

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВПО

**СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра «Процессы и машины в агробизнесе»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ ДЛЯ СТУДЕНТОВ
ФАКУЛЬТЕТА МЕХАНИЗАЦИИ С.Х.

**"ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ
ГАЗОАНАЛИЗАТОРОМ «ИНФРАКАР М»**



СТАВРОПОЛЬ - 2013

методические указания подготовлены к.т.н.,
ст. преподавателем Тенековым А.А.
Одобрены и рекомендованы методической
комиссией факультета механизации сельского хозяйства СтавГАУ,
протокол № _____ от " ____ " _____ 2008г.

Тема занятия: Определение токсичности выхлопных газов автомобильного двигателя.

Продолжительность занятия - 4 часа.

Цель занятия: Ознакомление с техникой и технологией контроля токсичности выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания и усвоение практических навыков проведения такого контроля газоанализатором ИНФРАКАР М

Содержание занятия:

1. Ознакомление с организацией занятия и инструкцией по технике безопасности при выполнении работы.
2. Изучение методов измерения токсичности выхлопных газов ДВС и инструкции по устройству и применению газоанализатора ИНФРАКАР М
3. Определение токсичности выхлопных газов карбюраторного двигателя автомобиля при различных режимах работы.
4. Оформление отчета о лабораторной работе и защита его перед преподавателем.

Применяемое оборудование

1. Газоанализатор ИНФРАКАР М (комплектный).
2. Автомобиль ИЖ-2715-01 с карбюраторным двигателем.
3. Барометр.

Литература

1. Буралев Ю. В. и др. Устройство, обслуживание и ремонт топливной аппаратуры автомобилей. М., 1979.
2. Газоанализатор ИНФРАКАР М Заводская инструкция по устройству и эксплуатации.
3. Харазов А. М. Диагностическое обеспечение ТО и ремонта автомобилей. М., ВШ, 1990, 208 с.
4. Автомобиль ИЖ-2715-01. Руководство по эксплуатации.

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

1. ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Студенты допускаются к выполнению лабораторной работы только после прохождения вводного инструктажа на данном рабочем месте:

1.1 Приступить к выполнению лабораторной работы можно только после изучения настоящих методических указаний и получения соответствующего допуска преподавателя (учебного мастера);

1.2 Проверить наличие всех потребных для работы приборов и инструмента сохранять их местонахождение во время работы;

1.3 Переносные приборы включать только в соответствующие по напряжению источники тока;

1.4 Во время работы строго соблюдать установленную последовательность выполнения операций, извещая всех присутствующих о движениях в приборах, двигателе и прочих опасностях, связанных с работой автомобиля и приборов.

2. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ (ДВС)

Содержание токсичных веществ в отработанных газах ДВС зависит в первую очередь от состояния и регулировки приборов системы питания, а также от общего технического состояния и режимов работы двигателя - скоростного, нагрузочного, регулировочного.

На рис. 1 [1] дана зависимость концентрации окиси углерода - CO, окислов азота - NO₂ и несгоревших углеводородов CmHn в выхлопных газах карбюраторного двигателя от коэффициента избытка воздуха α в горючей смеси - на различных режимах работы.

Как видно из графиков, наибольший выброс CO и CmHn происходит в режиме холостого хода двигателя. Поскольку этот режим довольно продолжителен особенно в городе, принято целесообразным вести контроль и ограничение токсичности выхлопных газов в режиме холостого хода и только по содержанию CO и CH.

По ГОСТ 12.2.2.03-87 допускается содержание в выхлопных газах карбюраторного двигателя на холостом ходу $\eta_{\text{хх}}$ и на повышенной частоте холостого вращения коленвала $\eta_{\text{хп}} \geq 0,6 \eta_{\text{ном}}$ соответственно: CO - 2,0...2,5 %; CH - 1200...600 ррт (или млн⁻¹ частей). Забор газов следует производить внутри выхлопной трубы на расстоянии не менее 300 мм от среза.

