

Учебное издание
Самусенко Владимир Иванович
Кузьменко Игорь Владимирович
Акименко Дмитрий Александрович

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГБОУ ВПО «БРЯНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА

ИЗМЕРЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДВИГАТЕЛЕЙ

Учебно-методическое пособие для выполнения
лабораторной работы

Измерение токсичности отработавших газов двигателей

по дисциплинам: «Эксплуатация машинно-тракторного парка»
«Диагностика и техническое обслуживание машин»
«Основы эксплуатации машин и оборудования»

студентам инженерно-технологического факультета
по направлениям подготовки:

110800.62 – Агроинженерия

190100.62 – Наземные транспортно-технологические комплексы

Редактор Павлютина И.П.

Подписано к печати. 25.12.2013 Формат 60 x 84. 1/16. Бумага печатная
Усл.п.л. 1,63. Тираж 50 экз. Издат. № 2473

Самусенко В.И. Измерение токсичности отработавших газов двигателей: Учебно-методическое пособие для выполнения лабораторной работы/ В.И. Самусенко, И.В. Кузьменко, Д.А. Акименко -Брянск: Издательство Брянской ГСХА, 2013.-28 с.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторной работы по измерению токсичности отработавших газов двигателей. Для студентов инженерно-технологического факультета.

Рецензент доцент В.М. Кузюр

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

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

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

Содержание

	стр
Цель работы.....	3
Содержание работы	3
Оборудование рабочего места	3
Меры безопасности.....	3
I ОПИСАНИЕ И РАБОТА	
МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ГАЗОАНАЛИЗАТОРА «Автотест-01.03М»	4
1 НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА.....	4
2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИБОРА	4
3 УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПРИБОРА	5
4 НАЗНАЧЕНИЕ И ФУНКЦИИ КНОПОК ПРИБОРА.....	10
II ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАЗОАНАЛИЗАТОРА ПО НАЗНАЧЕНИЮ.....	11
5 ВКЛЮЧЕНИЕ И ОПРОБОВАНИЕ РАБОТЫ ПРИБОРА	11
6 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИБОРА	13
III ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ	14
7 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРИБОРА.....	14
8 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ	15
IV МЕТОДИКА ПОВЕРКИ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО	
ГАЗОАНАЛИЗАТОРА	16
9 СРЕДСТВА И УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ	16
10 ПОВЕРКА КАНАЛОВ ИЗМЕРЕНИЯ.....	17
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	23
Содержание отчёта	23
Контрольные вопросы	23
Приложение	24
Литература.....	27

продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
II-класс					
Углеводород	0-3000 млн ⁻¹	1 млн ⁻¹	0 ÷ 333 млн ⁻¹ 333 ÷ 3000 млн ⁻¹	± 20 млн ⁻¹ -	- ± 6%
Оксид углерода	0 ÷ 7 %	0,01%	0 ÷ 3,3% 3,3 ÷ 7%	± 0,2% -	- ± 6%
Диоксид углерода	0 ÷ 16 %	0,1 %	0 ÷ 16%	± 1%	-
Кислород	0 ÷ 21 %	0,1 %	0 ÷ 3,3% 3,3 ÷ 21%	± 0,2% -	- ± 6%
λ -параметр	0,5-2,00	0,001	не нормируется		
Частота оборотов (мин ⁻¹)	0 ÷ 5000 5000 ÷ 8000 мин ⁻¹	10 100 мин ⁻¹	0-8000 мин ⁻¹	-	± 2,5%
Температура масла	20 ÷ 125 °C	1 °C	20 ÷ 125 °C	± 2,0 °C	-

Таблица 4 - Требования к техническому состоянию систем автомобиля и двигателя

Система автомобиля	Требования к техническому состоянию
Система выпуска отработавших газов	Комплектность (отсутствие элементов системы выпуска не допускается); герметичность (отсутствие механических пробоев и сквозной коррозии; при работе двигателя на холостом ходу в соединениях и элементах системы выпуска отработавших газов не должно быть утечек, а для автомобилей, оборудованных системой нейтрализации отработавших газов, не допускаются утечки в атмосферу минуя нейтрализатор)
Система нейтрализации отработавших газов и другое оборудование для снижения вредных выбросов	Комплектность (отсутствие или несоответствие эксплуатационным документам элементов системы нейтрализации, системы улавливания паров топлива, рециркуляции отработавших газов, экономайзера принудительного холостого хода и т. п. не допускается)
Система вентиляции картера	Комплектность; герметичность (рассоединение трубок в системе вентиляции картера двигателя, утечка картерных газов через различные неплотности в атмосферу не допускаются)
Встроенная система диагностирования двигателя	Функционирование диагностического индикатора соответствует исправной работе двигателя и его систем (диагностический индикатор при работе двигателя выключен)

ИЗМЕРЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДВИГАТЕЛЕЙ

Цель работы. Освоить методы измерения концентрации окиси углерода, диоксида углерода, углеводородов, кислорода, окиси азота, вычисление λ-параметра двигателей автотранспортных средств.

Содержание работы. Изучить устройство прибора «Автотест-01.03М». Провести измерение токсичности отработавших газов.

Оборудование рабочего места следующее:

- легковой автомобиль;
- газоанализатор многокомпонентный «Автотест-01.03М»;
- комплект инструмента, плакаты.

Меры безопасности

Эксплуатация прибора должна производиться в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации.

При эксплуатации следует оберегать прибор от механических повреждений, не допускать попадания пыли, грязи, нефтепродуктов.

Перед началом работы следует убедиться в полной исправности прибора.

К работе с прибором допускаются лица, ознакомленные с руководством по эксплуатации прибора.

Перед работой с прибором следует обращать внимание на наличие пломб и отсутствие повреждений корпуса прибора.

Запрещается сброс анализируемой пробы или поверочных газовых смесей в помещении. Перед проведением измерений на штуцер Выход надеть резиновую или полиэтиленовую трубку с внутренним диаметром не менее 5 мм, а второй конец трубки выведите за пределы помещения. Длина отводящей трубки не должна превышать 5 м.

При анализе отработавших газов автомобиля соблюдать меры безопасности, исключая его самопроизвольное движение.

В процессе эксплуатации прибора необходимо соблюдать порядок включения и выключения прибора, своевременно производить замену фильтрующих элементов системы пробоподготовки.

**I ОПИСАНИЕ И РАБОТА
МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ГАЗОАНАЛИЗАТОРА «Автотест-01.03М»**

1 НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА

Прибор может применяться при проверке токсичности отработавших газов органами ГИБДД при государственном техническом осмотре автомобилей, комитетами охраны природы при инспекционном контроле, в автохозяйствах, на станциях технического обслуживания и в производстве автомобилей для контроля и регулировки двигателей на соответствие нормам II класса ГОСТ Р 52033-2003.

