

Міністерство освіти та науки України
Автомобільно-дорожній інститут
Державного вищого навчального закладу
Донецький Національний технічний університет.

доц. Ніколенко М.О.

Конспект лекцій
з дисципліни «Екологія автотранспорту».
(для студентів спеціальності 8.070801
«Екологія та охорона навколишнього
середовища».

Горлівка, 2007.

УДК 504.056:656(075.8).

Конспект лекцій з дисципліни «Екологія автотранспорту» (для студентів спеціальності 8.070801 «Екологія та охорона навколишнього середовища»).
Укл. М.О.Ніколенко – Горлівка: УДІДВНЗ ДонНТУ, 2007.

Курс лекцій складений на підставі освітньої професійної програми відповідно до навчального плану спеціальності «Екологія та охорона навколишнього середовища», вказівок АДІДВНЗ ДонНТУ
№.....від.....та існуючих матеріалів.

Рецензент:

Висоцький С.П. – завідувачий кафедрою «Екологія та БЖД» АДІДВНЗ
ДонНТУ, доктор технічних наук, професор.

Укладачі: Ніколенко М.О., доцент

Воробйов Е.О., професор.

Відповідний за випуск: Ніколенко М.О., доцент.

Комп'ютерний набір:

ЗМІСТ

Лекція №1. Сутність предмета, терміни задачі, визначення.....	
Лекція №2. Характеристики відпрацьованих газів (ВГ) двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) та їхній вплив на довкілля	
2.1. Характеристики факторів впливу автомобільного транспорту на навколишнє середовище (н.с.).....	
2.2. Процес утворення та склад ВГ, ДВЗ (карбюраторного та дизельного)	
2.3. Характеристики токсичних речовин ВГ та їх вплив на стан здоров'я людини	
Лекція №3. Оцінка і нормування впливу ВГ на Н.С.	
3.1. Характеристик напрямків оцінки впливу ВГ на стан Н.С.	
3.2. Характеристик стану забруднення н.с. України автомобільним транспортом.....	
3.3. Характеристики заходів щодо запровадження в Україні сучасних екологічних вимог.....	
Лекція №4. Характеристики методів аналізу забруднення атмосферного повітря.....	
4.1. Спектральний.....	
4.2. Електрохімічний.....	
4.3. Полум'яно-іонізаційний.....	
4.4. Хемілюмінісцентний.....	
4.5. Ультрафіолетової флуоресценції.....	
4.6. Гравіметричний.....	
4.7. Хроматографічний.....	
4.8. Лідарна система.....	
Лекція №5. Вплив режимів роботи ДВЗ на концентрацію токсичних речовин в ВГ.....	
5.1. Залежність потужності роботи ДВЗ від складу робочої суміші.....	

- 5.2. Залежність концентрації токсичних речовин від коефіцієнту α

Лекція № 6. Характеристики сучасних методів зниження

токсичності ВГ, ДВЗ.....

- 6.1. Предкамерно-факельне запалювання (ПФЗ).....
- 6.2. Розшарування робочої суміші.....
- 6.3. Електронної системи упорскування (інжектор).....
- 6.4. Безконтактної системи запалювання.....
- 6.5. Регулювання потужності відключенням циліндрів і циклів.....
- 6.6. Удосконалення діючих систем живлення.....
- 6.7. Замкнена система вентиляції.....
- 6.8. Рециркуляція ВГ.....

Лекція №7. Вплив технічного стану автомобіля на стан Н.С.....

- 7.1. Вплив несправностей ДВЗ (карбюраторного, дизельного)..
- 7.2. Термічна нейтралізація.....
- 7.3. Каталітична нейтралізація.....
- 7.4. Рідинна нейтралізація.....
- 7.5. Очистка ВГ від сажі.....
- 7.6. Скорочення змісту свинцю в паливі.....

Лекція №8. Характеристики методів очищення стічних вод АТП.....

Лекція №9. Характеристики шумової дії автомобільного транспорту.....

- 9.1. Показники шумової дії.....
- 9.2. Засоби зниження шумової дії.....

Лекція №10. Характеристик екологічно «чистих» видів автомобільних

палив.....

- 10.1. Стиснутий газ.....
- 10.2. Зріджений газ.....
- 10.3. Водень.....
- 10.4. Аміак.....

- 10.5. Синтетичні спирти.....
- 10.6. Ацетилен.....
- 10.7. Рослинні олії.....

Лекція №11. Характеристики альтернативних двигунів для

- автомобільного транспорту.....
- 11.1. Роторний.....
- 11.2. Газотурбінний.....
- 11.3. Стірлінга.....
- 11.4. Інерційний.....
- 11.5. Електричний.....

Лекція №12. Вплив режиму руху автомобіля на кількість

- викидів забруднюючих речовин.....
- 12.1. Характеристики режимів руху.....
- 12.2. Характеристики заходів для зменшення
викидів забруднюючих речовин.....
- 12.3. Характеристики документації екологічної
діяльності АТП.....

ЛЕКЦІЯ №1

СУТНІСТЬ ПРЕДМЕТА, ТЕРМІНИ, ЗАДАЧІ, ВИЗНАЧЕННЯ

В останнє десятиліття в нашій країні слово «екологія» придбало популярність і стало обов'язковим терміном у суспільних діячів і політиків, літераторів, діячів науки і мистецтва. Це в значній мірі обумовлено катастрофою, що відбулася в Чорнобилі. Екологічні проблеми стали улюбленою темою розмов і обговорень.

Що ж таке екологія? Це слово утворене від грецьких коренів «оикос» - будинок, житло і «логос» - наука, таким чином екологія - наука про будинок. Тільки «будинок» тут розуміється в дуже широкому змісті слова, як середовище проживання.

В даний час існують класичне і сучасне тлумачення поняття екології. По класичному визначенню, екологія - це розділ біології вивчаючий взаємодія біосистем різних рівнів організацій з навколишнім середовищем. Останнім часом екологія виділилася в самостійну науку, що розглядає комплекс взаємин живих організмів у їхньому природному середовищі мешкання з урахуванням впливу на них людської діяльності, тобто зроблений акцент на роль людини.

У залежності від теоретичних і методологічних передумов, що визначають зміст науки, розрізняють екологію теоретичну /загальну/ і прикладну. Перша розглядає загальні закони живої і неживої природи, друга, поряд із закономірностями взаємодії живих організмів і навколишнього середовища враховує вплив на них людини в обраній сфері життєдіяльності: промислової, сільськогосподарської, транспортної, медичної, соціальної тощо.

