

Лабораторная работа 3.

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПО ДЫМНОСТИ И ТОКСИЧНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ

В состав отработавших газов входят более 450 тыс. компонентов. К основным токсичным компонентам, вызывающим интенсивное загрязнение атмосферного воздуха, относятся оксид углерода (СО), углеводороды (СН), оксиды азота (NO_x), твердые частицы.

Дизельные двигатели, по сравнению с бензиновыми, выбрасывают в атмосферу значительно меньше токсичных веществ: СО – в 5–7 раз, СН – в 1,3–1,5 раза. Однако они обладают значительным недостатком – повышенным выбросом твердых (углерод) и жидких (масло, топливо) частиц.

Количество твердых сажевых частиц и жидких капель топлива, масла, воды в отработавших газах характеризует их дымность. Уровень дымности даже на автомобилях одной модели при их работе в одних и тех же условиях различен и в зависимости от их технического состояния изменяется в широких пределах.

Основными факторами, влияющими на изменение выбросов загрязняющих веществ, является техническое состояние двигателя и качество соблюдения регулировочных параметров его системы.

Цель работы:

- 1) изучение устройства и принципа работы оборудования для проверки содержания вредных веществ в отработавших газах;
- 2) приобретение практических навыков измерения дымности и содержания вредных веществ (СО и СН) в отработавших газах автотракторных двигателей.

Оборудование и приспособления: дизельные и бензиновые двигатели грузовых, легковых автомобилей, измеритель дымности отработавших газов МЕТА-01МП 0.1, газоанализатор «Инфраклар», сменные фильтры, комплект приспособлений.

3.1. Устройство и принцип работы дымомера МЕТА-01МП 0.1

Прибор предназначен для экспрессного измерения дымности отработавших газов автомобилей, тракторов, а также других транспортных средств и стационарных установок, оснащенных дизельными двигателями. Результат измерений представляется в единицах коэффициента

поглощения, или натурального показателя ослабления, (m^{-1}) и в единицах коэффициента ослабления (%) по ГОСТ Р 52160-2003 и ГОСТ Р 41.24-2003 (Правила ЕЭК ООН № 24).

Прибор позволяет проводить измерение дымности в режиме свободного ускорения двигателя – режиме регистрации пикового (максимального) значения дымности. Возможно измерение в дополнительном режиме – режиме регистрации текущего значения дымности при максимальном числе оборотов вала двигателя.

В приборе предусмотрены следующие возможности:

- автоматическая регистрация и хранение пиковых значений дымности в цикле до 10 ускорений двигателя, выбор четырех последних значений и вычисление среднего значения;
- измерение и автоматическая коррекция показаний по температуре обработавших газов;
- автоматическая коррекция нуля;
- контроль снижения напряжения батареи питания сверх предельного значения.

Технические характеристики дымомера МЕТА-01МП 0.1 представлены в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Технические характеристики прибора

Показатель	Условия эксплуатации
Температура окружающего воздуха	-20...+50 °С
Температура газа на входе измерительного канала, °С	30...200
Избыточное давление обработавших газов на срезе выхлопной трубы	Не более 1,95 кПа
Диапазон измерения дымности:	
в единицах коэффициента поглощения	0,00...∞ m^{-1}
в единицах коэффициента ослабления	0...100 %
Предел допускаемой абсолютной погрешности при коэффициенте поглощения 1,6...1,8 m^{-1}	Не более $\pm 0,05 m^{-1}$
Номинальная цена единицы наименьшего разряда:	
коэффициента поглощения	0,01 m^{-1}
коэффициента ослабления	0,1 %
Длина волны максимума пропускания λ_{max}	560 нм
Величина приведения фотометрической базы к базе	0,43 м
Эффективная фотометрическая база	0,1 м
Время одного измерения	Не более 5 с
Питание прибора	12,6 \pm 2 В
Потребляемая мощность от источника питания	Не более 2,5 Вт

Принцип работы прибора основан на измерении величины поглощения светового потока и температуры анализируемого газа в мерном объеме и преобразовании аналитических сигналов к единицам коэффициента поглощения.

$$K = -\frac{237 + t}{373L} LNT, \quad (3.1)$$

где K – коэффициент поглощения света, м^{-1} ;
 t – температура отработавших газов, $^{\circ}\text{C}$;
 L – эффективная фотометрическая база измерительного канала, м ;
 N – коэффициент ослабления света, %;
 T – коэффициент пропускания поглощающего слоя в измерительном канале, % / 100.

Единицы измерения дымности – коэффициент поглощения K (м^{-1}) и коэффициент ослабления N (%) – связаны выражением

$$N = 100 \cdot (1 - e^{-KL}). \quad (3.2)$$

Пересчет значений коэффициента ослабления N в коэффициент поглощения K производят по формуле

$$K = \frac{1}{L} \ln \left(1 - \frac{N}{100} \right). \quad (3.3)$$

Соотношение единиц измерения дымности K и N , а также массовой концентрации сажи в отработавших газах приведено в табл. 3.2.

