

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Транспортные и технологические машины»

ДИАГНОСТИКА СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНЫХ МАШИН

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов направления подготовки*

*23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»
дневной формы обучения*



Могилев 2018

УДК 625.08
ББК 39.9
Д 44

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Транспортные и технологические машины»
«15» мая 2018 г., протокол № 11

Составитель канд. техн. наук, доц. Г. Л. Антипенко

Рецензент канд. техн. наук, доц. А. Е. Науменко

Методические рекомендации предназначены к лабораторным работам по дисциплине «Диагностика строительно-дорожных машин» для студентов направления подготовки 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» дневной формы обучения.

Учебно-методическое издание

ДИАГНОСТИКА СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНЫХ МАШИН

Ответственный за выпуск	И. В. Лесковец
Технический редактор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 56 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 24.01.2014
Пр. Мира, 43, 212000, Могилев.

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский
университет», 2018



Содержание

Лабораторная работа № 1. Определение эффективной мощности двигателя бестормозным методом на неустановившемся режиме	4
Лабораторная работа № 2. Диагностирование цилиндро-поршневой группы дизельного двигателя	7
Лабораторная работа № 3. Диагностирование механизма газораспределения двигателя.	8
Лабораторная работа № 4. Диагностирование топливного насоса высокого давления системы Common Rail	12
Лабораторная работа № 5. Диагностирование форсунок топливной системы Common Rail	16
Лабораторная работа № 6. Диагностирование угла опережения впрыска топлива дизельного двигателя	20
Лабораторная работа № 7. Диагностирование системы воздухоподдачи дизельного двигателя	24
Лабораторная работа № 8. Диагностирование электрического стартера	27
Лабораторная работа № 9. Диагностирование сцепления	34
Лабораторная работа № 10. Диагностирование зубчатых передач.	37
Лабораторная работа № 11. Диагностирование металлоконструкций строительно-дорожных машин.	43
Список литературы	45



Лабораторная работа № 1. Определение эффективной мощности двигателя бестормозным методом на неустановившемся режиме

Общее техническое состояние двигателя оценивается по развиваемой им мощности, расходу топлива, механическим потерям, времени запуска и дымности выхлопа или составу выхлопных газов.

Бестормозной метод диагностирования двигателей при неустановившемся режиме основан на фиксации параметров разгона двигателя на холостом ходу от минимальной частоты вращения коленчатого вала до максимальной при полной цикловой подаче топлива. Энергия затрачивается на преодоление механических потерь и инерционных сопротивлений. Основным параметром является угловое ускорение. Эффективная мощность N_e , Вт, в этом случае определяется из выражения

$$N_e = I \cdot \omega \cdot \varepsilon, \quad (1)$$

где I – момент инерции движущихся частей двигателя, приведенный к оси коленчатого вала, для двигателя Д-50 $I = 1,41$ кг·м²;

ω – номинальная угловая скорость коленчатого вала двигателя, рад/с;

ε – угловое ускорение коленчатого вала двигателя, рад/с².

Этот метод отличается высокой оперативностью, малой трудоемкостью, но имеет невысокую точность.

Цель работы

Научиться определять эффективную мощность дизельного двигателя Д-50 бестормозным методом при неустановившемся режиме.

Оборудование и инструмент

- 1 Моторно-динамический стенд с дизельным двигателем Д-50.
- 2 Устройство измерительное ИМД-ЦМ.
- 3 Преобразователь первичный Пр П-2.
- 4 Источник постоянного тока Б5-47.

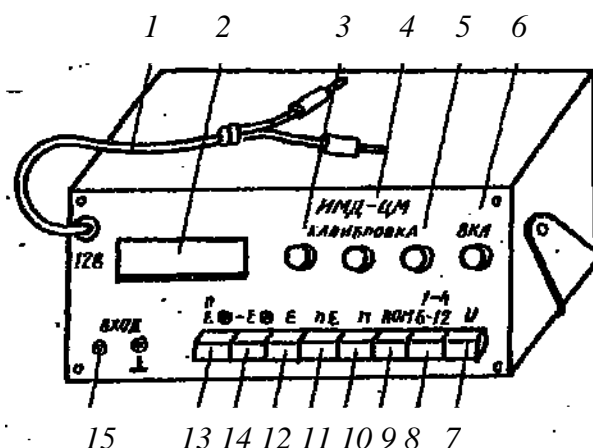
Подготовка к испытаниям

1 Подготовка устройства измерительного ИМД-ЦМ.

1.1 Проверьте установку первичного преобразователя на картере двигателя напротив зубчатого венца маховика с зазором 1...1,5 мм.

1.2 Подключите первичный преобразователь ПрП-2 к гнездам «вход», шнур питания – к источнику с напряжением 12 В, поворотом ручки «ВКЛ» включите прибор. Если индикаторные лампы на табло не светятся, измените полярность (рисунок 1).





1 – шнур питания; 2 – индикаторное табло; 3 – ручка установки калибровочного значения по ускорению «Калибровка ускорения ϵ »; 4 – ручка установки калибровочного значения по уровню фиксации « $n\epsilon$ »; 5 – ручка установки калибровочного значения по частоте вращения «Калибровка n »; 6 – ручка включения устройства и регулировки времени индикации «ВКЛ»; 7 – клавиша «Измерение напряжения U »; 8 – клавиша «Число цилиндров (1–4)/(6–12)»; 9 – клавиша «ВОМ» включения устройства в режим измерения от преобразователя ВОМ; 10 – клавиша « n » включения устройства в режим калибровки частоты вращения; 11 – клавиша « $n\epsilon$ » включения устройства в режим калибровки уровня фиксации $n\epsilon$; 12 – клавиша « ϵ » включения устройства в режим калибровки ускорения; 13 – клавиша «Измерение частоты вращения – ускорения « n/ϵ »; 14 – клавиша «Измерение отрицательного ускорения « $-\epsilon$ »; 15 – гнезда «Вход»

Рисунок 1 – Устройство измерительное ИМД-ЦМ

1.3 Откалибруйте устройство по частоте вращения, для чего:

- нажмите клавишу « n »;
- вращая ручку потенциометра «калибровка частоты вращения « n », установите на цифровом табло устройства калибровочное значение, для двигателя Д-50 равное 1302 с точностью ± 2 единицы;
- повторным нажатием возвратите клавишу « n » в исходное (отжатое) положение.

1.4 Откалибруйте устройство по ускорению, для чего:

- нажмите клавишу « ϵ »;
- вращая ручку потенциометра «калибровка ускорения « ϵ », установите на табло калибровочное значение ($327,2 \pm 0,5$);
- повторным нажатием возвратите клавишу « ϵ » в исходное (отжатое) положение.

1.5 Настройте устройство на частоту вращения, при которой измеряется ускорение, для чего:

- нажмите клавишу « $n\epsilon$ »;
- вращая ручку потенциометра «калибровка уровня фиксации « $n\epsilon$ », установите на табло значение 1750 для двигателя Д-50;
- повторным нажатием верните клавишу « $n\epsilon$ » в исходное положение.

2 Подготовка двигателя Д-50 к испытаниям.

2.1 Проверьте наличие воды в системе охлаждения двигателя, топлива в баке, уровень масла в картере.

2.2 Установите «нейтраль» в коробке передач стенда.

2.3 Подключите в сеть пусковой трансформатор и включить на нем тумблер «ВКЛ».

Порядок проведения испытаний

1 Установив рычагом максимальную подачу топлива, кнопкой «Пуск» запустить двигатель.

2 Прогреть двигатель до температуры воды 70...90 °С.

3 На приборе ИМДЦ-ЦМ нажать клавишу « $\frac{n}{\varepsilon}$ ».

4 Установить максимальную частоту вращения вала двигателя.

Таблица 1 – Справочные данные по дизелям и эталонные значения ускорения

Марка трактора	Марка дизеля	Номинальная мощность, кВт	Номинальная частота вращения $n_{ном}$, мин ⁻¹	Максимальная частота вращения холостого хода n_{max} , мин ⁻¹	Максимальная частота вращения при $M_{D max}$, мин ⁻¹	Эталонное значение угловых ускорений, с ⁻²		
						в области $n_{ном}$	в области $M_{D max}$	полный выбег в области $n_{ном}$
К-701М	ЯМЗ-8423	220 ⁺¹⁵ ₋₁₁	1900	(2150 ± 50)	1500...1700	193 ⁺¹⁴ ₋₁₀	215 ⁺¹⁵ ₋₁₁	(-84 ± 20)
МТЗ-80(82)	Д-240	58,8 ^{+4,1} _{-2,9}	(2200 ± 45)	2320 ⁺⁸⁰ ₋₇₅	1560	180 ⁺¹² ₋₉	200 ⁺¹⁴ ₋₁₀	(-55 ± 19)
МТЗ-50	Д-50	40,5 ^{+2,7} _{-2,1}	(1750 ± 35)	1810 ⁺⁷⁰ ₋₃₀	1200	172 ⁺¹² ₋₉	185 ⁺¹³ ₋₉	(-75 ± 19)
Т4А	А-01М	98 ⁺⁷ ₋₅	(1700 ± 30)	1810 ⁺⁷⁰ ₋₃₀	1200	119 ⁺⁸ ₋₆	130 ⁺⁸ ₋₆	(-35 ± 9)

5 Резко выключить подачу топлива и по достижении минимальной частоты вращения резко перевести рычаг топливоподачи в положение максимальной подачи. Не меняя положения рычага топливоподачи, записать показания ускорения на цифровом табло.

6 Повторить операции не менее трех раз и найти среднее значение углового ускорения при разгоне двигателя.

7 По формуле (1) определить эффективную мощность двигателя по каждому опыту. Результаты сопоставить со справочными данными из таблицы 1, найти отклонение в процентах и сделать выводы.

Содержание отчета

1 Название лабораторной работы.

2 Цель работы.

3 Применяемое оборудование.

4 Описание методики определения мощности двигателя.

5 Оформление результатов диагностики таблицей. Выводы.

Лабораторная работа № 2. Диагностирование цилиндро-поршневой группы дизельного двигателя

Одним из факторов, влияющих на снижение мощности двигателя, является износ цилиндро-поршневой группы (ЦПГ). В двигателе внутреннего сгорания ЦПГ работает в наиболее тяжелых условиях (газовая среда, высокая температура, большие циклические нагрузки, неудовлетворительные условия смазки). При этом происходит интенсивное изнашивание деталей, что приводит к прорыву газов из камер сгорания в картер, снижению герметичности в надпоршневом пространстве, загрязнению моторного масла и его потере на угар, увеличению шума и вибрации.

Диагностирование ЦПГ производится по функциональным параметрам: изменению давления сжатия в цилиндрах; разрежению в камере сгорания; утечкам сжатого воздуха, подаваемого в цилиндры; прорыву газов в картер; угару масла; изменению параметров моторного масла; изменению шума и вибрации.

Цель работы

Получить практические навыки оценки технического состояния цилиндро-поршневой группы по давлению сжатия в цилиндрах двигателя.

Оборудование и инструменты

- 1 Моторно-динамический стенд с двигателем Д-50.
- 2 Компрессометр дизельный со специальным фланцем крепления.
- 3 Набор гаечных ключей.

Порядок выполнения работы

Оценку технического состояния ЦПГ проводят посредством измерения давления воздуха в конце такта сжатия в каждом цилиндре при помощи компрессометра. Он представляет собой стержень с внутренним каналом. В верхней части стержня закреплен манометр и клапан сброса давления. В нижней части стержня размещен обратный клапан для поддержания максимального давления в полости манометра, а сам стержень заканчивается резьбой с резиновым уплотнительным кольцом для подсоединения к переходной втулке, устанавливаемой в отверстие для форсунки или в резьбовое свечное отверстие.

Измерение максимального давления сжатия в цилиндре двигателя производят в такой последовательности. Двигатель прогревают до рабочей температуры, выключают подачу топлива (глушат двигатель) и снимают форсунки. На место форсунки устанавливают переходную втулку, компрессометр и закрепляют фланцем. Прокручивают коленчатый вал двигателя с помощью стартера с частотой 180...360 мин⁻¹ до тех пор, пока показания компрессометра не перестанут увеличиваться, записывают в таблицу показания и сравнивают со значе-



ниями, приведенными в таблице 1. Аналогично измеряют компрессию в остальных цилиндрах. Разница между компрессией отдельных цилиндров не должна превышать 0,1 МПа.

Общее снижение компрессии во всех цилиндрах свидетельствует об износе деталей цилиндра-поршневой группы. При снижении компрессии в отдельных цилиндрах необходимо выяснить причину недостаточной герметичности камеры сгорания. Для этого проводят повторное измерение компрессии после добавления в камеру сгорания моторного масла в объеме 20...25 см³. Увеличение давления указывает на износ компрессионных колец и гильзы. Если же увеличения давления не произошло, то вероятной причиной является неплотность в сопряжении «клапан – седло» или повреждение прокладки блока цилиндров.

Таблица 1 – Показатели компрессии при пусковой частоте вращения

Марка трактора (двигателя)	Компрессия у нового двигателя, МПа	Компрессия у предельно изношенного двигателя, МПа
К-701 (ЯМЗ-240Б)	3	1,5
Т-100М (Д-108)	2,20	1,3
МТЗ-80 (Д-240)	2,60	1,55
МТЗ-50 (Д-50)	2,60	1,85

Найти остаточный ресурс двигателя, если при предыдущем диагностировании при интервале наработки 500 мото-часов давление сжатия было на 0,1 МПа больше. Показатель степени, характеризующий интенсивность изменения параметра, $\alpha = 1,8$.

Содержание отчета

- 1 Номер и наименование работы.
- 2 Цель работы.
- 3 Оборудование.
- 4 Таблица результатов измерения.
- 5 Расчет остаточного ресурса.
- 6 Заключение о результатах диагностирования.

