

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	3
ВСТУП	5
ГЛАВА 1. ГЛОБАЛЬНА ПАЛИВНО-ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА СЬОГОДЕННЯ ТА ДВЗ	7
1.1. Захист навколишнього середовища від токсичних викидів ДВЗ — глобальна проблема сьогодення	8
1.2. Нагальна необхідність екологізації ДВЗ	10
1.3. Проблеми та напрямки екологізації ДВЗ	12
Контрольні запитання та завдання	14
ГЛАВА 2. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ОСНОВИ УТВОРЕННЯ ТОКСИДІВ У ДВЗ	15
2.1. Загальна теорія горіння	15
2.2. Особливості горіння вуглеводневих палив у ДВЗ	24
2.3. Закономірність та механізм утворення токсидів та канцерогенів у ДВЗ	29
2.3.1. Загальний механізм утворення основних вуглевісних токсичних елементів у ВГ ДВЗ	29
2.3.2. Механізм утворення монооксиду вуглецю	30
2.3.3. Механізм утворення вуглеводнів	31
2.3.4. Механізм утворення канцерогенного вуглеводню	34
2.3.5. Механізм утворення сажових частинок	36
2.3.6. Особливості утворення твердих частинок у ВГ	37
2.3.7. Механізм утворення оксидів азоту	38
2.3.7.1. Механізм утворення термічного оксиду азоту	39
2.3.7.2. Механізм утворення оксидів азоту із азотвмісних домішок палива	40
2.3.7.3. Механізм утворення «швидкого» оксиду азоту	41
2.3.8. Механізм утворення оксидів сірки	42
2.3.9. Механізм утворення оксиду та інших сполук свинцю	43
2.3.10. Оцінка ступеня сумісної небезпеки діяння механізмів утворення токсидів у ВГ ДВЗ	43
Контрольні запитання та завдання	44
ГЛАВА 3. ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОКСИЧНОСТІ ДВЗ РІЗНИХ ТИПІВ	46
3.1. Токсичність бензинових двигунів	46
3.2. Токсичність дизелів	53
Контрольні запитання та завдання	57

ГЛАВА 4. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ УТВОРЕННЯ ТОКСИЧНИХ ВИКИДІВ ДВЗ	58
4.1. Математичне моделювання токсидоутворення у бензинових ДВЗ	58
4.4.1. Математичне моделювання процесів утворення NO _x у бензинових двигунах	59
4.1.1.1. Математичне моделювання утворення NO «термічного» виду	59
4.1.1.2. Особливості визначення «швидких» оксидів азоту	65
4.1.2. Математичне моделювання процесів утворення NO _x та сажі у дизелях	66
4.1.2.1. Рівняння випаровування палива у циліндрі дизеля на ділянці паливоподачі	66
4.1.2.2. Рівняння згорання палива у циліндрі дизеля	75
4.1.2.3. Узагальнене рівняння процесу дифузійного горіння у дизелях	83
4.1.2.4. Закономірності та особливості утворення оксидів азоту у дизелях	88
4.1.2.5. Рівняння динаміки утворення й вигорання сажі у циліндрі дизеля	97
Контрольні запитання та завдання	103
 ГЛАВА 5. ЕКОВИПРОБУВАННЯ ДВЗ	105
5.1. Методологія ековипробувань ДВЗ	105
5.1.1. Принципові особливості ековипробувань ДВЗ	105
5.1.2. Види ековипробувань ДВЗ	110
5.1.3. Стандартизація випробувань ДВЗ на токсичність	112
5.1.4. Особливості об'єктів випробувань ДВЗ	113
5.2. Методи та засоби випробувань ДВЗ на токсичність	114
5.2.1. Ековипробування ДВЗ у складі силових установок у стандартизованих умовах	114
5.2.2. Вимірювання при ековипробуваннях ДВЗ	118
5.2.2.1. Газовий аналіз відпрацьованих газів	118
5.2.2.2. Ековипробування на канцерогени (бенз-а-пірен) у викидах ДВЗ	135
5.2.2.3. Ековипробування на визначення твердих частинок у ВГ дизелів	139
5.2.2.4. Ековипробування на визначення димності відпрацьованих газів	142
5.2.3. Визначення кількостей основних токсидів у викидах ВГ ДВЗ	149
5.2.4. Дослідницькі ековипробування	152
5.3. Діагностичний експлуатаційний контроль ДВЗ на токсичність	159
5.3.1. Принципи екодіагностування ДВЗ	160
5.3.2. Визначення діагностичного тесту	161
5.3.3. Побудова оптимізаційного алгоритму контролю працездатності за результатами ековипробувань	163
5.3.4. Вибір режимів екодіагностування ДВЗ	164
Контрольні запитання та завдання	165
 ГЛАВА 6. НОРМУВАННЯ ТОКСИДІВ ДВЗ	166
6.1. Загальні положення нормування токсидів ДВЗ	166
6.1.1. Види нормування	166
6.1.2. Нормовані токсиди та інші речовини	168
6.1.3. Ненормовані речовини з токсичними властивостями	169
6.1.4. Перерахунки нормативних значень токсидів у ВГ ДВЗ	169
6.1.5. Нормативні документи	173