В практике определение токсичности выхлопных газов ДВС ведут различными методами, основанными на:

а) поглощении компонентами отработавших газов недисперсного инфракрасного излучения с определенной длиной волны;

б) каталитическом дожигании окиси углерода на раскаленной платиновой нити с регистрацией повышения ее температуры при этом;

в) химической реакции вещества - индикатора с анализируемыми компонентами.

Для эксплуатационных условий наиболее прост и точен первый метод, использованный в приборе - газоанализаторе ИНФРАКАР М, рассматриваемый в настоящей лабораторной работе.

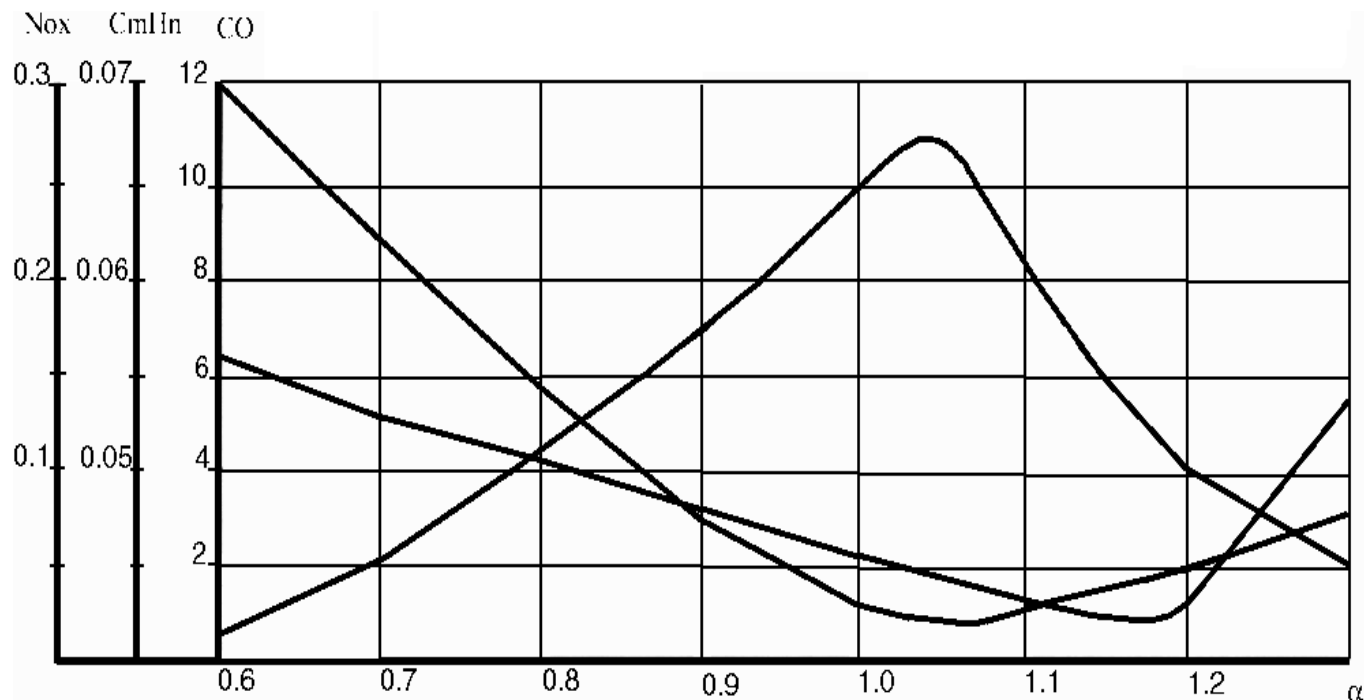


Рис. 1 Зависимость концентрации токсичных веществ, % в выхлопных газах карбюраторного ДВС от коэффициента избытка воздуха α в горючей смеси

3. УСТРОЙСТВО И ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОАНАЛИЗАТОРА ИНФРАКАР М

3.1 Назначение прибора

Прибор (рис. 2) предназначен для определения содержания окиси углерода (CO) и углеродов СН (по гексану) в выхлопных газах карбюраторных двигателей с одновременным измерением частоты вращения коленвала двигателя.