Прибор обеспечивает следующие режимы измерений и функциональные возможности:

- измерение концентрации оксида углерода, диоксида углерода, углеводородов, кислорода, окиси азота, частоты вращения коленчатого вала автомобиля с любым числом цилиндров и вычисление λ -параметра
- автоматическую коррекцию нуля при включении прибора и в процессе работы без отключения пробозаборной системы от выхлопной трубы автомобиля;
- индикация и вывод результатов измерений на принтер в виде протокола с указанием номера прибора, текущей даты и времени или персональную ЭВМ по выходу RS232 в виде блока данных;

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИБОРА

Измеряемые компоненты, диапазоны измерения, цена единицы наименьшего разряда, пределы допускаемой основной погрешности прибора приведены в таблице 1.

Таблица 1 -Измеряемые компоненты, диапазоны измерения газоанализатора

Измеряемый компонент	Диапазон измерения	Цена деления	Участок диапазона измерения	Основная погрешность	
				Абсолютная	Относительная
1	2	3	4	5	6
Углеводород	0-3000 млн ⁻¹	1 млн ⁻¹	0÷333 млн ⁻¹ 333÷3000 млн ⁻¹	± 20 млн ⁻¹ -	- ± 6%
Оксид углерода	0 ÷ 7 %	0,01%	0 ÷ 3,3% 3,3 ÷ 7%	± 0,2% -	- ± 6%
Диоксид углерода	0÷16 %	0,1 %	0 ÷16%	±1%	-
Кислород	0÷21 %	0,1 %	0 ÷3,3% 3,3 ÷21%	± 0,2% -	- ±6%
λ –параметр	0,5-2,00	0,001	не нормируется		

Таблица 3- Значения диапазонов измерения, цена единицы наименьшего разряда, пределы допускаемой основной погрешности

Измеряемый компонент	Диапазон измерения	Цена деления	Участок диапазона измерения	Основная погрешность	
				Абсолютная	Относительная
1	2	3	4	5	6
0-класс					
Углеводород	0-2000 млн ⁻¹	1 млн ⁻¹	0÷200 млн ⁻¹ 200÷2000 млн ⁻¹	± 10 млн ⁻¹ -	- ± 5%
Оксид углерода	0 ÷ 5 %	0,01%	0 ÷1% 1 ÷5%	± 0,03% -	- ± 3%
Диоксид углерода	0÷16 %	0,1 %	0 ÷12,5% 12,5 ÷16%	±0,5% -	- ±4%
Кислород	0÷21 %	0,1 %	0 ÷3,3% 3,3 ÷21%	± 0,1% -	- ±6%
λ –параметр	0,5-2,00	0,001	не нормируется		
Частота оборотов (мин ⁻¹)	0÷5000 5000 ÷8000 мин ⁻¹	10 100 мин ⁻¹	0-8000 мин ⁻¹	-	±2,5%
Температура масла	20÷125°С	1 °С	20 ÷125 °С	±2,0 °С	-
I-класс					
Углеводород	0-2000 млн ⁻¹	1 млн ⁻¹	0 ÷240 млн ⁻¹ 240 ÷2000 млн ⁻¹	± 12 млн ⁻¹ -	- ± 5%
Оксид углерода	0 ÷ 5 %	0,01%	0 ÷1,5% 1,5 ÷5%	± 0,06% -	- ± 4%
Диоксид углерода	0÷16 %	0,1 %	0 ÷12,5% 12,5 ÷16%	±0,5% -	- ±4%
Кислород	0÷21 %	0,1 %	0 ÷2,5% 2,5 ÷21%	± 0,1% -	- ±4%
λ –параметр	0,5-2,00	0,001	не нормируется		
Частота оборотов (мин ⁻¹)	0÷5000 5000 ÷8000 мин ⁻¹	10 100 мин ⁻¹	0-8000 мин ⁻¹	-	±2,5%
Температура масла	20÷125°С	1 °С	20 ÷125 °С	±2,0 °С	-

Приложение

Таблица 1 Предельно-допустимое содержание оксида углерода и углеводородов

Частота вращения (устанавливается в технической документации на автомобиль)	Предельно-допустимое содержание оксида углерода, % об.	Предельно-допустимое содержание, объёмная доля, млн ⁻¹ (ppm) Для двигателей с числом цилиндров	
		до 4-х	более 4-х
Автомобили, не оснащённые каталитическими нейтрализаторами			
n (min)	3,;5	1200	3000
п (пов)	2,0	500	1000
Автомобили, оснащённые каталитическими нейтрализаторами			
n (min)	1,0	400	600
п (пов)	0,7	200	300

Таблица 2 Поверочные смеси

Поверочные смеси для каналов измерения CO, CO ₂ ,CH					
№ ПГС	состав смеси				
	CO, %	CO ₂ , %	C ₃ H ₈ , млн ⁻¹	O ₂	N ₂
1	0,5	14	250	0,95	ост.
2	0,7	12	500	1,9	ост.
3	1,0	10	1000	5,0	ост.
4	4,0	6,0	2000	15	ост.
Поверочные смеси для каналов измерения O ₂ , NO _x					
№ ПГС	состав смеси				
	NO _x , млн ⁻¹			N ₂	
1	215			ост.	
2	750			ост.	
3	1480			ост.	
4	4750			ост.	
Поверочные смеси для каналов измерения CO					
№ ПГС	состав смеси				
	CO, млн ⁻¹			N ₂	
1	100			ост.	
2	50			ост.	
3	900			ост.	
4	0,2 %			ост.	

продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Частота оборотов (мин ⁻¹)	0÷5000 5000 ÷8000 мин ⁻¹	10 100 мин ⁻¹	0-8000 мин ⁻¹	-	±2,5%
Температура масла	20÷125°C	1 °C	20 ÷125 °C	±2,0 °C	-

Габаритные размеры - 330x100x290 мм.
 Время прогрева прибора не более 30 мин.
 Время установления показаний, с, не более:
 -CO, CH, CO₂ 30
 - O₂ 60

Прибор предназначен для работы в следующих условиях эксплуатации:
 температура окружающей среды от минус 0 до плюс 40°C;
 атмосферное давление от 86,6 до 106,7 кПа (от 650 до 800 mm Hg);
 относительная влажность 95% при t = 30°C и более низких температурах без конденсации влаги;
 рабочее положение прибора - горизонтальное с допускаемым отклонением ±20 градусов;
 питание прибора от сети постоянного тока напряжением (12,6±2) В или сети переменного тока 220 В, 50 Гц от выносного блока питания;
 температура анализируемой смеси на штуцере ВХОД не более 50°C;
 температура анализируемой смеси на входе в пробозаборник не более 200°C;
 расход анализируемой смеси не менее 60 л/ч.

3 УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПРИБОРА

Принцип действия газоанализатора основан на измерении величины поглощения инфракрасного излучения источника молекулами углеводородов, диоксида углерода и оксида углерода в областях 3,4; 4,25 и 4,7 мкм соответственно.

Концентрация кислорода определяется электрохимическим методом. В датчике кислорода содержатся и -верительный и сравнительный электроды, находящиеся в электролите и отделенные от анализируемого газа полимерной мембраной. На измерительном электроде кислород, продифундировавший через мембрану, электрохимически восстанавливается, и во внешней цепи возникает электрический ток, сила которого пропорциональна парциальному давлению кислорода в газе над мембраной.