Таблица 3.2. Соотношения единиц измерения дымности

Коэффициент ослабления, %	Коэффициент поглощения, м^{-1}	Коэффициент ослабления, %	Коэффициент поглощения, м^{-1}
1	2	3	4
0	0,0	63	2,3
4	0,1	64	2,35
8	0,2	64,4	2,4
11	0,3	65	2,45
15	0,4	66	2,5
20	0,5	67	2,55
21	0,55	67,3	2,6
23	0,6	68	2,65
24	0,65	69	2,7
26	0,7	69,3	2,75

Окончание табл. 3.2

1	2	3	4
28	0,75	70	2,8
29	0,8	71	2,85
31	0,85	71,3	2,9
32	0,9	72,5	3,0
34	0,95	73	3,05
35	1,0	73,6	3,1
36	1,05	72	3,15
38	1,1	75	3,2
40	1,2	76	3,3
42	1,25	76,3	3,35
43	1,3	77	3,4
44	1,35	77,3	3,45
45	1,4	78	3,5
46	1,45	78,3	3,55
47	1,5	79	3,6
49	1,55	79,2	3,65
50	1,6	80	3,7
51	1,65	80,1	3,75
52	1,7	80,5	3,8
53	1,75	81	3,85
54	1,8	81,3	3,9
55	1,85	81,7	3,95
56	1,9	82	4,0
57	1,95	82,5	4,05
58	2,0	83	4,1
59	2,05	83,3	4,15
60	2,15	84	4,25
61	2,2	100	∞
62	2,25	–	–

Функциональная схема прибора приведена на рис. 3.1.

Световой поток лампы накаливания фокусируется линзой и пересекает полость измерительного канала, которая ограничена диафрагмами с центральными отверстиями. Отработавшие газы (ОГ) автомобиля, содержащие непрозрачные частицы, поступают через пробозаборное устройство в измерительный канал и вызывают ослабление светового потока, которое регистрируется фотоприемником. Светофильтр формирует необходимую спектральную характеристику оптической пары в соответствии с кривой чувствительности глаза.

Сигналы датчика температуры ОГ, датчика давления и сигналы фотоприемника поступают на аналоговые входы микропроцессора, где выполняется обработка и преобразование сигналов в соответствии с про-

граммой, записанной в постоянное запоминающее устройство (ПЗУ). Результаты измерений и сопроводительная информация отображаются на буквенно-цифровом дисплее.

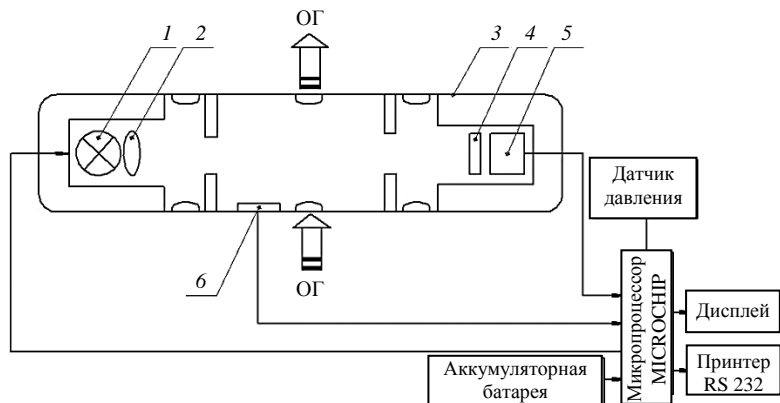


Рис. 3.1. Функциональная схема прибора: 1 – лампа; 2 – линза; 3 – оптический датчик; 4 – светофильтр; 5 – фотоприемник; 6 – датчик температуры

Алгоритм функционирования прибора предусматривает измерение исходного светового потока Φ_0 , измерение светового потока Φ_x , ослабленного слоем газа, заключенного в мерном объеме измерительного канала с концентрацией непрозрачных частиц x , вычисление коэффициента оптического пропускания $T = \Phi_x / \Phi_0$, измерение температуры газа, вычисление коэффициента поглощения K путем логарифмирования исходных сигналов $K = \ln \Phi_x / \Phi_0$ с учетом коэффициента теплового расширения газа $f = (273 + t) / 373$.

Прибор является переносным и состоит из приборного блока, оптического датчика и пробозаборника (рис. 3.2).

Конструктивно приборный блок выполнен в пластмассовом корпусе из ударопрочного полистирола. На лицевой панели расположены буквенно-цифровой дисплей 4 и органы управления: выключатель питания **Вкл** 5, кнопка **Ввод** 6, кнопка **Отмена** 7, кнопка **Выбор** 8. На боковых панелях прибора расположены: разъемы для подключения оптического датчика 9 и зарядного устройства 10.

Внутри приборного блока расположены плата управления и аккумуляторная батарея.

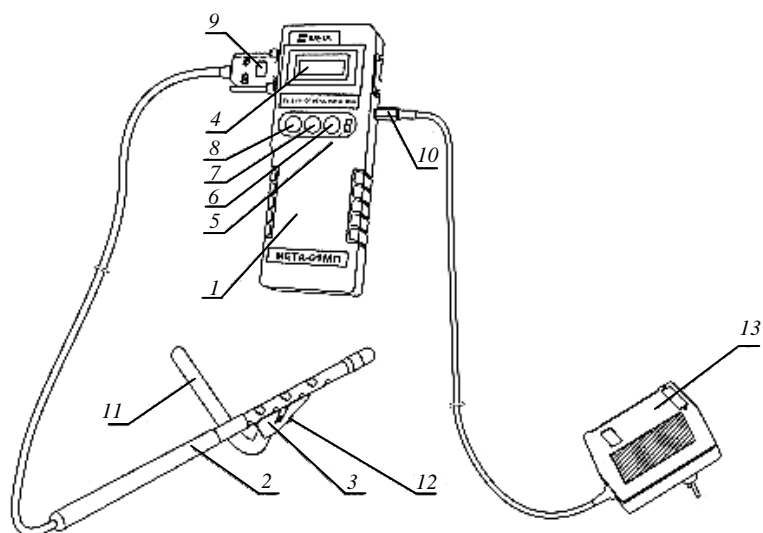


Рис. 3.2. Внешний вид прибора: 1 – приборный блок; 2 – оптический датчик; 3 – рассекаТЕЛЬ пробозаборника; 4 – буквенно-цифровой дисплей; 5 – тумблер включения питания; 6 – кнопка **Ввод**; 7 – кнопка **Отмена**; 8 – кнопка **Выбор**; 9 – разъем для подключения оптического датчика; 10 – разъем для подключения зарядного устройства; 11 – изогнутый патрубок пробозаборника; 12 – винт; 13 – зарядное устройство

Оптический датчик снабжен телескопической рукояткой, состоящей из трех звеньев, раздвигающейся до размеров 1,5 м и позволяющей выполнять измерения дымности с безопасного для оператора расстояния.