Автомобільний транспорт з його парком рухомого складу, перевищуючим 400 млн. автомобілів, є крупним споживачем паливно-енергетичних ресурсів. На його частку припадає близько 80% вироблюваної

в світі енергії. Сумарна потужність автомобільних двигунів перевищує в даний час потужність всіх електростанцій в 8 разів. Автомобільні дороги, різні транспортні споруди вимагають для свого розміщення значних площ, нерідко в збиток іншим видам людської діяльності. Так, на 1 км автомобільної дороги залежно від її категорії і цінності земельних угідь доводиться відводити 2-7 га території. Додаткові втрати земельних угідь пов'язані з посиленням водної і вітрової ерозії в районі транспортної комунікації, створенням умов для геодинамічних процесів. Крім того, будівництво дороги нерідко приводить до істотної зміни потужності і рівня вод підгрунтя.

Щорічне споживання палива світовим автомобільним парком складає 2,1 млрд. т. За попередніми оцінками, перетворення автомобільними двигунами хімічної енергії палива в механічну роботу від згорання такої кількості палива супроводжується виділенням в навколишнє середовище 700 млн. т оксиду вуглецю, 190 млн. т вуглеводнів, 56 млн. т оксидів від азоту і 600 т свинцю. Викиди картерних газів і випаровування з системи живлення, що містять токсичні вуглеводневі з'єднання, досягають 140 млн. т.

З'явилася серйозна небезпека порушення екологічної рівноваги на глобальному рівні.

За даними досліджень, легковий автомобіль при середньорічному пробігу 15 тис. км «вдихає» 4,35 т кисню «видихає» 3,25 т вуглекислого газу, 0,8 т оксиду вуглецю, 0,2 т вуглеводнів, 0,04 т оксидів азоту. На відміну від промислових підприємств, викид яких концентрується в певній зоні, автомобіль розсіює продукти неповного згорання палива практично по всій території міст, причому безпосередньо в приземному шарі атмосфери.

Автомобіль є джерелом забруднення повітря також пилом. Підраховано, що за рік експлуатації покриття одного легкового автомобіля стираються приблизно на 1 кг, а вантажного - ще більше. Під час їзди, особливо при гальмуванні, в результаті тертя покриття об поверхню дороги утворюється гумовий пил, який постійно присутній в повітрі на магістралях з інтенсивним

рухом. Але покришки не є єдиним джерелом пилу. Тверді частинки у вигляді пилу виділяються з відпрацьованими газами, завозяться в місто у вигляді бруду на кузовах автомобілів, утворюються від стирання дорожнього покриття, підіймаються в повітря вихровими потоками, що виникають при русі автомобіля, і т.д. Пил негативно позначається на здоров'я людини, згубно діє на рослинний світ.

У міських умовах автомобіль є джерелом зігрівання навколишнього повітря. Якщо в місті одночасно рухається 100 тис. автомашин, то це рівно ефекту, вироблюваному 1 млн. л гарячої води. Відпрацьовані газы автомобілів, що містять теплу водяну пару, вносять свій внесок в зміну клімату міста. Більш високі температури парів підсилюють перенесення тепла рухомим середовищем (термічна конвекція), внаслідок чого кількість опадів над містом зростає. Вплив міста на кількість опадів особливо виразно видно по їх закономірному збільшенню, що відбувається паралельно із зростанням міста. За десятилітній період спостережень в Москві, наприклад, випадає близько 668 мм опадів в рік, в її околицях - 572мм, в Чикаго - 841 і 500 мм відповідно.

У періодичному друці з'являються повідомлення про кислотні дощі, випаданні в різних країнах Європи, в США, Канаді і помічених навіть в таких заповідних зонах, як басейн Амазонки.

Широке застосування солі для боротьби з ожеледдю на автомобільних дорогах веде до скорочення терміну служби автомобілів, викликає несподівані зміни в придорожній флорі. Так, в Англії відмічена поява уздовж доріг рослин, характерних для морського побережжя.

Автомобіль - сильний забруднювач водоймищ, підземних водних джерел. Визначено, що 1 л нафти може зробити непридатним для пиття декілька тисяч літрів води.

У багатьох технологічних процесах утворюються виробничі стічні води. Склад і кількість цих вод різні. Стічні води утворюються при митті рухомого складу, очищенні вузлів і деталей в мийних машинах, при ремонті

аккумуляторних батарей, гальванічній і механічній обробці деталей, гідравлічних випробуваннях різних місткостей і т.д. Ремонтні роботи супроводжуються також забрудненням ґрунту, накопиченням металевих, пластмасових і гумових відходів поблизу виробничих ділянок і відділень.

При будівництві і ремонті шляхів сполучення, а також виробничо-побутових об'єктів підприємств транспорту відбувається вилучення з екосистем води, ґрунту, родючих ґрунтів, мінеральних ресурсів надр, руйнування природних ландшафтів, втручання в тваринний і рослинний світ.

Разом з іншими видами транспорту, промисловим устаткуванням побутовими приладами автомобіль є джерелом штучного шумового фону міста, як правило, негативно впливаючого на людину.

В останні десятиліття НТП різко ускладнив взаємини людини з навколишнім середовищем. Бурхливий розвиток промислового виробництва призвів до істотних непередбачених і в багатьох випадках незворотних змін. Життєдіяльність людини багато в чому залежить від стану навколишньої природного середовища, що містить у собі всі те, що нас оточує і що впливає на якість життя людини і на ефективність його діяльності. Навколишнє середовище в широкому розумінні - це наша планета в цілому і космічний простір, а у вузькому змісті - це біосфера.

Організми спільно із середовищем їх проживання складають єдині життєві системи. Сукупність спільно живучих різних видів організмів і умов їхнього існування, закономірно взаємозалежних один з одним, називається екологічною системою.

Взаємодія автотранспорту з НС:

Екологічна чистота - здатність транспортного об'єкта «уписуватися» у рослинно-енергетичні природні цикли і міра впливу його на навколишнє середовище (параметри стану середовища).

Екологічний вплив — наслідку будь-яких (навмисних чи випадкових, поступових чи катастрофічних) антропогенних змін природних об'єктів і факторів, зв'язаних із транспортною діяльністю.

Екологічна безпека промисловості і транспорту — стан захищеності навколишнього природного середовища від промислово-транспортних впливів. При цьому забезпечується функціонування природно-технічних систем у межах припустимої зміни параметрів навколишнього середовища.

Параметри стану навколишнього середовища — температура, тиск, обсяг газів, рідин, концентрації речовин, напруженість електромагнітного поля, радіоактивність тощо. Вони повинні знаходитися в строгих діапазонах для забезпечення стійкості екосистем. Транспортна діяльність може приводити до зміни значень параметрів стану на локальних ділянках території.

Локальна екологічна катастрофа — багаторазове перевищення критичних (гранично припустимих) рівнів й навантажень на локальні екосистеми по різних інгредієнтах і видах впливу, у результаті яких порушується їхня стійкість.