Проба анализируемого газа поступает в электромагнитный клапан, а за тем в проточную зеркальную кювету, где определяемые компоненты взаимодействуя с излучением, вызывают его поглощение в соответствующих спектральных диапазонах.

Электромагнитный клапан предназначен для отключения пробы и продувки кюветы чистым воздухом в режиме принудительной коррекции. Поток излучения

характерных областей спектра поочередно выделяется вращающимися интерференционными фильтрами (3,4; 3,9; 4,25 и 4,7 мкм) и преобразуется в электрические сигналы, пропорциональные концентрации углеводородов, диоксида углерода, оксида углерода. Спектрометрический канал измерения в области 3,9 мкм является опорным каналом и служит для автоматической стабилизации чувствительности прибора.

Функциональная схема прибора приведена на рисунке 1

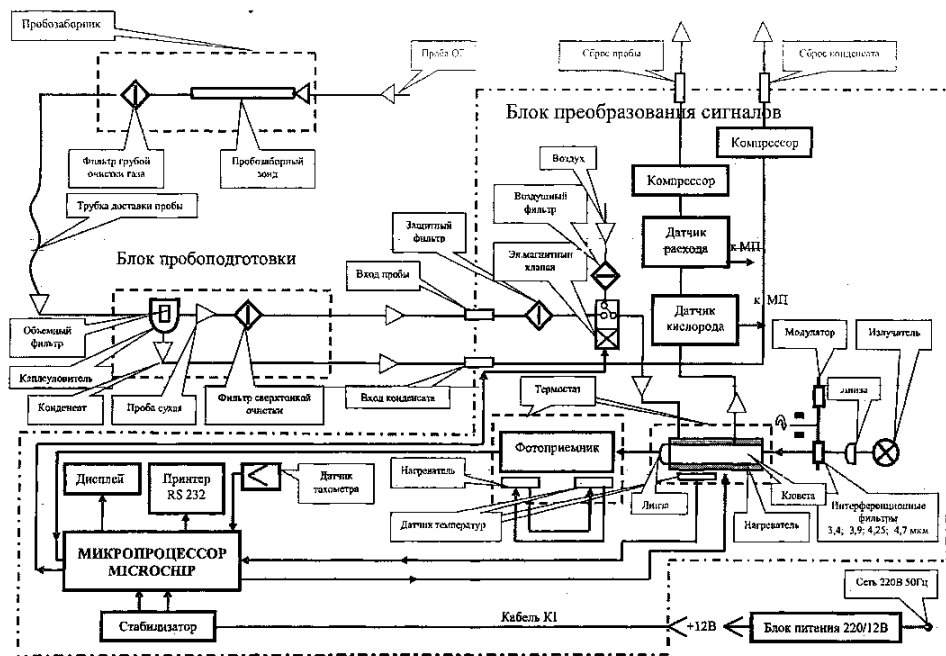


Рисунок 1 -Функциональная схема газоанализатора

Проба анализируемого газа отбирается из выхлопной трубы автомобиля пробозаборным зондом (рисунок 2). В рукоятке зонда размещается фильтр грубой очистки, где происходит предварительная очистка газа от частиц сажи и аэрозолей. Далее проба газа направляется к прибору по трубке доставки.

Примечание - При использовании прибора в условиях отрицательных температур (до минус 20°C) рекомендуется использовать обогреваемую трубку доставки, исключающую перемерзание конденсата. В обогреваемой трубке проба газа термостатируется при температуре (35 ± 5) °С.

Дальнейшая обработка пробы газа происходит в каплеуловителе, совмещенном с фильтром тонкой очистки пробы. В каплеуловителе (рисунок 3) из пробы отделяется конденсат который собирается в нижней части фильтра и эвакуируется компрессором конденсата через штуцер ВЫХОД КОНДЕНСАТА. В фильтре сверхтонкой очистки типа GB 702 производится окончательная очистка пробы газа от ме

второй строке будет показана та величина, которая по следующему нажатию на кнопку ПЕЧАТЬ запишется в ПЗУ. Здесь можно исправить ошибки, допущенные при предыдущем редактировании

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Если прибор признан в процессе поверки годным, то результат поверки заносится в паспорт, заверяется подписью поверителя и оттиском клейма или оформляется «Свидетельство о поверке», где указывается срок проведения следующей поверки (не позднее, чем через 12 месяцев).

Прибор, признанный в процессе поверки непригодным, к применению не допускается. Владельцу прибора выдается извещение с указанием причин непригодности.

При получении отрицательных результатов по одному из пунктов дальнейшее проведение поверки прекращают.

Содержание отчёта

1. Назначение и принцип действия газоанализатора.
2. Выполнить схему прибора и подготовки пробы прибора.
3. Порядок включения и опробывания прибора.
4. Записать полученные результаты измерений оксида углерода и углеводородов при минимальной и повышенной частоте вращения коленчатого вала двигателя и сравнить их с допускаемыми значениями для данной марки автомобиля.
5. Сделать заключение о техническом состоянии системы питания автомобиля.

Контрольные вопросы

1. В каких случаях и где может применяться прибор?
2. Какие режимы измерений обеспечивает газоанализатор?
3. Объясните принцип действия прибора
4. Опишите устройство и принцип работы каплеуловителя.
5. Каков порядок подключения и опробывания прибора?
6. Последовательность снятия показаний?
7. Сущность λ параметра?

понента.

По результатам опробования вычисляют значение коэффициента чувствительности i -го канала по формуле:

$$K_i = K_{i0} \frac{\text{концентрация компонента } i - \text{го ПГС}}{\text{показания прибора}} \quad (5)$$

где K_i - новое значение чувствительности канала измерения i -компонента;

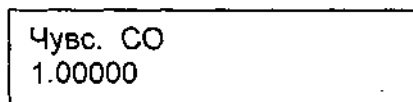
K_{i0} - прежнее значение чувствительности i -го компонента записанное в память прибора и индицируемое в режиме коррекции констант.

Коррекция чувствительности

Для перехода в режим коррекции отключить питание прибора, нажать кнопки ПАУЗА и КОРР. 0 и не отпуская их включить питание прибора.

Прибор переключается в режим индикации служебных констант и чувствительности по каналам измерений.

Например:



Служебные константы индицируются последовательно и переключаются нажатием и удержанием кнопки ПЕЧАТЬ.

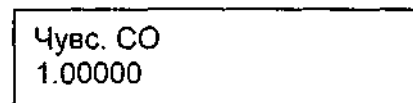
Служебные константы N в ЛТК, скорость, и другие, кроме Чувствительность CO, CH и CO₂, редактировать запрещается.

Служебные константы установлены заводом и изменению в процессе эксплуатации не подлежат.

Порядок редактирования констант

Кнопкой «Печать» вызвать на индикатор константу, подлежащую корректировке.

Например:



Для установки нового значения константы, вычисленной по формуле (5) использовать комбинации кнопок:

ПАУЗА - перемещение курсора на редактируемую цифру;

КОР.0 - изменение редактируемой цифры;

ПЕЧАТЬ - окончание редактирования, запись значения редактируемой константы в память прибора и переход к следующей константе.