Оптический датчик (рис. 3.3) содержит соосно расположенные излучатель 19 (миниатюрная лампа накаливания с цветовой температурой 2800...3250 К) и фотоприемник 6 (фотодиод) по обе стороны от отверстия измерительной камеры 23, выполненной в виде перфорированного патрубка, внутри которого установлены диафрагмы 15 с центральными отверстиями.

В измерительной камере расположен термодатчик 16 (термопара), который служит для измерения температуры отработавших газов. Линза 18 формирует поток излучения лампы 19, а светофильтр 8 обеспечивает спектральные свойства оптической пары, аналогичные кривой дневного зрения человеческого глаза, по требованиям

ГОСТ Р 52160-2003 в диапазоне 430...680 нм с максимальным пропусканием на длине волны $\lambda_{\max} = (560 \pm 10)$ нм. Диафрагма 15, патрубки 13, 17 и дополнительные отверстия 14 буферных камер 22 образуют систему защитных оптических элементов от загрязнений компонентами отработавших газов, при этом обеспечивая стабильность эффективной фотометрической базы и однородность поглощаемого слоя анализируемого газа.

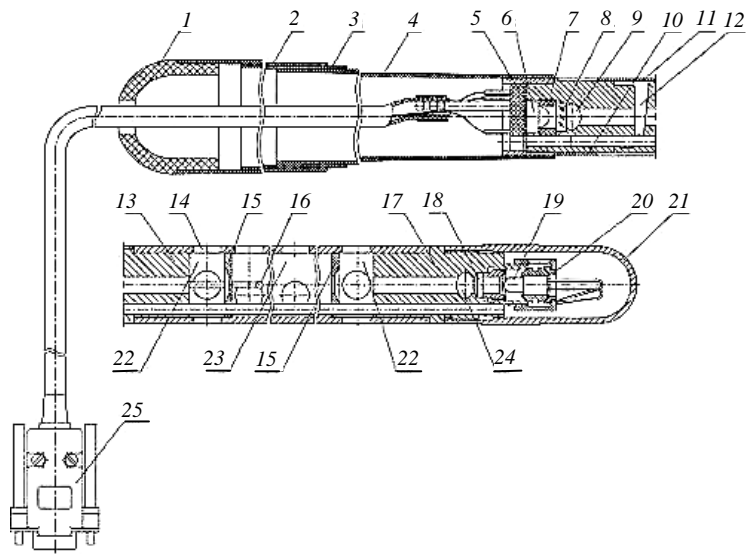


Рис. 3.3. Оптический датчик: 1 – колпачок; 2, 3 – трубы; 4, 13, 17 – патрубки; 5 – колodka; 6 – фотодиод; 7, 10, 20 – кольца; 8 – светофильтр; 9 – отверстие для очистки светофильтра; 11 – шторка; 12 – гнездо для установки контрольного светофильтра; 14 – отверстие для очистки буферной камеры; 15 – диафрагма; 16 – термопара; 18 – оптическая линза; 19 – лампа; 21 – крышка; 22 – буферные камеры; 23 – измерительная камера; 24 – отверстие для очистки оптической линзы; 25 – разъем для подключения к приборному блоку

Через отверстие 9 производят очистку светофильтра, через отверстие 24 – очистку оптической линзы. Гнездо 12 служит для установки контрольного светофильтра.

В рабочем положении гнездо контрольного светофильтра закрыто шторкой 11, отверстие фотоприемника – кольцом 10, отверстие для очистки линзы – защитной крышкой 21. Перфорированный отверстия-

ми патрубок измерительной камеры снабжен направляющим пазом для установки пробозаборника.

Пробозаборник устанавливается на оптическом датчике и служит для доставки отработавших газов от выпускной системы дизеля до измерительного канала датчика.

Пробозаборник (см. рис. 3.2) состоит из рассекателя 3 и изогнутого патрубка 11. На корпусе пробозаборника имеется направляющий выступ, который совмещается с пазом, расположенным на перфорированной трубке оптического датчика. Изогнутый патрубок закрепляется в корпусе при помощи винта 12 в необходимом положении.

Индикация условий измерения. В приборе предусмотрено измерение и индикация атмосферных условий в месте испытаний.

1. Для просмотра этих параметров включить питание прибора, удерживая в нажатом положении кнопку **Ввод**. На дисплее поочередно через 3 с отображается атмосферное давление (кПа и мм рт. ст.), а также окружающая температура (°C и K) (рис. 3.4).

P, кРА	XXX.X
P, ммHg	XXX
Tokp, C	XX
Tdym, K	XXX

Рис. 3.4. Индикация атмосферного давления и температуры окружающей среды

2. Выключить питание прибора.

3. Включить питание прибора кнопкой **Вкл**. На дисплее отображается реклама, а затем при нормальном напряжении питания – следующее сообщение (рис. 3.5).

ПРОГРЕВ ЖДИТЕ

Рис. 3.5. Индикация прогрева прибора

При разряде аккумуляторной батареи появится следующее сообщение (рис. 3.6).

ПИТАНИЕ НИЖЕ НОРМЫ

Рис. 3.6. Индикация разряда аккумуляторной батареи

В этом случае следует выключить питание прибора и зарядить аккумуляторную батарею.

Через 30 с на дисплее отображается меню режимов (рис. 3.7).

