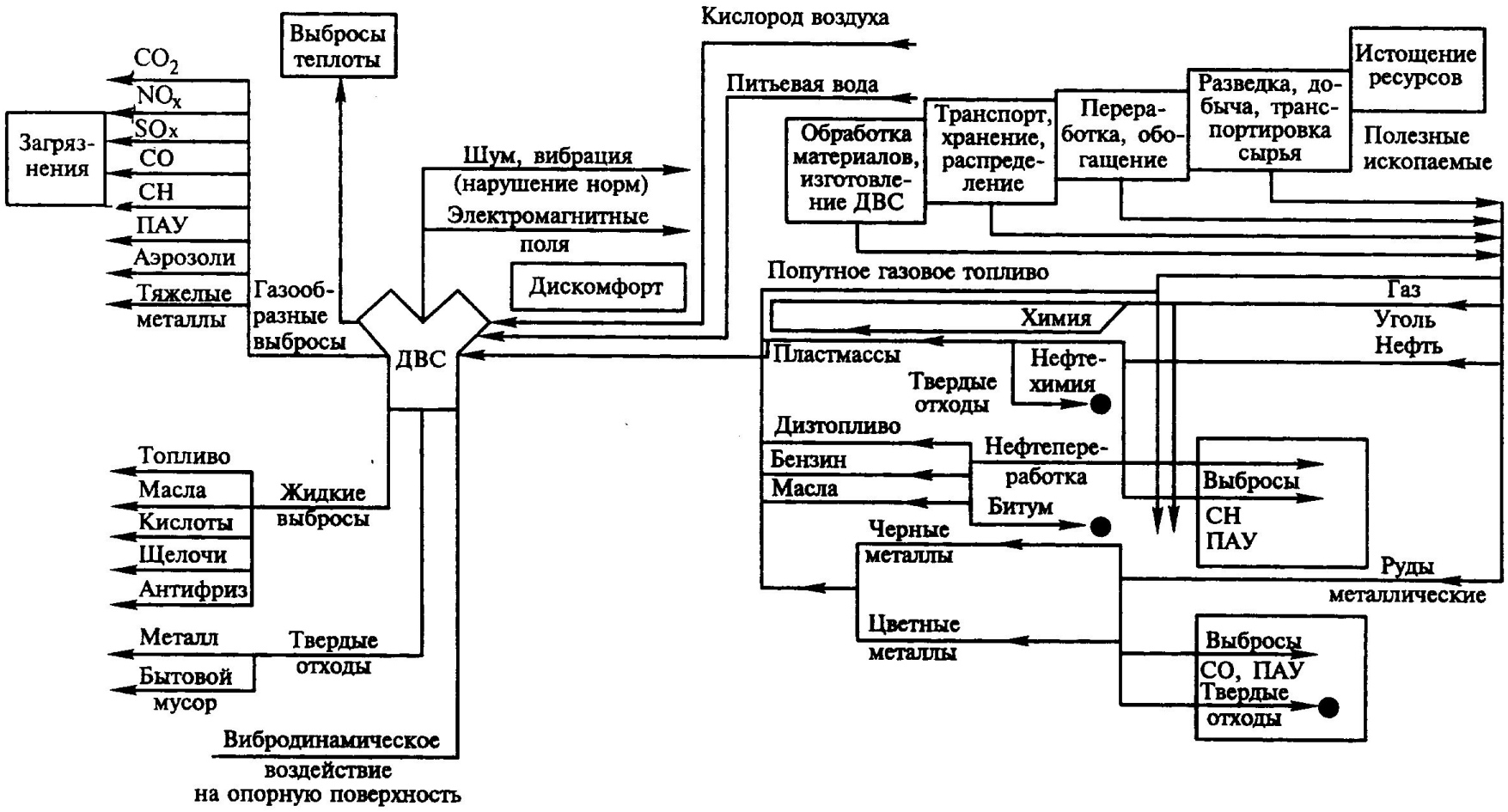
Тема 11. Экологические характеристики двигателей внутреннего сгорания

