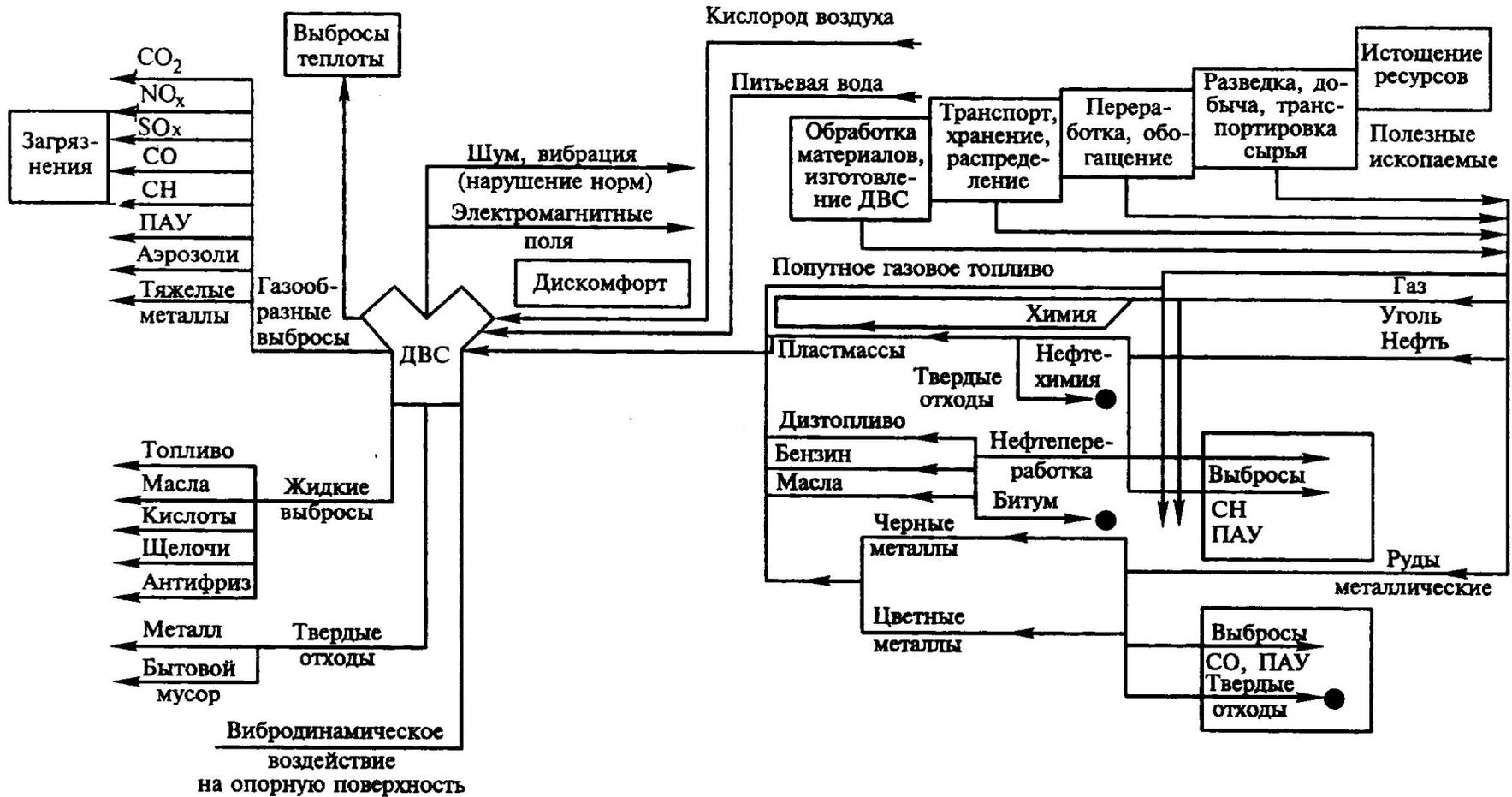


**Тема 11. Экологические
характеристики двигателей
внутреннего сгорания**

Взаимодействие двигателя с внешней средой

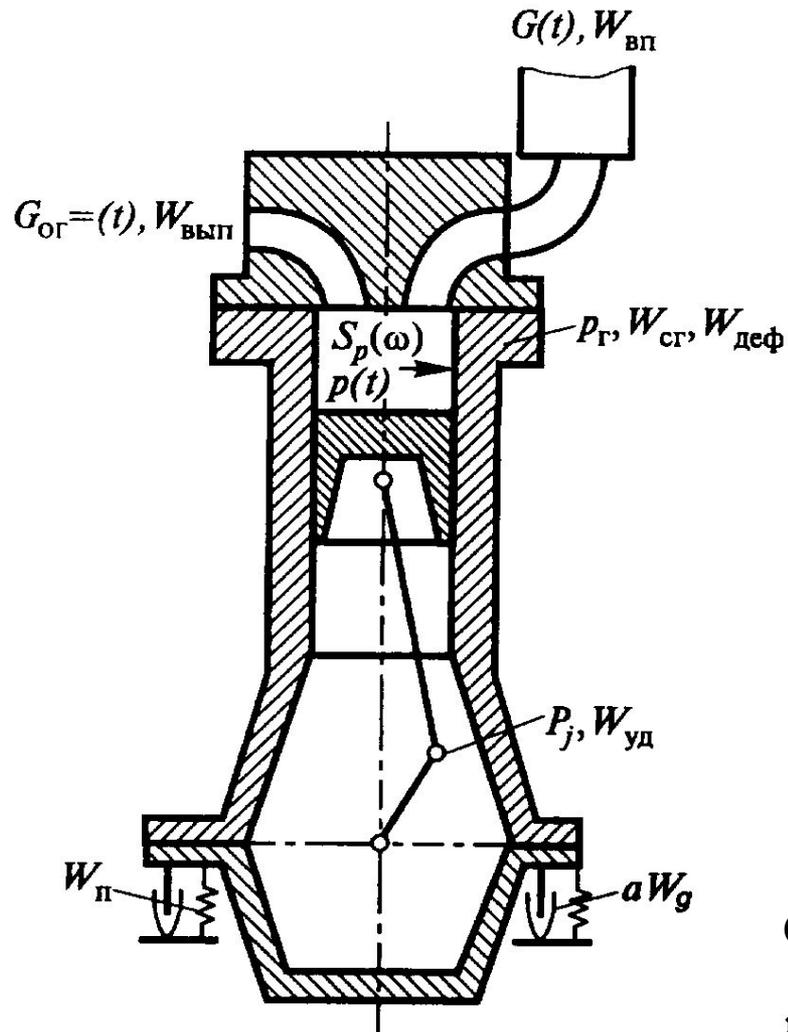