РЕЖ:	ПАМ	ВРМ
УСКОР		ТЕК

↙ Курсор

Рис. 3.7. Меню режимов

Используя кнопку **Выбор**, выбрать необходимый режим, установив курсор на соответствующую надпись:

УСКОР – измерение пиковых значений дымности в режиме свободного ускорения двигателя;

ТЕК – измерение текущих значений дымности при испытании двигателя в режиме максимального числа оборотов вала;

ВРМ – режим коррекции времени;

ПАМ – работа с результатами измерений, сохраненных в памяти данного прибора.

Проверка работоспособности прибора. Кнопкой **Выбор** выбрать режим **ТЕК** и запустить его нажатием кнопки **Ввод**. На дисплее автоматически на 2 с индицируется остаток заряда аккумуляторной батареи в процентах (БАТ XXX %), затем непрерывно выводятся показатели дымности, при этом мигает двоеточие. При отсутствии дыма в оптическом датчике сообщение на дисплее выглядит следующим образом (рис. 3.8).

K = 0,00 1/м
N = 00,0 %

Рис. 3.8. Показания прибора при отсутствии дыма в оптическом датчике

Открыть шторку и перекрыть световой поток, установив непрозрачный экран в гнездо контрольного светофильтра. Должны установиться показания, обозначающие бесконечность (рис. 3.9).

$K = 99,99 \text{ 1/м}$ $N = 100,0 \%$

Рис. 3.9. Показания прибора, соответствующие бесконечности

Для выхода в меню режимов нажать кнопку **Отмена**.

Привести пробозаборник в рабочее состояние.

Соединить рассекатель с трубкой пробозаборника и зафиксировать в рабочем положении при помощи винта (рис. 3.10).

Присоединить рассекатель к оптическому датчику симметрично относительно отверстий измерительной камеры оптического датчика (рис. 3.11).

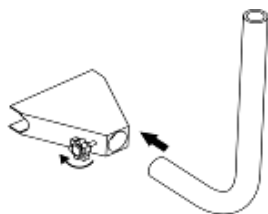


Рис. 3.10. Присоединение трубки пробозаборника к рассекателю

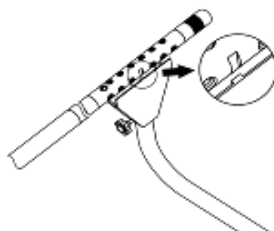


Рис. 3.11. Присоединение рассекателя к оптическому датчику

При этом направляющий паз оптического датчика необходимо совместить с направляющим выступом рассекателя.

Проверка правильности работы прибора по контрольному светофильтру. Для проверки правильности работы прибора по контрольному светофильтру необходимо выполнить следующие действия:

1. Кнопкой **Выбор** установить курсор на режим **ТЕК** и нажать кнопку **Ввод**.
2. Поворотом шторки 11 оптического датчика обнажить гнездо контрольного светофильтра 12 (см. рис. 3.3).
3. Установить контрольный светофильтр в гнездо 12, дождаться установки показаний.

При этом на дисплее отобразится измеренное значение коэффициента поглощения контрольного светофильтра. Показания на дисплее прибора должны соответствовать данным, отображенным на светофильтре. Показания должны находиться в пределах $\pm 0,05 \text{ м}^{-1}$ от ука-

занного значения при температуре окружающего воздуха (23 ± 5) °С. Если показания прибора не соответствуют значению контрольного светофильтра, вынуть светофильтр из гнезда, закрыть шторку и повторить операции по пп. 1–3.

Для выхода в меню нажать кнопку **Отмена**.

3.2. Измерение дымности отработавших газов

Дымность отработавших газов обкатанных автомобилей в режиме свободного ускорения не должна превышать значение коэффициента поглощения X_L , указанное в сообщении об официальном утверждении или в знаке официального утверждения, нанесенного на двигатель (автомобиль), в соответствии с табл. 3.2. Дымность необкатанных автомобилей не должна превышать более чем на $0,5 \text{ м}^{-1}$ значение коэффициента поглощения X_L .

Дымность отработавших газов X_M^1 автомобилей, не имеющих знака официального утверждения, не должна превышать в режиме свободного ускорения следующих значений:

- 2,5 м^{-1} – для двигателей без наддува;
- 3,0 м^{-1} – для двигателей с наддувом.

3.2.1. Условия измерения дымности

1. Выпускная система автомобиля не должна иметь повреждений, неплотностей, вызывающих утечку отработавших газов и подсос воздуха.

2. Перед испытаниями двигатель должен быть прогрет не ниже рабочей температуры моторного масла или охлаждающей жидкости, указанной в руководстве по эксплуатации проверяемого автомобиля.

Испытания проводят при температуре окружающего воздуха от 0 до 35 °С и давлении атмосферного воздуха от 92 до 105 кПа.

3. Все обогатительные устройства двигателя должны быть отключены.

3.2.2. Порядок проведения измерения дымности

1. Установить рычаг переключения передач в нейтральное положение, затормозить транспортное средство стояночным тормозом и заглушить двигатель.

2. Подготовить дымомер к работе согласно инструкции по его эксплуатации.

3. Установить пробозаборное устройство к выпускной трубе транспортного средства. Трубка пробозаборника должна быть обращена открытым концом навстречу потоку отработавших газов и располагаться (по возможности) в направлении оси выпускной трубы, где распределение отработавших газов является более равномерным. Трубку рекомендуется загружать в выпускную трубу на расстояние, равное не менее чем утроенному диаметру выпускной трубы. Соединительные патрубки между пробоотборным приспособлением и дымомером должны иметь длину $(2,5 \pm 0,5)$ м, устанавливаться (по возможности) с подъемом от места отбора пробы до дымомера и не иметь резких перегибов.