При этом если кнопка КОР.0 не нажималась, т.е. константа не редактировалась, по нажатии кнопки «Печать» текущая величина запишется в ПЗУ прибора и будет переход к редактированию следующей константы.

Если же редактирование константы производилось, то по кнопке ПЕЧАТЬ во

шающих компонентов, которая затем поступает в оптическую кювету узлов. Одновременная работа двух компрессоров обеспечивает скоростную доставку пробы газа от источника до оптической кюветы, а также непрерывную эвакуацию конденсата из пробы.

Конструкция узлов системы пробоподготовки прибора и схема их соединения приведена на рисунках 2, 3, 4. Устройство пробоподготовки обеспечивает трехступенчатую очистку пробы газа от механических мешающих компонентов и влагоотделение:

- объемный термостойкий волоконный фильтр грубой очистки;
- каплеуловитель совмещенный с объемным влагоотталкивающим фильтром гонкой очистки и отделением конденсата;
- целлюлозный фильтр сверхтонкой очистки.

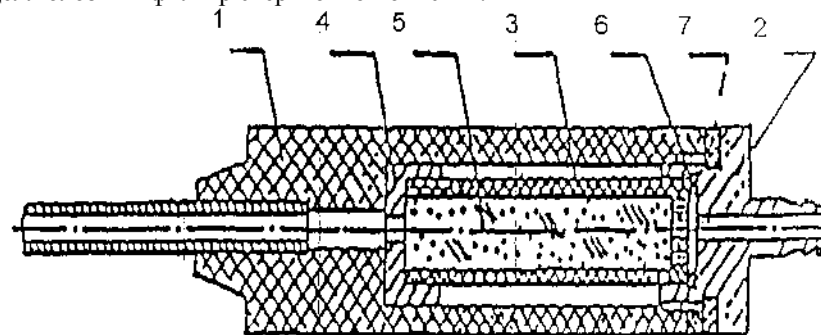


Рисунок 2 -Пробозаборник

1-Рукоятка; 2-Штуцер; 3-Патрон; 4-Крышка патрона; 5-Фильтрующий агент (стекловолокно); 6,7-Прокладка

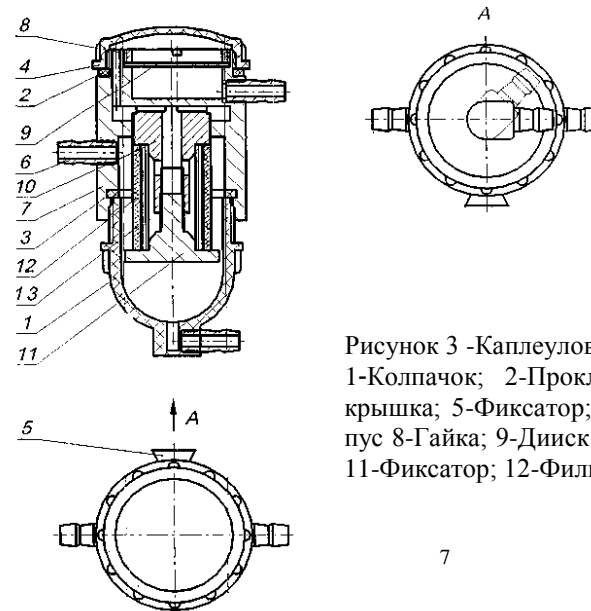


Рисунок 3 -Каплеуловитель

1-Колпачок; 2-Прокладка; 3-Прокладка; 4-Верхняя крышка; 5-Фиксатор; 6-Штуцер подачи газа; 7- Корпус 8-Гайка; 9-Дииск бумажного фильтра; 10-Оправа; 11-Фиксатор; 12-Фильтр 5 мкм; 13 Объемный фильтр

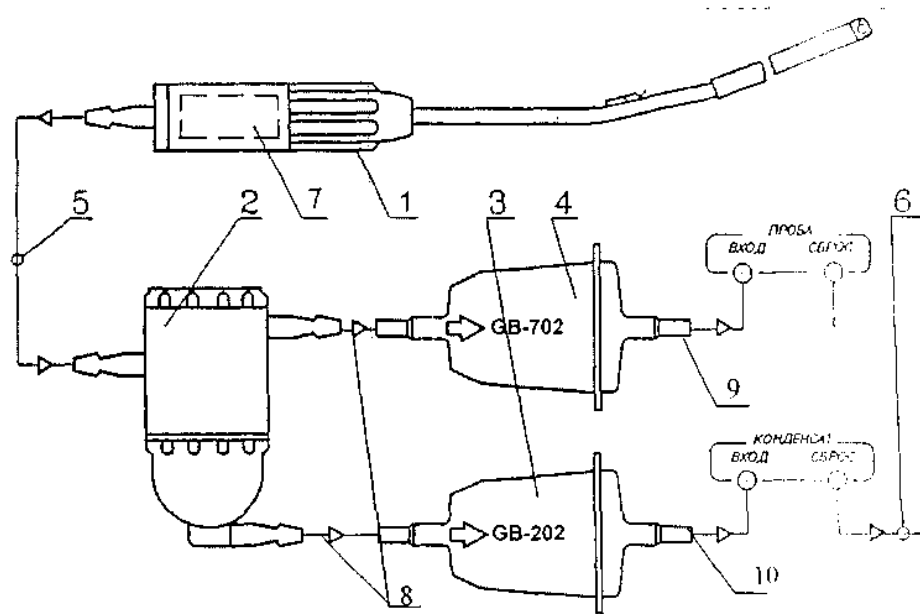


Рисунок 4 -Схема отбора и подготовки пробы прибора

1-Пробозаборник; 2-Каплеуловитель; 3-Фильтр очистки конденсата (GB-202); 4-Фильтр тонкой очистки пробы (GB-702); 5-Пробозаборная трубка; 6-Трубка сброса конденсата (0,5 мм); 7-Фильтр грубой очистки; 8-Трубка Т1 (30 мм); 9-Трубка Т2 (150 мм); 10-Трубка Т3 (210 мм)

Инфракрасное излучение аналитических областей спектра определения оксида углерода (4,7 мкм), диоксида углерода (4,25 мкм) и углеводородов (3,4 мкм), а также опорного канала (3,9 мкм), поочередно выделяется соответствующими интерференционными фильтрами, установленными на вращающемся диске модулятора, и формирует на выходе пироэлектрического фотоприёмника последовательность электрических импульсов. Амплитуда сигналов несет информацию о концентрации определяемых компонентов газа. По амплитуде сигнала опорного канала автоматически корректируется чувствительность спектрометрического тракта прибора и поддерживается постоянный коэффициент преобразования аналитических сигналов в течение всего срока эксплуатации прибора. Аналитические сигналы каналов измерения концентрации оксида углерода, диоксида углерода и углеводородов преобразуются, линеаризуются, нормируются и проходят статистическую обработку в микропроцессоре PIC16F87V.