3.2 Техническая характеристика газоанализатора ИНФРАКАР М

Диапазон измерения содержания газов, объемных долей, %: CO - 0...5; СН - 0...1.

Диапазон измерения частоты вращения коленвала двигателя тахометром:
 $n, 10^3 \text{ рад/мин} - 0,5 \dots 0,99$.

Погрешности измерения: содержание газов $\pm 5\%$; $n = \pm 2,5\%$.

Время подготовки к работе - не более 30 сек.

Время установки показаний после включения - 10 сек.

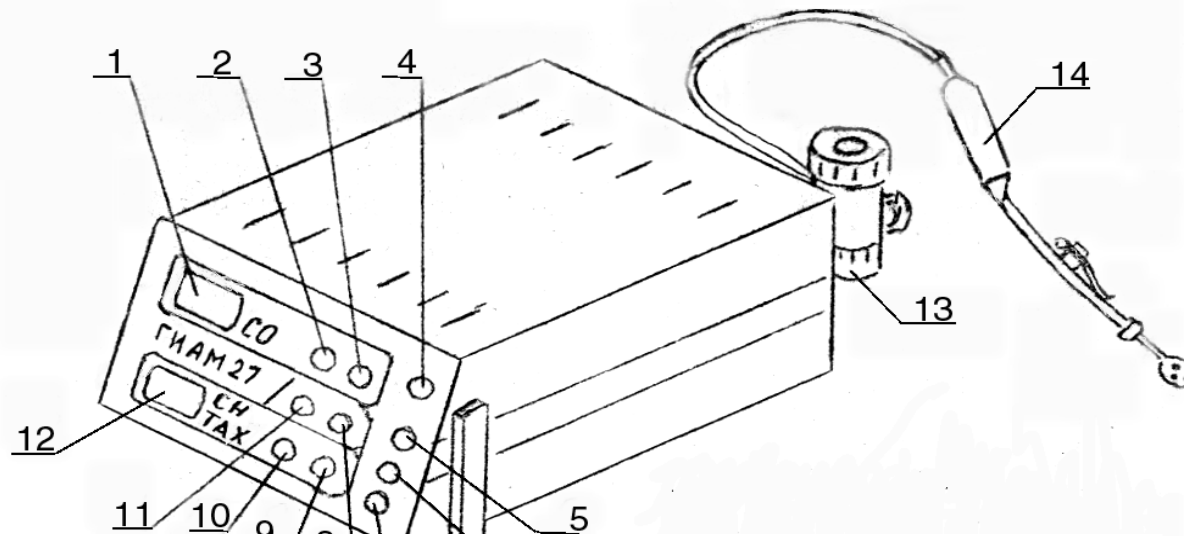


Рис. 1 Общий вид и лицевая панель ГИАМ-27-01: 1- индикатор "СО"; 2 - установка "0" на индикатор "СО"; 3 - подстройка чувствительности по "СО"; 4 - включатель побудителя расхода; 5 - включатель подстройки чувствительности; 6 - сигнал включения электропитания; 8 - подстройка чувствительности по "СН"; 9 - подстройка чувствительности тахометра; 10 - переключатель индикации "СН" или тахометра; 11 - установка "0" на индикаторе "СН"; 12 - индикатор "СН" и тахометра; 13 - фильтр; 14-газозаборник.