Лабораторная работа № 3. Диагностирование механизма газораспределения двигателя

Эффективность работы двигателя в значительной степени зависит от технического состояния газораспределительного механизма (ГРМ). В процессе эксплуатации изменяются тепловые зазоры между стержнем клапана и коромыслом, что может привести к разгерметизации камеры сгорания (при малых зазорах) или нарушению фаз газораспределения (при больших зазорах). Для предварительной оценки состояния механизма газораспределения используют



вибраакустический метод. Для определения величины тепловых зазоров используют набор щупов или специальное устройство КИ-9918. В процессе эксплуатации изнашиваются также сопряженные поверхности клапанов и посадочных гнезд, толкателей и кулачков распределительного вала, зубья распределительных шестерен, подшипники, а также снижается упругость клапанных пружин. Последнее может привести к нарушению кинематической связи толкателя с профилем кулачка распредвала, влекущей нарушение фаз газораспределения.

Основными контролируемыми параметрами механизма газораспределения являются тепловой зазор между стержнем клапана и коромыслом, герметичность клапанов, фазы газораспределения, износ кулачков распределительного вала, упругость клапанных пружин, состояние привода.

Цель работы

- 1 Научиться определять тепловой зазор между стержнем клапана и коромыслом.
- 2 Получить навыки регулировки теплового зазора клапанов.
- 3 Научиться определять величину износа кулачков распределительного вала.

Оборудование и инструмент

- 1 Моторно-динамический стенд с двигателем Д-50.
- 2 Устройство для измерения теплового зазора КИ-9918.
- 3 Штангенциркуль.
- 4 Ключ динамометрический.
- 5 Набор ключей.

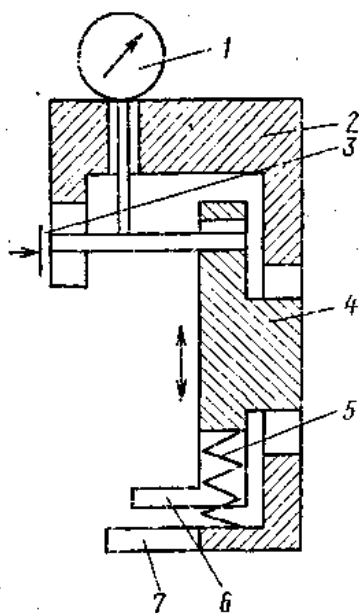
Порядок выполнения работы

- 1 Определение зазоров в клапанном механизме.

Для измерения тепловых зазоров между стержнем клапана и коромыслом предназначено устройство КИ-9918, позволяющее регистрировать разность крайних положений траекторий движения клапана и бойка коромысла при проворачивании коленчатого вала. Оно состоит из индикатора 1, корпуса 2, тормоза 3, подвижной каретки 4, пружины 5 и двух лапок – подвижной каретки 6 и корпуса 7 (рисунок 1).

Порядок определения тепловых зазоров следующий. С головки блока цилиндров снять крышку клапанов. Проверить и при необходимости подтянуть гайки крепления головки цилиндров динамометрическим ключом с усилием, приведенным в таблице 1. Установить устройство КИ-9918 на тарелку пружины открытого клапана. Лапки подвижной каретки (см. рисунок 1) заводят под боек коромысла, и под действием пружины подвижной каретки устройство зажимается между клапаном и коромыслом. На индикаторе шкалу установить на нулевую отметку при нажатом клапане.





1 – индикатор; 2 – корпус; 3 – тормоз; 4 – подвижная каретка; 5 – пружина; 6 – лапки подвижной каретки; 7 – лапки корпуса

Рисунок 1 – Схема устройства КИ-9918

Проворачивая коленчатый вал, регистрировать максимальное отклонение стрелки индикатора, что соответствует тепловому зазору проверяемого клапана.

Таблица 1 – Показатели для затяжки гаек крепления головки цилиндров и проверки зазоров между клапанами и коромыслом

Марка трактора, самоходного шасси	Марка двигателя	Момент затяжки гаек крепления головки цилиндров, кгс·м	Номинальный зазор между клапаном и коромыслом у прогревого двигателя, мм		Порядок работы цилиндров
			Впускной клапан	Выпускной клапан	
ДТ-75, Т-74	СМД-14	20...22	0,35	0,40	1-3-4-2
МТЗ-50, МТЗ-50Л	Д-50	16...18	0,25	0,25	1-3-4-2
Т-40, Т-40А, Т-28Х4	Д-37М, Д-37Е	14...16	0,25	0,25	1-3-4-2
Т-25, Т-16М	Д-21	14...16	0,25	0,25	1-2-0-0

Затем переставить устройство КИ-9918 на другой клапан и результаты занести в таблицу 2. По результатам диагностирования сделать вывод о необходимости регулировки клапанов.

2 Регулировка теплового зазора клапанов.

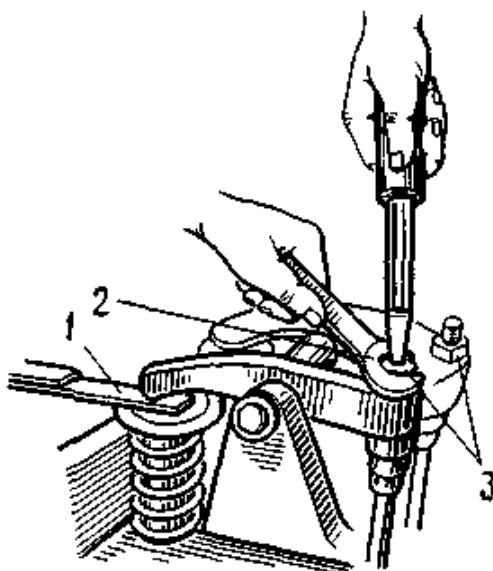
Если измеренные тепловые зазоры отдельных цилиндров отличаются от номинальных, необходимо провести их регулировку (рисунок 2).

Для этого ослабить контргайку 3 регулировочного винта 2 коромысла и, отвинчивая или завинчивая отверткой регулировочный винт, установить тре-

буемый зазор с помощью щупа 1. После этого затянуть контргайку 3 регулировочного винта.

Таблица 2 – Результаты диагностирования ГРМ двигателя Д-50

Номер цилиндра	Зазор между клапаном и коромыслом, мм		Расстояние от опорной шайбы впускного клапана до поверхности головки цилиндров, мм				
	Впускной клапан	Выпускной клапан	Впускной min	Впускной max	Выпускной min	Выпускной max	Ход клапана
1							
2							
3							
4							



1 – щуп; 2 – регулировочный винт; 3 – контргайка

Рисунок 2 – Регулировка зазоров в механизме газораспределения

3 Определение высоты, кулачков распределительного вала.

Высоту кулачков распределительного вала, а следовательно, износ кулачков определить при помощи штангенциркуля измерением расстояния от поверхности головки цилиндров до опорной шайбы клапана при отрегулированном тепловом зазоре в двух положениях. Первое положение – поршень в верхней мертвой точке на такте сжатия, второе положение – полное открытие клапана. Разница между двумя результатами измерений характеризует перемещение клапана, и, следовательно, степень износа кулачков.

Проверку износа кулачков распредвала осуществить для впускных и выпускных клапанов, результаты занести в таблицу 2 и сравнить их с данными таблицы 3.

Таблица 3 – Высота кулачков распределительного вала и соответствующая ей высота перемещения впускных клапанов

Марка двигателя	Высота кулачков, мм			Высота перемещения клапанов при номинальном тепловом зазоре, мм		
	номинальная	допустимая	предельная	номинальная	допустимая	предельная
ЯМЗ-238НБ	7,8	7,0	6,5	14,0	12,4	11,4
А-01М, А-01	4,75	3,9	3,45	8,3	6,8	6,0
Д-130	7,3	6,5	6,0	10,6	9,4	8,7
СМД-14, СМД-14А	8,6	7,7	7,3	13,6	12,2	11,6
Д-50, Д-50Л	7,7	6,8	6,4	10,2	9,0	8,4

Содержание отчета

- 1 Название и номер лабораторной работы.
- 2 Цель работы.
- 3 Применяемое оборудование.
- 4 Описание методики диагностирования ГРМ.
- 5 Оформление таблицы результатов диагностирования.
- 6 Выводы по результатам диагностирования.
- 7 Проведение регулировки теплового зазора при необходимости.

Лабораторная работа № 4. Диагностирование топливного насоса высокого давления системы Common Rail

Система впрыска Common Rail является современной системой впрыска топлива дизельных двигателей. Работа системы Common Rail основана на подаче топлива к форсункам от общего аккумулятора высокого давления – топливной рампы (Common Rail в переводе общая рампа).

Система Common Rail включает топливный насос высокого давления, клапан дозирования топлива, регулятор давления топлива (контрольный клапан), топливную рампу и форсунки. Все элементы объединяют топливопроводы (рисунок 1).

Топливный насос высокого давления (ТНВД) одноплунжерный, служит для создания высокого давления топлива и его накопления в топливной рампе. Привод насоса осуществляется через зубчатый ремень коленвала с частотой, равной частоте двигателя. ТНВД развивает давление до 180 МПа, необходимое для работы системы впрыска.

С целью снижения жесткости работы двигателя в системе Common Rail реализуется многократный впрыск топлива в течение одного цикла работы двигателя.



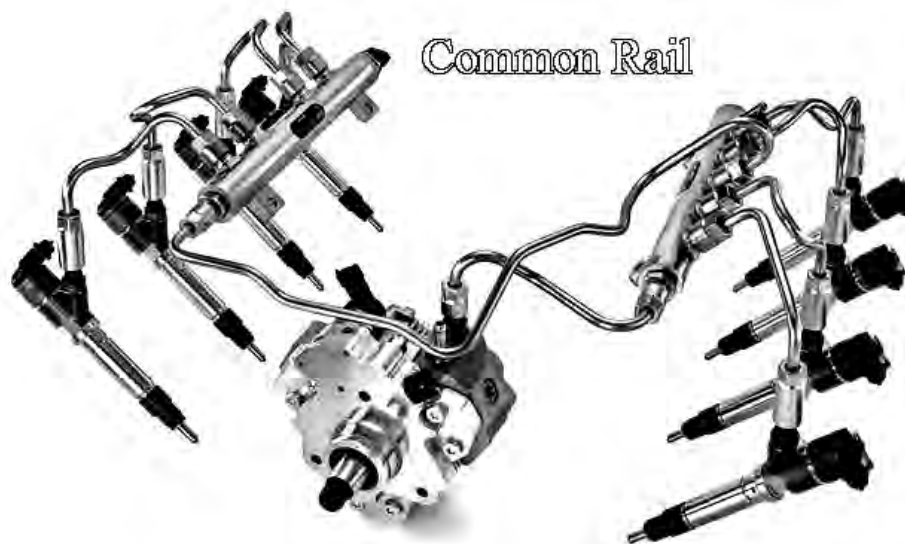


Рисунок 1 – Топливная система с электронным управлением подачей топлива Common Rail

Цель работы

Оценить техническое состояние топливного насоса высокого давления (ТНВД) системы Common Rail по параметрам:

- производительности ТНВД;
- времени нарастания давления в стартовом режиме ТНВД;
- состоянию плунжеров;
- реакции ТНВД на изменение давления.

Оборудование, приспособления, приборы и инструменты

- 1 Стенд для тестирования топливных насосов и форсунок.
- 2 Система питания Common Rail в сборе.
- 3 Контроллер Common Rail controller (CRC).

Порядок выполнения работы

1 Подготовка стенда к тестированию топливного насоса высокого давления CRP производится в соответствии с руководством по эксплуатации стенда.

2 Проверка производительности ТНВД.

Установите давление в системе кнопками 150 бар (рисунок 2).

Подсоединить соответствующую емкость в магистраль общего слива, примерно 2 л. Нажать СТОП/СТАРТ и произвести замер. Нажать СТОП/СТАРТ.

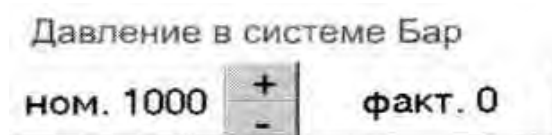


Рисунок 2 – Установка давления на компьютере

Установить давление в системе 1200 бар. Произвести замер. Разница не должна превышать 15 %.

3 Проверка времени нарастания давления в стартовом режиме ТНВД.

Нажать кнопку управления контроллером – включится «Режим-2». «Режим-2» служит для измерения времени нарастания давления в стартовом режиме ТНВД (рисунок 3).



Рисунок 3 – Установка второго режима испытаний насоса

Установить обороты станда – 120 мин⁻¹. Нажать СТОП/СТАРТ – появится график давления и время нарастания исправного насоса (рисунок 4) или дефектного (рисунок 5).