4. Установить на выпускную трубу устройство для отвода отработавших газов.

5. Запустить двигатель.

6. При работе двигателя в режиме холостого хода при минимальной частоте вращения коленчатого вала быстрым нажатием до упора на педаль управления подачей топлива установить максимальную частоту вращения коленчатого вала до включения регулятора. Затем отпустить педаль до установления минимальной частоты вращения коленчатого вала. Этот процесс повторить не менее шести раз.

7. При каждом последующем свободном ускорении зафиксировать максимальную дымность до получения устойчивых значений. Измеренные значения считаются устойчивыми, если четыре последовательных значения располагаются в зоне $0,25 \text{ м}^{-1}$ и не образуют убывающей последовательности. Результатом измерения считается среднее арифметическое четырех значений.

8. Выдержать паузу не менее 60 с после проверки в режиме свободного ускорения, после чего произвести проверку в режиме максимальной частоты вращения коленчатого вала. Для этого необходимо нажать на педаль до упора и зафиксировать ее в таком положении, установив максимальную частоту вращения коленчатого вала. Измерить дымность отработавших газов не ранее чем через 10 с после пуска отработавших газов в прибор.

9. Заглушить двигатель, отсоединить устройство для отвода отработавших газов и пробозаборное приспособление от выпускной трубы двигателя.

3.2.3. Измерение дымности отработавших газов в режиме свободного ускорения

Кнопкой **Выбор** установить курсор на режим **УСКОР** и нажать кнопку **Ввод**. Автоматически выполняется коррекция нуля, на дисплее

на две секунды индицируется остаток заряда аккумуляторной батареи в процентах (БАТ XXX %), затем появляется следующее сообщение (рис. 3.12). (Прибор находится в ждущем режиме.)

K1	l/м
N1	%

Рис. 3.12. Ждущий режим прибора

Дать команду водителю автомобиля разогнать двигатель от холостых оборотов до максимальных, перемещая педаль подачи топлива за 0,5...1,0 с до упора, удерживать ее в этом положении 2...3 с, затем отпустить. Повторить операцию несколько раз для очистки выпускной системы автомобиля.

Приступить к измерениям дымности сразу после подготовительных операций. Для этого установить изогнутую пробозаборную трубку в выпускную систему автомобиля и разогнать двигатель аналогичным образом шесть раз подряд с интервалом в 8...10 с.

В паузах между ускорениями на дисплее в течение двух секунд отображается результат пикового значения дымности в следующем виде (рис. 3.13).

K1 = X,XX l/м
N1 = XX,X %

Рис. 3.13. Пиковое значение дымности

После завершения шести ускорений нажать кнопку **Отмена** и отпустить ее после появления надписи **ПРОСМОТР РЕЗУЛЬТАТОВ**. При этом прибор вычисляет среднее арифметическое значение из четырех последних измеренных результатов, которое при просмотре отображается в следующем виде (рис. 3.14).

K* = X,XX l/м
N* = XX,X %

Рис. 3.14. Среднее арифметическое значение последних четырех замеров

Если вы произвели большее число ускорений, то после десяти ускорений прибор производит вычисление среднего значения автоматически.

Результаты четырех последних измерений пиковых значений дымности и их среднее значение можно просмотреть на дисплее нажатием кнопки **Выбор**.

Для выхода в меню режимов необходимо нажать кнопку **Отмена**. При этом результаты измерений теряются.

При необходимости цикл ускорений двигателя может быть сокращен до любого числа, но не менее четырех.

Допускается вводить пробозаборник прибора и измерять дымность при четырех последних разгонах двигателя.

При одиночном измерении пикового значения дымности после индикации результата нажать кнопку **Отмена** и отпустить ее после появления надписи **ПРОСМОТР РЕЗУЛЬТАТОВ**.

Контроль базового отсчета и коррекцию нуля прибора производить после выноса оптического датчика из зоны действия отработавших газов с выдержкой паузы в течение 60 с для естественной вентиляции измерительного канала от остатков отработавших газов.

3.2.4. Измерение дымности отработавших газов в режиме максимального числа оборотов вала двигателя

Установить курсор в меню режимов в положение **ТЕК** и нажать кнопку **Ввод**. Автоматически выполняется коррекция нуля, на дисплее на две секунды индицируется остаток заряда аккумуляторной батареи в процентах (БАТ XXX %), затем прибор непрерывно измеряет и отображает текущее значение дымности, при этом мигает двоеточие.

Дать команду водителю автомобиля нажать педаль подачи топлива до упора и разогнать двигатель до максимального числа оборотов. Через 15 с ввести трубку пробозаборника в выхлопную трубу.

Для фиксации результата измерения нажать кнопку **Отмена** и отпустить ее после появления надписи **ПРОСМОТР РЕЗУЛЬТАТОВ**. При этом вычисляется среднее значение дымности за последние 5 с, которое отображается в следующем виде (рис. 3.15).

$K = X,XX \text{ 1/м}$
$N = XX, X \%$

Рис. 3.15. Среднее значение дымности за последние 5 с

Для выхода в меню режимов нажать кнопку **Отмена**. При этом результаты измерений теряются.