Екосистеми руйнуються також у результаті:

- можливої зміни клімату через зміну концентрації окремих газів /O₃,CO₂/ у стратосфері і тропосфері;
- зниження прозорості атмосфери за рахунок її забруднення;
- зміни стану альbedo земної поверхні в результаті впливу на природні ландшафти /знищення рослинності, оранка і зрошення земель/;
- атмосферно-гідросферного закислення /рН-ефект, що обумовлений підвищенням концентрації іонів водню через викиди в атмосферу оксидів азоту і сірки/.

Тому фахівці, що працюють на транспорті й у дорожнім господарстві, повинні прагнути забезпечення стійкості транспортної системи - балансу «попит-пропозиція» при підвищенні якості перевезень і збереженні екологічно безпечного рівня впливу на навколишнє середовище.

В зв'язку з цим екологія автомобільного транспорту відноситься до комплексу прикладних екологічних наук, і її задачі мають наступну специфічну спрямованість:

1) визначення характеру і масштабів впливів транспорту на навколишнє середовище;

2) розробку стратегії охорони навколишнього середовища при функціонуванні транспорту;

3) виділення перспективних напрямків розвитку транспорту з обліком його екологізації;

4) дослідження питань керування екологічною діяльністю на транспорті

Екологічне право. Має розвиватися як дійовий засіб досягнення збалансованості подальшого розвитку цивілізації і гармонізації взаємовідносин людства і природи. Воно має вирішувати проблеми оздоровлення та облагородження довкілля з метою покращити здоров'я, умови праці та побутові умови життя людей.

Історія розвитку правових застав щодо охорони довкілля сягає у часи Київської Русі з послідовним змінюванням з урахуванням рівня розвитку суспільства.

Основним джерелом екологічного права України є її Конституція. Вона має вищу юридичну силу і закріплює основи екологічного права.

Джерелами екологічного права є Закони України, що регулюють екологічні відносини. До таких треба віднести:

Закон "Про охорону природи України" від 30 червня 1960 р.

Закон "Про охорону навколишнього природного середовища" від 25 червня 1991 р.

Закон "Про охорону атмосферного повітря" від 16 жовтня 1992 р.

Закон "Про дорожній рух" від 30 червня 1993 р.

Закон "Про транспорт" від 10 листопада 1994 р.

Закон "Про метрологію і метрологічну діяльність" від 4 березня 1998р.

Закон "Про відходи" від 10 липня 1998 р.

Екологічна етика. Йдеться про те, що не все може регламентувати законами і нормативними заборонами, необхідно напрацьовувати моральні засади, спрямовані на те, що вчинки, і з боку держави і з боку особи, які

завдають шкоди природі є аморальними.

Наприклад:

- ходити по газонах не можна, тому що просто не можна. Тому що окрім естетичного навантаження, що несуть на собі ці осередки природи у місті, вони осаджують пил, не даючи йому здійматися угору під поривами вітру, і тим самим зменшують його кількість у повітрі, яким дихають люди;

- не можна, якщо державою прийнято рішення про зменшення споживання етилованого бензину в країні, самочинно додавати до бензину отруйний тетраетилсвинець тощо.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аксенов И. Я. Транспорт и охрана окружающей среды. - М.: 1986 г.
2. Луканин В. Н. Промышленно-транспортная экология. - М: 2000 г.
3. Павлова Е. И. Экология транспорта. - М.: 2000 г.
4. Болбас М.М. та ін. Транспорт и окружающая среда г. Минск, УП «Технопринт», 2004 г., 261с.

ЛЕКЦІЯ № 2

ХАРАКТЕРИСТИКИ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ (ВГ)ДВИГУНА
ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ (ДВЗ) ТА ЇХНІЙ ВПЛИВ НА ПАРАМЕТРИ
ДОВКІЛЛЯ

Транспорт, особливо автомобільний в останні десятиліття розвивається посиленими темпами, кількість автомобілів неухильно росте. У наш час автотранспорт стає визначальним фактором у зміні стану навколишнього середовища великих міст і, у цілому, клімату планети.

2.1. Негативний вплив автомобільного транспорту на НС виявляється за наступними напрямками:

1- забруднення НС (включаючи атмосферне повітря, літосферу, гідросферу Землі) токсичними викидами;

2- зростання рівня транспортного шуму і вібрації, особливо у великих містах і районах масового автомобільного руху, де транспортний шум є джерелом постійного дискомфорту для більшості населення;

3- забруднення ПММ (в основному через витік);

4- забруднення пилом;

5- відторгнення значних ділянок землі для будівництва автомобільних доріг і спорудження об'єктів транспортної інфраструктури в цілому;

6- нагромадження відходів і сміття, що утворюються в зв'язку з виробництвом, ТО і ремонтом, утриманням автомобільних доріг.

В даний час автомобільний транспорт визнаний одним з найважливіших факторів екологічного ризику, пов'язаних з розвитком сучасної цивілізації.

У США, наприклад, на автомобільний транспорт приходиться близько 60% загального обсягу викидів токсичних сполук, у країнах Західної Європи - до 40%. Забруднення повітряного басейну від автомобільного транспорту в цілому для країн СНД складає 13% загального забруднення. Однак у містах і промислових центрах цей відсоток складає 30%.

Автомобілі споживають велику кількість кисню і гнітять здатність до регенерації (лат. відновлення, відродження організмом втрачених або ушкоджених органів і тканин).

Основні джерела і фактори негативного впливу автомобільного транспорту на НС, працездатність і здоров'я людини:

1. ВГ - гази, що відробили, 85% усіх забруднень.
2. Картерні гази -10%.
3. Випар паливних систем - 5%.

2.2. У ВГ двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ) міститься близько 200 токсичних компонентів, з них близько 160 - похідні вуглеводнів, прямо пов'язані з неповним згорянням палива в двигуні. Наявність в ВГ шкідливих речовин обумовлено видом і умовами згоряння палива.

Токсичність ВГ карбюраторних двигунів обумовлюється змістом оксиду вуглецю (CO), оксид азоту (NO) і вуглеводні (CH), а дизельних двигунів – окислів азоту і сажі. До числа шкідливих компонентів відносяться і тверді викиди, що містять свинець і сажу.

Таблиця 1 - Склад ВГ, % за обсягом.