Взаимодействие двигателя с внешней средой

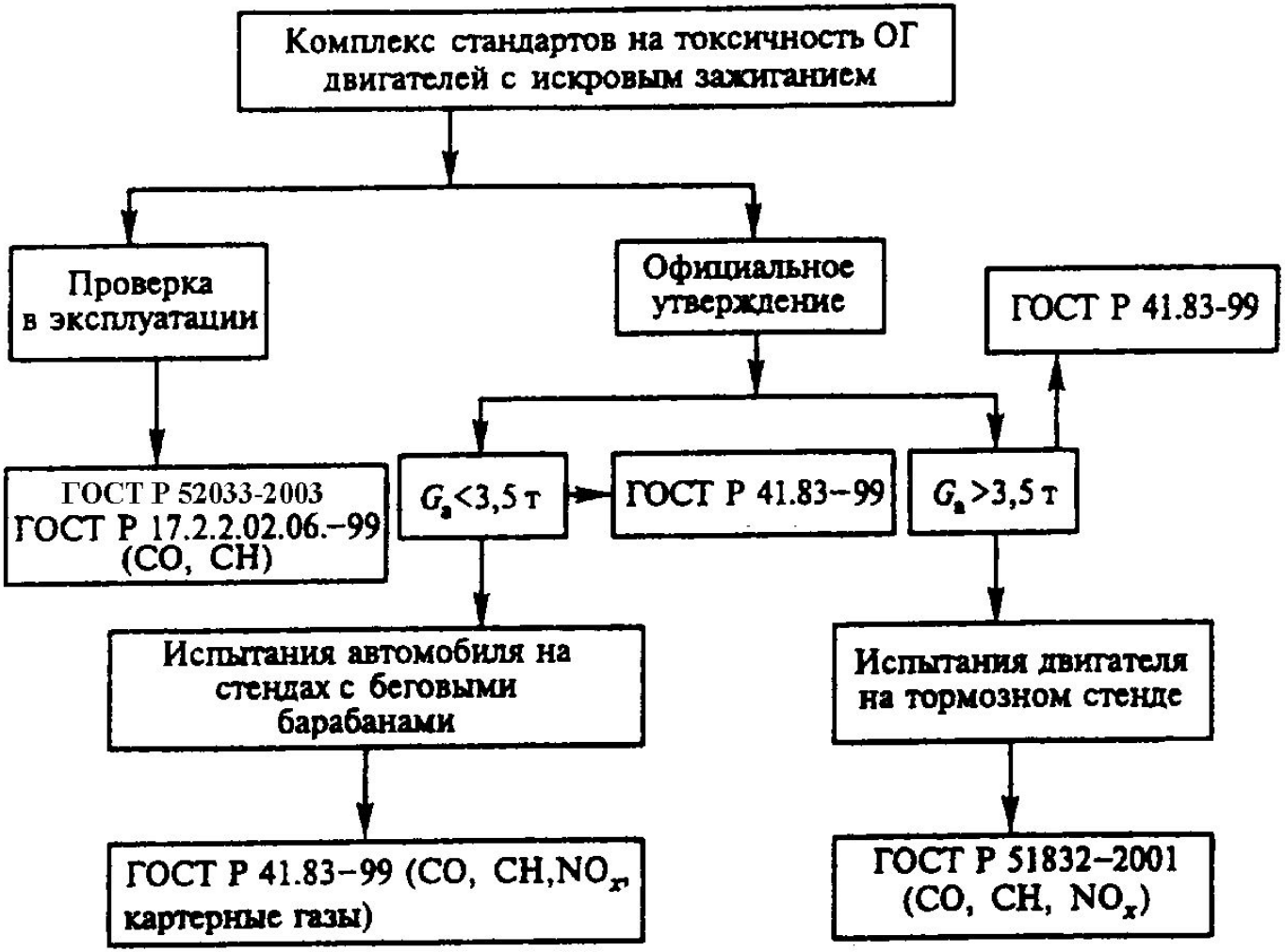


Диапазон изменения количества токсичных компонентов в отработавших газах двигателей

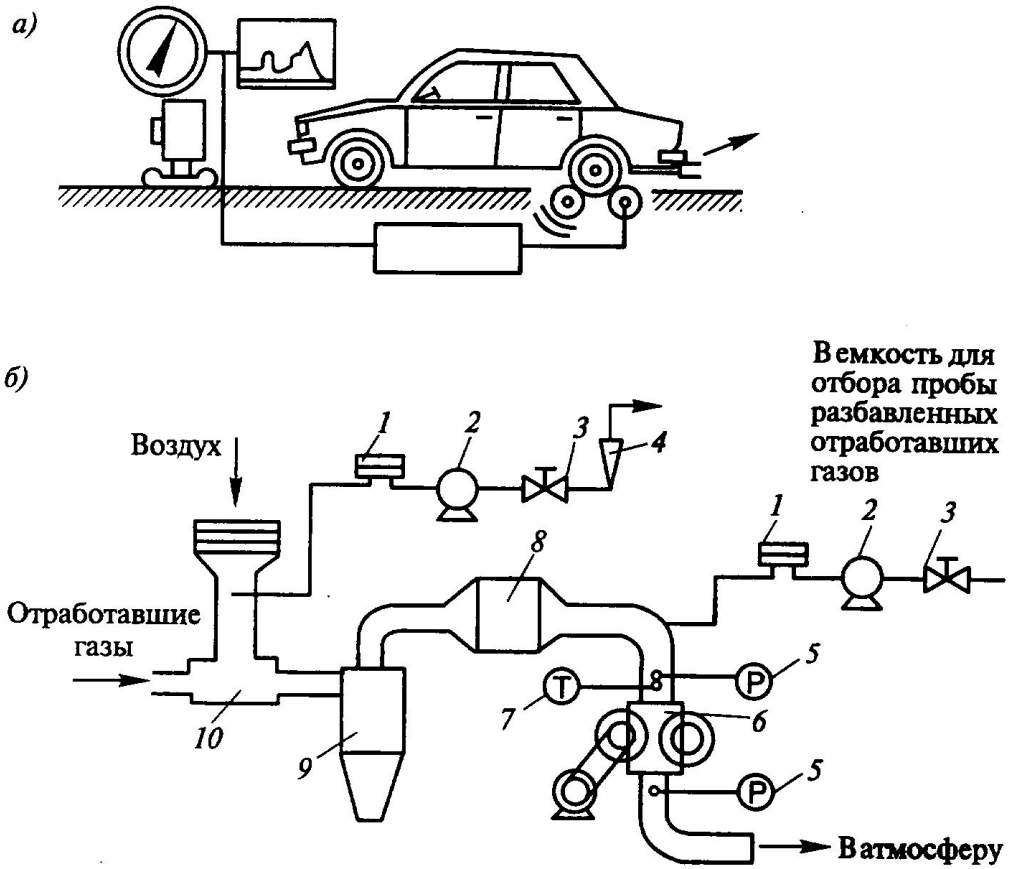
Компонент	Единица величины*	Дизель	Двигатель с искровым зажиганием
CO	% (об.)	0,01...0,5	0,1...8,0
CH	$млн^{-1}$	100...500	200...4000
CO_2	% (об.)	2...12	8...13
NO_x	$млн^3$	500...3000	500...5000
Бензин-α-пирен	$мг/м^3$	0...10	0...25
Сажа	$мг/м^3$	0...20000	0...100
Оксиды серы	$мг/м^3$	0...0,015	0...0,003
Соединения свинца	$мг/м^3$	—	0...60
Альдегиды	% (об.)	0,001...0,009	0...0,2