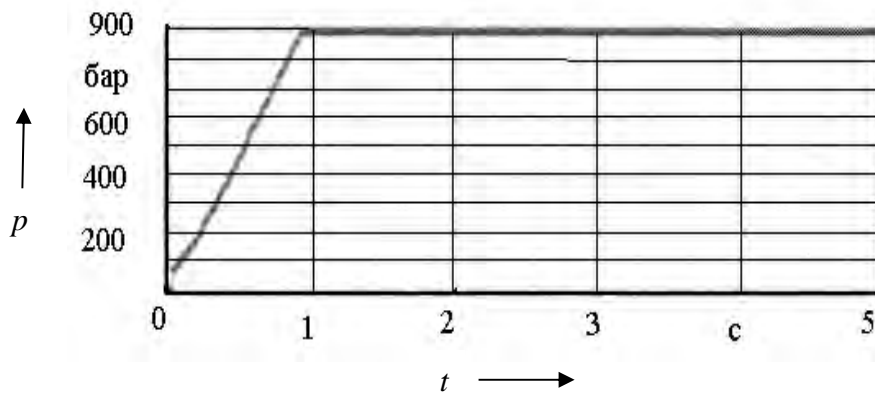


Рисунок 4 – Результаты пусковой проверки исправного насоса

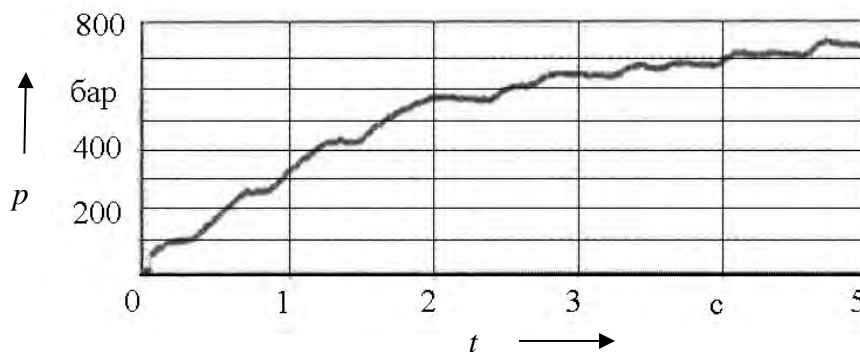


Рисунок 5 – Результаты пусковой проверки дефектного насоса

4 Проверка состояния плунжеров.

Нажать кнопку управление контроллера – включится «Режим-3». «Режим-3» служит для проверки состояния плунжеров ТНВД (рисунок 6).

Установить обороты станда – 300 мин⁻¹. Нажать кнопку СТОП/СТАРТ – появится график давлений секций ТНВД (рисунок 7).

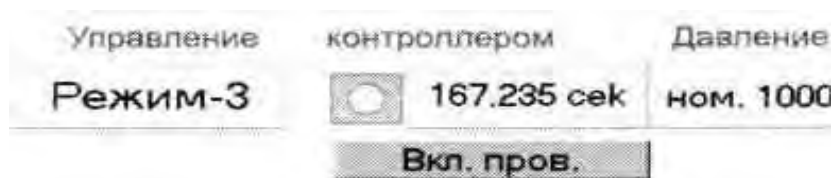


Рисунок 6 – Включение режима проверки состояния плунжеров ТНВД



Рисунок 7 – График давлений секций исправного ТНВД

Если давление колеблется в пределах 20 бар, насос исправен. Для выделения части графика установить курсор выше линии графика, удерживая левую кнопку «мышь», передвинуть курсор вниз и вправо. Для восстановления графика произвести обратное действие (рисунок 8).



Рисунок 8 – Выделенная часть графика неисправного ТНВД

5 Проверка реакции на изменение давления.

Нажать кнопку управления контроллером – включится «Режим-4». «Режим-4» служит для проверки реакции насоса на изменение давления. Для этого установить обороты стенда – 1000 мин⁻¹. Нажать кнопку СТОП/СТАРТ – появится график скорости реакции. Для работоспособного насоса его вид представлен на рисунке 9.

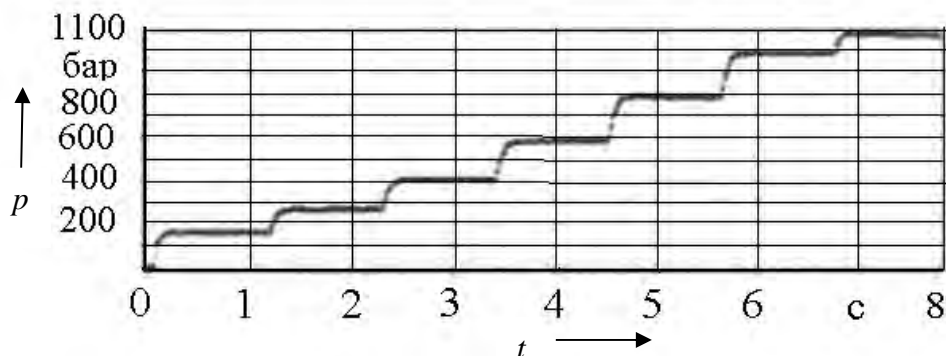


Рисунок 9 – Реакция работоспособного насоса на изменение давления

Пример реакции дефектного насоса на изменение давления представлен на рисунке 10.

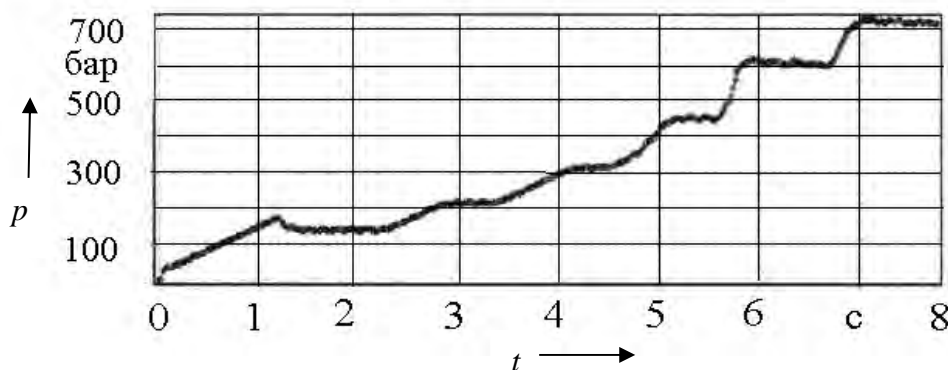


Рисунок 10 – Реакция дефектного насоса на изменение давления

Содержание отчета

- 1 Номер и наименование работы.
- 2 Цель работы.
- 3 Применяемое оборудование.
- 4 Описание параметров, по которым проводится диагностирование ТНВД, результаты диагностирования по п. 2–5.
- 5 Заключение о техническом состоянии ТНВД.

Лабораторная работа № 5. Диагностирование форсунок топливной системы Common Rail

Форсунки в системе Common Rail (CR) оснащены специальными электромагнитными клапанами и управляются по гибкому алгоритму в соответствии с конкретными условиями работы дизеля. Схема электромагнитной форсунки приведена на рисунке 1.

Высокое давление, под которым топливо впрыскивается в цилиндр, создается уже при самом малом числе оборотов коленчатого вала. Благодаря ему,



а также электронному управлению процессом впрыска достигается значительно лучшая подготовка смеси в цилиндрах, что приводит к уменьшению расхода топлива и снижению токсичности выхлопных газов. При подаче напряжения от блока управления на соленоид электромагнитного клапана якорь электромагнитного клапана поднимается и открывается шариковый обратный клапан сливного дросселя. Давление в камере управления падает в результате открытия выходного дроссельного отверстия, и топливо пропускается из зоны над поршнем мультипликатора в зону слива. Давление на поршень падает, т. к. впускное дроссельное отверстие имеет меньшее сечение, чем выходное.



Рисунок 1 – Схема электромагнитной форсунки Bosch

Игла распылителя при этом под действием высокого давления на конусную поверхность распылителя открывается. Количество подаваемого топлива зависит от времени подачи напряжения в соленоид электромагнита, а значит, от времени открытия шарикового обратного клапана. При прекращении подачи напряжения на электромагнит якорь под действием пружины опускается вниз, при этом шариковый клапан закрывается, давление в камере управления восстанавливается. Под действием давления топлива на поршень мультипликатора, имеющего диаметр больше диаметра иглы, последняя закрывается. Работа форсунки иллюстрируется графиком на рисунке 2.

В системах питания Common Rail применяются форсунки, управление которыми осуществляется исполнительным механизмом, основанном на использовании пьезоэлемента (рисунок 3).

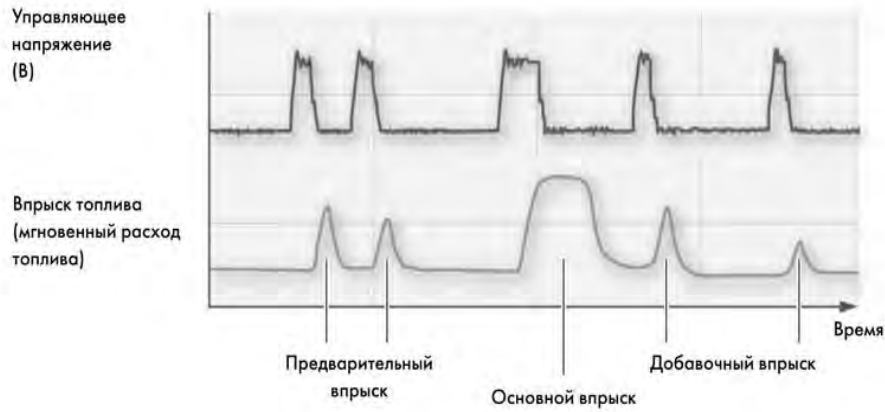


Рисунок 2 – График работы форсунки системы Common Rail



Рисунок 3 – Пьезоэлектрическая форсунка

Цель работы

1 Изучить устройство и принцип действия электромагнитных и пьезоэлектрических форсунок, применяемых в системах Common Rail.

2 Проверить техническое состояние форсунок системы питания Common Rail по параметрам производительности на тестовом режиме и сопоставить их с паспортными данными и предельными отклонениями.

Оборудование, приспособления, приборы и инструменты

- 1 Стенд для тестирования топливных насосов и форсунок.
- 2 Контроллер Common Rail controller (CRC).
- 3 Электромагнитная или пьезоэлектрическая форсунка.
- 4 Набор ключей.

Порядок выполнения работы

- 1 Подготовка стенда к тестированию.

Подготовка стенда к тестированию форсунок в системе Common Rail производится в соответствии с руководством по эксплуатации стенда.

- 2 Тестирование форсунок.

Включить CR-Controller. Открыть программу CR-PC. Установить выбранный COM-порт (рисунок 4).



Рисунок 4 – Установка COM-порта

Перевести контроллер в режим 5 (рисунок 5).



Рисунок 5 – Перевод контроллера в режим испытания форсунок

Загрузить базу данных, производителя, категорию и № форсунки.

Появятся данные по конкретной форсунке. Кнопкой «Тест» переключить режим испытаний. Активировать нужные кнопки подсоединенных форсунок (рисунок 6). Установить обороты стенда – 1000 мин⁻¹. Нажать СТОП/СТАРТ. При неподключенной форсунке или плохом контакте тест остановится и будет моргать соответствующая кнопка.



Рисунок 6 – Активизация нужных кнопок для проверки форсунок

Удалить воздух из системы. Количество ходов выбирать в соответствии с объемом мензурок (рисунок 7).

К-во ходов	Длит. импульса
1000	0

Рисунок 7 – Выбор количества ходов

Кнопкой СТОП/СТАРТ активизировать тест. По окончании теста записывается количество топлива в измерительных емкостях в таблицу (рисунок 8).

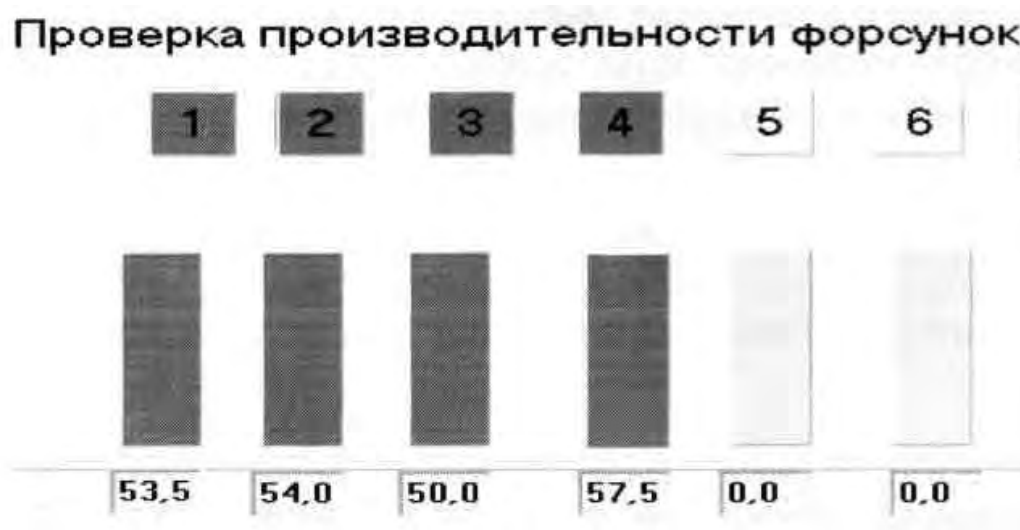


Рисунок 8 – Таблица результатов диагностирования

Содержание отчета

- 1 Номер и наименование работы.
- 2 Цель работы.
- 3 Применяемое оборудование.
- 4 Описание параметров, по которым проводится диагностирование форсунок; результаты диагностирования.
- 5 Заключение о техническом состоянии форсунок.

Лабораторная работа № 6. Диагностирование угла опережения впрыска топлива дизельного двигателя

Для эффективной работы дизельного двигателя важное значение имеет угол опережения впрыска топлива. Его величину определяет период индукции – время задержки воспламенения топливовоздушной смеси. Основными факторами, определяющими время индукции, являются температура топливовоздушной смеси, давление рабочего тела, качество смеси, т. е. коэффициент

избытка воздуха, свойства топлива – цетановое число. Для современных дизелей с непосредственным впрыском топлива при работе на номинальном режиме время задержки воспламенения (индукции) составляет 1...5 мс. При позднем впрыске воспламенение и основное горение идет на такте расширения, т. е. после верхней мертвой точки (ВМТ). Это приводит к существенному ухудшению мощностных, экономических и экологических характеристик дизеля. При слишком раннем впрыске имеет место чрезмерная скорость увеличения давления, что приводит к жесткой работе двигателя, повышенной шумности мотора, динамическим нагрузкам в его механизмах и трансмиссии и, как следствие, недополучению мощности.