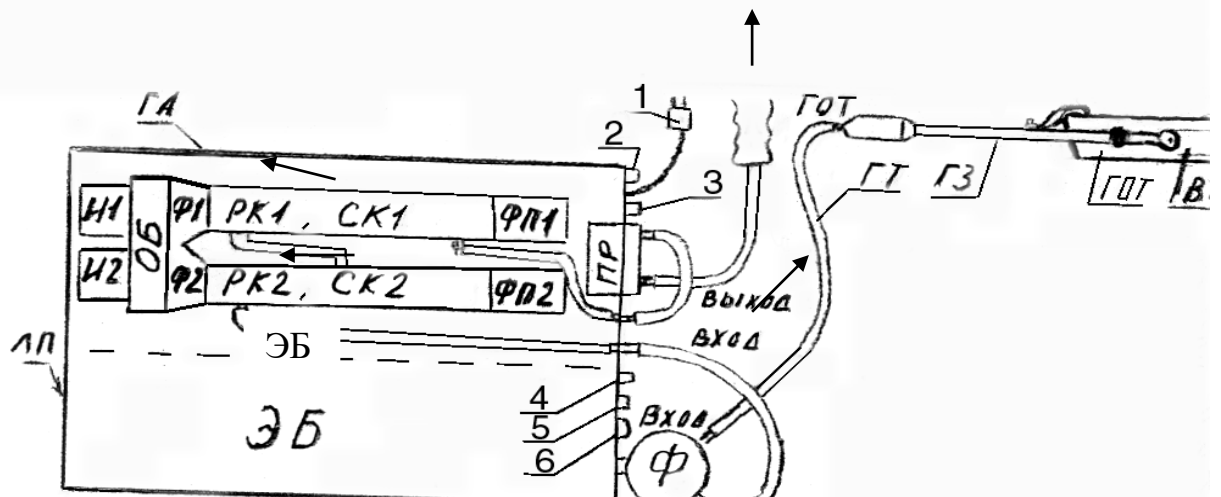


Рис. 2 Схема соединений элементов газоанализатора ГИАМ-27-01: 1- эл. кабель 220В; 2- переключатель электропитания 220-12 В; 3- переключатель S4, S5 учета числа цилиндров; 4- клемма заземления; 5 - вход тахометра X1, X2; 6 - колодка входа электропитания на 12 В; ГА - корпус газоанализатора; ЛП - лицевая панель; И1, И2 - инфракрасные излучатели; ОБ - обтюратор с эл. приводом; Ф1, Ф2 - фотонны (концентраторы света); РК1, РК2 - рабочие газовые камеры; СК1, СК2 - сравнительные воздушные камеры; ФП1, ФП2 - фотоприемники; ПР - побудитель

Время непрерывной работы без регулировки - 8 час.

Индикация показаний: встроенная - цифровая, выносная - по выходному напряжению $\bar{U} = 0 \dots 10 \text{ В}$.

Электрическое питание: от сети $\bar{U} = 220 \text{ В}$, 50Гц,

или от бортовой сети автомобиля $\bar{U} = 12 \pm 1,2 \text{ В}$.

Потребляемая мощность 60 и 40 Вт соответственно.

Расход анализируемой смеси газов не более $0,06 \text{ м}^3/\text{час}$.

Габаритные размеры корпуса - 450x320x140 мм.

Масса - 10 кг.

Обслуживающий персонал - 1 человек.

3.3 Указания по технике безопасности при работе с газоанализатором ИНФРАКАР М

К работе с прибором допускаются лица, ознакомленные с настоящими указаниями и с "Правилами техники безопасности при работе с ядовитыми легколетучими газами".

Помещение, в котором производится настройка чувствительности газоанализатора, должно иметь вытяжку и сброс газа за пределы помещения.

Для обеспечения безопасности эксплуатации газоанализатор устанавливается в стороне от выхлопной трубы двигателя на расстоянии, определяемом газоотводящим трубопроводом. Лицевой панелью он должен быть обращен в сторону, удобную для работы и наблюдения за трубопроводом и автомобилем.

При работе от сети переменного тока напряжением $\bar{U} = 220 \text{ В}$ корпус газоанализатора должен быть заземлен.

К наладке и ремонту прибора допускаются работники соответствующей квалификации, прошедшие инструктаж и проверку знаний пользования электрическими, электроизмерительными приборами и газовыми смесями под давлением.

3.4 ПРИНЦИП РАБОТЫ И УСТРОЙСТВО ГАЗОАНАЛИЗАТОРА ИНФРАКАР М

В приборе использован оптико-абсорбционный метод анализа газов в инфракрасном диапазоне (ИК).