* $млн^{-1}$ — миллионная доля по объему; 1 $млн^{-1}$=0,0001%.

Комплекс стандартов на токсичность отработавших газов двигателей с искровым зажиганием



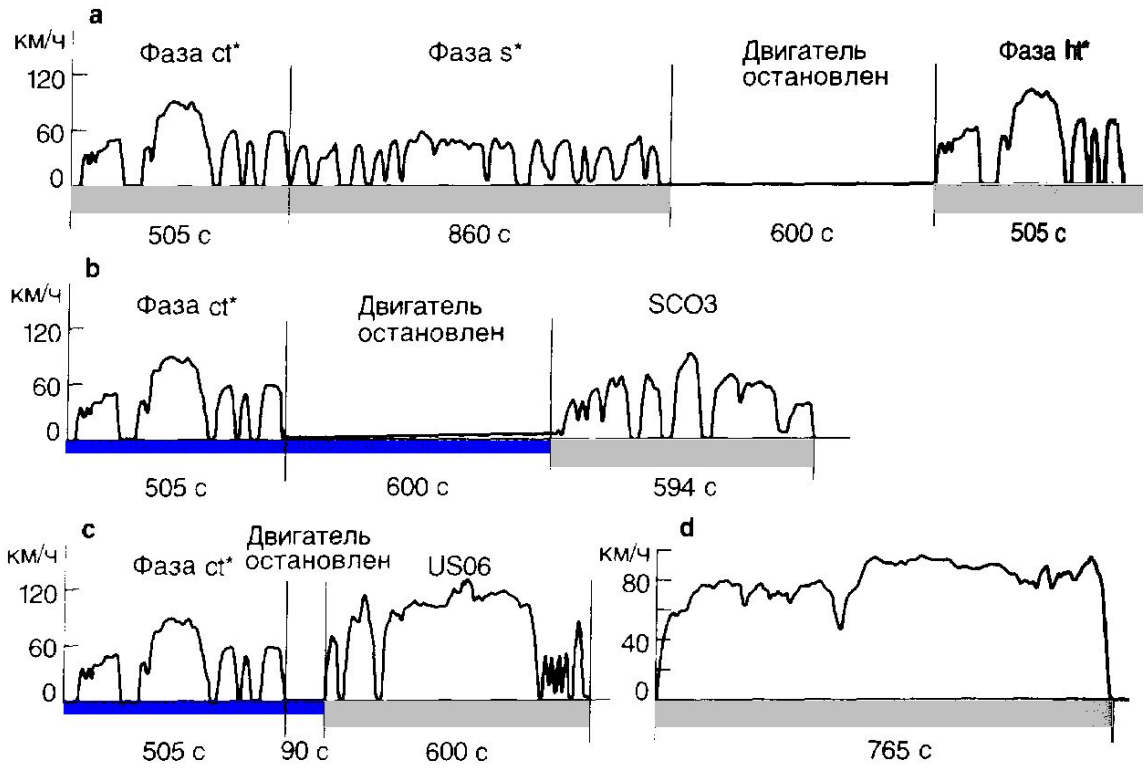
Автомобиль на беговых барабанах (а) и пробоотборник постоянного объема (б)



1 — фильтр; *2* — пробоотборный насос; *3* — вентиль; *4* — расходомер; *5* — манометр; *6* — ротационный насос; *7* — датчик температуры; *8* — теплообменник; *9* — центробежный фильтр; *10* — смеситель

Испытательные ездовые циклы США

	a	b	c	d
Испытательный цикл	FTP 75	SC03	US06	Автомагистр
Пробег, км	17,87	5,76	12,87	16,44
Продолжительность, с	1877 + 600 (перерыв)	594	600	765
Средняя скорость, км/ч	34,1	34,9	77,3	77,4
Максимальная скорость, км/ч	91,2	88,2	129,2	96,4