Для улучшения выходных показателей двигателя необходимо: интенсифицировать процесс подачи топлива, т. е. подавать все топливо за период индукции, который должен заканчиваться при достижении поршнем ВМТ; использовать двойной впрыск топлива – вначале подавать малую порцию, а после окончания времени индукции – основную, т. е. осуществлять управляемое горение; интенсифицировать турбулентность рабочего тела с помощью рациональной конфигурации камеры сгорания, параметров форсунок (количества и расположения сопловых отверстий, давления впрыска), параметров впускного тракта (количества и расположения впускных клапанов и каналов), фаз газораспределения.

Цель работы

Определить угол опережения подачи топлива.

Оборудование, приспособления, приборы и инструменты

- 1 Приспособление для определения момента начала подачи топлива, моментоскоп КИ-4941.
- 2 Аппаратура для диагностирования топливных систем дизельных двигателей «ELKON-SD 302».
- 3 Моторно-динамический стенд с двигателем Д-50.
- 4 Источник питания постоянного тока Б5-47.

Порядок выполнения работы

- 1 Определение угла опережения подачи топлива на различных скоростных режимах аппаратурой для диагностирования топливных систем «ELKON-SD 302» (рисунок 1).

В состав аппаратуры входит датчик, устанавливаемый на топливопровод высокого давления, используемый для зажигания стробоскопического фонаря. На лицевой стороне корпуса установлены два стрелочных прибора – тахометр и указатель угла опережения впрыска топлива, а также схема установки датчиков. Клавиатурой задаются режимы диагностики топливной аппаратуры. На маховике двигателя и на корпусе отмечают положение В.М.Т. первого цилиндра.



1. Прибор для измерения угла и уровня сигнала давления /IM/
2. Прибор для измерения числа оборотов /2M/
3. Схема подключения и обслуживания

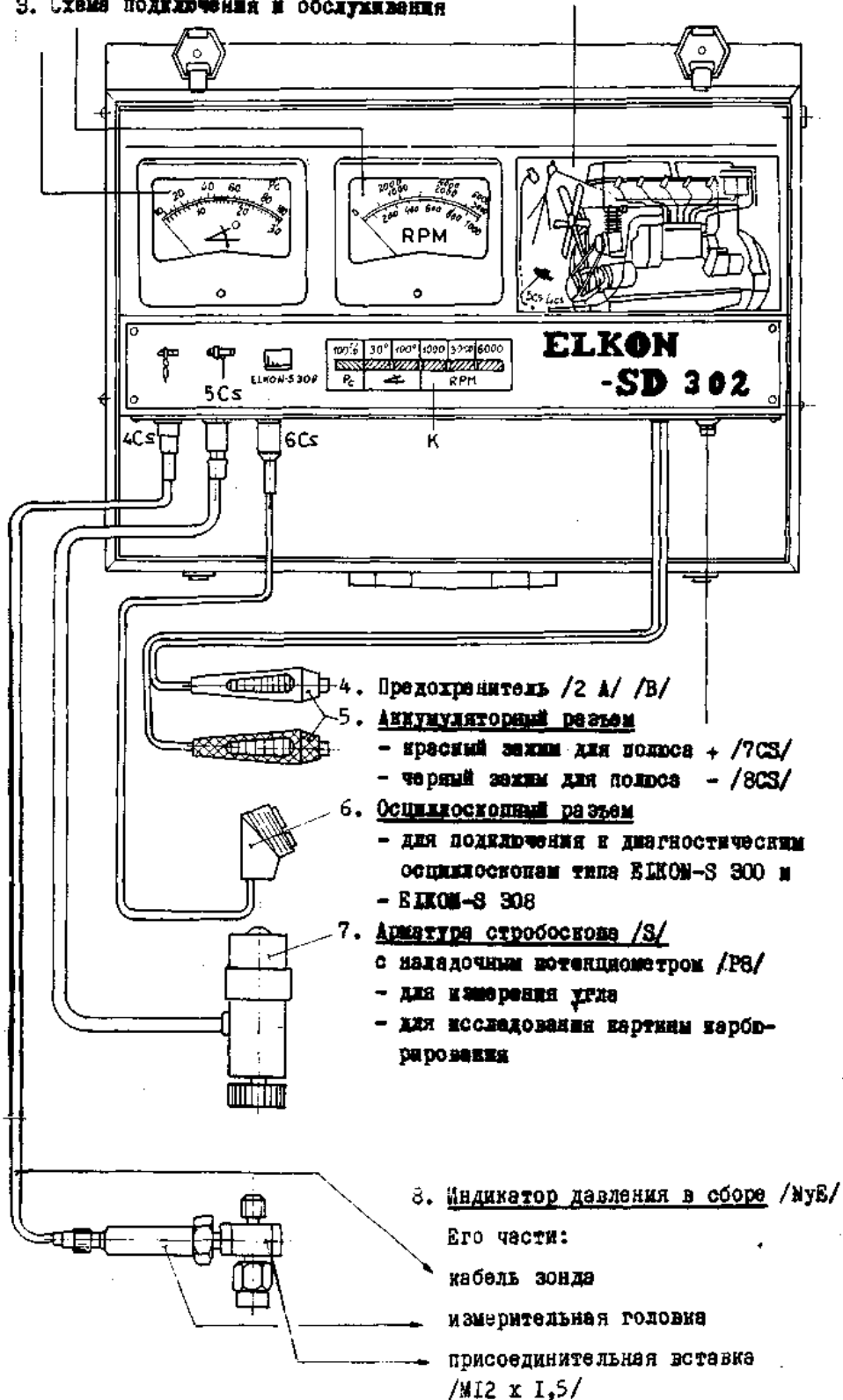


Рисунок 1 – Аппаратура для диагностирования топливных систем дизельных двигателей «ELKON-SD 302»

Порядок определения угла опережения впрыска топлива следующий:

- в топливопровод форсунки первого цилиндра установить индикатор давления 8 и подсоединить его кабель к соответствующему гнезду панели прибора «ELKON-SD 302»;
- подключить клеммы 5 прибора к источнику постоянного тока напряжением 12 В, соблюдая полярность (красный зажим к клемме +);
- подключить к прибору стробоскопический фонарь 7 и нажать клавишу, соответствующего диапазона измерения углов (клавишу 30°);
- запустить двигатель, стробоскопическим фонарем осветить маховик (вспышки соответствуют моменту начала впрыска топлива) и, вращая потенциометр стробоскопа, совместить метки ВМТ на маховике и корпусе двигателя. После этого с измерительного прибора считывается значение угла опережения подачи топлива в градусах поворота коленчатого вала.

2 Определение угла опережения подачи топлива моментоскопом КИ-4941.

Для определения угла опережения подачи топлива в статическом режиме используют моментоскоп КИ-4941. Он представляет собой наворачиваемую на штуцер топливного насоса накидную гайку 4 с трубкой высокого давления 3, на которой посредством соединительной эластичной трубки 2 закреплена прозрачная часть 1, по которой отслеживают момент начала подъема топлива (рисунок 2).

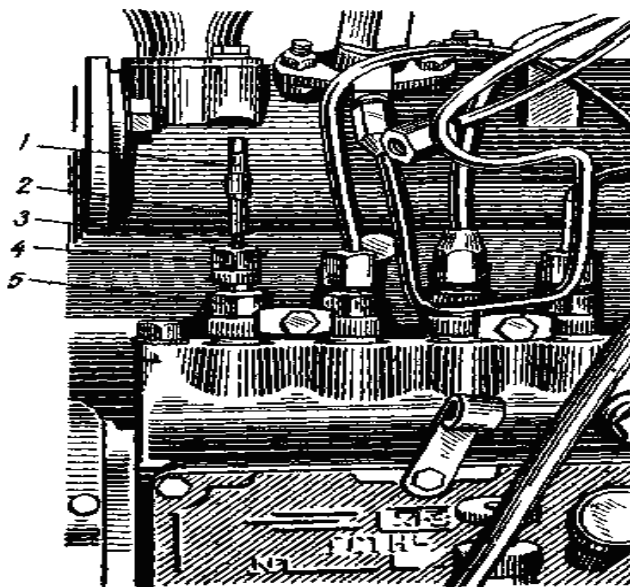


Рисунок 2 – Установка моментоскопа КИ-4941 на секции ТНВД двигателя Д-50

Порядок определений угла опережения подачи топлива в статическом режиме моментоскопом КИ-4941 следующий:

- отсоединить от штуцера первой секции топливного насоса топливопровод высокого давления и установить на него моментоскоп;
- включить подачу топлива и прокручивать коленчатый вал до заполнения стеклянной трубки моментоскопа топливом и исчезновения пузырьков воздуха;
- отметить на маховике ВМТ в проверяемом цилиндре

– наблюдая за уровнем топлива в трубке моментоскопа, прокрутить коленчатый вал по направлению вращения до момента подъема уровня топлива в трубке. Отметить положение шкива относительно метки ВМТ;

– пересчитать угол опережения впрыска топлива через количество зубьев на маховике, учитывая, что маховик двигателя Д-50 имеет 144 зуба;

– проверить коленчатый вал двигателя в обратном направлении и вновь определить момент начала подъема уровня топлива. Замеры провести не менее трех раз.

Найденный угол опережения подачи топлива сравнить с номинальным и предельными значениями угла из таблицы 1.

Таблица 1 – Значения углов опережения подачи топлива

Марка трактора	Марка двигателя	Угол начала подачи	
		номинальный до ВМТ, град	допустимый, град
К-700	ЯМЗ-238НБ	18...20	17...21
К-701	ЯМЗ-240Б	18...20	17...21
Т-150	СМД-60	23...25	22...26
Т-130	Д-160	22...24	21...25
ДТ-75	СМД-14	18...20	17...21
МТЗ-80	Д-240	25...27	24...28
МТЗ-50	Д-50	15...17	14...18

Содержание отчета

- 1 Номер и наименование работы.
- 2 Цель работы.
- 3 Применяемое оборудование.
- 4 Порядок определения угла опережения впрыска топлива моментоскопом и аппаратурой «ELKON-SD 302».
- 5 Результаты диагностики.
- 6 Выводы по работе.

Лабораторная работа № 7. Диагностирование системы воздухоподачи дизельного двигателя

Неисправности в системе питания двигателя ухудшают тягово-скоростные и экономические показатели работы машины. Увеличивается расход топлива, уменьшается мощность двигателя, затрудняется запуск двигателя, увеличивается дымность выхлопа на определенных режимах и т. д.

На процесс смесеобразования большое влияние оказывает система подачи воздуха, поэтому перед выявлением технического состояния основных сбороч-



ных единиц системы питания, проверяется система подачи воздуха. Основным элементом системы подачи воздуха является воздухоочиститель, характеристики которого по мере загрязнения ухудшаются, что сказывается на снижении мощности двигателя. Степень засоренности воздухоочистителя характеризуется величиной разрежения во впускном коллекторе двигателя. При возрастании разрежения возникает опасность подсоса неочищенного воздуха через неплотности соединений как самого воздухоочистителя, так и соединений впускного тракта. Это приводит к снижению ресурса двигателя.

Таким образом, основными диагностическими параметрами системы подачи воздуха являются засоренность воздухоочистителя и герметичность воздушного тракта.

Цель работы

- 1 Оценить степень засоренности воздухоочистителя дизельного двигателя Д-50.
- 2 Проверить герметичность воздушного тракта.

Оборудование

- 1 Моторно-динамический стенд с двигателем Д-50.
- 2 Манометр-вакуумметр.
- 3 Устройство для проверки герметичности КИ-4870.

Порядок выполнения работы

- 1 Оценка степени засоренности воздухоочистителя двигателя Д-50.

Степень засоренности воздухоочистителя характеризуется величиной разрежения во впускном коллекторе сразу за воздухоочистителем. Для определения величины разрежения на впускном коллекторе двигателя устанавливают манометр-вакуумметр. Разрежение во впускном коллекторе является диагностическим параметром при оценке состояния воздушного фильтра воздухоочистителя.

Диагностирование воздухоочистителя осуществляют в такой последовательности. Запустить двигатель и установить номинальную частоту вращения коленчатого вала. По шкале манометра-вакуумметра определить разрежение во впускном коллекторе и сравнить с допустимым по таблице 1. Если величина разрежения достигла предельного значения, фильтр требует замены или разборки, очистки и промывки.

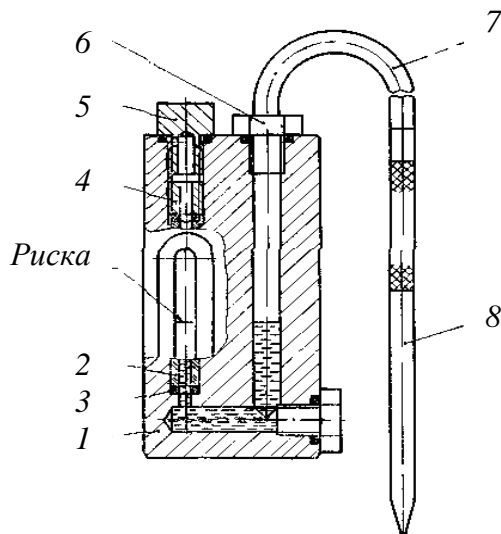
Таблица 1 – Параметры состояния воздухоочистителя

Марка двигателя	Разрежение, кПа	
	номинальное	предельное
ЯМЗ-238НБ	(2,1+0,3)	4,0
СМД-14, СМД-14А	(5,0 ± 0,5)	7,0
Д-50, Д-50Л, Д-48ПЛ	(3,5 ± 0,5)	5,5



2 Проверка герметичности воздушного тракта.