Концентрация анализируемых газов СО и СН определяется отдельно (рис. 3) фотоэлектронным устройством путем сравнения степени поглощения ИК-энергии излучателей И1, И2 в рабочих камерах РК1, РК2 с выхлопными газами и в сравнительных камерах СК1, СК2 с чистым воздухом.

Отбор газовой смеси в прибор ведется непрерывно из выхлопной трубы ВТ двигателя через газоотводную трубу - ГОТ и газозаборник ГЗ. Далее газы поступают в очистительный фильтр Ф и в рабочие камеры РК2 (по СН) и РК1 (по СО) последовательно под действием "побудителя расхода" ПР - мембранного электровакуумного насоса, отсасывающего газы на выходе "Вых" из прибора.

ИК-лучи от измерителей поступают в работе и сравнительные камеры поочередно-прерывисто с помощью роторного обтюратора ОБ с электроприводом, так что фотоприемники ФП1, ФП2 посылают в соответствующие каналы электронного блока ЭБ дискретные сигналы. После их обработки каналы выдают показания содержания СО и СН на цифровые индикаторы на лицевой панели газоанализатора (см. рис. 2).

Частота вращения коленвала карбюраторного двигателя определяется электронным тахометром с электростатическим датчиком импульсов напряжения в системе зажигания. Входной кабель датчика подсоединяется к "массе" двигателя и к центральному электроду распределителя зажигания через изоляцию. К электронному блоку кабель подсоединяется на задней панели прибора к клеммам "Вход ТАХ" через переключатели S_4' , S_5' , учитывающие число цилиндров двигателя (см. табл. на панели). Показания тахометра выдаются на индикатор 12 после переключения кнопки 10 - "СН/ТАХ" - нажатием.

К выходу газоанализатора (сзади) можно подключить внешние индикаторы или регистраторы, рассчитанные на аналоговый сигнал 0...5 В - по СО, СН и на 0...10 В - по тахометру.

Устройство фильтра дано на рис. 4. Он очищает газовую смесь от жидких и твердых частиц. Газ из газозаборника по полихлоридной трубке через штуцер 7 поступает в основание 4 и попадает в отстойник 1, где скапливается конденсат. Частично очищенный газ засасывается вверх и проходит через фильтр грубой очистки 2, задерживающий крупные механические частицы и капли жидкости. Далее газ через отверстие в основании попадает в пространство между гайкой 5 и фильтром тонкой очистки 6, затем через его фильтрующий элемент направляется в отверстие основания и через штуцер 3 попадает на вход в газоанализатор.

3.5 ПОДГОТОВКА ГАЗОАНАЛИЗАТОРА ИНФРАКАР М К РАБОТЕ

3.5.1 Установить прибор на отведенном для работы месте.

3.5.2 Снять кожух с задней панели прибора, повернув подпружиненные боковые фиксаторы.

3.5.3 Вынуть из ЗИПа фильтр и, не опрокидывая, проверить его состояние: для замены фильтра тонкой очистки 6 (см. рис. 4) надо открутить гайку 5, извлечь фильтр 6 и заменить его новым из ЗИПа. Для замены фильтра 2 грубой очистки надо открутить отстойник 1, слить из него конденсат, вывернуть фильтр 2 и заменить на новый из ЗИПа.

3.5.4 Установить фильтр вертикально на задней панели, слева, вверху на спецкронштейне, не допуская при этом опрокидывания корпуса, чтобы конденсат из фильтра не попал в газоанализатор.

3.5.5 Вынуть из ЗИПа газозаборник.

3.5.6 Снять колпачки со штуцером "Вход", "Выход".

3.5.7 Соединить элементы газозаборного тракта по схеме (см. рис. 3).

3.5.8 Подсоединить кабель тахометра к клеммам "Вход ТАХ" (X1, X2) на задней панели корпуса. Закрепить один зажим кабеля на изоляции центрального провода распределителя зажигания двигателя, другой - на корпусе двигателя (автомобиля). В зависимости от числа цилиндров в двигателе установить переключатели S_4' , S_5' в нужное положение согласно таблице на задней панели.