Диапазон изменения количества токсичных компонентов в отработавших газах двигателей

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%.

Источники возникновения акустического излучения в двигателе



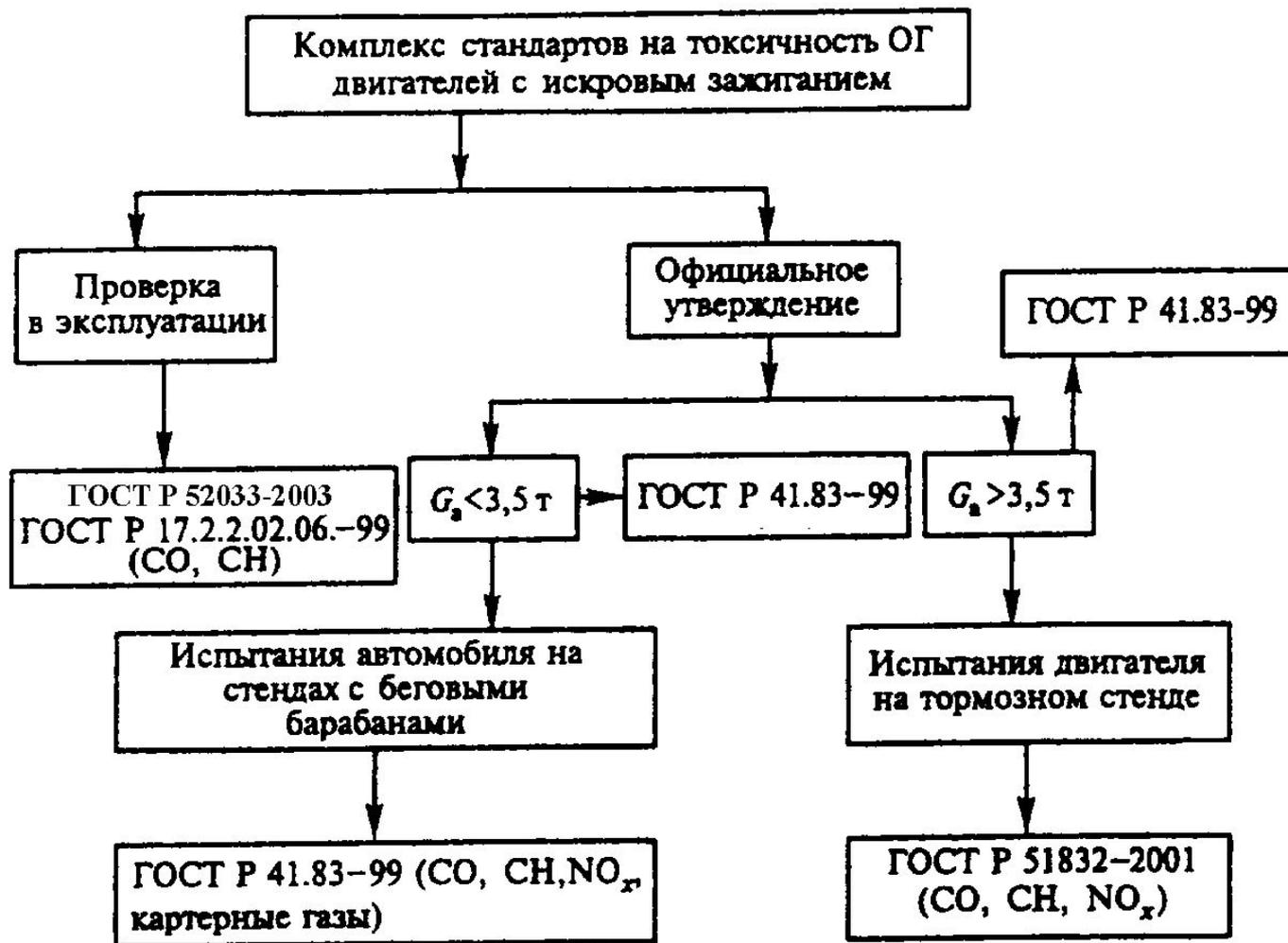
Уровень шума, дБ:

$$L = 10 \lg (I/I_0) = 20 \lg (p/p_0).$$

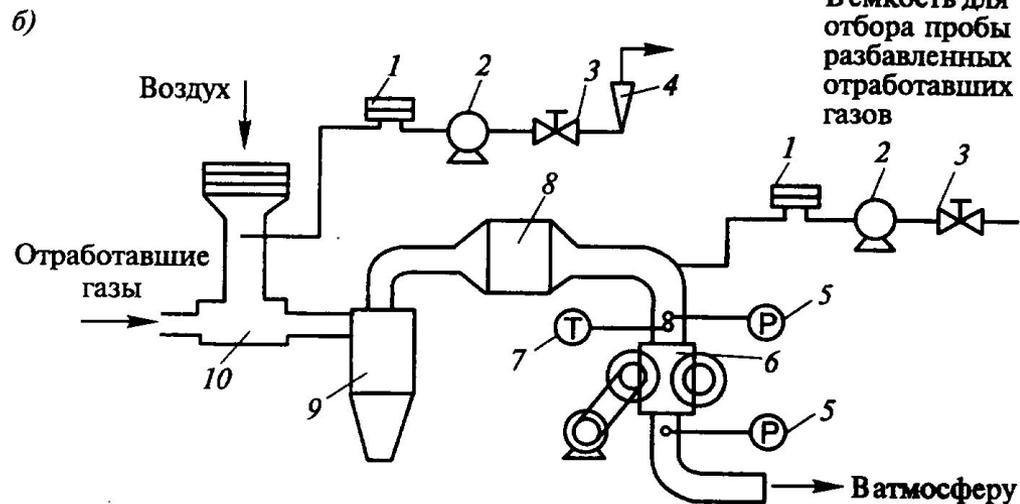
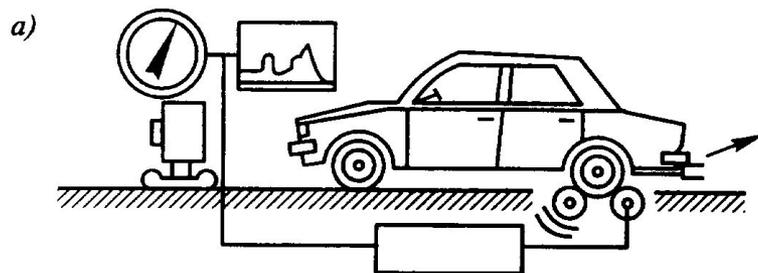
Составляющие акустической мощности:

$$W_d = W_{вп} + W_{вып} + W_{деф} + W_{сг} + W_{п} + W_{уд} + W_{аг},$$

Комплекс стандартов на токсичность отработавших газов двигателей с искровым зажиганием