Результаты измерения и служебная информация для пользователя отображается на буквенно-цифровом жидкокристаллическом индикатора. Для удобства работы с прибором в ночное время предусмотрена подсветка индикатора.

Для исключения дополнительной погрешности от изменения температуры окружающего воздуха и анализируемого газа фотоприемник и оптическая кювета защищены теплоизоляционными оболочками и термостатируются системами стаби-

ли-

8

Основную абсолютную погрешность определяют как максимальную разность между измеренными и действительными значениями по формуле:

$$\Delta_{абс} = C_j(i) - C_o(i) \quad (2)$$

где: $C_j(i)$ - показание прибора при измерении одного из компонентов, % об. или число оборотов (мин^{-1});

$C_o(i)$ - истинное значение измеряемой величины (концентрация компонента в ПГС или частота генератора импульсов).

Основную относительную погрешность прибора для каждой точки поддиапазона определяют по формуле:

$$Y_{отн} = \frac{C_j(i) - C_o(i)}{C_o(i)} \times 100\% \quad (3)$$

где: $C_j(i)$ - показание прибора при измерении одного из компонентов, % об. или число оборотов (мин^{-1});

$C_o(i)$ - истинное значение измеряемой величины (концентрация компонента в ПГС или частота генератора импульсов).

Для канала измерения СН при поверке с ПГС с пропаном значение основной погрешности вычисляют по формуле:

$$Y_{отн} = \frac{C_j(i) - C_o(i)}{C_o(i) \times K_n} \times 100\% \quad (4)$$

где K_n - переводной коэффициент гексана в пропановый эквивалент (указан в паспорте на прибор).

Прибор считается выдержавшим испытание, если вычисленное значение погрешности не превышает значений указанных в таблице 3 приложения

10.5 Определение погрешности температуры масла

Установить последовательно регулятором в нагревателе температуру масла 60, 90, 120 °С. Замерить температуру образцовым термометром и поверяемым прибором в каждой точке.

Абсолютная погрешность температуры масла определяется путем сравнения показаний температуры масла на индикаторном табло прибора и образцовом термометре и не должна превышать значений, указанных в таблице 3 приложения.

10.6 Коррекция чувствительности каналов измерения

Если во время опробования прибора установлено, что погрешность измерения концентрации газов превышает допустимые значения, необходимо провести коррекцию чувствительности каналов измерений, установив новые значения коэффициентов чувствительности каналов измерения CO , CH , CO_2 . Чувствительность

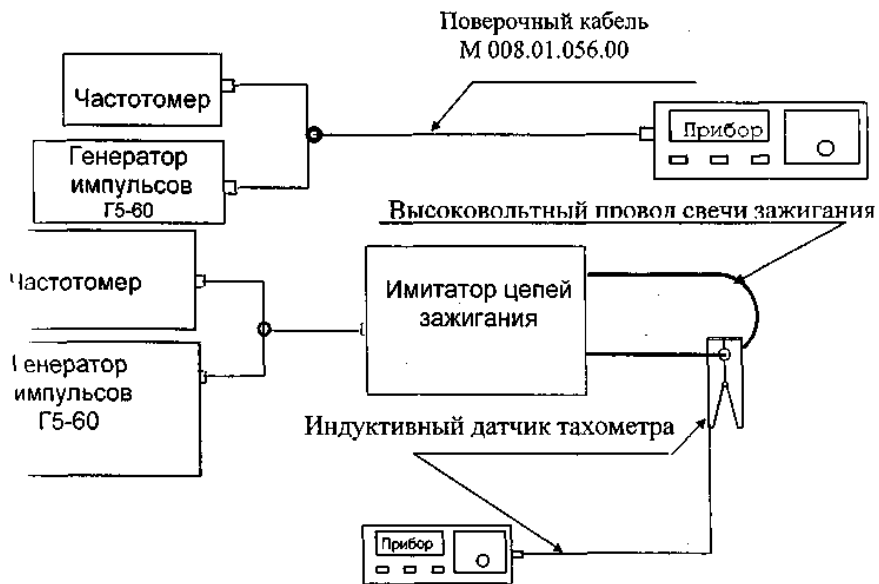


Рисунок.9 -Схема проверки канала тахометра прибора при непосредственной подаче сигнала от генератора на вход канала тахометра

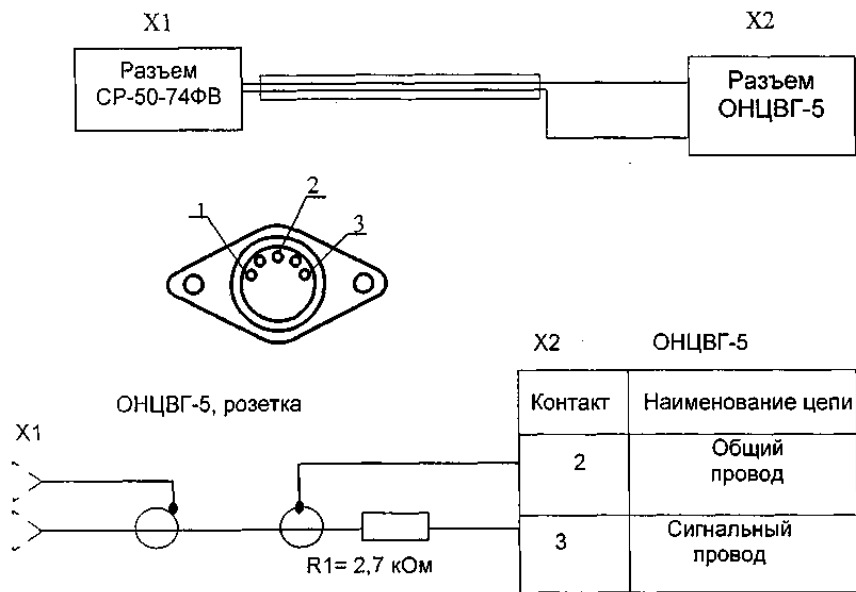


Рисунок 10 -Конструкция и схема кабеля для проверки канала тахометра

зации.

Источником сигнала частоты вращения коленчатого вала двигателя автомобиля служит высоковольтный датчик индуктивного типа, устанавливаемый на один из высоковольтных проводов системы зажигания. Частота следования импульсов искрообразователя свечи одного из цилиндров двигателя измеряется и преобразуется микропроцессором в частоту вращения коленчатого вала независимо от числа цилиндров.

Рабочая температура моторного масла двигателя измеряется датчиком на основе преобразователя температуры .

Прибор поставляется с датчиком тахометра (RPM), который обеспечивает гарантированную помехоустойчивость прибора от всех видов системы электрозажигания автомобиля.

Конструктивно прибор состоит из системы пробоотбора и пробоподготовки, блока преобразования и индикации.

Система пробоотбора и пробоподготовки (рисунок 4) включает пробоотборник 1, каплеуловитель 2, фильтры тонкой очистки 3, 4 конденсата и пробы газа соответственно, трубку доставки пробы 5, трубку сброса конденсата 6. Фильтр грубой очистки 7 располагается в рукоятке пробоотборника. Схема соединений элементов системы и подключение их к штуцерам прибора приведена на рисунке 4.