Компоненти ВГ	Двигуни	
	Карбюраторні	Дизельні
Азот - N ₂	74-77	76-78
Кисень - O ₂	0,3-08	2-18
Пари води - H ₂ O	3-13	0,6-10
Двоокис вуглецю - CO ₂	5-12	1-10
Окис вуглеводню - CO	0,1-10	0,01-0,5
Окиси азоту - NO _x	0-0,8	0,0002-0,5
Вуглеводні - C _x H _y	0,2-3	0,009-0,05
Альдегіди	0-0,2	0-0,05
Сажа, г/м ³	0-0,1	0-20
Бензапирен, мг/м ³	0-25	0-10
З'єднання свинцю мг/м ³	0-60	0-10
Оксиди сірки мг/м ³	0-0,03	0-0,015

Усі карбюраторні двигуни працюють за циклом Отто. Співвідношення між опалювальними вуглеводнями й повітрям визначають так званим коефіцієнтом надлишку повітря α ; він відповідає відношенню кількості повітря, що поступило в циліндр двигуна, до кількості повітря, теоретично необхідного для повного згорання заданої кількості палива.

Максимальна швидкість згорання палива в карбюраторних двигунах і їх максимальна потужність досягається при $\alpha = 0,85 — 0,9$. Таким чином, сам цикл роботи карбюраторних двигунів зумовлює неповне згорання палива, і як наслідок, виділення токсичного компонента (СО) у вихлопних газах. Водночас, слід зазначити, що при згоранні палива в циліндричних двигунах виникає висока температура й тиск, що зумовлюють утворення токсичних оксидів азоту.

$\alpha = 1$ (повне згорання, 14,7 кг повітря) - нормальна суміш.

$\alpha < 1$ (неповне згорання, 12 та менш кг повітря) - багата суміш.

$\alpha > 1$ (повне згорання, 17 та більше кг повітря) - бідна суміш.

$\alpha = (15:1) = 1$

15-повітря

1 - палива

Повне згорання $C_xH_y + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

$C + O_2 \rightarrow CO_2$

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

N_2 не приймає участі в реакції

$ВГ = CO_2 + H_2O + H_2 + O_2$

Неповне згорання $C_xH_y + O_2 \rightarrow CO_2 + CO + H_2O$

$2C + O_2 = 2CO$

$2H_2 + 1/2O_2 = H_2O + H_2$

За реальних умов найчастіше - неповне згорання, для якого характерна реакція: $2O_2 + N_2 = 2O_2$

$ВГ = CO_2 + CO + H_2O + H_2 + N_2 + C_xH_yO_z + NO_x$

$CO + C_xH_yO_z + NO_x$ - основний токсичний компонент ВГ.

Рухаючись зі швидкістю 80 - 90 км/год у середньому автомобіль перетворює у вуглекислоту стільки ж кисню, скільки 300 - 350 чоловік. Річний вихлоп одного автомобіля - це 800 кг окису вуглецю, 40 кг окису азоту і більш 200 кг різних вуглеводнів. У цьому наборі досить підступний окис вуглецю (СО). Через високу токсичність його припустима концентрація в атмосферному повітрі не повинна перевищувати 1 мг/м^3 . СО - газ без кольору і запаху. В атмосфері зберігається до 5 років, дуже стабільний. Впливає на кров людини (утворює карбоксил гемоглобіну). Симптоми отруєння виникають при перебуванні в атмосфері $10 \dots 100 \text{ мг/м}^3$ через 2 ... 3 години.

Одержання суміші розпиленого і частково випаруваного палива (бензину) з повітрям називається карбюрацією, а прилад, що забезпечує цей процес - карбюратором. Головним призначенням карбюратора є дозування подачі палива для кожного з можливих режимів роботи двигуна. Сумішоутворюючі пристрої карбюратора забезпечують необхідне співвідношення між паливом і повітрям. Так, швидкості надходження палива і повітря складають відповідно 5 і 150 м/с. Отримана суміш часток і пар палива з повітрям називається пальною сумішшю. У циліндрах двигуна пальна суміш при контакті з залишковими газами перетворюється в робочу суміш.

У процесі окислювання вуглеводневого палива киснем повітря, в двигуні утворюються нетоксичні (водяна пара, вуглекислий газ) і токсичні речовини.

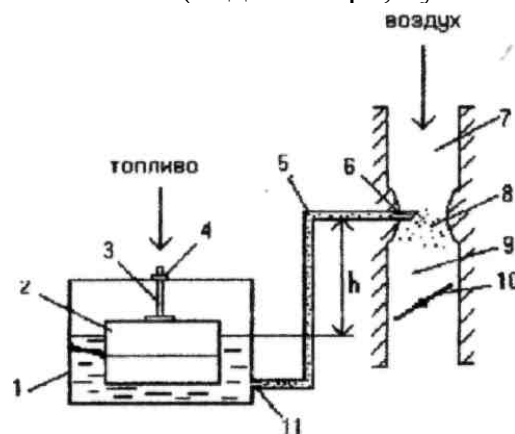


Рисунок 1 - Схема найпростішого карбюратора

1. поплавкова камера
2. поплавець
3. голчастий паливний клапан
4. отвір для зв'язку з атмосферою
5. паливний канал
6. розпилювач
7. повітряний канал
8. дифузор
9. змішувальна камера
10. дросельна заслінка
11. паливний жиклер

Змінення складу паливної суміші найпростішим карбюратором в залежності від витрати повітря показано на рис. 2

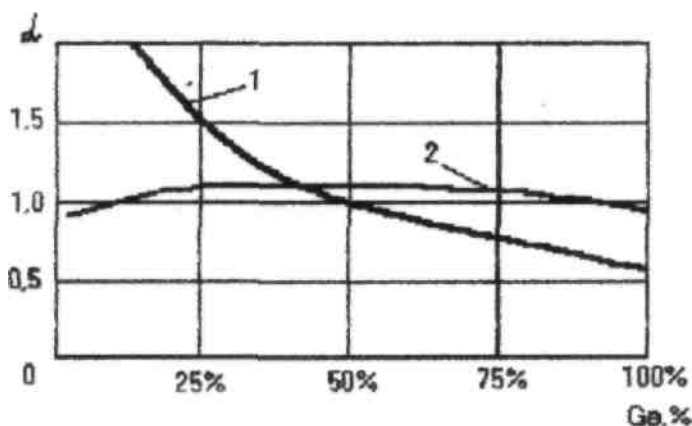


Рисунок 2 - Змінення складу паливної суміші найпростішим карбюратором

- 1- найпростіший карбюратор
- 2- реальний карбюратор

На малих навантаженнях пальна суміш (крива 1) сильно збіднена ($\alpha = 1,5$ і більш), а на середніх і великих навантаженнях - збагачена ($\alpha = 0,7 - 0,8$).

Причиною такої зміни складу пальної суміші є непропорційна зміна питомої витрати повітря і палива в залежності від розрядження в карбюраторі.