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

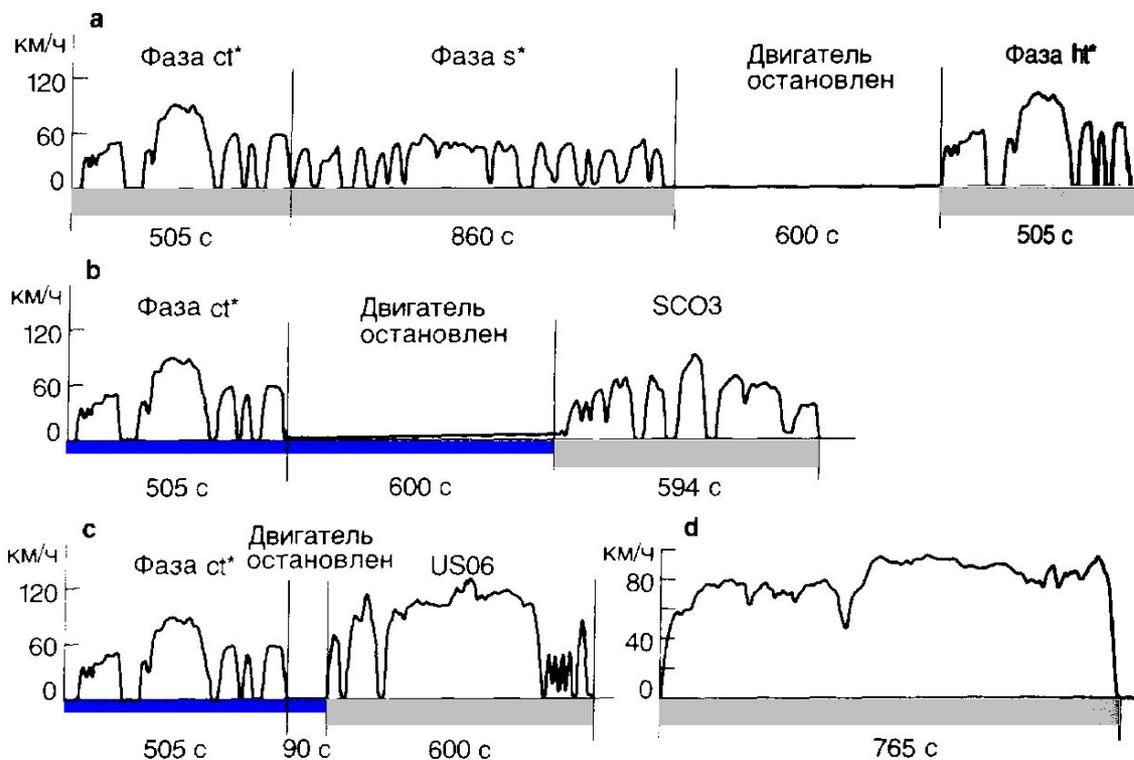


1 — фильтр; 2 — пробоотборный насос; 3 — вентиль; 4 — расходомер; 5 — манометр; 6 — ротационный насос; 7 — датчик температуры; 8 — теплообменник; 9 — центробежный фильтр; 10 — смеситель



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 прогревом двигателе

Этапы испытаний, при которых берутся пробы отработавших газов

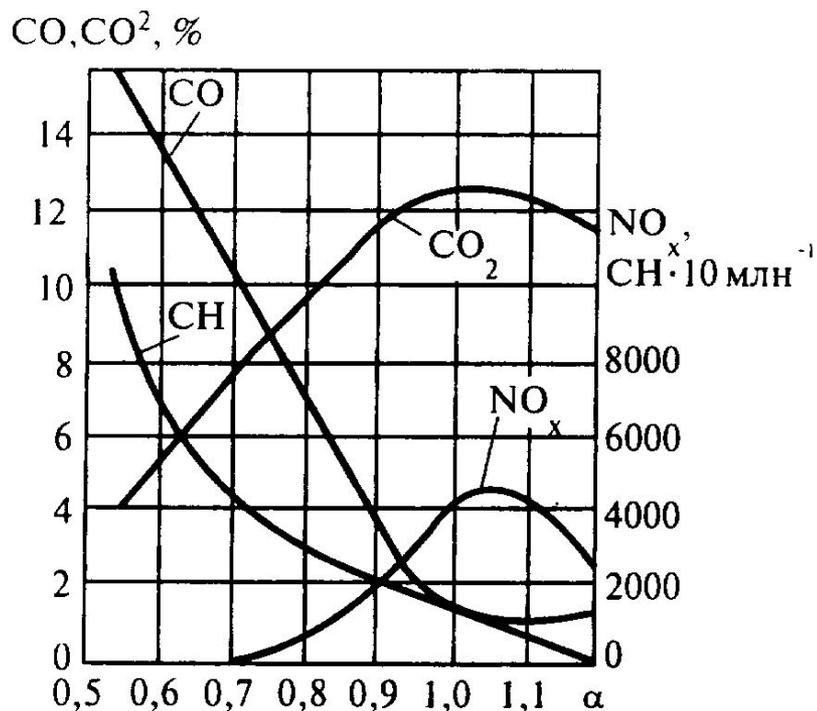
Настройка требуемого режима работы (также возможны другие ездовые циклы)

Предельные нормы выбросов согласно стандартов Евро II-IV

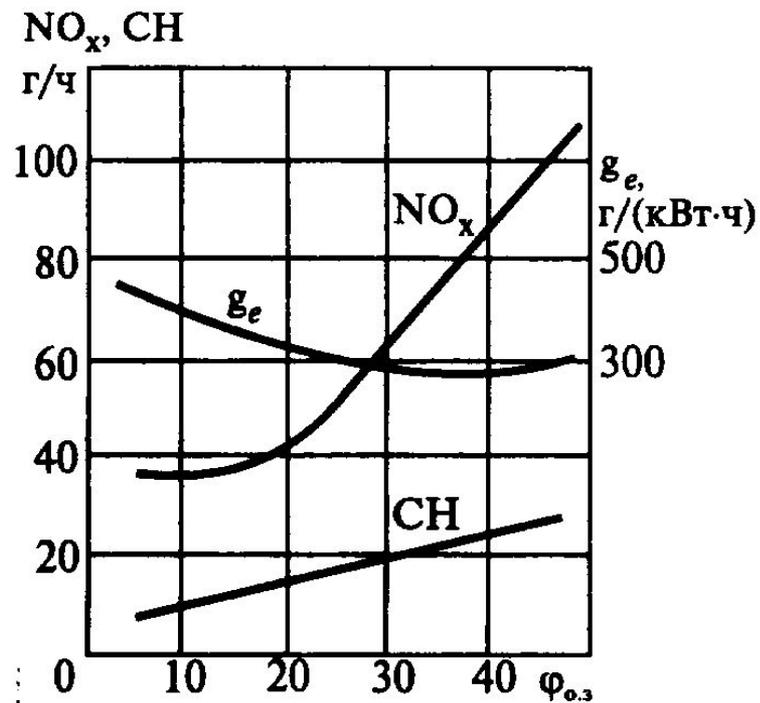
Стандарт	Год введения	Тип двигателя	Норма выброса			
			CO, г/км	CH + NO _x , г/км	Частицы, г/исп.	Испарения, г/исп.
Евро II	1996	Бензиновый	2,2	0,5	—	2
		Дизель	1,0	0,7	0,08	—
Евро III	2000	Бензиновый и газовый	2,3	0,2+0,15	—	2
		Дизель	0,64	0,56	0,05	—
Евро IV	2005	Бензиновый и газовый	1,0	0,1+0,08	—	2
		Дизель	0,5	0,3	0,025	—