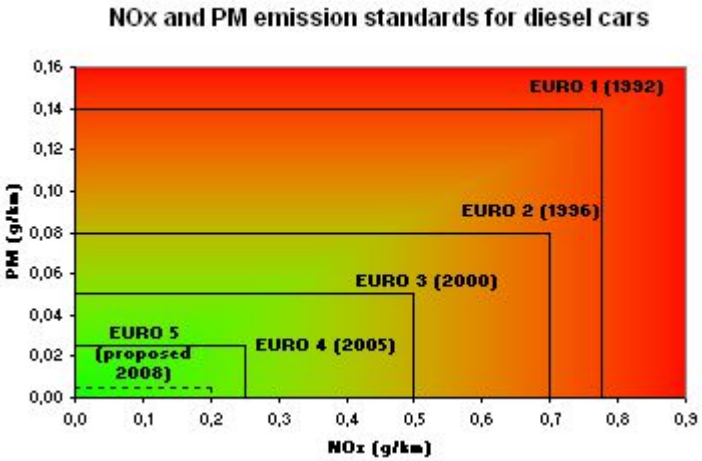
** Режим ct – холодная фаза; режим s – фаза ограниченных скоростей; режим ht – фаза на прогретом двигателе*

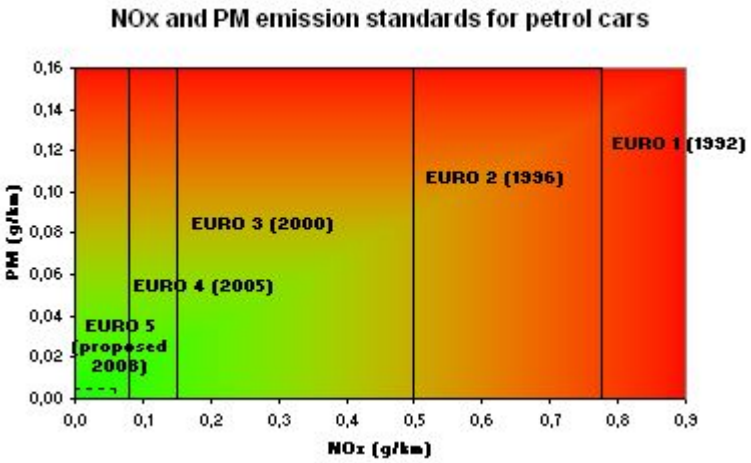
Этапы испытаний, при которых берутся пробы отработавших газов

Настройка требуемого режима работы (также возможны другие ездовые циклы)

Предельные нормы выбросов согласно стандартов Евро II-IV,V

Стандарт	Год введения	Тип двигателя	Норма выброса			
			CO, г/км	$CH+NO_x$, г/км	Частицы, г/исп.	Испарения, г/исп.
Евро II	1996	Бензиновый Дизель	2,2 1,0	0,5 0,7	— 0,08	2 —
Евро III	2000	Бензиновый и газовый Дизель	2,3 0,64	0,2+0,15 0,56	— 0,05	2 —
Евро IV	2005	Бензиновый и газовый Дизель	1,0 0,5	0,1+0,08 0,3	— 0,025	2 —