В блоке преобразования размещается: компрессор пробы газа, компрессор эвакуации конденсата, оптический блок, включающий термостатированную кювету, 1 излучатель, модулятор, и термостатированный фотоприемный узел.

На лицевой панели прибора (рисунок 5) размещены: жидкокристаллический буквенно-цифровой индикатор с подсветкой 1, отображающий величину концентрации углеводородов, оксида углерода, в отработавших газах автомобиля и число оборотов вала двигателя; кнопка включения питания ВКЛ 2; кнопка РАБОТА/ПАУЗА 3; кнопка коррекции нуля КОР.0 4; кнопка ПЕЧАТЬ 5.

На задней панели прибора (рисунок 6) размещены: штуцер для подачи пробы газа в прибор ВХОД 1, штуцер для сброса пробы газа из прибора ВЫХОД 2, штуцер отбора конденсата ВХОД 8, штуцер вывода конденсата ВЫХОД 9, направляющие планки для крепления каплеуловителя 5, держатель предохранителя 3, гнездо для подключения кабеля питания 4, гнездо для подключения кабеля тахометра 6, разъем для подключения кабеля связи с персональным ЭВМ по RS232 7.

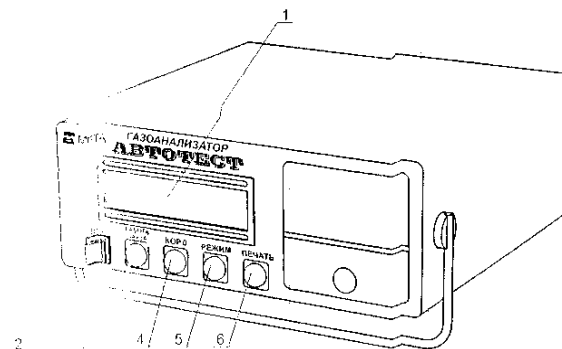


Рисунок 5 -Внешний вид прибора (передняя панель)
1 - жидкокристаллический буквенно-цифровой индикатор; 2 - Кнопка ВКЛ; 3 - Кнопка РАБОТА/ПАУЗА; 4 - Кнопка КОР.0; 5 - Кнопка РЕЖИМ; 6- Кнопка ПЕЧАТЬ

Проверка герметичности газового тракта

Подготовить прибор к работе и включить его на время прогрева.

Нажать кнопку РАБОТА/ПАУЗА и дождаться отключения компрессоров. Собрать схему проверки герметичности согласно рисунку 7.

Объем подключаемой линии не должен превышать 100 см³. Падение давления в системе должно контролироваться по манометру класса точности 0,4 с верхним пределом 100 кПа.

Проверку герметичности газового тракта осуществляют сжатым азотом (воздухом) при избыточном давлении 10 кПа (0,10 кгс/см²) следующим образом:

- отсоединить датчик кислорода (во избежание его повреждения от перепада давления), заменив его отрезком трубки из ПВХ;
- открыть вентиль тонкой регулировки баллона с азотом или сжатым воздухом;
- установить по манометру с помощью вентилей давление, равное 10 кПа (0,10 кгс/см²);
- закрыть вентиль и фиксировать давление в газовом тракте;
- включить секундомер и через 30 секунд зафиксировать повторно давление в газовом тракте;
- осторожно подсоединить датчик кислорода.

Результаты считаются положительными, если падение напряжения в газовом тракте за 30 секунд не превышает 1 кПа.

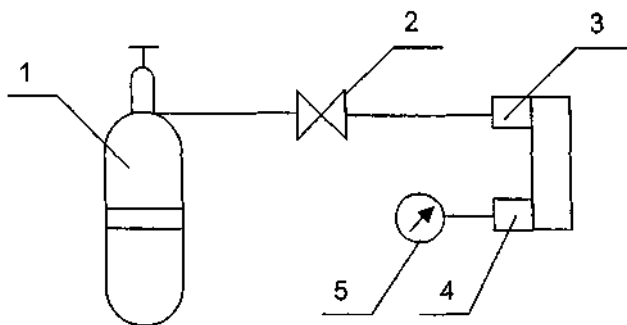


Рисунок 7 - Схема проверки герметичности газового тракта

1 - Баллон с газом; 2 - Вентиль; 3 - Штуцер ВХОД; 4 - Штуцер ВЫХОД; 5 - Манометр

10.3 Определение метрологических характеристик

Определение основной погрешности

Определение основных погрешностей измерения концентраций анализируемых газов производится с помощью поверочных газовых смесей (ПГС) в баллонах по ГОСТ 9293-74 и ТУ 6-16-2956-87 согласно таблицы 2 приложения

Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 8.

Включить питание прибора.

Подать из баллона ПГС.

Комбинация кнопок 1

КОР 0 + ПЕЧАТЬ - переключает отображения результатов измерения по каналу СН в единицах пропана C₃H₈ или гексана C₆H₁₄.

По умолчанию показания канала СН отображаются в единицах гексана. При отображении показаний в единицах пропана после значения СН отображается буква «Pg».

Комбинация кнопок 2

РАБОТА/ПАУЗА + КОР 0 - переключение режимов индикации измерений.

Комбинация кнопок 3

Нажать кнопки ПЕЧАТЬ + РЕЖИМ и не отпуская их включить питание прибора. При этом автоматически производится продувка кюветы и коррекция нулевых показаний.

Отключение компрессоров используется только при поверке и калибровке прибора.

Комбинация кнопок 4

РАБОТА/ПАУЗА + ПЕЧАТЬ - включает компрессоры прибора для принудительной продувки кюветы в необходимых случаях.

II ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАЗОАНАЛИЗАТОРА ПО НАЗНАЧЕНИЮ

5 ВКЛЮЧЕНИЕ И ОПРОБОВАНИЕ РАБОТЫ ПРИБОРА

Установить прибор на горизонтальной поверхности.

Собрать систему пробоподготовки согласно схеме на рисунке 6)

Установить каплеуловитель 2 в гнездо 5 на задней панели прибора (рисунок 6).

Подключить короткими трубками фильтры тонкой очистки 4 GB702 и 3 GB202K штуцерам каплеуловителя ВЫХОД пробы и ВЫХОД конденсата (нижний штуцер), а также к штуцерам ВХОД пробы 9 и ВХОД конденсата 10 соответственно. При этом соблюдать направление подключения фильтров тонкой очистки в соответствии с указанными на корпусе фильтра стрелками.

Подключить короткую трубку из состава ЗИП к штуцеру ВЫХОД конденсата и отвести свободный конец трубки в направлении отвода конденсата.

Подключить каплеуловитель К1 из комплекта принадлежностей к гнезду питания 4. Ответные провода электрического кабеля питания К1 подключаются к автомобилю следующим образом:

красный зажим - к клемме аккумулятора +12 В;

черный зажим - к клемме аккумулятора -12 В;

Допускается в качестве источника питания использовать другие источники постоянного тока (сетевые или аккумуляторные), обеспечивающие на выходе постоянное напряжение 12±2В при токе не менее 3А при размахе пульсаций не более 0,1 В. В этом случае красный и черный зажимы кабеля питания К1 подключаются к альтернативному источнику питания.