Снижение токсичности отработавших газов двигателей с искровым зажиганием

Влияние коэффициента избытка воздуха на состав отработавших газов

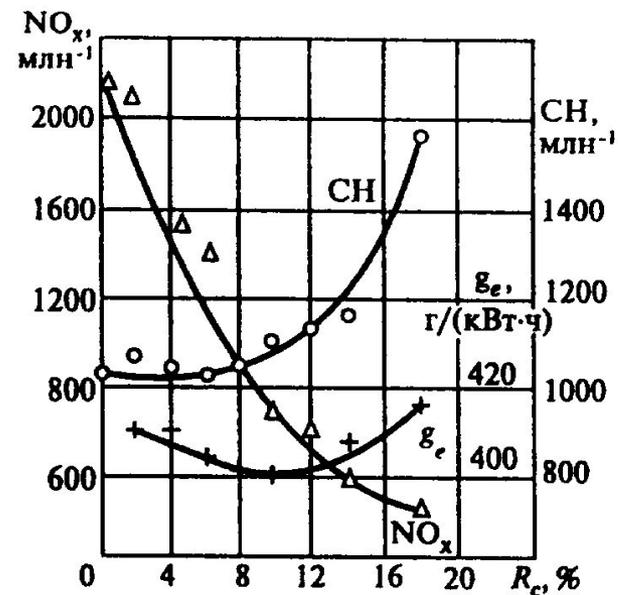
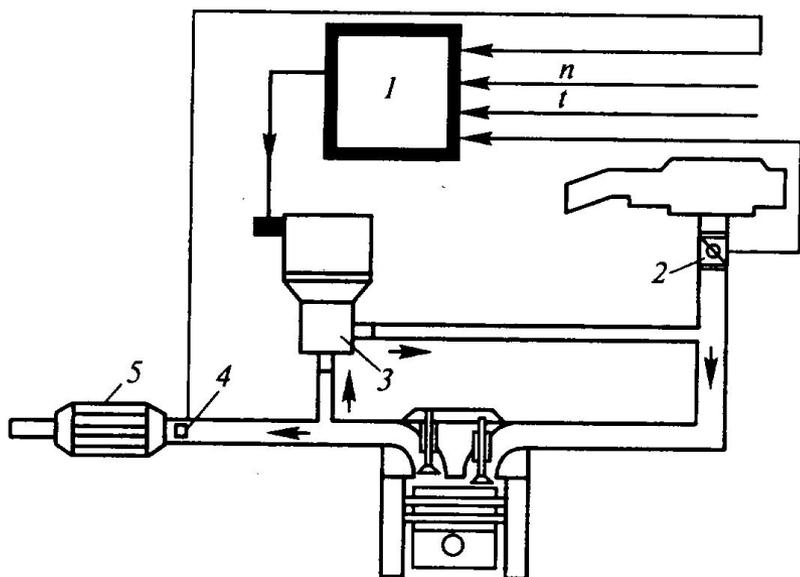