3.3. Устройство и принцип работы газоанализатора «Инфракар-08.01»

Данный прибор применяется для измерения концентрации токсичных веществ в различных газовых смесях и контроля технического состояния двигателей внутреннего сгорания, а именно для измерения объемной доли оксида углерода (СО), углеводорода (СН) в отработавших газах автомобилей с бензиновым двигателем. Также прибор оборудован тахометром, позволяющим измерять частоту вращения коленчатого вала. Технические характеристики прибора приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3. Технические характеристики прибора

Показатели	Условия эксплуатации
Питание прибора: от бортовой сети автомобиля напряжением сети переменного тока	14,8...1,2 В 220 В с частотой 50 Гц
Диапазоны измерения газоанализатора: окись углерода (СО) углеводороды (СН) частота вращения коленчатого вала	0...7 % 0...3000 млн ⁻¹ 0...1200 мин ⁻¹
Допустимая абсолютная погрешность: для канала СО канала СН канала тахометра	±0,2 % ±20 млн ⁻¹ ±2,5 %
Допустимая относительная погрешность для каналов СО и СН Предел допускаемого времени установления показаний T _{0,9} Мощность, потребляемая в режиме измерения Габаритные размеры Время прогрева прибора при 20 °С	±6 % 30 с 18 Вт 170×280×320 мм 30 мин
Цена единицы наименьшего разряда отсчетного устройства: для СО СН	0,01 % 2 млн ⁻¹

Шкала прибора по каналу СН отградуирована в объемных долях гексана. Для настройки, испытаний и поверки прибора применяются смеси пропана в азоте.

На лицевой панели прибора (рис. 3.16) размещены:

- цифровой индикатор СО (показывает содержание углерода в смеси);
- цифровой индикатор СН (показывает содержание углеводорода в смеси);
- цифровой индикатор об/мин (показывает частоту вращения коленчатого вала);

- единичный индикатор включения насоса a ;
- кнопки для установки нулей: **Насос (Выход)**, **► 0 ◀ (Ввод)**, **Печать (-), 4/2 такта (+)**.

Также в правой части прибора расположен монитор, который показывает графическую зависимость контролируемых величин.

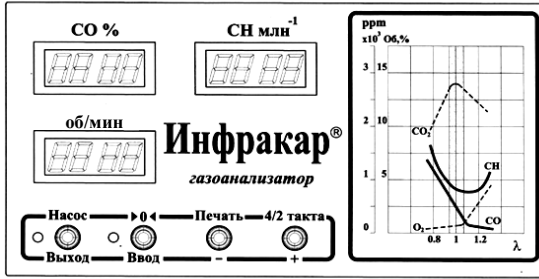


Рис. 3.16. Газоанализатор «Инфракар-08.01» (вид спереди)

На задней панели прибора (рис. 3.17) размещены:

- разъем для подключения датчика тахометра;
- разъем RS-232 (необходим для подключения прибора к монитору компьютера);
- три сетевых предохранителя: два по 2 А и один 3 А;
- выключатель прибора **Сеть**;
- разъем для подключения электрического питания 12 В;
- разъем для подключения электрического питания ~ 220 В;
- штуцеры **Слив**, **Вход** и **Выход** анализируемого газа;
- фильтр № 1 для газоанализатора;
- сборник конденсата.

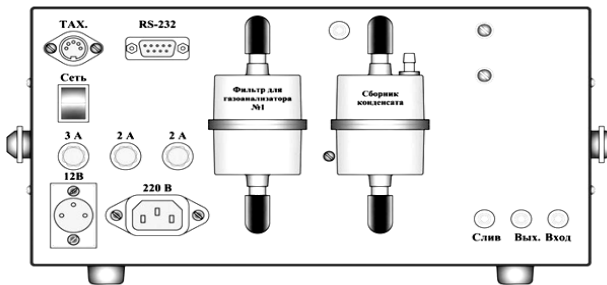


Рис. 3.17. Задняя панель прибора

Прибор состоит из системы пробоотбора и пробоподготовки, блока оптического (БО) и блока электронного (БЭ). Система пробоотбора и пробоподготовки газоанализатора (рис. 3.18) включает газозаборный зонд, пробоотборный шланг, фильтр грубой очистки – бензиновый фильтр $\Phi 1$, побудитель расхода газа ($ПРГ$), сборник конденсата – каплеотборник ($СК$), фильтры тонкой очистки $\Phi 2$ и $\Phi 3$ для фильтра № 1 газоанализатора.

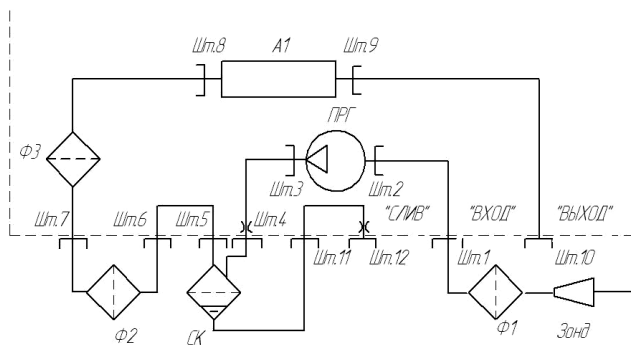


Рис. 3.18. Пневматическая схема: $\Phi 1$ – бензиновый фильтр; $СК$ – каплеотборник; $\Phi 2$, $\Phi 3$ – фильтры тонкой очистки для фильтра № 1 газоанализатора; $ПРГ$ – побудитель расхода газа; $A1$ – кювета; $Шт. 1 \dots 10$ – штуцеры

Блок оптический газоанализатора (рис. 3.19) состоит из конструктива, который содержит излучатель 1, измерительную кювету 2, пироэлектрические приемники излучения с интерференционными фильтрами 4. ИК-излучение модулируется обтюратором 3. Один интерференционный фильтр выделяет полосу поглощения CO , другой – полосу поглощения CH .

Принцип действия оптического блока основан на том, что энергия ИК-излучения зависит от концентрации анализируемого компонента в газовой смеси. Каждому газу присуща своя область длин волн поглощения. Это обуславливает возможность проведения избирательного анализа газов.