К гнезду «Тахометр» подключить кабель датчика тахометра К2, зажим которого

11

закрепить на высоковольтном проводе одного из цилиндров. При этом следует, чтобы зажим не касался корпусных деталей двигателя.

ВНИМАНИЕ! Датчик тахометра снабжен гибким кабелем, не допускающим:

- касания к перегретым (более 100°C) частям автомобиля;

- нагрузок на излом и разрыв оболочки более 10 кг.;

- резких изломов кабелями скручивания в петли радиусом менее 10 см.

ВНИМАНИЕ! Конструкция датчика тахометра выполнена монолитной, не предусматривающей разборки. Разрушенный датчик восстановлению не подлежит.

К штуцеру ВХОД каплеуловителя подключить пробоотборный шланг с пробоотборником.

ВНИМАНИЕ! НЕ ДОПУСКАЕТСЯ ПОДКЛЮЧЕНИЕ ПРОБОЗАБОРНОГО ШЛАНГА К ПРИБОРУ, МИНУЯ КАПЛЕУЛОВИТЕЛЬ.

ВНИМАНИЕ! ЗАПРЕЩАЕТСЯ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ФИЛЬТР ТОНКОЙ ОЧИСТКИ ДРУГИХ СИСТЕМ И КОНСТРУКЦИЙ. ПРИМЕНЯТЬ ТОЛЬКО ПРИЛАГАЕМЫЕ ФИЛЬТРЫ G702 БИГУР М 008.60.000.00.

Установить рычаг переключения передач (переключатель скорости для автомобилей с автоматической коробкой передач) в нейтральное положение.

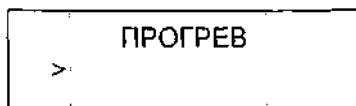
Затормозить автомобиль стояночным тормозом.

Заглушить двигатель (при его работе).

Выпускная система автомобиля должна быть исправна (определяется внешним осмотром).

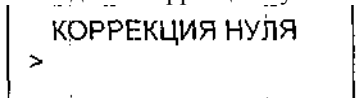
Перед измерением двигатель должен быть прогрет не ниже рабочей температуры охлаждающей жидкости (или моторного масла для двигателей с воздушным охлаждением), указанной в руководстве по эксплуатации автомобиля.

Включить кнопку ВКЛ на передней панели прибора. На индикаторе появится сообщение:



Прогрев прибора продолжается не более 30 минут.

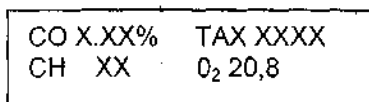
Затем в течение 1 мин производится коррекция нуля:



В нижней строке отображается индикатор процесса коррекции нуля.

Выбрать режим индикации измерений одновременным нажатием кнопок РАБОТА/ПАУЗА и КОР 0 или кнопки РЕЖИМ:

- режим «1» - измерение оксида углерода, кислорода, углеводов и частоты вращения двигателя,:



Режим "1" устанавливается по умолчанию.

12

Условия поверки

Поверка прибора должна производиться при нормальных условиях:

- окружающая температура, °С	20±5
- относительная влажность при температуре воздуха (20±5) °С, %	30-80
- атмосферное давление, кПа	101,3±3
- отклонение напряжения питания от номинального значения, %	±10
- внешние электрические и магнитные поля (кроме земного) должны быть исключены;	
- расход ПГС на штуцере «ВХОД», л/ч, не менее	60
- баллоны с азотом и поверочными газовыми, смесями необходимо выдерживать при температуре (20±5) °С в течение	24 ч
- прибор необходимо выдерживать при температуре (20±5) °С в течение	3 ч.

Перед проведением операции поверки необходимо:

- установить прибор в горизонтальное положение с допустимыми отклонениями ± 20 градусов;
- включить электропитание прибора.

10 ПОВЕРКА КАНАЛОВ ИЗМЕРЕНИЯ

10.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливается соответствие прибора следующим требованиям:

- отсутствие видимых нарушений покрытий;
- наличие и качество надписей;
- соответствие комплектности прибора, указанной в паспорте;
- соответствие номера прибора, указанного в паспорте.

10.2 Опробование каналов измерения концентрации оксида углерода, углеводородов, кислорода, диоксида углерода и окислов азота.

Опробование прибора производится в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации М 057.000.00 РЭ (М 047.000.00 РЭ) для оценки работоспособности в следующей последовательности:

- подготовить прибор к работе и прогреть в течение 30 минут;
- выполнить коррекцию нуля путем нажатия соответствующей кнопки;
- выбрать режим индикации индикатора прибора в соответствии с измеряемым компонентом ПГС.

Внимание: Для перевода прибора из режима индикации «Гексан» в «Пропан» необходимо переключить его одновременным нажатием кнопок КОР.0 и ПЕЧАТЬ. При этом на индикаторе отображается символ "P2".

- последовательно подавать ПГС (из таблицы 2 приложения) и считывать показания прибора через 1 минуту после подачи ПГС.
- определить основную погрешность каналов измерения. При превышении погрешностей допустимых пределов провести корректировку газочувствительных

продолжение таблицы 2

1	2	3
Показания тахометра завышены	Сильное загрязнение высоковольтных проводов	Устранить загрязнение
	Не сомкнулся магнитопровод сердечника датчика тахометра или его поверхность загрязнена	Устранить причину несмыкания, протереть закрывающую пластину и сердечники датчика безворсовой тканью, смоченной бензином
Показания тахометра занижены	Перебои искрообразования	Установить датчик на другой провод свечи
	Загрязнен магнитопровод сердечника	Протереть закрывающую пластину и сердечники датчика безворсовой тканью, смоченной бензином
Показания тахометра отсутствуют	Неправильное подключение датчика тахометра	Проверить подключение разъема.
	Загрязнен магнитопровод сердечника	Протереть закрывающую пластину и сердечники датчика безворсовой тканью, смоченной бензином

IV МЕТОДИКА ПОВЕРКИ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ГАЗОАНАЛИЗАТОРА

9 СРЕДСТВА И УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки применяются следующие средства:

- Поверочный нулевой газ-азот особой чистоты в баллонах под давлением ГОСТ 9293-74
- Ротамер общепромышленный РМ-А-0,063 Г УЗ ГОСТ 13045-81
- Барометр-анероид М-67 точ.изм. +0,13 кПа
- Психрометр М-34, погрешность ± 3 %
- Секундомер СДС ПР-1-1-010
- Кран трехходовый «3х62.5
- Баллоны для азота 8л-150л с поверочными газовыми смесями, (согласно таблицы 2 приложения)
- Манометр образцовый МО-250-0,4 от 0 до 100 кПа
- Генератор импульсов Г5-60, длительность импульсов 0,1 -1000 мкс, частотой повторений 0,01-100 кГц
- Частотомер электронно-счетный 43-36 от 0,1 Гц до 120 МГц
- Термометр лабораторный ТЛ, погрешность ± 0,5°С ГОСТ 28498-90

- Термостат сухой ТС 250-2 50 -250 °С, погрешность ± 0,3 °С

16

- режим «2»- измерение диоксида углерода, кислорода, частоты вращения двигателя и вычисление λ параметра:

CO ₂ X.XX %	TAX XXXX
λ -.--	O ₂ 20,8

Примечание - Если значение λ - параметра не входит в диапазон от 0,5 до 2 то на индикаторе отображается символ "----".