Влияние угла опережения зажигания на состав отработавших газов



Снижение токсичности отработавших газов двигателей с искровым зажиганием

Схема системы рециркуляции отработавших газов



Влияние степени рециркуляции отработавших газов на выброс NO_x и CH

Снижение токсичности отработавших газов двигателей с искровым зажиганием

Зона эффективной работы трехкомпонентного нейтрализатора

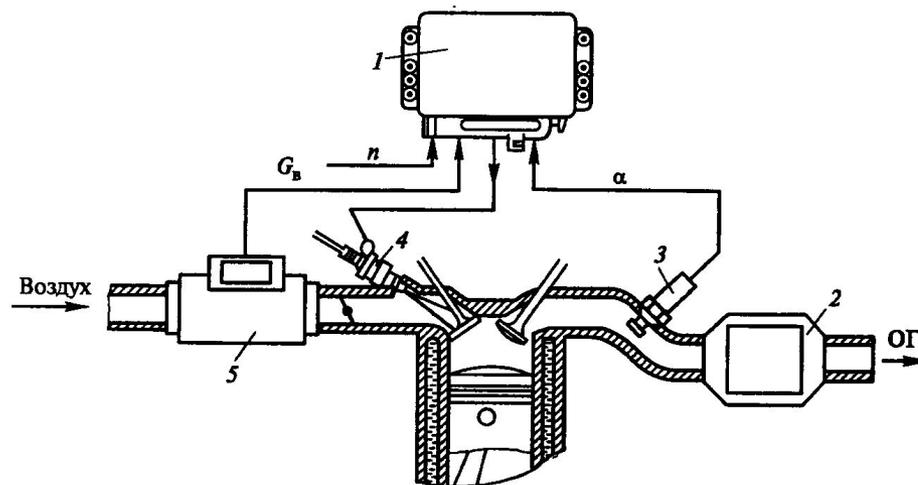
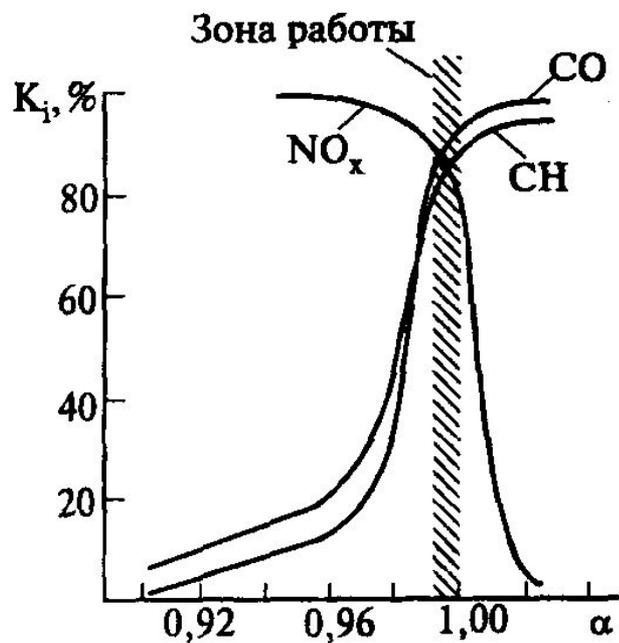
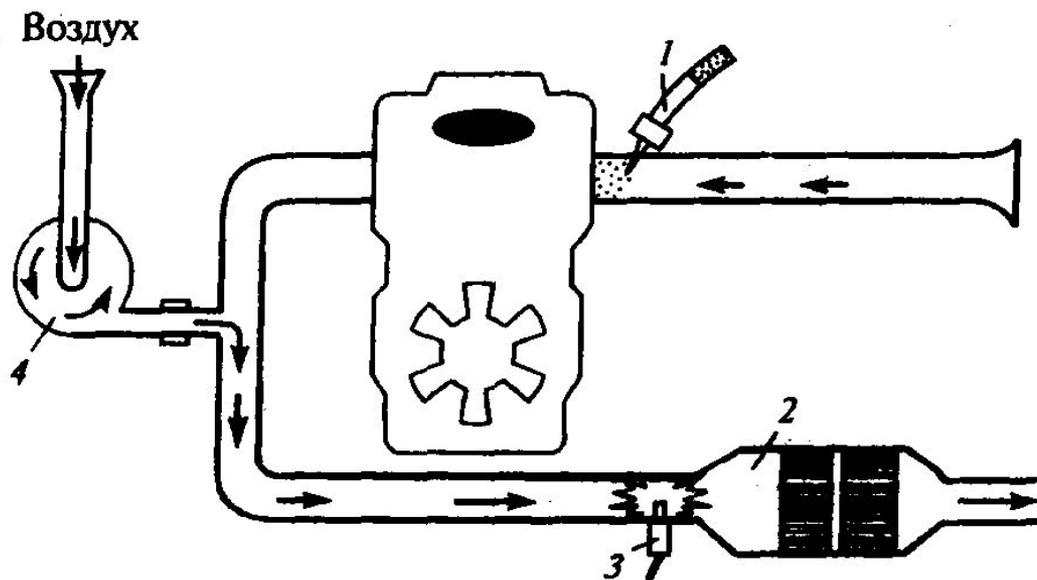


