вепринцев. – Минск : Новое знание, 2008. – 352 с.: ил.
5. Вашкельский, С. А. Техническая эксплуатация двигателей внутреннего сгорания : учебник для машиностроительных техникумов / Б. С. Лукьянченко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1986. – 136 с.: ил.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Лабораторная работа № 1. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА УГОЛ ОПЕРЕЖЕНИЯ ВПРЫСКА ТОПЛИВА	5
Лабораторная работа № 2. ПРОВЕРКА И РЕГУЛИРОВКА НАСОСА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ И РАВНОМЕРНОСТЬ ПОДАЧИ.....	11
Лабораторная работа № 3. ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ФОРСУНОК ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С МЕХАНИЧЕСКИМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ТОПЛИВА.....	17
Лабораторная работа № 4. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМИ СПОСОБАМИ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ	26
Лабораторная работа № 5. ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИБОРЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ, ТО И РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЕЙ.....	34
Лабораторная работа № 6. КОНТРОЛЬНЫЙ ОСМОТР ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ	41
Лабораторная работа № 7. БЕСКОНТАКТНАЯ СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ	51
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	67

Учебное издание

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ

Учебно-методическое пособие
для студентов специальности 1-37 01 01
«Двигатели внутреннего сгорания»

С о с т а в и т е л и:
МИРОНОВИЧ Александр Евгеньевич
БЕТЬ Сергей Геннадьевич

Редактор *П. П. Горбач*
Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 22.02.2024. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 2,57. Тираж 50. Заказ 815.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.