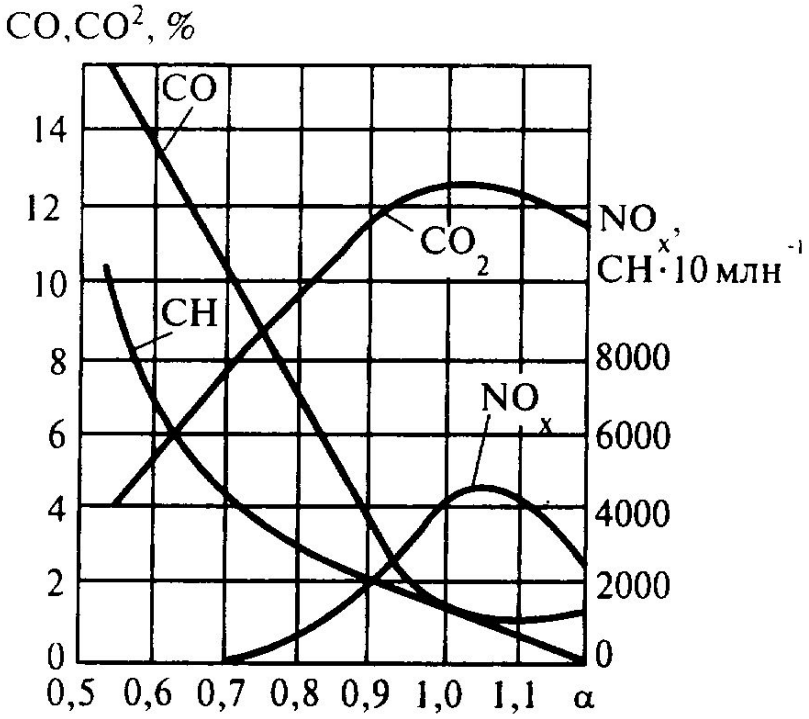


Предельные нормы выбросов согласно стандартов Евро I-VI

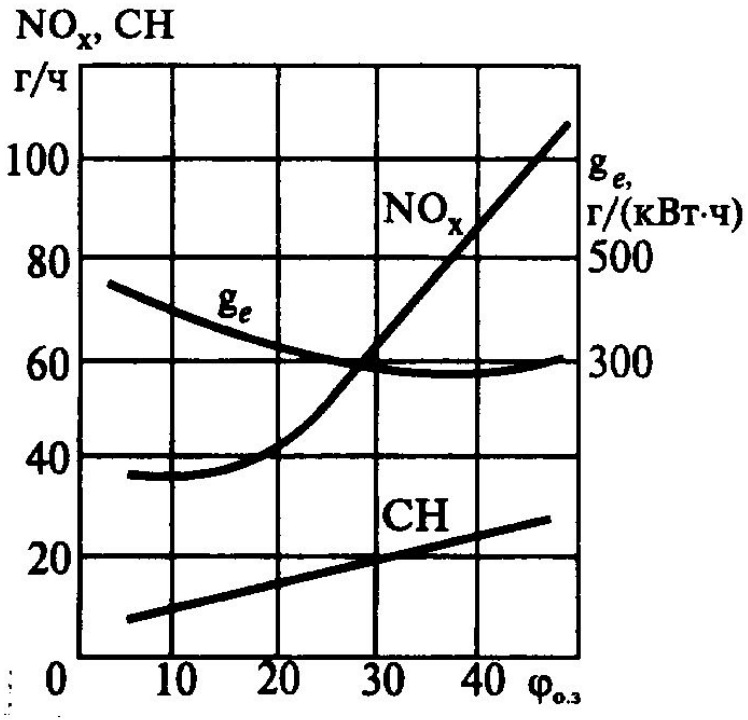
Экологический стандарт	Оксид углерода (Оксид углерода(II) (CO)	Углеводород	Летучие органические вещества	Оксид азота (NO_x)	$HC+NO_x$	Взвешенные частицы (PM)
Для дизельного двигателя						
Евро-1	2.72 (3.16)	-	-	-	0.97 (1.13)	0.14 (0.18)
Евро-2	1.0	-	-	-	0.7	0.08
Евро-3	0.64	-	-	0.50	0.56	0.05
Евро-4	0.50	-	-	0.25	0.30	0.025
Евро-5	0.500	-	-	0.180	0.230	0.005
Евро-6	0.500	-	-	0.080	0.170	0.005
Для бензинового двигателя						
Евро-1	2.72 (3.16)	-	-	-	0.97 (1.13)	-
Евро-2	2.2	-	-	-	0.5	-
Евро-3	2.3	0.20	-	0.15	-	-
Евро-4	1.0	0.10	-	0.08	-	-
Евро-5	1.000	0.100	0.068	0.060	-	0.005**
Евро-6	1.000	0.100	0.068	0.060	-	0.005**

Снижение токсичности отработавших газов двигателей с искровым зажиганием

Влияние коэффициента избытка воздуха на состав отработавших газов

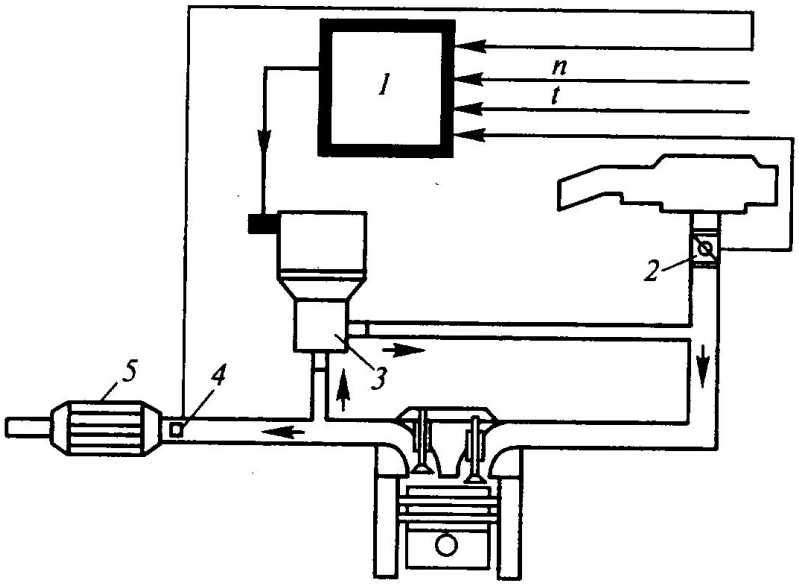


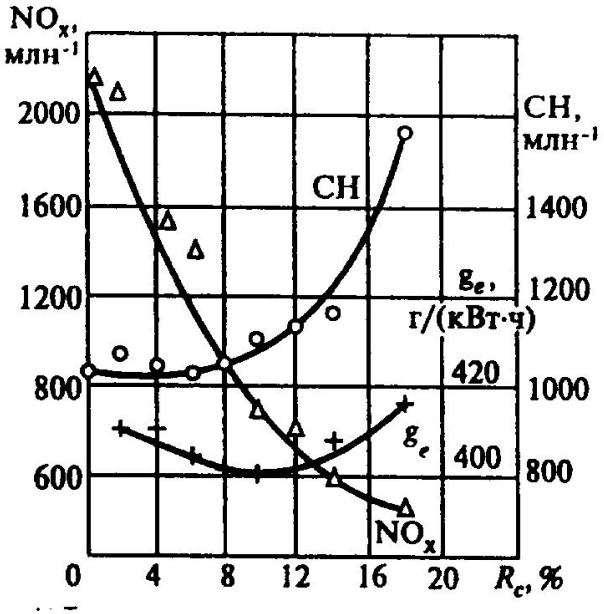
Влияние угла опережения зажигания на состав отработавших газов