Схема управления топливоподачей по сигналу ЛЯМДА - зонды

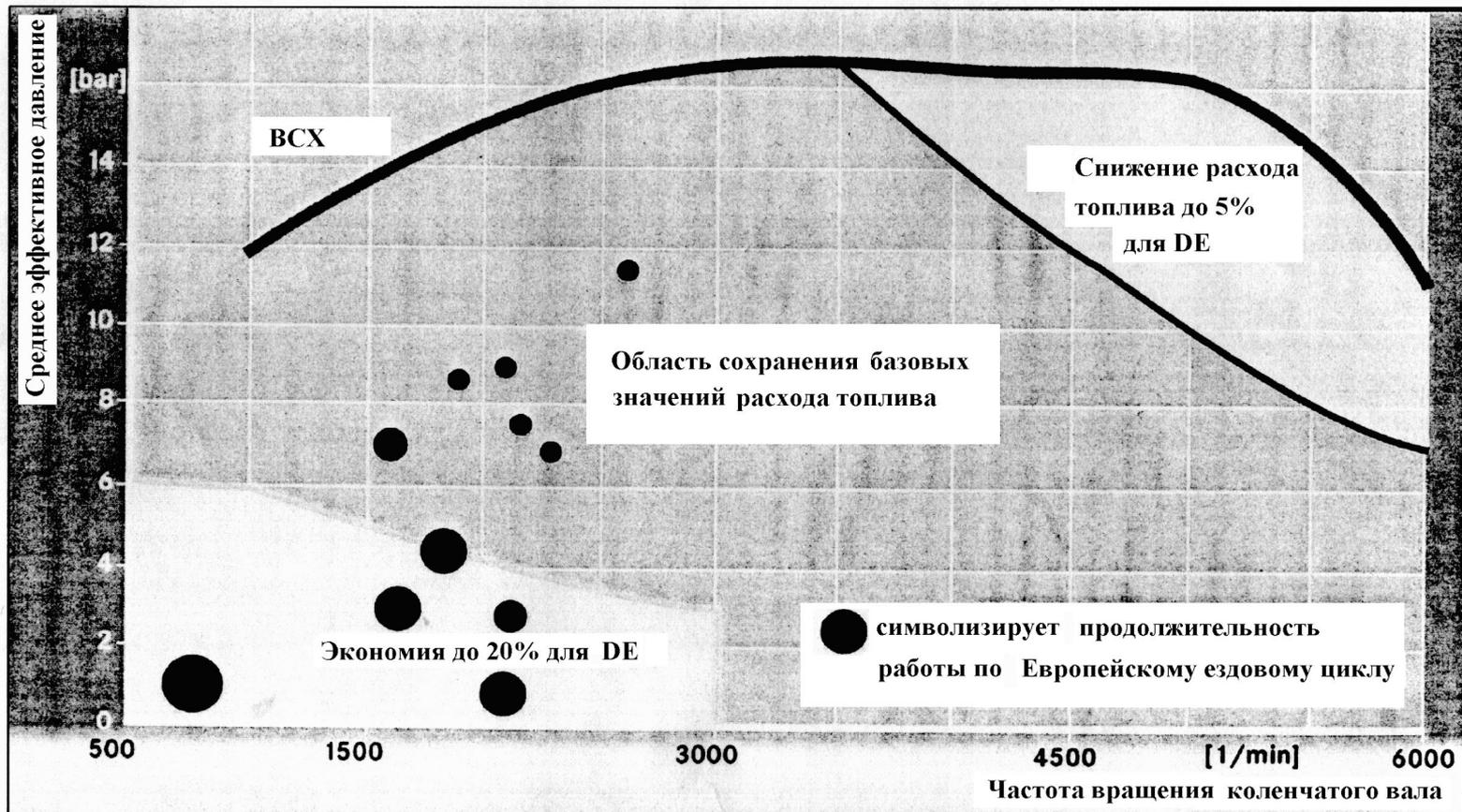
Снижение токсичности отработавших газов двигателей с искровым зажиганием