Герметичность воздушного тракта определяют при помощи устройства КИ-4870 (рисунок 1).



1 – корпус; 2 – трубка; 3 – прокладка; 4 – винт; 5 – пробка; 6 – штуцер; 7 – трубка присоединительная; 8 – наконечник

Рисунок 1 – Устройство КИ-4870 для проверки герметичности системы воздухоподачи

В корпусе 1 имеются два сообщающихся канала. В один канал вставлена прозрачная трубка 2, уплотненная по концам резиновыми прокладками 3 и винтом 4. На трубке нанесена риска. Сверху канал закрыт винтовой пробкой 5. На боковой поверхности корпуса 1 имеется окно, предназначенное для наблюдения за уровнем жидкости. Второй канал соединен через штуцер 6 и присоединительную трубку 7 с наконечником 8. В каналы заливается рабочая жидкость.

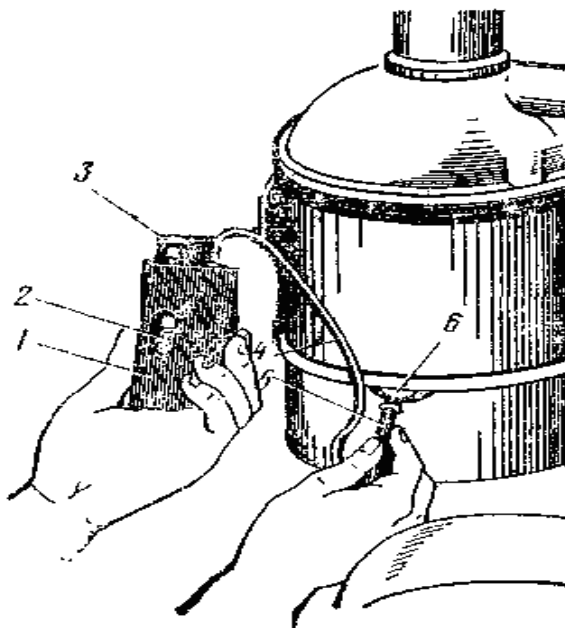
Принцип работы устройства заключается в изменении положения уровня жидкости под воздействием разрежения, создающегося перед каналом наконечника при наличии подсоса воздуха в случае негерметичности впускного воздушного тракта. Изменение положения уровня жидкости отмечается по риске на трубке.

Проверку герметичности осуществляют следующим образом. Подготовить прибор к работе, для чего вывернуть пробку 5 из корпуса 1 устройства КИ-4870 и, удерживая корпус в вертикальном положении, залить в канал рабочую жидкость: антифриз, дизельное топливо или обычную воду. Завернуть пробку 5 до нижней кромки имеющегося в ней отверстия так, чтобы канал сообщался с атмосферой.

Запустить двигатель и установить номинальную частоту вращения коленчатого вала. Визуально осмотреть воздушный тракт.левой рукой взять прибор 1 (рисунок 2) глазком 2 к себе и удерживать его в вертикальном положении, а в правую руку взять шланг 4 с наконечником 6.

Прикладывая наконечник к местам возможного нарушения герметичности воздушного тракта (корпус фильтра, хомут соединения воздуховода и т. д.), наблюдать за уровнем жидкости в глазке 2. Опускание жидкости в глазке при-

бора означает подсос воздуха. Места нарушения герметичности отметить, а затем загерметизировать.



1 – корпус прибора; 2 – глазок; 3 – пробка; 4 – резиновый шланг; 5 – соединительная муфта; 6 – сменный наконечник

Рисунок 2 – Схема поиска мест подсоса воздуха во впускном воздушном тракте

Остановить двигатель. Ввернуть пробку 5 до упора в корпус устройства. Дать заключение о герметичности воздушного тракта.

Содержание отчета

- 1 Название работы.
- 2 Цель работы.
- 3 Таблица параметров состояния воздухоочистителя и результатов измерения.
- 4 Схема устройства для проверки герметичности КИ-4870.
- 5 Выводы по результатам диагностики системы воздухоподачи.

Лабораторная работа № 8. Диагностирование электрического стартера

Диагностика стартера включает оценку технического состояния тягового реле, состояния механической (втулок подшипников скольжения, перекося якоря) и электрической (проводки и щеточно-коллекторного перехода) частей.

Тяговое реле стартера проверяют по напряжению включения и потребляемому току.

Механическая часть стартера проверяется на режиме холостого хода по то-

ку потребления и частоте вращения якоря. Плохая смазка подшипников скольжения, их износ, приводящий к перекоосу якоря и его касанию за статор, создают дополнительное сопротивление вращению, вызывающее увеличение силы тока на режиме холостого хода для преодоления дополнительных механических сопротивлений.

Уменьшение величины тока на режиме холостого хода вызывается дополнительным сопротивлением в электрической цепи привода стартера: плохим контактом соединительных проводов, замасливанием и подгоранием коллектора, плохим контактом щеток коллектора из-за зависания их в щеткодержателе или из-за уменьшения усилия их прижатия к коллектору пружинами.

В итоге увеличение или уменьшение силы тока в цепи питания стартера приводит к уменьшению частоты вращения якоря, которая является важным диагностическим параметром, характеризующим состояние электрического стартера.

Цель работы

Оценка технического состояния электрического стартера СТ 130-А3.

Оборудование и инструменты

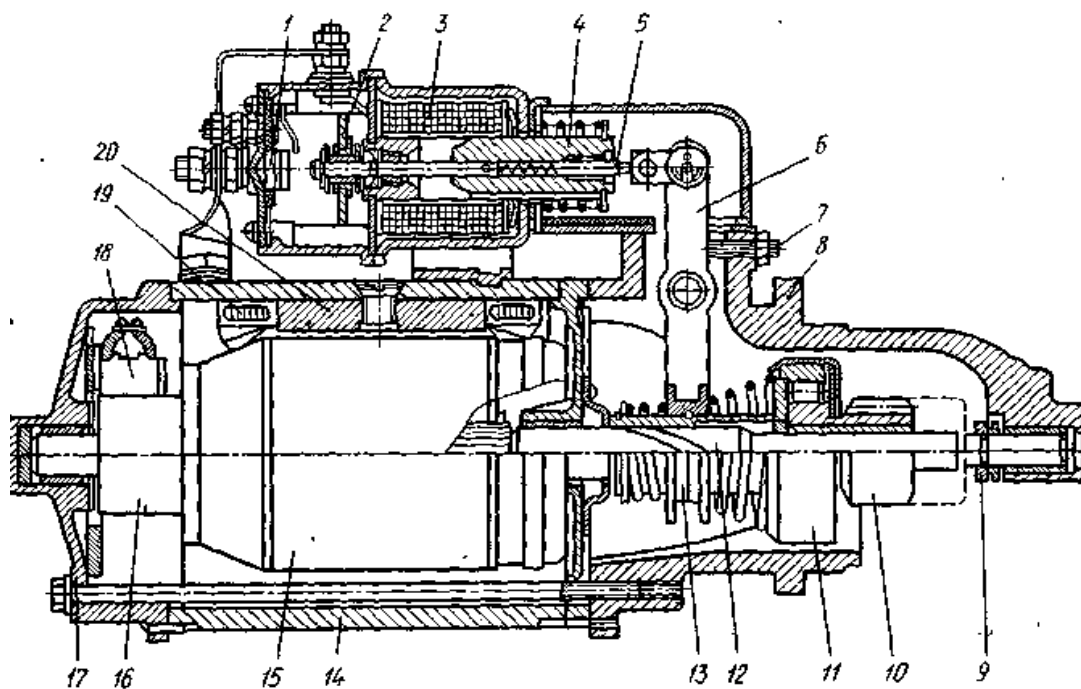
- 1 Стартер СТ 130-А3.
- 2 Стенд диагностический Э250-02.

Стартер СТ 130-А3 устанавливается на двигателе автомобиля ЗИЛ-130. Стартер СТ 130-А3 (рисунок 1) с электромагнитным приводом и дистанционным управлением, четырехполюсный, получает питание от аккумуляторной батареи напряжением 12 В. Он прикреплен болтами к картеру сцепления. Вал 12 якоря 15 вращается на бронзографитовых втулках, установленных в крышках 8, 17 и в среднем опорном диске. В пазы магнитопровода якоря заложена обмотка, состоящая из секций толстой медной ленты. Концы ленты соединены с пластинами коллектора 16. Щетки установлены в щеткодержателях, два из которых соединены с задней крышкой, т. е. с массой (корпусом), а два изолированы от корпуса. Обмотка возбуждения 19 расположена на четырех магнитных полюсах 20 и разделена на две параллельные ветви; в каждой ветви по две последовательно соединенных катушки. На валу 12 якоря выполнена винтовая ленточная резьба, по которой может перемещаться и поворачиваться втулка привода стартера с зубчатым колесом 10.

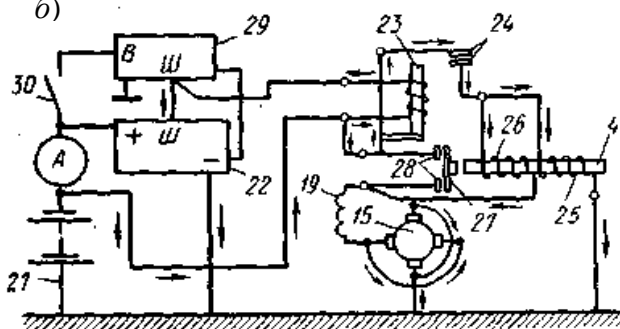
Стартер имеет два реле: тяговое 3, установленное на корпусе, и реле 23 включения, расположенное между аккумуляторной батареей 21 и тяговым реле. Реле включения служит для подачи питания в обмотки тягового реле при пуске двигателя и для автоматического отключения стартера после его пуска. Тяговое реле вводит в зацепление с венцом маховика зубчатое колесо 10 и замыкает цепь стартера. При повороте ключа зажигания стартер включается. В этом случае питание от аккумуляторной батареи 21 поступает в реле включения 23 по следующей цепи: положительный полюсный вывод аккумуляторной батареи 21 –

вывод реле включения 23 – обмотка реле включения – вывод Ш регулятора напряжения 29 – вывод Ш генератора 22 – обмотка возбуждения генератора – масса (корпус) – отрицательный полюсный вывод батареи.

a)



б)



в)

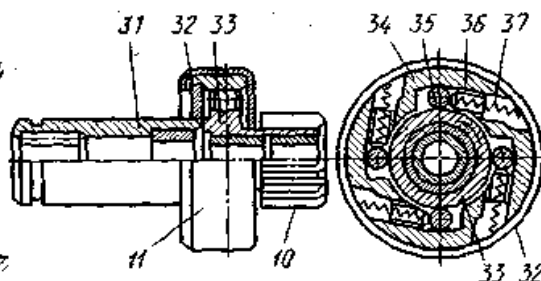


Рисунок 1 – Стартер СТ 130-А3

Магнитопровод реле включения 23 намагничивается и притягивает якорь, замыкающий контакты 24, после чего включаются в цепь обмотки тягового реле 3, втягивающая 26 и удерживающая 25 обмотки. От положительного полюсного вывода аккумуляторной батареи питание поступает к выводу реле включения 23, к замкнутым контактам 24, выводу тягового реле и далее по двум параллельным цепям: втягивающая обмотка 26 – вывод тягового реле – обмотка возбуждения 19 стартера – изолированные щетки – коллектор 16 – обмотка якоря 15 – коллектор – щетки – масса – отрицательный вывод аккумуляторной батареи; удерживающая обмотка 25 – масса – отрицательный вывод аккумуляторной батареи.

Электрический ток создает магнитное поле, под действием которого якорь 4 тягового реле втягивается внутрь катушки и через рычаг 6 включения стартера

вводит его зубчатое колесо 10 в зацепление с зубчатым венцом маховика. В конце хода якорь 4 нажимает на контактный диск 27, замыкая контакты 28 выключателя, и накоротко замыкает втягивающую обмотку 26 реле. От аккумуляторной батареи ток поступает к стартеру, и якорь 15 стартера начинает вращаться. Якорь 4 тягового реле удерживается внутри катушки благодаря магнитному полю удерживающей обмотки 25. Когда двигатель начинает работать, нужно выключить стартер. При этом выключается цепь обмотки реле включения, размыкаются контакты 24, намагничивание якоря 4 тягового реле прекращается, контактный диск 27 отходит от выводов тягового реле, и стартер отключается от аккумуляторной батареи. Одновременно пружина якоря 4 (рисунок 1, а) разжимается, перемещаются якорь, винт 5 и поворачивается рычаг 6, выводящий зубчатое колесо 10 из зацепления с венцом маховика.

Стартер имеет муфту свободного хода (рисунок 1, в) для передачи вращения только в одном направлении – к маховику, что предохраняет якорь от значительного увеличения его частоты вращения при передаче вращения от маховика к стартеру. На валу якоря установлена втулка 31, жестко соединенная с обоймой 34, которая закрыта кожухом 32. Зубчатое колесо 10 изготовлено как одно целое со ступицей 33. В обойме 34 есть фасонные пазы, в которых расположены ролики 35, отжимаемые в узкую часть паза пружинами 37 через плунжеры 36.

При вращении якоря стартера (пуск двигателя) ролики заклинивают ступицу 33 и обойму 34, заставляя их вращаться как одно целое, и крутящий момент с зубчатого колеса 10 передается на зубчатый венец маховика. Когда двигатель начнет работать, зубчатый венец маховика будет вращать колесо с большей частотой вращения и ролики расклинят ступицу 33 и обойму 34.