3.5.9 При выключенном положении кнопок "Сеть", "Насос", "Калибр" подсоединить кабель электропитания согласно его напряжению и положению кнопки S_2' на задней панели.

3.5.10 Для проверки работоспособности и правильности функционирования газоанализатора выполнить следующие:

10.1 - включить электропитание прибора кнопкой 7 - СЕТЬ: должны загореться индикаторы 1, 6, 12.

10.2 - прогреть прибор в течение 30 минут.

10.3 - включить кнопку 4 - "Насос" - побудителя расхода.

10.4 - проверить через 1 минуту показания цифровых индикаторов СО и СН - 1 и 12, если они отличны от нуля, то ручками 2 и 11 установить нулевые значения.

10.5 - включить кнопку 5 - "Калибр": цифровые индикаторы должны высвечивать числа, соответствующие половине верхнего диапазона ± 2 рд .

10.6 - выключить кнопку 5 - "Калибр" повторным нажатием, проверить возврат нулевых показаний индикаторов, иначе повторить операции 10.4 и 10.5.

10.7 - выключить кнопку 4 - "Насос".

ВНИМАНИЕ При невозможности добиться указанного выполнения операций 10.4...10.6 прибор требует регулировки по заводской инструкции, выполняемой специально подготовленным техником с использованием сосудов со сжатыми образцовыми газовыми смесями, ротаметра, частотомера, генератора электрических колебаний.

3.6 ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ ТОКСИЧНОСТИ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОМ ИНФРАКАР М

3.6.1 Проверить калибровку газоанализатора по пункту 3.5.10 раздела "Подготовка к работе".

3.6.2 Установить газозаборник, закрепив его с помощью пружины на выхлопной трубе предварительно прогретого двигателя.

3.6.3 Включить кнопку 4 - "Насос" и снять показания индикатора 1 по СО при установившемся значении. Для фиксации показаний нужно отключить кнопку 4 - "Насос".

Для снятия следующего показания - СН - нужно опять включить кнопку 4 - "Насос".

При атмосферном давлении, отличном от $101,5 \text{ кПа} \pm 0,7 \text{ кПа}$ ($760 \pm 5 \text{ мм рт. ст.}$), показания газоанализатора по СО и СН нужно умножить на поправочный коэффициент **К** из графика на рис. 5 (как видно, при сниженном атмосферном давлении показания прибора занижены, поэтому их умножают на коэффициент $K > 1$).

3.6.4 Отключить газозаборник от линии сброса выхлопных газов двигателя.

3.6.5 После установления нулевых показаний индикаторов 1 и 12 - СО, СН - выключить кнопку 4 - "Насос".

3.6.6 Для определения частоты вращения коленчатого вала двигателя включить кнопку 10 "СН/ТАХ" на индикацию тахометра (нажать) и снять показания нижнего индикатора 12.

3.6.7 Выключить газоанализатор.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ КАРБЮРАТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ

Эта практическая часть работы выполняется с помощью газоанализатора ИНФРАКАР М в порядке, изложенном в разделе 3 (см. стр. 10).

4.1 ПРОВЕРКА И РЕГУЛИРОВКА ПО ГОСТ 12.2.2.03-87 ТОКСИЧНОСТИ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ КАРБЮРАТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Токсичность отработанных газов проверяют на прогревом до нормы двигателя в двух режимах холостого хода: при минимальной частоте вращения коленчатого вала - $n_{\text{хх}}$ и при повышенной $n_{\text{хп}} = 0,6 n_{\text{ном}}$, содержание СО при этом должно уменьшиться с 1,5 до 2,0%. Затем - при высоких оборотах - резким открытием дроссельных заслонок карбюратора: содержание СО должно резко возрасти на 1,5 - 2,0%. Такая последовательность контроля позволяет оценить работу системы холостого хода, главного дозирующего устройства и ускорительного насоса карбюратора. Результаты измерения оформить в таблице (см. стр. 13). При необходимости вместе с проверкой выполняют регулировки или устраняют выявленные неисправности карбюратора. Регулировки ведут, измеряя содержание СО, в завершение регулировок проверяют содержание СН.