Снижение выброс СН при пуске и прогреве двигателя

Снижение токсичности отработавших газов двигателей с искровым зажиганием

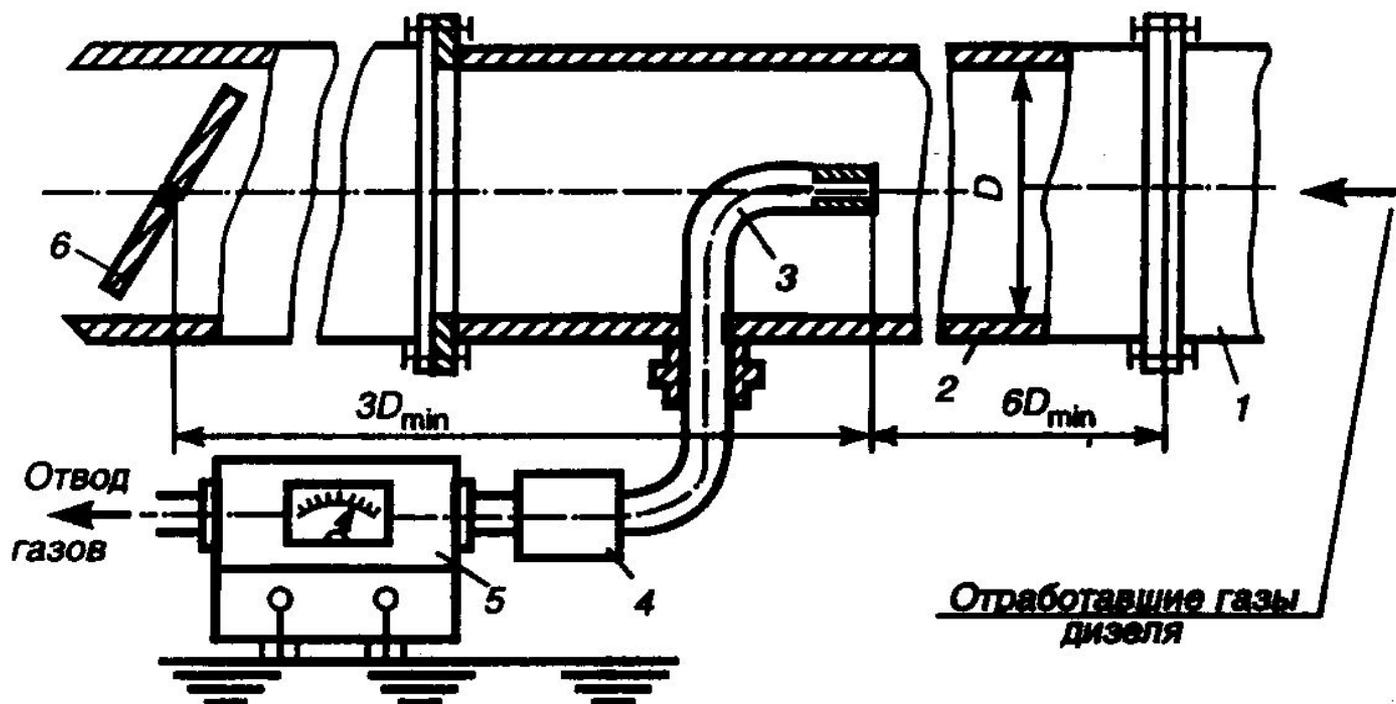
Преимущества непосредственного впрыска



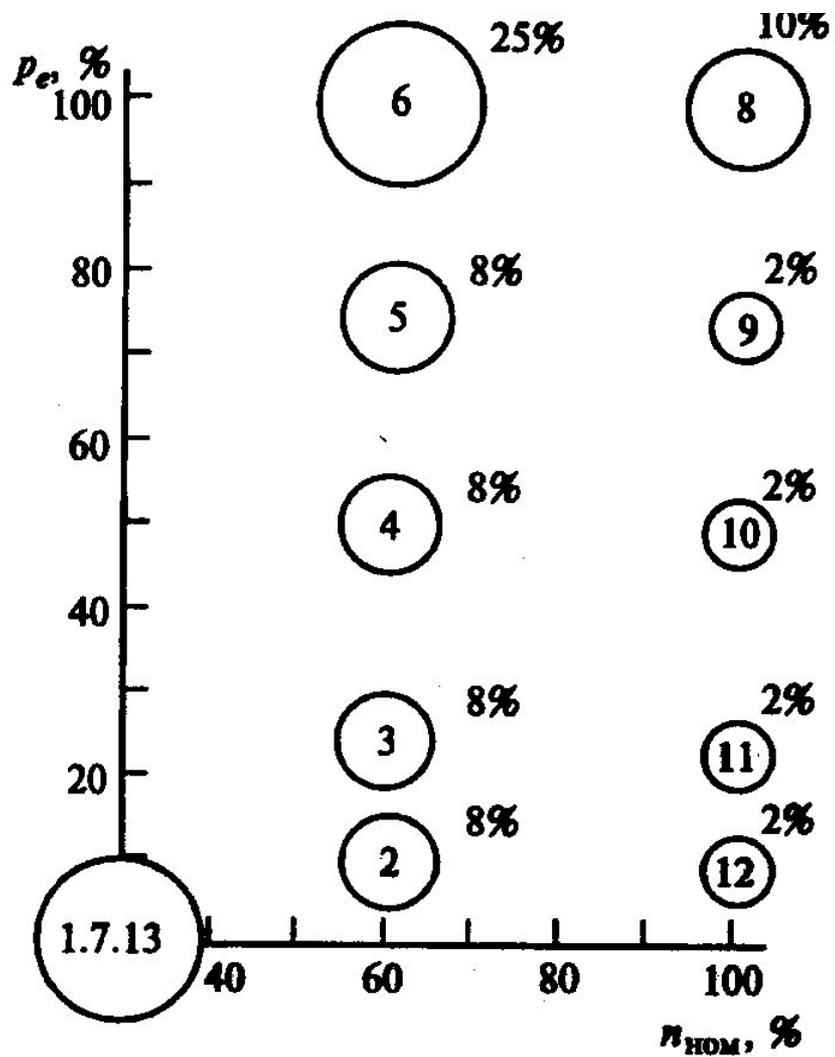
Нормирование токсичности и дымности отработавших газов дизелей



Контроль дымности отработавших газов при эксплуатации дизелей



Стендовые испытания дизелей по 13-режимному циклу



13-режимный Европейский тест

**Нормы предельно допустимых выбросов вредных веществ
для грузовых автомобилей и автобусов с дизелями,
установленные Правилами №49.02 и ГОСТ Р 41.49-99**

Вредные вещества, г/(кВт·ч)	Евро II 1996 г.	Евро III 2000 г.	Евро IV 2005 г.
CO	4,0	2,1	1,5
CH	1,1	0,66	0,46
NO_x	7,0	5,0	3,5
Частицы	0,15*	0,10	0,2

***Для двигателей мощностью менее 85 кВт норма повышается до 0,25 г/(кВт·ч).**