Технические характеристики стартера

Номинальное напряжение питания $U_{ном}$, В	12
Номинальная мощность $P_{ном}$, кВт	1,8
Сила тока на режиме холостого хода I_{xx} , А	90 не более
Напряжение холостого хода U_{xx} , В.....	12
Частота вращения на холостом ходу n_{xx} , мин ⁻¹	3400
Момент развиваемый на режиме холостого хода M , Н·м	22
Сила тока на режиме полного торможения I_m , А	700 не более
Напряжение на режиме полного торможения U_m , В	8
Потребление тока тяговым реле I_m , А	
– втягивающей обмоткой	43
– удерживающей обмоткой.....	6

Стенд для диагностики электрооборудования.

Стенд Э250-02 предназначен для диагностики стартеров, генераторов постоянного и переменного тока. Панель управления показана на рисунке 2.



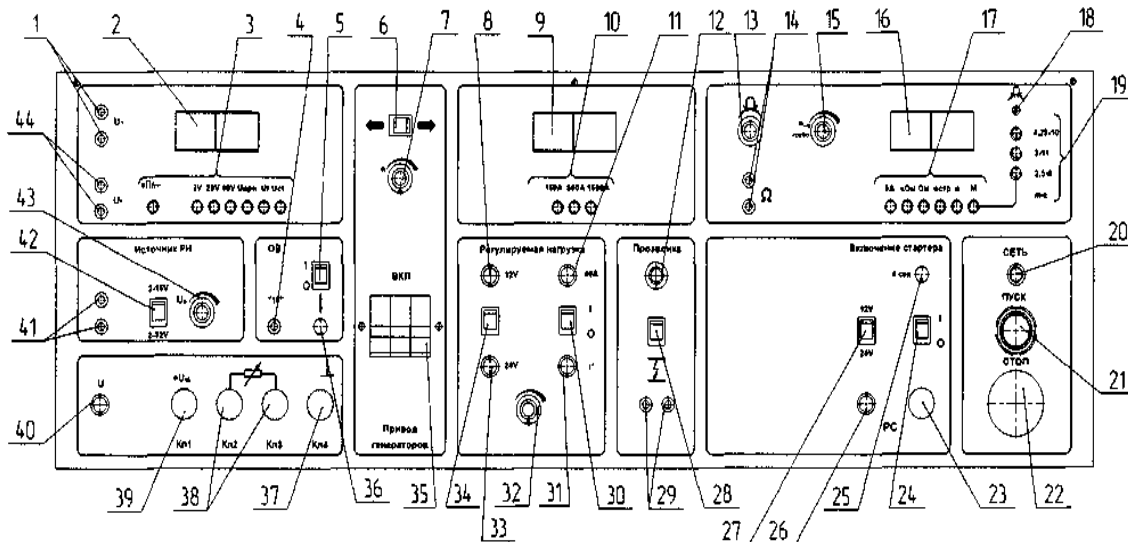
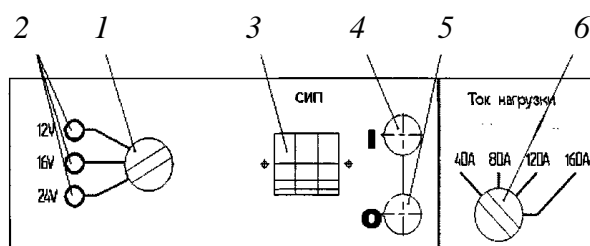


Рисунок 2 – Панель управления стандом

На рисунке 2 приняты следующие обозначения: 1 – клеммы для измерения переменного напряжения; 2 – индикатор вольтметра; 3 – кнопочный переключатель вольтметра; 4 – клемма подключения обмотки возбуждения генератора к источнику станда; 5 – клавиша принудительного возбуждения; 6 – клавиша включения и выбора направления вращения привода генераторов; 7 – регулятор скорости вращения привода; 8 – индикатор режима нагрузки генераторов «12 В»; 9 – индикатор амперметра; 10 – кнопочный переключатель амперметра; 11 – индикатор включения регулируемой нагрузки; 12 – индикатор контроля изоляции; 13 – регулятор установки нуля омметра; 14 – клеммы омметра; 15 – регулятор тахометра «ГРУБО»; 16 – индикатор универсального измерителя; 17 – кнопочный переключатель универсального измерителя; 18 – резистор установки нуля измерителя момента; 19 – кнопочный переключатель измерителя крутящего момента; 20 – индикатор включенного состояния станда; 21 – кнопка включения станда; 22 – кнопка выключения станда; 23 – клемма подключения реле стартера; 24 – клавиша включения стартера; 25 – кнопка включения стартера на 4 с; 26 – индикатор подключения реле стартера; 27 – клавиша выбора номинального напряжения стартеров; 28 – клавиша включения индикатора контроля изоляции; 29 – клеммы индикатора контроля изоляции; 30 – клавиша включения регулируемой нагрузки; 31 – индикатор срабатывания термозащиты блока нагрузки; 32 – регулятор регулируемой нагрузки; 33 – индикатор режима нагрузки генераторов «24 В»; 34 – переключатель напряжения регулируемой нагрузки; 35 – выключатель привода генераторов; 36 – кнопка принудительного возбуждения; 37 – клемма «←→» (Кл. 4); 38 – клеммы встроенной нагрузки (Кл. 2, Кл. 3); 39 – клемма «+UAE» генератора (Кл. 1); 40 – индикатор наличия разряда АБ; 41 – клеммы источника регулируемого напряжения (ИРН); 42 – клавишный переключатель ИРН; 43 – регулятор ИРН; 44 – клеммы для измерения постоянного напряжения.

В исполнениях с сетевым источником питания (СИП) панель управления СИП находится на приборной стойке на нижней панели управления рядом со

ступенчатым переключателем тока нагрузки, она представлена на рисунке 3.



1 – переключатель режимов СИП; 2 – индикаторы режимов СИП; 3 – автоматический выключатель СИП; 4 – кнопка «ПУСК»; 5 – кнопка «СТОП»; 6 – ступенчатый переключатель тока нагрузки при проверке генераторов

Рисунок 3 – Нижняя панель управления

Порядок проведения диагностики

1 Диагностика стартера в режиме холостого хода.

Подключить стартер к стенду согласно рисунку 4. Верхняя клемма 50 реле стартера (см. рисунок 4) – это свободный контакт (без перемычки), находящийся на верхней боковой поверхности реле. Клемма 30 – свободный контакт на торце реле стартера. Установить переключатели стенда в следующие положения: универсальный измеритель в положение «п стр», амперметр – 150 А, вольтметр « $U_{ст}$ ». Клавишу включения стартера (см. рисунок 2, поз. 24) поставить в положение «0».

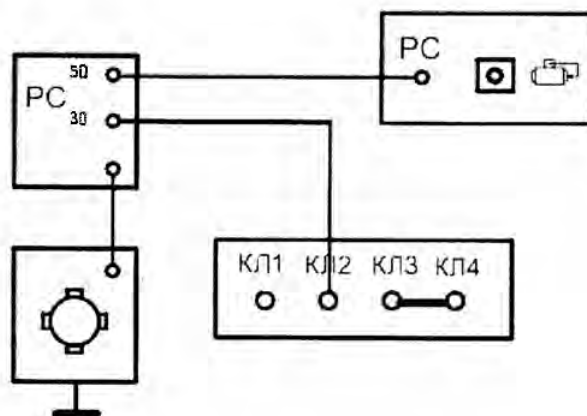


Рисунок 4 – Схема включения стартера с током потребления до 150 А при проверке в режиме холостого хода

Подключить стробоскопический фонарь к соответствующей розетке на левой стенке стенда. Включить стенд и СИП. Регулятором «п грубо» установить показания универсального измерителя на отметку «3.40», что соответствует значению 3400 об/мин.

Нажать кнопку включения стартера на 4 с или клавишу включения стартера. Якорь стартера должен вращаться. Направить фонарь на вращающуюся шестерню, нажать кнопку на осветителе – при этом должна заработать импульсная лампа, и, плавно вращая регулятор частоты, добиться стробоскопического эффекта. Измерить

с помощью осветителя частоту вращения и потребляемый ток. Сравнить полученные значения с данными нормативной документации на стартер.

Наличие дефектов (тугое вращение вала в подшипниках, задевание ротора за статор и др.) вызывает увеличение потребляемой мощности при холостом ходе, вследствие чего ток холостого хода увеличивается, частота вращения якоря падает ниже нормы.

Увеличение тока и снижение частоты вращения якоря может быть следствием межвиткового замыкания обмотки якоря, а межвитковое замыкание обмотки возбуждения приводит к повышению частоты вращения якоря.

Если частота вращения якоря и ток холостого хода ниже нормы, то вероятной причиной является повышенное электрическое сопротивление в цепи стартера, вызванное неудовлетворительным состоянием щеточно-коллекторного перехода (замазывание или подгорание контактирующих поверхностей, снижение усилия пружин или зависание щеток коллектора в щеткодержателях, износ щеток коллектора, подгорание контактов реле стартера и др.).

Продолжительность проверки стартера в режиме холостого хода – не более 10 с.

2 Проверка стартера в режиме полного торможения.

Подключить стартер к стенду, как показано на рисунке 5.

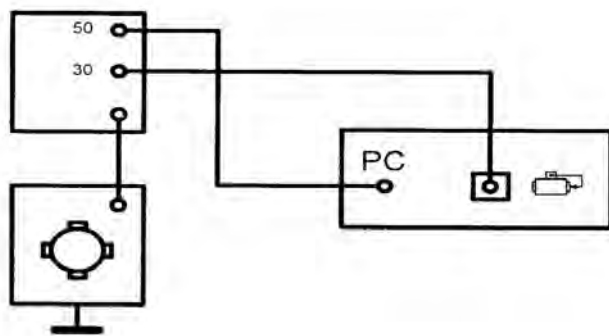
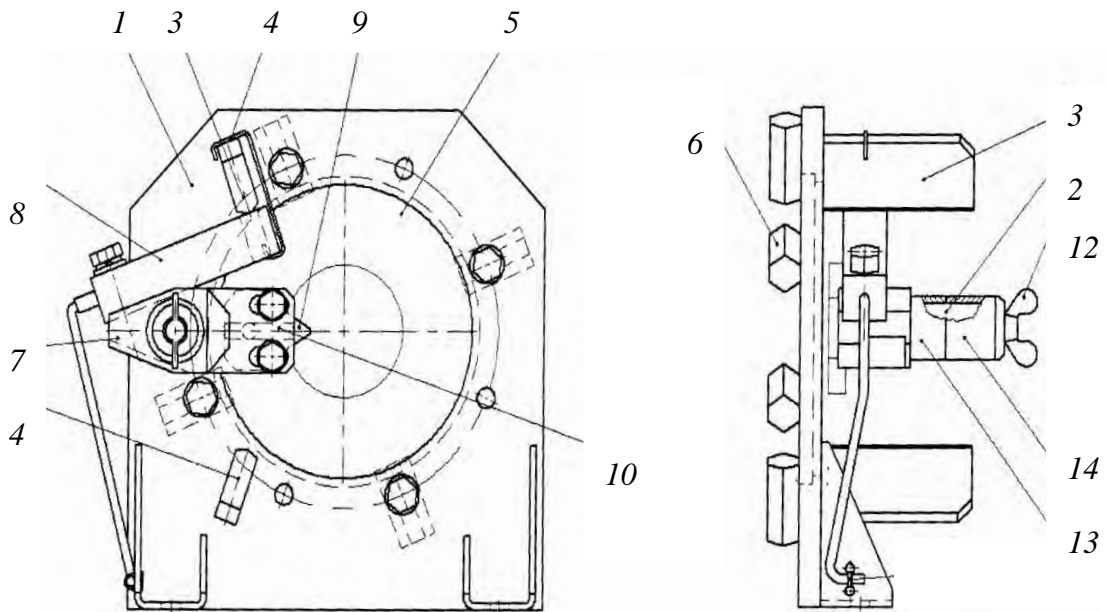


Рисунок 5 – Схема включения стартера с током потребления более 150 А при проверках в режиме полного торможения

Для измерения крутящего момента на валу стартера рычаг 7 переместить в зону зубчатого зацепления при выдвинутом бендиксе, обеспечив необходимое положение зуба 9 в осевом направлении при помощи втулок 13 и 14 и винта 12. Установить шпонку 10, зуб 9 датчика момента 8 (рисунок 6) ввести в зацепление с шестерней стартера и зафиксировать регулировочные элементы от перемещения. При этом в рабочем состоянии винт 12 должен быть ослаблен.

Переключатель измерителя крутящего момента установить в положение «2,5x9». Переключатель 17 (см. рисунок 2) универсального измерителя установить в положение «момент», а переключатель амперметра – в положение 1500 А. Переключатель режимов СИП на нижней панели управления установить в положение «12 В».

Включить стенд. Нажать кнопку «Пуск» на панели управления СИП. Снять показания амперметра и измерителя тормозного момента. Сравнить значение тока в цепи с технической характеристикой стартера.



1 – основание; 2 – ось; 3, 4 – упоры; 5 – сменный диск; 6 – прижимы; 7 – рычаг; 8 – датчик силы; 9 – зуб; 10 – шпонка; 11 – пружина; 12 – винт; 13, 14 – втулки

Рисунок 6 – Устройство измерения пускового момента стартера

Содержание отчета

- 1 Номер и наименование работы.
- 2 Цель работы.
- 3 Применяемое оборудование.
- 4 Описание режимов диагностирования стартера.
- 5 Результаты диагностирования.
- 6 Заключение о техническом состоянии стартера.