Найпростіший карбюратор може забезпечити необхідний склад суміші тільки для визначеного режиму роботи двигуна. Для реальних умов експлуатації автомобіля характерні наступні основні режими роботи двигуна: пуск холодного двигуна ($\alpha = 0,6 - 0,8$), режим середніх навантажень ($\alpha = 1,05 - 1,15$), режим максимальних навантажень ($\alpha = 0,80 - 0,95$).

Для нормальної роботи двигуна і зменшення кількості і токсичності відпрацьованих газів сучасні карбюратори постачені сумішодозуючими системами і пристроями, робота яких забезпечує оптимальний склад пальної суміші.

Дизельний двигун відрізняється високим ступенем стиску ($E = 14-16$), і як наслідок цього величиною тиску наприкінці цього процесу ($40 - 60 \text{ кг/см}^2$) і температурою (700°C).

Утворення суміші відбувається усередині циліндра шляхом упорскування палива під великим тиском ($100 - 200 \text{ кг/см}^2$) і дрібне розпилення його форсункою. Суміш спалахує під дією високої температури стиснутого повітря. Такі двигуни працюють при коефіцієнті надлишку $\alpha = 1,4 - 1,7$, тому вміст CO у відпрацьованих газах незначний. (табл. 1)

При роботі дизельного двигуна основним забруднювачем навколишнього середовища є виділення сажі (димний вихлоп). В умовах високих тисків і температури відбувається термічне розкладання (термолиз) палива з утворенням сажі. Сажа складається з кристаликів графіту, що у вихлопних газах формуються в частки сажі неправильної сферичної форми з лінійними розмірами $0,3 - 100 \text{ мкм}$. На цих частках сажі адсорбуються канцерогенні поліциклічні вуглеводні (ПАВ), що і визначає токсичність ВГ дизелів.

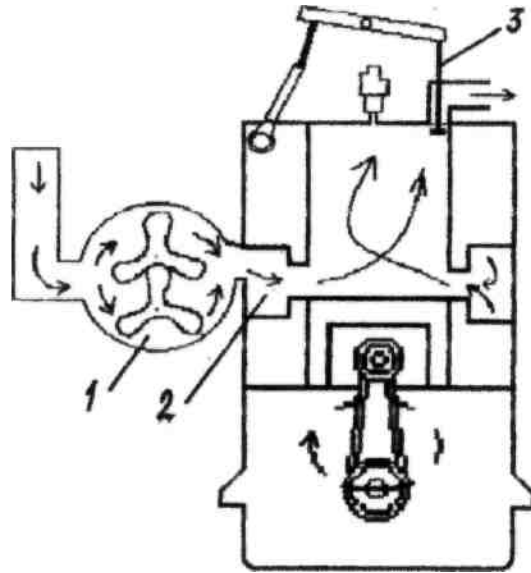


Рисунок 3 —Дизельний двигун

1. нагнітач повітря
2. продувні вікна
3. випускний клапан

Поршень нагору - закінчується продувка і відбувається стиск повітря у в.м.т., упорскування палива і його запалення. Поршень униз - горіння і розширення закінчується випуском і продувкою.

Більшість газів активно поглинається рослинами. За винятком CO всі інші гази, що забруднюють повітря, у більшому ступені беруть участь у метаболізі рослин (обмін речовин - метаболіз).

Відомі випадки трагічної загибелі людей, що запускали двигуни автомобіля при закритих воротах гаража. В одномісному гаражі смертельна концентрація CO виникає через 2-3 хв. після включення стартера. У холодний час року, зупинившись для нічлігу на узбіччі дороги, водії включають двигуни для обігріву машини. Через проникнення окису вуглецю в кабінку, такий нічліг може виявитися останнім.

Окисли азоту токсичні для людини і крім того, мають дратівну дію.

Оксид азоту

ГДК NO - 0,6мг/м³

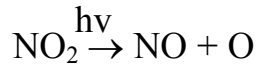
ГДК NO₂-0,085 мг/м₃

NO + H₂O → HNO₂ (азотиста кислота)

NO₂ + H₂O → HNO₃ (азотна кислота)

Впливає на кров і викликає метгемоглобін - процес необоротний.

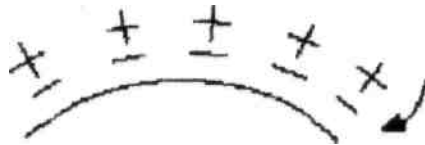
Впливає на верхні дихальні шляхи. Крім того, бере участь в утворенні фотохімічного смогу (hν- квантова енергія сонця)



O + O₂ = O₃

O₃ + C_nH_m → фототоксиканти (в 1000 раз токсичніші вихідних)

Являють собою сухий туман.



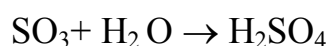
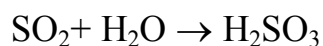
Умови утворення фотохімічного смогу:

- тиха сонячна погода;
- температурна інверсія.

Інверсія - лат. перекидання, зростання температури повітря в атмосфері з висотою замість звичайного для тропосфери її убування.

При фотохімічному смозі з'являється неприємний запах, різко погіршується видимість, у людей запалюються очі, слизуваті оболонки носа і горла, відзначаються симптоми ядухи, загострення легеневих і різних інших хронічних захворювань, негативно діє на нервову систему. Ушкоджує рослини, викликає корозію металів, розтріскування фарб, гумових і синтетичних виробів.

Окисли сірки утворюються, в основному, від сірчистих з'єднань, що містяться в паливі. Найбільш небезпечні для рослин.



ГДК SO_2 - 0,05 мг/м³

ГДК SO_3 - 0,06 мг/м³

Сірчисті з'єднання беруть участь в утворенні сірчистого смогу Лондонського типу.

Умови утворення:

- безвітряна погода;
- туман.

Викликає ураження кровотворних органів у людини (кістковий мозок). Сірчисті з'єднання зменшують прозорість повітря. Середній час життя SO_2 в атмосфері складає кілька днів. Щорічно в атмосферу викидається $14 \cdot 10^7$ т SO_2 . У залежності від умов, перенос SO_2 з атмосфери в океан складає $(4-8) \cdot 10$ т/рік. Океан є поглиначем SO_2 , тому що оксид вступає в хімічну взаємодію з водою.

Вуглеводні

4 групи:

1. Парафінові $\text{C}_n\text{H}_{(2n+2)}$
2. Нафтеніві C_nH_{2n}
3. Олефінові C_nH_{2n}
4. Ароматичні $\text{C}_n\text{H}_{(2n-x)}$, де $x > 6$

Якщо $C = 1 \dots 4$, то це газ, $C = 4 \dots 15$ - рідина.

Найменш небезпечні парафінові вуглеводні, ароматичні - більш шкідливі. Альдегіди (RCHO) - отрути, що впливають на печінку і нирки. Великий викид під час запуску холодного двигуна.

