

В.И. Ерохов



ТОКСИЧНОСТЬ

современных автомобилей

**Методы и средства
снижения вредных
выбросов
в атмосферу**



В.И.Ерохов

ТОКСИЧНОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

**Методы и средства снижения
вредных выбросов в атмосферу**

Учебник

*Допущено Учебно-методическим объединением вузов РФ
по образованию в области транспортных машин
и транспортно-технологических комплексов
в качестве учебника
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по специальности 190201
«Автомобиле- и тракторостроение»*



МОСКВА

2015

УДК 629.33
ББК 39.35-08н
Е69

Рецензенты:

Ю.В. Трофименко — доктор технических наук, профессор,
МАДМГТУ (МАДИ), заслуженный деятель науки РФ;
В.А. Макаров — доктор технических наук, профессор МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Ерохов В.И.

Е69 Токсичность современных автомобилей (методы и средства снижения вредных выбросов в атмосферу) : учебник / В.И. Ерохов. — М. : ФОРУМ; ИНФРА-М, 2015. — 448 с. : ил.

ISBN 978-5-91134-801-4 (ФОРУМ)

ISBN 978-5-16-009115-0 (ИНФРА-М)

Изложены экологические проблемы развития автомобильного транспорта. Рассмотрены источники образования и выброса вредных веществ (ВВ) автотранспортными средствами. Проанализированы особенности процесса сгорания и образования ВВ современных ДВС. Рассмотрены вопросы нормирования и методы контроля ОГ автомобилей, причины повышения уровня токсичности и дымности ОГ в условиях эксплуатации, а также влияние организации дорожного движения и режимов движения на выброс ВВ.

Дан анализ эффективности применения экологически чистых альтернативных видов топлива, системы нейтрализации ОГ вне цилиндров двигателя. Рассмотрены вопросы социально-экономической и экологической оценки антропогенного воздействия на окружающую среду.

Учебник предназначен для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов 653200 «Транспортные машины и транспортно-технологические комплексы» по специальностям «Автомобиле- и тракторостроение». Он может быть полезен студентам экологических специальностей, обучающихся по специальностям 280202.65 «Инженерная защита окружающей среды» и 140501.65 «Двигатели внутреннего сгорания».

УДК 629.33
ББК 39.35-08н

ISBN 978-5-91134-801-4 (ФОРУМ)
ISBN 978-5-16-009115-0 (ИНФРА-М)

© Ерохов В.И., 2013
© Издательство «ФОРУМ», 2013

Оглавление

Список основных сокращений	3
Введение	4
Глава 1	
Экологические проблемы автомобильного транспорта	5
1.1. Тенденция нарушения экологического равновесия	5
1.2. Загрязнение окружающей среды	12
1.3. Качество атмосферного воздуха	16
1.3.1. Парниковый эффект	16
1.3.2. Озоновый слой	23
1.3.3. Образование фотохимического смога	24
1.3.4. Кислотные осадки и дожди	25
1.4. Система управления качеством атмосферного воздуха	27
Глава 2	
Источники образования и выброса вредных веществ	30
2.1. Источники выброса ВВ транспортными средствами	30
2.2. Состав и характеристика компонентов ОГ автомобилей	32
2.3. Токсикологические характеристики ОГ автомобилей	38
2.4. Воздействие токсичных веществ на ОС	47
Глава 3	
Образование вредных веществ в цилиндрах двигателя	54
3.1. Особенности процесса сгорания углеводородного топлива ..	54
3.2. Механизмы образования ВВ	58
3.3. Причины образования ВВ	69
3.4. Образование твердых частиц	73
3.5. Модели образования ВВ	75
3.5.1. Образование оксида углерода бензиновыми двигателями	75
3.5.2. Графо-аналитический метод определения углеводородов	76
3.5.3. Модель образования оксидов азота	80
3.5.4. Модель образования сажи	85
3.5.5. Образование бензапирена	87
3.5.6. Модель образования оксидов серы	87