Излучение от излучателя проходит через кювету с анализируемой газовой смесью. При этом одна часть газовой смеси поглощается в инфракрасной части спектра, а другая – не поглощается. Затем излучение последовательно проходит через два интерференционных фильтра, что позволяет сравнить значения с помощью детектора поглощения

для двух длин волн: одной – соответствующей пику поглощения для анализируемого газа, другой – соответствующей минимальному поглощению (принята в качестве стандарта).

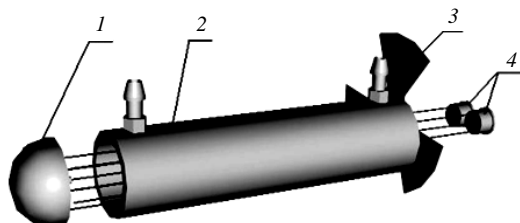


Рис. 3.19. Блок оптический: 1 – излучатель; 2 – кювета; 3 – обтюратор; 4 – приемники излучения с интерференционными фильтрами

Кюветы изготавливают из меди или позолоченного либо посеребренного изнутри стекла. Они закрыты окнами, прозрачными для излучения (LiF , кварц, слюда, CaF_2).

Блок электронный предназначен для измерения выходных сигналов первичных преобразователей газоанализаторов «Инфракар», обработки и представления результатов измерения в цифровом виде.

Электронный блок газоанализатора содержит:

- блок питания ~ 220 В;
- блок питания от источника постоянного тока напряжением 11,8...12 В;
- блок предварительного усиления сигналов пирозлектрических приемников;
- микропроцессорный контроллер, в том числе выполняющий функцию измерения частоты вращения коленчатого вала двигателя;
- три цифровых индикатора;
- индикаторы единичные включения насоса и продувки воздухом для установки нуля;
- клавиатуру;
- датчик температуры.

Газоанализатор имеет следующие режимы работы:

- измерение;
- выбор параметров для настройки.

Меню выбора параметров для настройки является многоуровневым.

После включения газоанализатора происходит прогрев прибора. В режиме измерения на индикаторах прибора осуществляется вывод информации о содержании измеряемых газовых компонентов, в случае загрязнения прибора выводится информация о загрязненном канале на соответствующем индикаторе. Если сигналы меньше минимально допустимого уровня, на индикаторах высвечивается **ЗАГР**.

Нажатием кнопки **Насос** осуществляется включение-выключение побудителя расхода газа.

Нажатие кнопки **►0◄** приводит к включению побудителя расхода газа и установлению нулевых показаний.

Нажатие кнопки **4/2 такта (+)** позволяет установить тип двигателя, к которому подключен тахометр (двух-, четырехтактный).

Для изменения уровня чувствительности тахометра необходимо одновременно нажать кнопки **Печать** и **4/2 такта (+)**. При этом на индикаторе **СН** появится значение установленного уровня чувствительности. Нажатием кнопки **4/2 такта (+)** можно установить требуемый уровень чувствительности тахометра для устойчивого измерения числа оборотов для данного автомобиля. Запоминание установленного уровня производится нажатием кнопки **►0◄ (Ввод)**. Выход без запоминания – нажатием кнопки **Насос (Выход)**. Анализируемый газ поступает в кюветы, где измеряемые компоненты, взаимодействуя с излучением, вызывают его поглощение в соответствующих спектральных диапазонах. Потoki излучения характерных областей спектра выделяются интерференционными фильтрами (3,4; 4,7 мкм) и преобразуются в электрические сигналы, пропорциональные концентрации окиси углерода и сумме углеводородов.

Анализируемый газ прокачивается побудителем расхода через газозаборный зонд, фильтр **Ф1** и поступает в сборник конденсата **СК**, где происходит отделение влаги от газа. Конденсированная влага автоматически удаляется через штуцер **Слив**. После удаления влаги анализируемый газ очищается от сажи фильтрами тонкой очистки **Ф2** и **Ф3**, проходит через измерительную кювету оптического блока **А1** и через штуцер **Выход** удаляется из прибора.

Начинать работу с прибором следует с установки его на столе или капоте автомобиля. В зависимости от источника электрического питания к разъему на задней панели подключить кабель питания 220 В или кабель питания 12 В из комплекта принадлежностей.

К штуцеру **Слив** подсоединить трубку для сброса конденсата. К штуцеру **Вход** подсоединить через короткую трубку из ПВХ бензи-

новый фильтр, к нему подсоединить пробоотборный шланг с зондом газозаборным из комплекта принадлежности.

Ответные провода электрического кабеля при питании 12 В подключаются к двигателю автомобиля следующим образом:

- зажим красного цвета – к клемме аккумулятора +12 В;
- зажим черного цвета – к клемме аккумулятора –12 В.

Затем к гнезду на задней панели подключается кабель с датчиком тахометра, датчик подсоединяется к высоковольтному проводу первой свечи.

Допускается в качестве источника питания использовать другие источники постоянного тока (сетевые или аккумуляторные), обеспечивающие на выходе постоянное напряжение 12 В при токе не менее 1,5 А. В этом случае красный и черный зажимы кабеля подключаются к альтернативному источнику питания.

Далее следует включить питание газоанализатора, прогреть прибор в течение 30 мин, включить насос. Газоанализатор готов к работе.

Подстройка нулей производится перед каждым измерением нажатием кнопки ►0◄, после подстройки нулей прибор переходит в режим измерения СО и СН. Перед подстройкой нулей весь шланг вместе с газозаборным зондом необходимо продуть воздухом нажатием кнопки **Насос** (если он не был перед этим продут).

Нажать кнопку **4/2 такта (+)** и в зависимости от числа тактов цилиндров удерживать ее столько времени, пока на дисплее не высветится необходимое число тактов: 4 или 2. После установки в контроллер прибора нужного числа тактов прибор переходит в режим индикации числа оборотов коленчатого вала двигателя. При измерении частоты вращения коленчатого вала в двигателях с двухискровой системой зажигания в тахометре газоанализатора устанавливается режим так же, как и при измерении частоты вращения коленчатого вала в двухтактном двигателе.