Сажа - являє собою чистий вуглець ГДК = 0,15 C_nH_m . Потрапляючи в дихальні шляхи викликає їхнє роздратування. Викликає поразку рослин, погіршуючи процес фотосинтезу. Сажа є транспортером для токсичних компонентів.

Свинець. При використанні етилованого бензину, автомобільний двигун викидає сполуки свинцю. Основне джерело викиду - антидетонаційна добавка. Свинець небезпечний тим, що здатний накопичуватися як у

зовнішнім середовищі так і в організмі людини. Сполуки свинцю - загальнотоксичні.

$$\text{ГДК} = 0,0003 \text{ C}_n\text{H}_m$$

Окрім відпрацьованих газів, джерелами забруднення навколишнього середовища автомобілями з карбюраторними двигунами є картерні гази (за відсутності замкнутої вентиляції картера двигуна, а також випаровування палива з паливної системи)

Таблиця 5.3 - Вміст основних токсичних речовин у викидах автомобілів з карбюраторними двигунами

Джерело забруднення	Частка токсичної речовини в загальному викиді двигуна, %		
	CO	C _n H _m	NO _x
Відпрацьовані гази	100	55	100
Картерні гази	-	25	-
Пари палива з карбюраторного бака	-	20	-

Тиск в картері карбюраторного двигуна, за винятком такта впускання, значно менше, ніж в циліндрах, тому частина топливоповітряної суміші і відпрацьованих газів проривається через нещільність циліндро-поршневої групи з камери згорання в картер. Тут вони змішуються з парами масла і палива, що змивається із стінок циліндра холодного двигуна. Картерні гази розріджують масло, сприяють конденсації води, старінню і забрудненню масла, підвищують його кислотність.

У дизельному двигуні під час такту стиснення в картер проривається чисте повітря, а при згоранні і розширенні - відпрацьовані гази з концентраціями токсичних речовин, пропорційними їх концентраціям в

циліндрі. У картерних газах дизеля основні токсичні компоненти - оксиди азоту (45-80%) і альдегіди (до 30%). Максимальна токсичність картерних газів дизелів в 10 разів нижча, ніж відпрацьованих газів, тому частка картерних газів у дизеля не перевищує 0,2-0,3% сумарного викиду токсичних речовин.

Враховуючи це, в автомобільних дизелях примусову вентиляцію картера звичайно не застосовують.

Основні джерела паливних випаровувань - паливний бак і карбюратор.

Поверхня, з якою випаровується паливо в паливних баках вантажні автомобілів, більш ніж у баків легкових автомобілів, а кількість палива, що випарувалося, за рівних умов буде пропорційна площі випаровування. Випаровування бензину з паливної системи карбюраторного незалежно від того, працює двигун чи ні.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Основні напрямки впливу АТП на навколишнє середовище.
2. Основні джерела забруднення атмосфери АТП.
3. Склад відпрацьованих газів (ВГ) карбюраторних і дизельних автомобілів.
4. Охарактеризуйте процеси горіння палива.
5. Дайте основні характеристики токсичних речовин ВГ.
6. Поясніть сутність коефіцієнта надлишку повітря.
7. Охарактеризуйте процеси утворення токсичних речовин при роботі карбюраторних і дизельних двигунів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Голубев И. Р. Окружающая среда и транспорт. - М: 1987 г.
2. Луканин В. Н. Промышленно-транспортная экология. - М.: 2000 г.

Лекція №3: Оцінка і нормування впливу ВГ на НС, заходи до впровадження сучасних міжнародних екологічних вимог до АТ в Україні.

Основне джерело забруднення ВГ автомобільним транспортом - ВГ. При розгляді автомобіля як джерела забруднення ВГ має наступні особливості:

3.1 Автомобіль відноситься до пересувних джерел викидів, причому при виконанні транспортної роботи для АТ характерна багатоваріантність прокладення маршрутів, особливо при наявності добре розвинутої структури дорожньої мережі.

Ця обставина привела до того, що при оцінці впливу АТ на НС методики розрахунку викидів розвивалися по двох основних напрямках:

1. Оцінка впливу на НС підприємства АТ виконується з урахуванням нормованих показників при виконанні транспортної роботи (кількість робочих днів у році, час в уванні) і характеристики базових моделей автомобілів. У результаті визначається орієнтований вплив парку машин на район у цілому без обліку географії розподілу токсичних речовин. Достоїнство: оцінка впливу підприємства і можливість встановлення екологічних платежів.

2. Оцінка впливу транспортних засобів на конкретній ділянці транспортної мережі. Визначається інтенсивність руху по ділянці транспортної мережі для різних груп автомобілів без обліку їхньої приналежності. Достоїнство: можливість оцінки якості атмосферного повітря для конкретного району; можливість впливати на власників транспортних засобів стимулюючи зниження викидів від конкретних автомобілів.

Для обох напрямків використовуються показники характерні для базових моделей. У першому випадку для АТП виробляється вибіркоче тестування з приладовим визначенням викидів; в другому випадку використовуються середньостатистичні дані для базових моделей.

Кількість викидаємих в НС токсичних речовин для конкретного автомобіля залежить від режиму роботи, обумовленого дорожніми умовами, і технічного стану автомобіля.

Технічний стан автомобіля визначає фактичні викиди, що можуть значно відрізнятися від середньостатистичних для даної базової моделі.

Екологічна інспекція може здійснювати контроль змісту токсичних речовин в ВГ. Ця робота проводиться на основі затверджених у встановленому порядку стандартів.

Для обмеження змісту шкідливих речовин в ВГ автомобільних бензинових двигунах прийнятий ДСТ 17.2.2. 03-87. «Охорона природи. Атмосфера. Норми і методи вимірів змісту окису вуглецю і вуглеводнів у газах автомобілів, що відробили, з бензиновими двигунами. Вимоги безпеки». Стандарт дає можливість визначити зміст CO і C_nH_m для двигунів різної потужності в режимах холостого ходу на двох частотах обертання колінчатого вала: мінімальної (min) і підвищеної. (Підвищена частота

обертання ≈ 2000 про/хв (або $0,8 n_{ном}$) конкретне значення $n_{пов}$ встановлюються заводом-виготовлювачем).

Таблиця 1. - Об'ємний зміст CO і C_nH_m не повинно перевищувати наступних норм:

Частота обертання, об/хв	Гранично припустимий вміст CO, об'ємний вміст, %	Гранично допустимий вміст C_nH_m , об'ємний вміст частин на мільон при кількості циліндрів	
		до 4	більше 4
n_{min}	1.5	1200	3000
$n_{дв}$	2.0	600	1000

Димність ВГ визначають за ГОСТ 31293-75 «Автомобілі з дизелем. Димність ВГ. Норми і методи вимірів» у двох режимах: при вільному прискоренні і найбільшій частоті холостого ходу. Параметром димності вважають оптичну щільність ВГ.