Снижение токсичности отработавших газов двигателей с искровым зажиганием

Схема системы рециркуляции отработавших газов

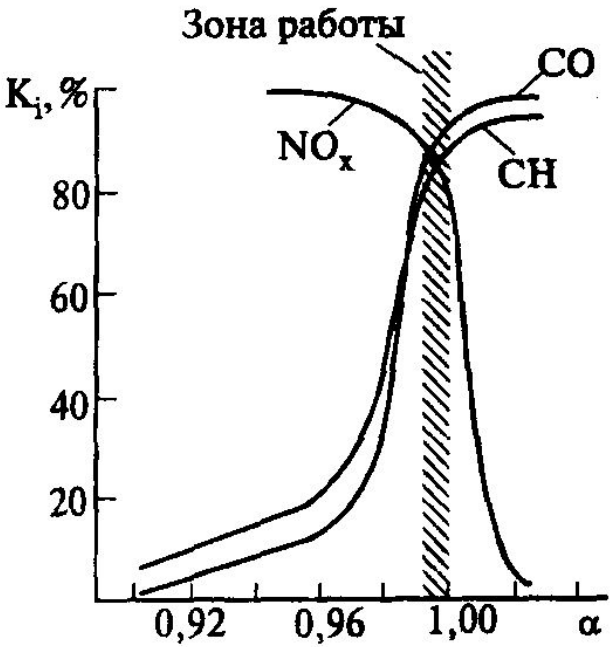




Влияние степени рециркуляции отработавших газов на выброс NOx и CH

Снижение токсичности отработавших газов двигателей с искровым зажиганием

Зона эффективной работы трехкомпонентного нейтрализатора



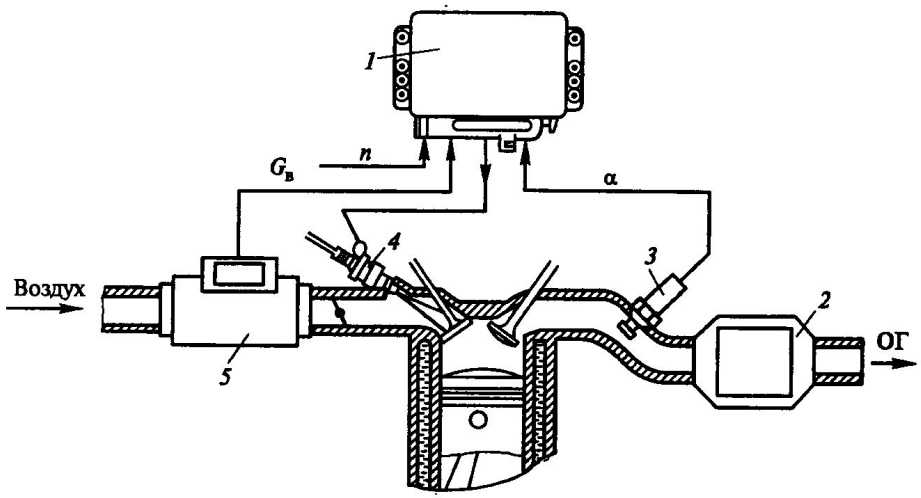
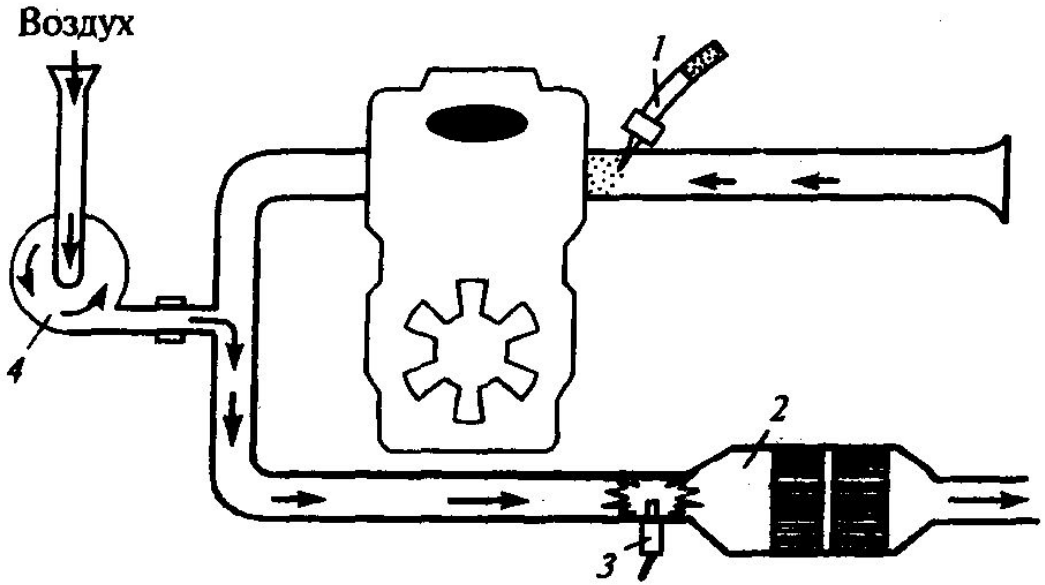