6.2. Нормування екологічних показників дорожніх транспортних засобів з ДВЗ	175
6.3. Стандарти на екологічні показники двигунів позадорожньої техніки	188
Контрольні запитання та завдання	195
ГЛАВА 7. ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ДВЗ	196
7.1. Екологізація ДВЗ за рахунок оптимізації робочого процесу	196
7.1.1. Оптимізація сумішоутворення та згоряння	197
7.1.1.1. Розшарування заряду	197
7.1.1.2. Безпосереднє вприскування палива у двигунах з іскровим запалюванням	201
7.1.1.3. Вибір камери згоряння	203
7.1.2. Оптимізація паливopодачі	205
7.1.3. Пошук раціональних параметрів робочого процесу і конструктивних характеристик, що безпосередньо впливають на токсичність ДВЗ	207
7.1.3.1. Двигуни з самоспалахуванням	207
7.1.3.2. Двигуни з іскровим запалюванням	212
7.1.4. Вдосконалення перехідних процесів	214
7.1.5. Поліпшення екологічних характеристик ДВЗ на часткових режимах шляхом відключення частини циліндрів	223
7.1.6. Використання екологічних присадок до моторних палив	225
7.1.6.1. Застосування водопаливних емульсій	225
7.1.6.2. Спеціальні присадки до моторних палив	231
7.1.7. Приклад комплексного вирішення проблеми екологізації робочого процесу двигуна	232
7.2. Екологізація ДВЗ за рахунок нейтралізації їх викидів з використанням комп'ютерних технологій керування	244
7.2.1. Засоби зовнішньої нейтралізації викидів ДВЗ	245
7.2.1.1. Конструкції сучасних нейтралізаторів ВГ ДВЗ	245
7.2.1.2. Конструкції сучасних вловлювачів твердих часток з ВГ	256
7.2.1.3. Напрямки поліпшення конструкцій ПСФ та нейтралізаторів	258
7.2.2. Рециркуляційні засоби для зниження викидів NO _x	261
7.2.2.1. Принципові особливості рециркуляції ВГ ДВЗ	261
7.2.2.2. Загальна схема рециркуляції ВГ ДВЗ	262
7.2.2.3. Ефективність рециркуляційних засобів	263
7.2.3. Комп'ютерні блоки керування рівнем токсичності (КБК токсичністю) ДВЗ	265
7.2.3.1. Вимоги до КБК токсичністю	266
7.2.3.2. Особливості та принципові схеми КБК рівнем токсичності ДВЗ	267
7.2.3.3. Приклади комп'ютерних систем комплексного керування робочим процесом та рівнем токсичності викидів з ВГ сучасних ДВЗ	269
7.3. Екологізація ДВЗ при їх виготовленні та експлуатації	272
7.3.1. Вплив технологічних відхилень при виготовленні та складанні ДВЗ на їхні екологічні показники	273
7.3.2. Вплив технічного стану двигунів на їхні екологічні характеристики при тривалій експлуатації	275
7.3.3. Оптимізація експлуатаційних факторів — напрямок зниження токсидів у ВГ ДВЗ	280