Лабораторная работа № 9. Диагностирование сцепления

Работоспособность трансмиссии определяется техническим состоянием сцепления, коробки передач, карданных передач, коробки отбора мощности, раздаточной коробки, главной передачи и колесной передачи.

Техническое состояние сцепления определяется наличием или отсутствием буксования при передаче максимального крутящего момента двигателя и величиной поводок (остаточного момента трения) в выключенном сцеплении, ухудшающих процесс управления переключением ступеней в коробке передач. Вероятной причиной буксования сцепления может быть нарушение регулировки привода, вызывающее неполное включение сцепления, износ фрикционных накладок ведомого диска, выжимного подшипника, замасливание пар трения. Неполное выключение сцепления может быть вызвано увеличением свободного

хода педали сцепления, короблением или перекосом ведомого диска, обрывом фрикционной накладки или попаданием грязи в зазор между ведущим и ведомым дисками, наличием воздуха в гидроприводе сцепления. Резкое включение сцепления возможно при заедании ступицы ведомого диска на шлицах ведущего вала, износе или задире рабочих поверхностей нажимного диска или маховика, полном износе фрикционных накладок ведомого диска.

Цель работы

Определить техническое состояние сцепления двигателя Д-50 и изучить признаки неудовлетворительной работы сцепления.

Оборудование, приспособления, приборы и инструменты

- 1 Моторно-динамический стенд с двигателем Д-50 и порошковым тормозом ПТ-250.
- 2 Аппаратура для диагностирования топливных систем дизельных двигателей «ELKON-SD 302».
- 3 Источники питания постоянного тока Б5-47 и Б5-43А.
- 4 Индикатор часового типа.
- 5 Набор ключей.

Порядок выполнения работы

1 Определение наличия буксования сцепления при передаче максимального крутящего момента.

Для определения наличия буксования сцепления при передаче максимального крутящего момента двигателя используется стробоскопический фонарь от аппаратуры для диагностирования систем питания дизельных двигателей «ELKON-SD 302». В состав аппаратуры входит индикатор давления, устанавливаемый в топливопровод форсунки первого цилиндра, включающий стробоскопический фонарь.

Определение наличия буксования сцепления при передаче максимального крутящего момента определяется в следующей последовательности:

- вручную раскрутить ротор порошкового тормоза;
- в топливопровод форсунки одного из цилиндров установить пьезоэлектрический датчик давления из комплекта аппаратуры «ELKON-SD 302» и подсоединить его кабель к соответствующему гнезду панели прибора «ELKON-SD 302»;
- подключить прибор к источнику постоянного тока Б5-47 напряжением 12 В, соблюдая полярность (красный зажим к клемме «+»);
- подключить к прибору стробоскопический фонарь и нажать клавишу измерения углов опережения впрыска топлива (клавишу «30°»);
- на скобе порошкового тормоза ПТ-250 установить индикатор часового типа и установить его на «0»;
- подсоединить электрический кабель тормоза ПТ-250 к источнику посто-



янного тока Б5-43А и установить напряжение на выходе 0 В;

- убедиться в свободном вращении выходного вала тормоза, провернув его вручную;

- снять кожух с карданного вала, соединяющего двигатель с коробкой передач и направить стробоскопический фонарь на кардан;

- запустить двигатель, включить первую передачу в коробке передач, а рычаг сцепления установить на фиксатор;

- освещая кардан стробоскопическим фонарем, плавно нагрузить тормоз, увеличивая напряжение на управляющей обмотке тормоза и определяя момент индикатором часового типа ($10 \text{ Н} \cdot \text{м} = 0,02 \text{ мм}$);

- при наличии буксования на освещенном стробоскопическим фонарем участке карданного вала наблюдать картину вращающегося карданного вала;

- разгрузить тормоз, установить нейтраль в коробке передач, заглушить двигатель, выключить аппаратуру.

2 Определение наличия поводок в выключенном сцеплении.

Поводки, или остаточный момент трения, в выключенном сцеплении в основном вызываются нарушением регулировки привода сцепления, когда при полностью нажатой педали ведущие и ведомые диски соприкасаются друг с другом. Могут быть и другие причины, например, попадание грязи в зазор между дисками сцепления и др. Это будет затруднять переключение ступеней в коробке передач, поскольку остаточный момент трения препятствует выравниванию угловых скоростей ведущей и ведомой зубчатых полумуфт и освобождению запирающего звена синхронизатора, вынуждая прикладывать к рычагу переключения дополнительные усилия.

Для определения наличия поводок (остаточного момента трения) в выключенном сцеплении установить нейтраль в коробке передач, включить аппаратуру, запустить двигатель и направить стробоскопический фонарь на кардан, медленно выжимая рычаг сцепления. При наличии поводок будет наблюдаться картина вращающегося карданного вала.

Содержание отчета

- 1 Название и номер лабораторной работы.

- 2 Цель работы.

- 3 Оборудование.

- 4 Порядок выполнения работы и полученные результаты.

- 5 Составление протокола диагностирования сцепления и заключения.



Лабораторная работа № 10. Диагностирование зубчатых передач

Техническое состояние зубчатой передачи оценивают по суммарному угловому зазору, характеризующему износ рабочих поверхностей зубьев и по кинематической погрешности передачи, характеризующей неравномерность износа зубьев и наличие единичных дефектов (выкрашивание и сколы рабочих поверхностей, обломы зубьев).

Эти дефекты вызывают угловые перемещения ведомого вала относительно ведущего. Относительные угловые перемещения вращающихся валов можно определить импульсным способом, для чего с ведущим валом необходимо связать датчик угла поворота, генерирующий опорный сигнал с большим числом импульсов за один оборот, а с выходным – датчик угла поворота с меньшим числом импульсов или датчик зубцовой частоты. Подсчитывая количество импульсов опорного сигнала в каждом выходном, можно определять относительные угловые перемещения валов: при отсутствии относительных перемещений в каждом выходном будет одинаковое количество опорных импульсов, при отставании ведомого вала количество опорных импульсов будет увеличиваться, при обгоне – уменьшаться. Анализируя эти изменения по соответствующим алгоритмам, можно определить суммарный угловой зазор зубчатой передачи при движении, а кинематическую погрешность представить в виде графика ее изменения за несколько оборотов ведомого колеса и выделить циклическую погрешность, вызванную нарушением шага зацепления и наличием единичного дефекта, переведя эти погрешности из импульсов в угловые или линейные величины.

Цель работы

1 Освоить методику определения кинематической погрешности зубчатой передачи путем анализа относительных угловых перемещений ведущего и ведомого валов, контролируемых импульсным способом.

2 Освоить методику анализа кинематической погрешности для установления величины суммарного углового зазора, наличия и величины единичных дефектов, их принадлежности тому или иному зубчатому колесу.

Оборудование и инструменты

- 1 Экспериментальная установка с зубчатой передачей.
- 2 Плата сбора данных.
- 3 Источник постоянного тока Б5-47.
- 4 Ноутбук с соответствующим программным обеспечением.

Экспериментальная установка (рисунок 1) представляет собой зубчатую пару с ведущим колесом 1 ($Z_1 = 20$), которой связан задатчик высокочастотного



опорного сигнала 4 – фотоэлектрический преобразователь углового перемещения ВЕ-178А, генерирующий 2500 импульсов за один оборот, а с ведомым колесом 2 ($Z_2 = 50$) – аналогичный датчик углового перемещения 5, генерирующий 1024 импульса за один оборот.

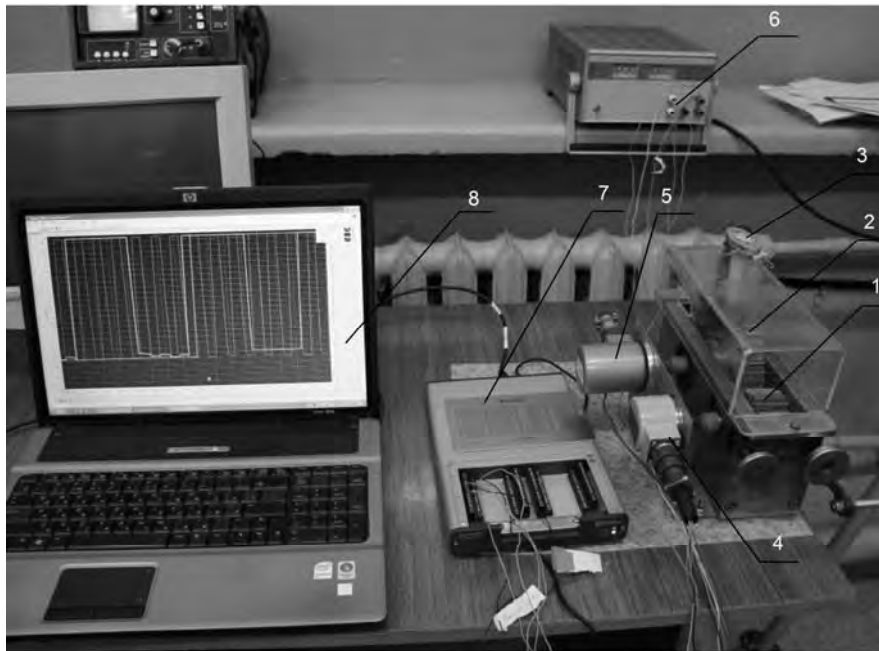


Рисунок 1 – Экспериментальная установка с зубчатой передачей

Напротив зубчатого венца ведомого колеса установлен также датчик зубцовой частоты 3, генерирующий прямоугольные импульсы напряжения на основе эффекта Холла. Все датчики запитаны от источника питания 6, а дискретные сигналы от них в виде прямоугольных импульсов поступают на плату сбора данных 7, после чего полученный массив данных обрабатывается на ЭВМ 8.

Порядок выполнения работы

1 Определение суммарного углового зазора зубчатой передачи.

Суммарный угловой зазор зубчатой передачи характеризует износ рабочих (боковых) поверхностей зубьев. Его можно измерить в процессе движения машины. В этом случае на объект диагностирования необходимо подать тестовое воздействие, направленное на выбор суммарного углового зазора. Им может быть торможение двигателем, когда силы инерции поступательно и вращательно двигающихся масс, связанных с ведомым валом, продолжают движение и выбирают зазор в зацеплении. На данной лабораторной установке тестовым воздействием будут не силы инерции, а принудительное вращение ведомого вала гаечным ключом для выбора зазора в зацеплении. При использовании импульсного способа для определения суммарного углового зазора необходимо задействовать датчики высокочастотного опорного сигнала и зубцовой частоты, связанные с ведущим и ведомым валами соответственно. Тогда диагностический сигнал будет иметь вид, как на рисунке 2.

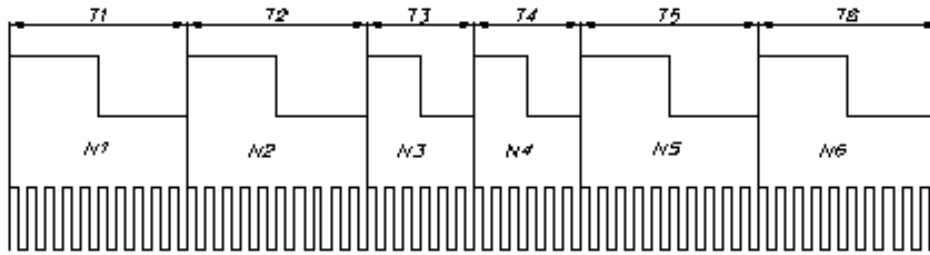


Рисунок 2 – Вид диагностического сигнала при определении суммарного углового зазора зубчатой передачи

Порядок выполнения п. 1 лабораторной работы.

1.1 Используя транспортер, закрепленный на корпусе экспериментальной установки и стрелку на ведущем валу, измерить угловой зазор в зубчатой передаче (в градусах).

1.2 Плату сбора данных подключить к USB-порту компьютера и к выходам 3,5 датчика опорного сигнала и 6,7 – датчика зубцовой частоты электрической колодки экспериментальной установки в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 – Выходы колодки экспериментальной установки

+15 В	-15 В	Выход 10 В (2500 имп.)	Выход 10 В (1024 имп.)	Общий (-10 В)	Выход «+» Д. Холла	Выход «-» Д. Холла
1	2	3	4	5	6	7

1.3 Подключить источник питания с напряжением 15 В к выходам 1 и 2 на корпусе экспериментальной установки.

1.4 Включив запись, сделать один оборот приводной ручки против часовой стрелки.

1.5 Гаечным ключом повернуть на четверть оборота выходной вал установки в том же направлении, выбрав угловой зазор в передаче и выключить запись.

1.6 Экспортировать результаты измерений на ПЭВМ.

1.7 Построить график $N_{on} = f(N_{вых})$, для чего:

– открыть файл «Зазор 1», на экране появятся два столбца экспериментальных данных уровней напряжения импульсов с датчика Холла и высокочастотного опорного сигнала;

– перейти на лист «Расчет» и, нажав кнопку «Расчет», подсчитать импульсы опорного сигнала в каждом импульсе зубцовой частоты;

– перейти на лист «Исходные данные», где сформированы два столбца с последовательным рядом выходных импульсов (столбец F) и количеством опорных импульсов в каждом выходном (столбец G);

– построить график по этим данным, у которого ось O_x – выходные импульсы (столбец F), а ось O_y – количество опорных импульсов в одном выходном (столбец G).

1.8 На графике $N_{on} = f(N_{вых})$ найти один импульс выходного сигнала $N_{вых}$,

кроме первого, наименьший по количеству импульсов опорного сигнала N_{on} .

1.9 Найти разницу количества импульсов относительно остальных импульсов и определить суммарный угловой зазор φ , град, по выражению

$$\varphi = \frac{\Delta N}{N_{on}} 360. \quad (1)$$

1.10 Результаты измерений занести в отчет.