Схема управления топливоподачей по сигналу ЛЯМДА - зонда

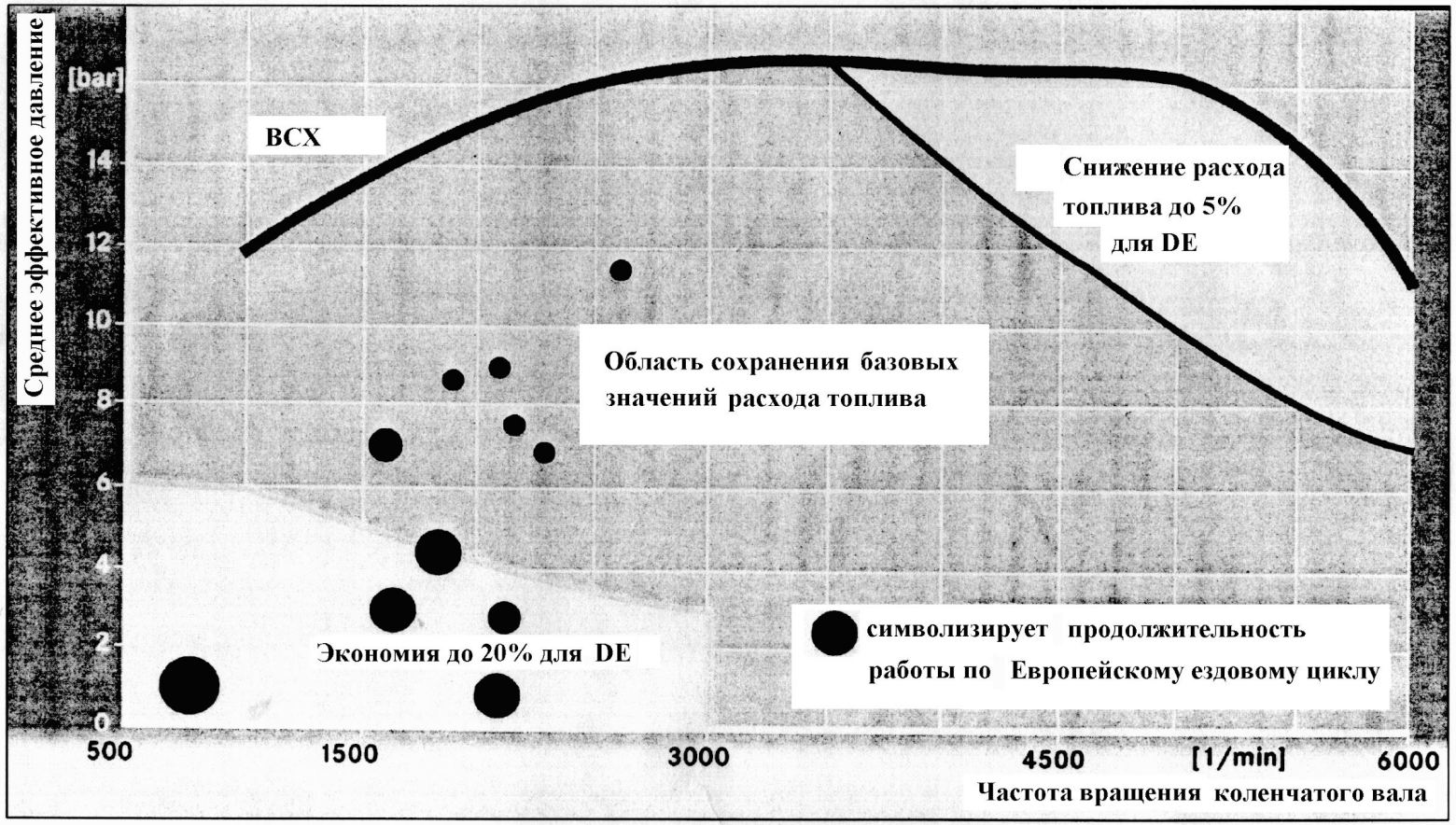
Снижение токсичности отработавших газов двигателей с искровым зажиганием