Коэффициент избытка воздуха λ –безразмерная величина, представляющая собой отношение массы воздуха, поступившей в цилиндр двигателя, к массе воздуха, теоретически необходимой для полного сгорания поданного в цилиндр топлива. Рассчитывается по результатам анализа состава отработавших газов автомобилей по формуле:

$$\lambda = \frac{[CO_2] + \frac{[CO]}{2} + [O_2] + \left(\frac{H_{cv}}{4} \times \frac{3,5}{3,5 + \frac{[CO]}{[CO_2]}} - \frac{O_{cv}}{2} \right) \times ([CO_2] + [CO])}{\left(1 + \frac{H_{cv}}{4} - \frac{O_{cv}}{2} \right) \times ([CO_2] + [CO]) + (K_I \times [CH])}, \quad (1)$$

где [CO₂], [CO], [O₂] - объёмная доля диоксида, оксида углерода и кислорода соответственно, %;

H_{cv} - отношение числа атомов водорода к числу атомов углерода в бензине, H_{cv} = 1,7261;

O_{cv} - отношение числа атомов кислорода к числу атомов углерода в бензине, O_{cv} = 0,0176;

K_I - поправочный коэффициент для пересчёта содержания углеводородов, измеренного инфракрасным методом на гексан, K_I = 6·10⁻⁴;

[CH] - объёмная для углеводородов в пересчёте на гексан, млн⁻¹

6 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИБОРА

Прибор обслуживается одним оператором.

Установить пробозаборник прибора в выпускную трубу автомобиля на глубину не менее 300 мм от среза (до упора) и зафиксировать его зажимом.

Полностью открыть воздушную заслонку карбюратора.

Запустить двигатель. Увеличить частоту вращения вала двигателя до максимальной и проработать в этом режиме не менее 15с.

Установить минимальную частоту вращения вала двигателя и проработать в этом, режиме не менее 20 с.

При подключении датчика тахометра играет роль его положение относительно высоковольтного провода зажигания автомобиля. При нестабильных показаниях следует перевернуть датчик тахометра на 180°.

ВНИМАНИЕ: Особенности конструкции системы зажигания отечественных

13

автомобилей с электронным впрыском (ВАЗ 2108, 2109, 2110) предусматривают формирование 2х импульсов тока (искры) за один такт работы двигателя, поэтому возможны показания удвоенных значений канала тахометра относительно реальных.

Считать показания на индикаторе передней панели прибора измеренных концентраций измеряемых компонентов и при необходимости распечатать их.

Установить повышенную частоту вращения вала в пределах ($P_{пов} = P_{ном} \times 0,8$) или 3000 об/мин, если $P_{ном}$: не указано в паспорте автомобиля. Произвести повторное измерение концентраций анализируемых газов на повышенных оборотах двигателя

Содержание оксида углерода и углеводородов в отработавших газах автомобиля должно быть в пределах значений, установленных предприятием-изготовителем автомобиля, но не выше, приведенных в приложении.

III ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

7 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРИБОРА

В процессе использования прибора необходимо производить замену фильтрующего агента каплеуловителя и фильтров тонкой очистки, фильтрующего агента фильтра грубой очистки.

Замену фильтрующего агента каплеуловителя (бумажного диска) производить не реже одного раза в месяц, а при интенсивной эксплуатации по мере заметного затемнения фильтра от сажи, соержащейся в отработавших газах. Для замены фильтрующего агента демонтировать каплеуловитель, отвернуть верхнюю крышку 4, отвернуть крепежную гайку 8, извлечь использованный фильтрующий агент 9 и установить на его место новый из комплекта ЗИП. Сборка каплеуловителя производится в обратном порядке, при этом следует следить за плотностью соединений зажимной гайки 8 и крышки фильтра 4.

Для замены объемного фильтра каплеуловителя необходимо:

-демонтировать каплеуловитель;

-отвернуть колпачок 1 и фиксатор 11;

- снять металлический фильтр 13 вместе с фильтром 5 мкм 12;

- извлечь фильтр 12 из объемного фильтра 13;

- механическим способом очистить металлический фильтр от сажи. Продуть фильтр сжатым воздухом, используя насос автомобиля;

-заменить фильтр 12.

Сборка каплеуловителя производится в обратном порядке.

Замену фильтрующего агента фильтра грубой очистки газа расположенного в рукоятке 1 пробозаборного зонда, проводить не реже одного раза в месяц или по мере затемнения фильтрующего агента частицами сажи. Для этого отвернуть штуцер 2 пробозаборного зонда, вывернуть патрон 3 фильтра грубой очистки и заменить его на новый патрон из комплекта ЗИП. Для замены фильтрующего агента (стекловолоконной нити) патрона отвернуть крышку фильтра 4 и извлечь использованное стекловолокно, заменив на новую порцию из комплекта ЗИП.

Сборку пробозаборного зонда произвести в обратном порядке, при этом сле-

14

дить за герметичностью соединений патрона фильтра со штуцером и штуцера с корпусом рукоятки зонда, а также за наличием уплотнительных прокладок 6, 7.

Для замены фильтрующего агента (стекловолоконной нити) отвернуть крышку фильтра и извлечь использованное стекловолокно, заменив на новую порцию из состава ЗИП. При сборке следить за герметичностью соединений элементов конструкции.

Фильтрующий агент может быть восстановлен путем промывки в теплом растворе СМС и последующим многократным полосканием в проточной чистой воде.

8 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

Характерные неисправности и методы их устранения приведены в таблице 2.

Таблица 2 -Характерные неисправности газоанализатора и методы их устранения

Наименование неисправности	Вероятная причина	Методы устранения
1	2	3
Отсутствует индикация прибора	Отсутствие контакта в разъеме питания	Проверить качество разъемных соединений, при необходимости протереть контакты спиртом.
	Неисправность индикатора	Направить в ремонт
Погрешность измерения не соответствует паспортным данным	Засорение кюветы	Прочистить кювету
	Неисправность компрессора	Направить прибор в ремонт
На индикаторе сообщение «Неиспр.1»	Неисправность двигателя обтюлятора	Направить прибор в ремонт
На индикаторе сообщение «Неиспр.6»	1 Выход из строя компрессора доставки пробы или датчика давления	Направить прибор в ремонт
	2 Загрязнение фильтров очистки газа	Заменить фильтры
На индикаторе сообщение «Неиспр.10»	Неисправность канала синхронизации	Направить прибор в ремонт
	Неисправность двигателя обтюлятора	