Для изменения уровня чувствительности тахометра необходимо одновременно нажать кнопки **Печать** и **4/2 такта (+)**. При этом на индикаторе СН появится значение установленного уровня чувствительности. Нажатием кнопки **4/2 такта (+)** можно установить требуемый уровень чувствительности тахометра для устойчивого измерения числа оборотов для данного автомобиля.

Запоминание установленного уровня производится нажатием кнопки ►0◄ (**Ввод**), выход без запоминания – нажатием кнопки **Насос (Выход)**.

Условия измерения CO и CH:

1. Выпускная система автомобиля не должна иметь неплотностей, вызывающих утечку отработавших газов и подсос воздуха.
2. Перед испытаниями двигатель должен быть прогрет не ниже рабочей температуры моторного масла или охлаждающей жидкости, указанной в руководстве по эксплуатации проверяемого автомобиля.
3. Все обогатительные устройства двигателя должны быть отключены [33].

3.4. Порядок проведения измерений токсичности бензиновых двигателей

1. Установить рычаг переключения передач в нейтральное положение, затормозить транспортное средство стояночным тормозом и заглушить двигатель.
2. Подготовить газоанализатор к работе согласно руководству по эксплуатации.
3. Подключить датчик тахометра газоанализатора к двигателю согласно руководству по эксплуатации.
4. Установить на выпускную трубу транспортного средства устройство для отвода отработавших газов.
5. Установить пробоотборный зонд газоанализатора в отверстие для введения зонда, расположенное в устройстве для отвода отработавших газов, на глубину не менее 300 мм от среза выхлопной трубы.
6. Запустить двигатель, установить частоту вращения коленчатого вала на уровне $n_{пов}$ и обеспечить его работу в этом режиме не менее 15 с.
7. Установить минимальную частоту вращения (n_{min}) коленчатого вала двигателя и не ранее чем через 20 с измерить содержание окиси углерода и углеводов.
8. Установить повышенную частоту вращения коленчатого вала двигателя, равную $n_{пов}$, и не ранее чем через 15 с измерить содержание оксида углерода и углеводов.
9. Извлечь пробоотборный зонд из отверстия для введения зонда, снять устройство для отвода отработавших газов с выпускной трубы глушителя, отсоединить датчик тахометра от двигателя.
10. По окончании работы с автомобилем или при перерыве в работе оператора выключить побудитель расхода газа, дав ему предварительно проработать 5...10 мин для продувки шлангов.

11. По окончании работы необходимо выключить питание прибора.
 12. Оценить токсичность отработавших газов, которая должна соответствовать требованиям ГОСТ 17.2.2.030-87 (табл. 3.4).

Таблица 3.4. **Нормативные значения токсичности отработавших газов бензинового и газового двигателей по ГОСТ 17.2.2.030-87**

Частота вращения	Предельно допустимое содержание оксида углерода (CO), объемная доля, %	Предельное содержание углеводородов (СН), объемная доля, млн ⁻¹ , для двигателей с числом цилиндров	
		не более 4	более 4
n_{\min}	1,5	1200	3000
n_{\max}	2,0	600	1000

Содержание отчета

1. По заданию преподавателя кратко изложить методику измерения дымности и токсичности отработавших газов.
2. Привести принципиальные схемы устройства приборов.
3. Внести значения измеряемых и нормативных данных в протокол диагностирования.

Протокол измерений дымности отработавших газов дымометром модификации МЕТА-01МП 0.1

Контроль дымности	
Дата	
Модель транспортного средства	
Режим свободного ускорения	
K1 = X,XX л/м	
N1 = XX,X %	
K2 = X,XX л/м	
N2 = XX,X %	
K3 = X,XX л/м	
N3 = XX,X %	
K4 = X,XX л/м	
N4 = XX,X %	
Среднее значение	
K* = X,XX л/м	
N* = XX,X %	
Оператор	

**Протокол измерений токсичности отработавших газов
газоанализатором «Инфракар-08.01»**

Температура масла, °С	
Содержание СО при n_{\min} , млн ⁻¹	
Содержание СН при n_{\min} , млн ⁻¹	
Содержание СО при $n_{\text{пов}}$, млн ⁻¹	
Содержание СН при $n_{\text{пов}}$, млн ⁻¹	

4. Проанализировать полученные данные и сделать заключение об общем техническом состоянии двигателя.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначен дымомер МЕТА-01МП 0.1?
2. Из чего состоит дымомер? Как производится настройка и управление прибором?
3. Для чего предназначен газоанализатор «Инфракар-08.01»?
4. Из чего состоит газоанализатор? Как производится настройка и управление прибором?
5. Перечислите основные токсичные компоненты, вызывающие загрязнение атмосферного воздуха.
6. Изложите условия измерения дымности.
7. Кратко изложите методику измерения дымности отработавших газов в режиме свободного ускорения.
8. Кратко изложите методику измерения дымности отработавших газов в режиме максимального числа оборотов вала двигателя.
9. Опишите порядок проведения измерений экологических показателей бензиновых двигателей.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Измеритель дымности отработавших газов МЕТА-01 МП 0.1: руководство по эксплуатации / Науч.-производ. фирма «МЕТА». – Москва, 2006. – 46 с.
2. Газоанализаторы ИФРАКАР ВЕКМ.413311.002 ПС: паспорт. – Москва, 2006. – 14 с.
3. Савич, Е. Л. Инструментальный контроль автотранспортных средств / Е. Л. Савич, А. С. Кручек. – Минск: Выш. шк., 2006. – 406 с.