Снижение выброс СН при пуске и прогреве двигателя

Снижение токсичности отработавших газов двигателей с искровым зажиганием

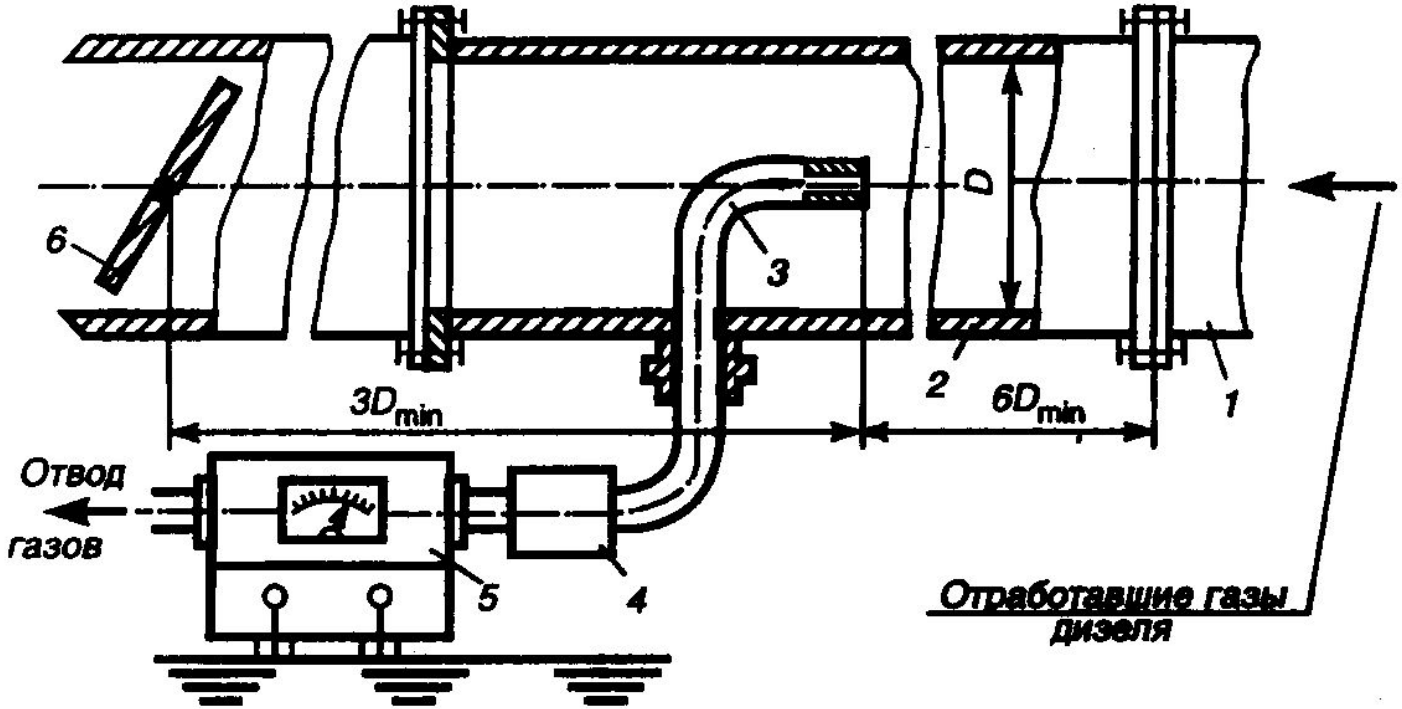
Преимущества непосредственного впрыска



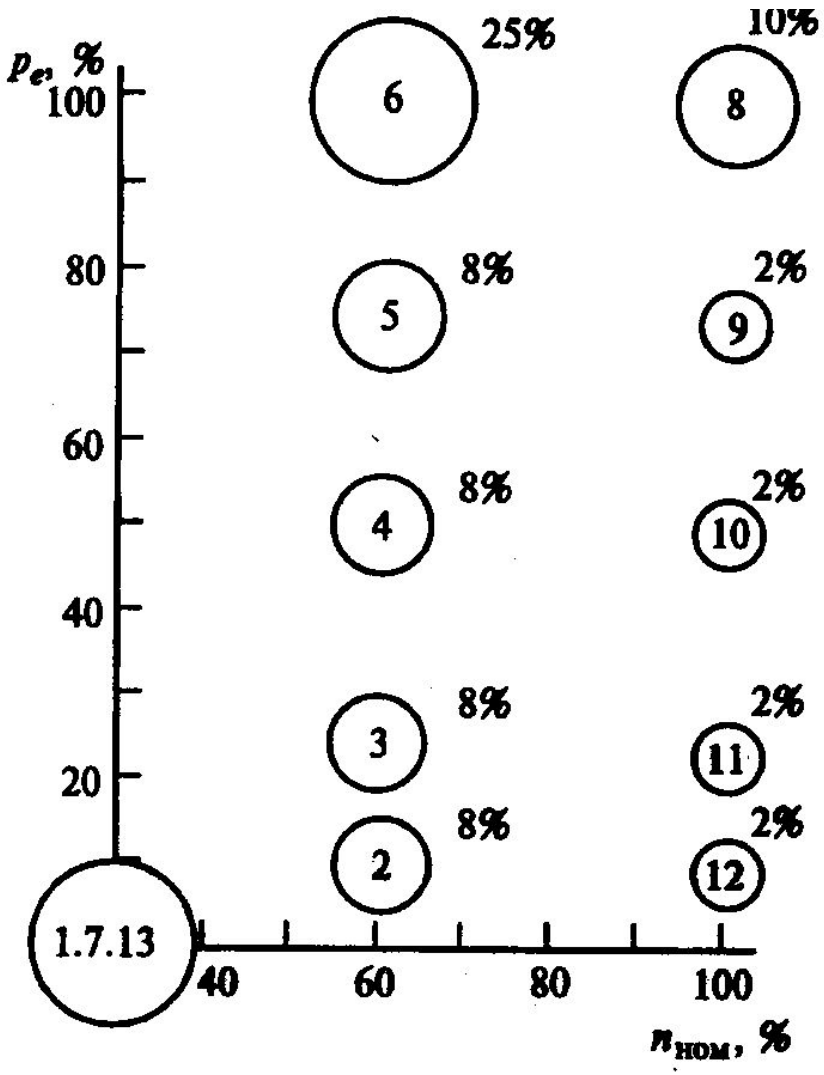
PKW ◆ Benzinmotor ◆ Motor 271

Нормирование токсичности и дымности отработавших газов дизелей

Контроль дымности отработавших газов при эксплуатации дизелей



Стендовые испытания дизелей по 13-режимному циклу



13-режимный Европейский тест