Глава 4	
Методы и средства нормирования вредных выбросов	89
4.1. Законодательные акты по охране окружающей среды	89
4.2. Нормирование экологических качеств автомобиля	89
4.2.1. Нормирование выбросов ВВ в США	90
4.2.2. Нормирование выбросов ВВ в странах Западной Европы	94
4.2.3. Нормирование выбросов ВВ в России	97
4.2.4. Нормирование выбросов ВВ в Японии	105
4.3. Методы контроля и испытаний наземных транспортных средств на токсичность и дымность	107
4.3.1. Типы испытаний	107
4.3.2. Методика испытаний на токсичность и дымность ОГ	124
4.4. Оборудование и приборы определения токсичности и дымности ОГ	125
4.4.1. Динамометрические стенды	125
4.4.2. Стенды для испытания на токсичность	127
4.5. Методы измерения токсичности и дымности ОГ	128
4.5.1. Оптико-абсорбционный метод	128
4.5.2. Метод измерения состава ОГ недисперсными ИК лучами	129
4.5.3. Пламенно-ионизационный метод	133
4.5.4. Ультрафиолетовый газоанализатор	135
4.5.5. Хемилюминесцентный метод определения оксидов азота	137
4.5.6. Флуоресцентный метод	140
4.5.7. Методы определения дымности дизельных ДВС	140
4.5.8. Методы определения ТЧ в ОГ	143
4.6. Приборы газового анализа ОГ	144
4.6.1. Приборы определения оксида углерода и углеводородов	144
4.6.2. Приборы для определения кислорода в ОГ	148
4.6.3. Приборы для определения дымности ОГ	151
4.7. Методы отбора и проведения анализа токсичности и дымности ОГ	163
4.7.1. Метод анализа общего объема газов за ЕЦ	163
4.7.2. Метод частичного отбора проб с разбавлением инертным газом	164
4.7.3. Метод непосредственного измерения	164
4.7.4. Анализ индивидуальных проб газа	166
4.7.5. Анализ ТЧ	166
4.7.6. Анализ ОГ на содержание бензапирена	167
4.7.7. Метод определения запаха	167

Глава 5**Токсические характеристики автомобильных двигателей . 169**

- 5.1. Токсичность бензиновых двигателей 169
- 5.2. Токсичность газовых двигателей 183
- 5.3. Бинарные газобензиновые двигатели 189
- 5.4. Токсичность дизельных двигателей 192
- 5.5. Экологические характеристики газодизельного автомобиля 208

Глава 6**Уменьшение токсичности и дымности ОГ двигателей 218**

- 6.1. Бензиновые двигатели 218
- 6.2. Дизельные двигатели 228

Глава 7**Снижение токсичности и дымности отработавших газов в условиях эксплуатации 238**

- 7.1. Причины повышенного содержания токсичности и дымности 238
- 7.2. Влияние режима движения автомобиля на выброс ВВ 239
- 7.3. Организация ДД транспортных средств 246
 - 7.3.1. Влияние параметров транспортных потоков на выброс ВВ 250
 - 7.3.2. Влияние состояния и типа дорожного полотна на выброс ВВ 252
- 7.4. Организация перевозок 257
- 7.5. Влияние квалификации водителя на выброс ВВ 258
- 7.6. Техническое состояние автомобилей и двигателей 259
- 7.7. Качество ТО и ТР двигателей и автомобилей 266
- 7.8. Методы диагностирования автомобильных двигателей 269
- 7.9. Диагностирование автомобилей по параметрам токсичности ОГ 270
- 7.10. Организация постов контроля токсичности ОГ 273
- 7.11. Организация участков ТО систем питания и зажигания двигателей 273
- 7.12. Индустриальная система экологической эффективности НТС 275

Глава 8**Малотоксичная эксплуатация транспортных средств в специфических условиях 278**

- 8.1. Особенности малотоксичной эксплуатации АТ 278
 - 8.1.1. Выброс ВВ в подземных выработках и тоннелях 278
 - 8.1.2. Влияние высоты места эксплуатации дизелей на выброс ВВ 281
 - 8.1.3. Влияние низких температур на выброс ВВ 285

8.2. Физико-химическое регулирование качества горючей смеси	287
8.3. Влияние свойств топлива и присадок на токсичность и дымность ОГ	293
8.4. Рециркуляция ОГ современных двигателей	298
8.5. Перепуск охлажденных и увлажненных ОГ	304
8.6. Водно-топливные эмульсии	311
8.7. Расчет выброса ВВ транспортными средствами	315
Глава 9	
Альтернативные виды экологически чистых моторных топлив	318
9.1. Применение спиртов и их компонентов	318
9.2. Применение метилтретбутилового эфира	333
9.3. Применение диметилэфира	336
9.4. Применение газового конденсата	346
9.5. Рапсовое масло	354
Глава 10	
Каталитическая нейтрализация отработавших газов	361
10.1. Виды и классификация нейтрализаторов	361
10.2. Физико-химические реакции нейтрализации ОГ	362
10.3. Принципиальная схема современного КН	366
10.4. Расчет современного КН	371
10.5. Аэродинамическое сопротивление нейтрализатора	376
10.6. Система управления нейтрализацией ОГ	377
10.7. Система нейтрализация ОГ дизельных двигателей	387
Глава 11	
Перспективы создания малотоксичных транспортных средств	397
11.1. Конструкция и технология в полном жизненном цикле двигателя	397
11.2. Нетрадиционные методы и схемы перспективных двигателей	404
11.3. Перспективы применения водорода в качестве энергоносителя	405
11.4. Прогнозирование вредных выбросов с помощью нейронных сетей	412
11.5. Лазерные системы управления воспламенением горючей смеси	418
11.6. Электрический привод НТС	425
Литература	443