2 Определение наличия, величины и местоположения единичного дефекта зуба.

Для установления наличия и величины единичного дефекта зубчатой пары и места его нахождения – на ведущем или ведомом колесе – схема подключения остается такой, как в п. 1. В этом случае при прохождении дефекта ведомое колесо останавливается, а ведущее продолжает движение, генерируя импульсы опорного сигнала (рисунок 3).

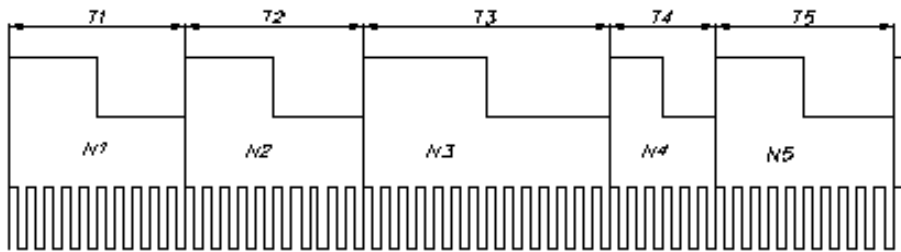


Рисунок 3 – Вид диагностического сигнала при определении единичного дефекта зуба

После прохождения дефекта кинематическая связь восстанавливается за счет ускоренного поворота ведомого колеса. В этом случае в диагностическом сигнале появятся рядом два сигнала с большим и меньшим числом импульсов опорного сигнала, разница которых пропорциональна величине дефекта.

По периоду повторного появления этой пары импульсов можно установить принадлежность тому или другому колесу.

Порядок выполнения п. 2 следующий.

2.1 Подключить датчики и питание аналогично п. 1.2–1.4.

2.2 Записать выходные сигналы, вращая ручку установки против часовой стрелки на 3...5 оборотов.

2.3 Повторить запись, вращая ручку установки по часовой стрелке там, где находится единичный дефект.

2.4 Экспортировать результаты измерений на ПЭВМ.

2.5 Построить графики кинематической погрешности при отсутствии дефекта зуба и при его наличии, для чего:

- открыть файл «Единичный дефект»;
- перейти на лист «Расчет» и, нажимая кнопку «Расчет», вычислить разницы сумм опорных импульсов относительно теоретических;
- перейти на лист «Исходные данные»;
- построить график по данным в столбце F и G, у которого ось Ox –

выходные импульсы (столбец F), а ось Oy – количество опорных импульсов в одном выходном (столбец G);

– определить величину единичного дефекта и период в импульсах.

2.6 Сравнить графики при отсутствии и при наличии дефекта, определить период повторного появления дефекта и его принадлежность ведущему или ведомому колесу.

2.7 Определить величину дефекта в долях толщины зуба (4,9 мм).

3 Определение кинематической погрешности передачи.

Кинематическая погрешность вызывается неравномерным износом зубьев по окружности колеса или погрешностями при нарезании зубьев. Для того чтобы эти изменения выявить, необходимо использовать высокочастотные датчики угла поворота как ведущего, так и ведомого колес (рисунок 4).

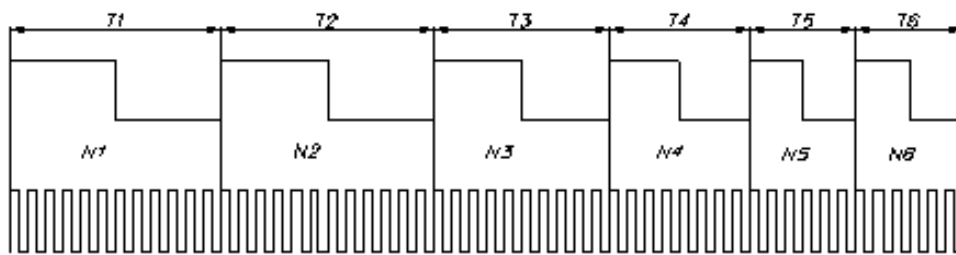


Рисунок 4 – Фрагмент выходного сигнала при уменьшении шага зацепления

Количество опорных импульсов в одном выходном $N_{on/вых}$ для пары зубчатых колес гармонически изменяется, на каждом выходном импульсе количество опорных будет то возрастать относительно теоретического, то уменьшаться.

Теоретическое значение импульсов опорного сигнала в выходном $N_{теор}$ определяется как

$$N_{теор} = \frac{N_{on1}}{N_{вых}} = \frac{6250}{1024} = 6,104 \text{ имп.}$$

Величину кинематической погрешности передачи можно оценить, фиксируя накопленное отклонение фактического значения количества импульсов опорного сигнала в одном выходном от истинного теоретического значения, т. е.

$$F_{1kn} = \sum_{i=1}^n N_{on/выхi} - \sum_{i=1}^n N_{теор} \quad (2)$$

Анализ полученной графической зависимости заключается в нахождении максимального значения размаха изменения кинематической погрешности в импульсах при работе передачи A и расчете значения кинематической погрешности в угле поворота ведомого вала:

$$F_{kn} = 2A_{пад} = 4\pi \frac{A}{u \cdot N_{on}} \quad (3)$$

где i – передаточное число привода;

$N_{оп}$ – количество импульсов опорного сигнала за один оборот ведущего вала, имп.

Выполнение п. 3 проводить в следующей последовательности.

3.1 К плате сбора данных подключить выходы датчиков опорного сигнала и сигнала высокой частоты – выходы 3,5 и 4,5 электрической колодки экспериментальной установки.

3.2 Включить питание и записать выходные сигналы аналогично п. 1.4, вращая ручку установки по часовой стрелке (там, где дефект) на 3...5 оборотов и против.

3.3 Экспортировать результаты измерений на ПЭВМ.

3.4 Построить графики кинематической погрешности передачи, для чего:

- открыть файл «Кинематическая погрешность» или «Кинематическая погрешность с дефектом»;
- перейти на «Лист 2» и нажать кнопку «Расчет»;
- перейти на «Лист 1» и построить графики по данным в столбцах F и H, у которых ось O_x – выходные импульсы (столбец F), а ось O_y – накопленная разница между номинальным и действительным количеством опорных импульсов в одном выходном (столбец H);

3.5 Определить кинематическую погрешность передачи в соответствии с выражением (3).

Содержание отчета

1 Название и цель лабораторной работы.

2 Применяемое оборудование.

3 Описание сути метода оценки технического состояния зубчатой передачи по относительным угловым перемещениям.

4 Результаты экспериментальных исследований свести в таблицу 2.

5 На основе анализа результатов диагностирования зубчатой передачи дать заключение о ее техническом состоянии.

Таблица 2 – Результаты диагностики зубчатой передачи

Решаемая задача	Параметр	Фактическое значение	Измеренное значение, имп.	Измеренное значение, станд. ед.
Суммарный угловой зазор	α_1			
Суммарный угловой зазор	α_2			
Величина дефекта зуба	def	1,5 мм		
Период повторного появления	T	360°		
Кинематическая погрешность	F	–		



Лабораторная работа № 11. Диагностирование металлоконструкций строительного-дорожных машин

Разрушение металлоконструкций строительного-дорожных машин (СДМ) происходит в результате производственных дефектов (главным образом неснятые напряжения и дефекты отливок), недостатков расчета, а также случайных эксплуатационных воздействий (удары, опрокидывание), превышающих допустимые. Большое разнообразие размеров, конфигураций и местоположений дефектов затрудняет выбор обобщенных количественных параметров степени повреждения.

Для объективного определения состояния металлоконструкций СДМ наиболее эффективны методы неразрушающего контроля, описанные в ГОСТ 18353–79 *Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов*.

Наиболее широкое распространение для диагностики состояния металлоконструкций СДМ получили следующие методы: капиллярные; визуально-оптические; ультразвуковые; магнитные (магнитопорошковый, индукционный и феррозондовый); электропотенциальные.

Капиллярные методы основаны на проникновении специальных жидких веществ в полости дефектов объекта диагностирования, в результате чего на поверхности объекта образуется изображение этих дефектов.

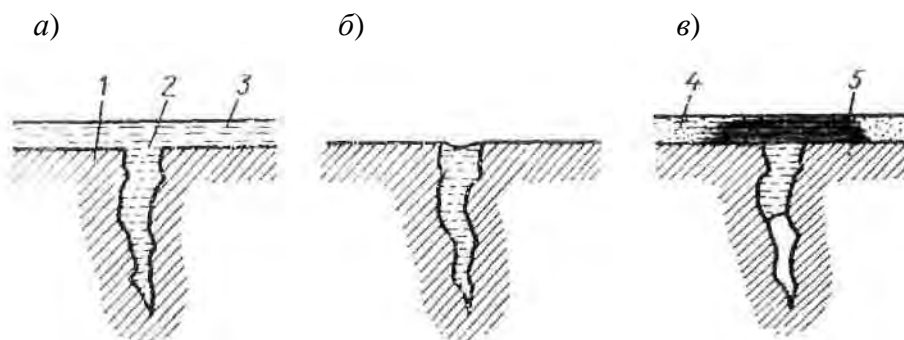
Физической основой капиллярных методов дефектоскопии служит явление капиллярной активности, т. е. способности жидкости втягиваться в мельчайшие сквозные отверстия и открытые с одного конца каналы. Глубина, на которую жидкость проникает в капилляр, прямо пропорциональна коэффициенту поверхностного натяжения жидкости и обратно пропорциональна радиусу капилляра.

Сущность капиллярного метода состоит в изменении светоотдачи дефектов заполнением их с поверхности специальными свето- и цветовконтрастными индикаторными жидкостями – пенетрантами. Если в состав пенетранта входят люминесцирующие вещества, т. е. вещества, дающие яркое свечение при облучении их ультрафиолетовым светом, то такие жидкости называются люминесцентными, а метод контроля – люминесцентная дефектоскопия – ЛД. Если же основой пенетранта являются красители, видимые при дневном свете, то метод контроля называют цветной дефектоскопией ЦД. В ЦД используют красители ярко-красного цвета. Пенетранты бывают на водяной основе и на основе различных органических жидкостей (керосина, скипидара, бензола, уайт-спирита и др.). Первые наиболее технологичны, безопасны, не воспламеняются и легко удаляются с поверхности простым смывом.

Чтобы повысить выявляемость дефектов, на поверхность изделия, после удаления с нее пенетранта, наносят специальный проявляющий материал (обычно белого цвета), который вытягивает пенетрант из полости дефектов, что приводит к образованию на проявителе индикаторных следов. Индикаторные следы полностью повторяют конфигурацию дефектов в плане, но больше их по размерам. Размер индикаторного следа тем больше, чем глубже дефект, т. е. чем больше в нем пенетранта (рисунок 1) и чем больше выдержка с момента нанесения проявляющего слоя.



Данный метод позволяет выявлять наружные дефекты металлоконструкций там, где имеются сомнения, трещина это или царапина. Отличается оперативностью, технологичностью, достоверностью. Внутренние дефекты металлоконструкции им выявить нельзя.



а – полость трещины заполнена проникающей жидкостью; *б* – жидкость удалена с поверхности детали; *в* – нанесен проявитель, трещина выявлена; 1 – деталь; 2 – полость трещины; 3 – пенетрант; 4 – проявитель; 5 – индикатор

Рисунок 1 – Схема контроля деталей капиллярным методом

Цель работы

Выявить трещины в металлоконструкции капиллярным методом.

Оборудование и материалы

- 1 Объект диагностирования (деталь с трещиной).
- 2 Комплект из трех компонентов для цветной капиллярной дефектоскопии (пенетрант, очиститель и проявитель).
- 3 Линейка измерительная.
- 4 Ветошь.

Порядок проведения работы

Процесс диагностирования металлоконструкции капиллярным методом складывается из следующих технологических операций: подготовки изделия к контролю, обработки его дефектоскопическими материалами, выявления дефектов и окончательной очистки изделия. Эти операции выполняются в следующей последовательности.

- 1 Визуальным осмотром определить поврежденные места.
- 2 Поврежденные места очистить от механических загрязнений.
- 3 На предполагаемую трещину нанести очиститель из синего баллончика «CLEANER REMOVER S-72» комплекта, выдержать 3...5 мин и насухо вытереть ветошью.

4 На подготовленную поверхность нанести слой красного пенетранта из красного баллончика «NON-DESTRUCTIVE TESTING» комплекта и выдержать 5 мин, чтобы жидкость могла проникнуть в открытые полости дефектов.

5 Вновь из синего баллончика комплекта нанести очиститель и ветошью удалить с поверхности гильзы слой пенетранта, часть которого остается в полостях дефекта.

6 Для проявления дефекта на подготовленную поверхность нанести слой белого проявителя из желтого баллончика «LIQUID SPRAY DEVELOPER LD-3» комплекта.

7 Проступившие на поверхности следы трещин измерить линейкой и изобразить их расположение на поверхности детали, отмечая их глубину и раскрытие по толщине изображения трещины.

8 Очистить деталь от проявителя и пенетранта очистителем из синего баллончика.

Содержание отчета

- 1 Наименование и номер лабораторной работы.
- 2 Цель работы.
- 3 Применяемое оборудование и материалы.
- 4 Сущность капиллярного метода.
- 5 Порядок выполнения работы и полученные результаты.
- 6 Эскиз объекта диагностирования, размеры и расположение дефектов.

Список литературы

1 **Максименко, А. Н.** Диагностика строительных, дорожных и подъемно-транспортных машин : учебное пособие / А. Н. Максименко, Г. Л. Антипенко, Г. С. Лягушев. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2008. – 302 с.

2 **Савич, Е. Л.** Инструментальный контроль автотранспортных средств : учебное пособие / Е. Л. Савич, А. С. Кручек. – Минск : Новое знание, 2008. – 399 с.