Регулировку системы холостого хода выполняют в таком порядке:

- винтом количества смеси карбюратора устанавливают минимальную частоту вращения коленчатого вала по заводской инструкции, измеряя ее тахометром прибора;

- винтом количества смеси добиваются повышенной частоты вращения на данном режиме и замеряют содержание СО в отработавших газах, которое должно быть в норме - около 2%;

- снижают содержание СО несколько ниже нормы, закручивая в несколько приемов винт качества и доводя частоту вращения коленвала до нормы винтом количества смеси.

Невозможность такой регулировки говорит об износе винта количества смеси, засорении воздушных каналов или жиклеров холостого хода, повышенном уровне топлива в поплавковой камере, засорении воздушного фильтра карбюратора.

После устранения неисправностей повторяют регулировку.

Проверку токсичности на повышенной частоте вращения коленчатого вала ($n_{\text{хн}} = 0,6 n_{\text{ном}} \pm 100$ об/мин)

выполняют в такой последовательности:

- медленно нажимают на педаль привода дроссельных заслонок и устанавливают по тахометру $n_{\text{хн}}$.

- контролируют содержание СО в процессе нарастания частоты вращения. При этом содержание СО должно снизиться до 1,5...2,0%.

Большее снижение свидетельствует о пониженном уровне топлива в поплавковой камере, засорении главного жиклера главного дозирующего устройства или о подсосе постороннего воздуха в карбюраторе.

Высокое содержание СО характеризует переобогащение смеси из-за засорения воздушного компенсационного жиклера, повышения уровня топлива в поплавковой камере, засорения воздушного фильтра, негерметичности клапана экономайзера.

Проверку токсичности при работе ускорительного насоса проверяют так:

- снижают частоту вращения коленвала до минимума и замеряют содержание СО в этом режиме;

- резко нажимают 2-3 раза на педаль управления дроссельной заслонкой, наблюдая за отклонением показаний газоанализатора: они должны быстро расти на 1,5...2,0%.

Меньшее увеличение концентрации СО свидетельствует о потере производительности ускорительного насоса из-за неточной регулировки его привода или износа деталей.

4.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ПО СО И СН ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ

Режимы работы двигателя задаются преподавателем (изменением частоты вращения коленвала при холостом ходе; углом опережения зажигания, нагрузкой и др.).

На основании полученных данных студенты выявляют зависимость токсичности выхлопных газов двигателя от параметров режима его работы, делают соответствующие выводы об оптимизации режима.

Результаты всех измерений оформляют в виде таблицы (см. стр. 13).

5 ОФОРМЛЕНИЕ И ЗАЩИТА ОТЧЕТА

В отчете к лабораторной работе указывается ее название, цель, содержание, результаты проверки прибора, контрольных замеров, анализа полученных результатов по форме таблицы (см. стр. 13).

Объем отчета определяется содержанием методических указаний и способностью студента представить проделанную работу и защитить ее перед преподавателем. Обязательным является отражение методики работы, результатов опытов и их обработки, выводы, полученные в результате работы.

Отчет подписывается исполнителем с указанием даты работы. Защита отчета завершается соответствующей отметкой преподавателя с подписью и датой зачета.

Таблица - Результаты определения токсичности отработанных газов двигателя автомобиля при различных режимах работы

Характеристика режима работы	измерения			Заключения
<u>Холостой ход</u>				
n_{xx} (холостой двигатель)				
n_{xx} (двигатель прогрет)				
$n_{xx} = 0,6 n_{ном}$				
n_{xmax}				
n_{x1} форсирован				
n_{xx} с опережением зажигания				
α , град				
α_1				
α_2				
α_3				
Нагрузка коленвала, $n_{ном}$				
при m ; H_m				
m_1				
m_2				
m_3				

Вопросы:

1. Назовите допустимое содержание CO, CH, NO₂.
2. Повышенное содержание CO – это?
3. Повышенное содержание CH – это ?