Режим вільного прискорення - повне натискання на педаль газу, що відповідає збільшенню частоти обертання колінчатого вала з мінімальної до максимальної. Граничні значення димності:

Таблиця 2.

Автомобіль	Димність, % для режимів	
	Вільного прискорення	Невеликої частоти обертання
КамАЗ, КрАЗ, МАЗ і їхні модифікації випущені до 01.01.76	60	15
КамАЗ, КрАЗ, МАЗ і їхні модифікації випущені після 01.01.76	40	15

В Україні токсичність легкових автомобілів визначають відповідно до ГОСТ 37.001.054-86 «Автомобілі і двигуни. Викиди шкідливих речовин. Норми і методи визначення». Використовується Європейський цикл, що повторюється 4 рази (загальний час випробовування 13 хвилин). Маса токсичних речовин (ТР) визначають по кількості ВГ і концентрації ТР. Нормують зміст CO, C_nH_m і NO_x . Нормується також викид C_nH_m картерними газами.

Токсичність ВГ бензинових двигунів вантажних автомобілів і автобусів нормується ГОСТ 37.001.070-75. «Двигуни бензинові вантажних

автомобілів і автобусів. Виділення шкідливих речовин. Методи визначення». Використовується 9 режимів. Визначається CO, C_nH_m і NO_x і C_nH_m і для картерних газів.

Дизельні двигуни. Викиди CO, C_nH_m і NO_x регламентуються ГОСТ 37.001.234-81. «Охорона природи. Атмосфера. Дизелі автомобільні. Викиди шкідливих речовин з ВГ. Норми і методи вимірів». Виміру проводять на стенді. Цикл складається з 13 режимів при різному навантаженні і частоті обертання.

Припустимі значення викидів у г/кВт*година

CO - 9.5 C_nH_m - 3.4 NO_x - 18.35

Кількість токсичних викидів тракторними і комбайновими двигунами регламентується ГОСТ 17.2.2.05-86. «Охорона природи. Атмосфери. Норми і методи виміру димності ВГ тракторних і комбайнових дизелів». Испити проводяться на стенді при шести частотах обертання. Для нормування CO, C_nH_m і NO_x – ГОСТ 17.2.2.05-86. «Охорона природи. Атмосфера. Дизелі автомобільні. Викиди шкідливих речовин з ВГ. Норми і методи виміру викидів шкідливих речовин з газами тракторних і, що відробили, комбайнових дизелів». Для тракторів припустимі викиди складають:

CO - 10 C_nH_m - 2.0 NO_x - 22

Таблиця 3. – Вимоги європейських стандартів викидів КТЗ типу N₁ та M₁, г/км, кл.ІІІ (без вантажу вагою до 1700кг)

Токсична речовина	Припустимі викиди г/км				
	Правило №49 Євр. ек. ком. (1992-93) Бенз/диз	EURO-1 с 1994 Бенз/диз	EURO-2 с 1998 Бенз/диз	EURO-3 2001 Бенз/диз	EURO-4 2006 Бенз/диз
CO	-	6,9/6,9	5,0/1,5	5,22/0,95	2,27/0,74
CH	-	-	-	0,29/0,86	0,16/0,46
NO _x	-	1,7/1,7	0,8/1,2	0,21/0,78	0,11/0,39
Тверді речовини	-	0/0,25	0/0,17	0/0,1	0/0,06
Токсична речовина	Припустимі викиди г/кВт*год				
	Правило №49 Євр. ек. ком. (1992-93) Бенз/диз	EURO-1 с 1994 Бенз/диз	EURO-2 с 1998 Бенз/диз	EURO-3 2001 Бенз/диз	EURO-4 2006 Бенз/диз
CO	-	/4,5	/4,0	/20	/1,6
CH	-	/1,1	/1,1	/0,5	/0,4
NO _x	-	/8,0	/7,0	/4,5	/3,7
Тверді речовини	-	/0,36	/0,15	/0,1	/0,08

3.2 Стан забруднення довкілля України автомобільним транспортом

У багатьох містах України викиди автотранспорту складають 90-95% загальної кількості викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря. У 2004 році викиди забруднюючих речовин автомобільним транспортом в атмосферу становили більш ніж 2 млн. тонн. На відміну від стаціонарних джерел викидів, автотранспорт забруднює повітря безпосередньо у місцях найбільшого зосередження людей, що значно збільшує негативний ефект. Наслідком цього є погіршення стану здоров'я населення та значні економічні збитки – за деякими оцінками близько 8 млрд. гривень щорічно. За даними ВООЗ, близько 80% зазначених збитків пов'язано безпосередньо зі здоров'ям людей, хворобами та втратою працездатності.

Постановою Верховної Ради України за №188/98-ВР ще у 1998 році “Про основні напрямки державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки” екологічну ситуацію в Україні було визнано кризовою.

Ситуація із забрудненням атмосфери у великих містах України погіршується. Чинниками, що погіршують ситуацію, є:

- збільшення загальної кількості КТЗ;
- старіння парку КТЗ у зв'язку з відсутністю інвестицій для його відновлення;
- масове ввезення екологічно небезпечних КТЗ застарілої конструкції, що перебували в експлуатації в інших країнах (екологічний рівень 90-х років минулого століття);
- затримка з введенням сучасних екологічних вимог до КТЗ і використовуваних палив;
- відсутність заходів державного регулювання, спрямованих на економічне заохочення впровадження техніки та технологій, які забезпечують підвищені показники щодо екологічної безпеки та енергосбереження, наприклад спрямованих на зменшення питомих викидів КТЗ на одиницю транспортної роботи чи пробігу;
- відсутність ефективного контролю за технічним станом КТЗ, що перебувають в експлуатації.

Світовий досвід вирішення проблеми забруднення атмосфери автомобільним транспортом.

Усвідомлення світовою спільнотою екологічних проблем призвело до того, що на початку XXI століття у більшості розвинених країн світу введено жорсткі екологічні вимоги до КТЗ. Країни ЄС, США та Японія за останні роки різко знизили допустимі рівні викидів шкідливих речовин у відпрацьованих газах (далі - ВГ) автомобільних двигунів. В країнах ЄС з 01.01.2005 р. Запроваджено рівень – “Євро-4” (Таблиця 3).

Крім посилення норм викидів, постійно удосконалюються і самі процедури їх визначення (випробування), які комплексно охоплюють всі аспекти функціонування автомобіля. Введені обов'язкові вимоги щодо комп'ютерних систем бортової діагностики і передбачений відповідний комплекс заходів щодо підтримки високого екологічного рівня систем АТС протягом усього терміну експлуатації.