7.3.3.1. Вплив майстерності водія (оператора) на кількість шкідливих викидів двигуном енергетичної установки та оптимізація параметрів керування нею	280
7.3.3.2. Вплив завантаження автомобіля на кількість шкідливих викидів з ВГ	283
7.3.3.3. Вплив дорожніх умов на кількість шкідливих викидів двигунами транспортних засобів	285
Контрольні запитання та завдання	291
ГЛАВА 8. КОМПЛЕКСНА ПАЛИВНО-ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА СУЧАСНИХ ДВЗ	293
8.1. Оцінка економічної шкоди від негативних впливів ВГ ДВЗ на навколишнє середовище	293
8.2. Комплексний паливно-екологічний критерій якості ДВЗ та їх конкурентоспроможності при експлуатації	294
8.2.1. Моделі експлуатації ДВЗ різних призначень	295
8.2.1.1. Моделі експлуатації дизелів сільськогосподарських колісних та гусеничних тракторів	296
8.2.1.2. Модель експлуатації дизеля зернозбирального комбайна	297
8.2.1.3. Модель експлуатації дизеля вантажного автомобіля	299
8.2.2. Методика комплексної оцінки паливної економічності й токсичності ВГ ДВЗ за моделями їх експлуатації	301
8.3. Приклади використання комплексного паливно-екологічного критерію для оцінок ефективності екологізації ДВЗ	307
8.3.1. Комплексна оцінка ефективності використання менш токсичних альтернативних палив	307
8.3.2. Комплексна оцінка ефективності екологізації перспективних ДВЗ вітчизняного виробництва	309
Контрольні запитання та завдання	311
ГЛАВА 9. ПРАВОВІ ОСНОВИ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ДВЗ	313
9.1. Роль права у регулюванні екологічних взаємовідносин природи і суспільства	313
9.2. Державна екологічна політика в Україні	315
9.3. Законодавчі акти в Україні щодо захисту навколишнього середовища, в тому числі атмосферного повітря	316
9.3.1. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»	316
9.3.2. Закон України «Захист атмосферного повітря»	318
9.3.3. Закон України «Про транспорт» [104]	319
9.3.4. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» та указ Президента України «Про заходи щодо розвитку виробництва палива із біологічної сировини»	320
9.4. Правові гарантії екологізації ДВЗ	320
Контрольні запитання та завдання	321

ГЛАВА 10. ПЕРСПЕКТИВИ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ДВЗ	322
10.1. Проблеми екологізації перспективних ДВЗ	322
10.1.1. Ефективне спалення збіднених горючих сумішей у двигунах з іскровим запалюванням	323
10.1.2. Регулювання фаз газорозподілу уздовж робочих характеристик двигунів	323
10.1.3. Поглиблення утилізації теплоти ВГ на основі вдосконалення ГНТ та термокаталітичної конверсії рідинних вуглеводневих палив	324
10.1.4. Оптимізація конструктивних параметрів ДВЗ	324
10.1.5. Розробка і застосування високоефективних методів та засобів нейтралізації NO _x у ВГ	324
10.1.6. Перспективи використання екологічно чистіших альтернативних палив	325
10.1.6.1. Спиртові палива	325
10.1.6.2. Рідинні синтетичні палива	325
10.1.6.3. Водневе паливо	326
10.1.6.4. Газові альтернативні палива	326
10.1.6.5. Відновлювані джерела енергії на основі олій	329
10.1.6.6. Водопаливні емульсії	330
10.2. Малотоксичні мобільні енергетичні установки майбутнього	330
10.2.1. ДВЗ підвищеної ефективності з безпосереднім комбінованим вприскуванням бензину	330
10.2.2. Турбодизелі для легкових автомобілів	333
10.2.3. Оцінка перспектив використання електромобілів	334
10.2.4. Гібридні енергоустановки (екомобілі)	335
Контрольні запитання та завдання	340
ОСНОВНА ЕКОЛОГІЧНА ТЕРМІНОЛОГІЯ	341
Список літератури	344