Удосконалення методів контролю викидів призводить до значного зменшення їх у реальних експлуатаційних умовах. Вже сьогодні ми можемо спостерігати ефективність заходів, до яких вдалися європейські країни та США на шляху до екологічно чистого автомобільного транспорту. Завдяки вжитим заходам і незважаючи на ріст парку автомобілів в Європі, США, Японії, масові викиди шкідливих речовин після 90-х років ХХ століття зменшується.

Досвід розвинених країн свідчить, що проблема забруднення довкілля автомобільним транспортом має ефективне вирішення і його Україні належить впроваджувати.

3.3 Заходи щодо запровадження в Україні сучасних міжнародних екологічних вимог

Для запровадження сучасних екологічних вимог до КТЗ необхідні такі умови:

- розуміння та воля у суспільстві, органах влади щодо необхідності комплексно вирішувати проблему із залученням відповідних ресурсів;
- створення технічних можливостей, тобто інструменту для науково обгрунтованого встановлення екологічних вимог та контролю відповідності як автомобілів, що ввозяться в країну, так і автомобілів вітчизняного виробництва;
- розроблення відповідних законодавчих і нормативних актів;
- орієнтація вітчизняних виробників на високий екологічний рівень продукції (країна не може встановлювати різні вимоги до вітчизняних автомобілів та тих, що імпортуються).

6 липня 2005 року затверджено Закон України “Про деякі питання ввезення на митну територію України транспортних засобів” №2739-IV [1], згідно з яким вже з 1 січня 2006 року здійснення першої реєстрації (у тому числі тимчасової) як легкових, так і вантажних автомобілів, а також автобусів проводиться за умов їхньої відповідності стандартам “Євро-2”.

Для досягнення відповідності вимогам безпечності та екологічності на рівні європейських стандартів пропонується введення норм за такою програмою:

- з 2008 р. – на рівні європейських стандартів 2000 року (“Євро - 3”);
- з 2010 р. – на рівні європейських стандартів 2005 року (“Євро - 4”);
- з 2012-2013 р. – на рівні діючих європейських стандартів на той час.

З 01.01.2006 р. починають діяти два нових стандарти щодо сертифікації та контролю екологічних показників КТЗ на рівні експлуатації – ДСТУ 4276:2004[2] та ДСТУ 4277:2004[3], що розроблені інститутом.

Згідно з розпорядженням Кабінету Міністрів України від 28.01.2004 №37-р “Про затвердження плану заходів щодо зменшення негативного впливу автомобільних транспортних засобів на довкілля на 2004-2010 роки”, з метою практичної підготовки до вступу України до СОТ та гармонізації технічних вимог і екологічних стандартів щодо автомобільного транспорту на базі ДП “ДержавтотрансНДІпроект” створюється перший в Україні екологічний центр випробування КТЗ, двигунів і систем нейтралізації відпрацьованих газів.

Передбачається, що створення цього центру дозволить Україні:

- встановлювати науково обгрунтовані екологічні вимоги до КТЗ та двигунів з урахуванням сучасного і перспективного рівня вітчизняної та світової автомобілебудівної промисловості. Зазначені вимоги застосовуватимуться на стадії розроблення, виробництва або імпорту в країну КТЗ і в процесі експлуатації;
- проводити роботи щодо здійснення контролю за дотриманням установлених вимог КТЗ, що ввозять в країну та КТЗ вітчизняного виробництва, а також виконувати функції робочого органу Мінтрансв'язку та нотифікованої Технічної служби щодо виконання Женевської Угоди 1958 року;
- надати вітчизняній промисловості можливість розробляти сучасні та ефективні засоби зниження токсичності і підвищення паливної економічності двигунів внутрішнього згорання, відповідно до вимог ЄС, у тому числі – системи нейтралізації шкідливих викидів, мікропроцесорні системи управління двигуном тощо;
- проводити дослідження з питань використання альтернативних палив, присадок і домішок до палив тощо.

Лекція №4: Метод аналізу забруднень атмосферного повітря.

Абсорбційний метод спектрального аналізу газів заснований на властивості речовин виборчо поглинати частину минаючих через них електромагнітного випромінювання. Специфічність спектра поглинання дозволяє якісно визначати склад газових сумішей, а його інтенсивність зв'язана з кількістю поглинаючу енергію речовини. Кожному газу властива своя область довжин хвиль поглинання. Це обумовлює можливість виборчого аналізу газів.

Сутність методу полягає в наступному: якщо по черзі (шляхом обтюрації) пропускати потік монохроматичного інфрачервоного (ІЧ) випромінювання, утворений після проходження їм інтерференційного фільтра, через кюветові з використовуваною газовою сумішшю і без неї, то на приймачі ІЧ-излучения буде реєструватися перемінний сигнал, що несе інформацію про кількість ІЧ-енергії, поглиненої аналізованим газом з частотою обтюрації і, отже, про концентрації аналізованого газу. Аналізаторами цього типу виробляється зокрема оцінка концентрації СО в атмосферному повітрі.

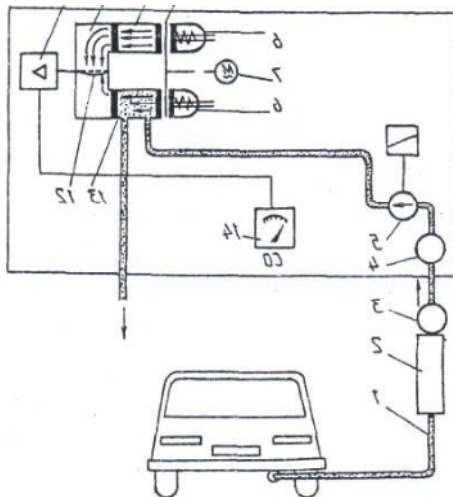


Рис.1 – Схема газоаналізатора

1 – газозабірний зонд; 2 – віддільник конденсату; 3 – фільтр тонкого очищення; 4 – захисний фільтр; 5 – мембранний насос; 6 – джерело інфрачервоного випромінювання з параболічним дзеркалом; 7 – синхронний електродвигун; 8 – обтюратор; 9 – кювета порівняння; 10 – лучеприймальник інфрачервоного випромінювання; 11 – підсилювач; 12 – мембранний конденсатор; 13 – вимірювальна кювета; 14 – індикаторний прилад.

Недисперсійні оптико-акустичні (інфрачервоні) газоаналізатори широко застосовуються при контролі змісту СО, пропану C_3H_8 , гексана C_6H_{14} у газах бензинових двигунів, що відробили, при роботі на холостому

ходу і під навантаженням. Використовуються також газоаналізатори в яких замість ІК використовується ультрафіолетове випромінювання.

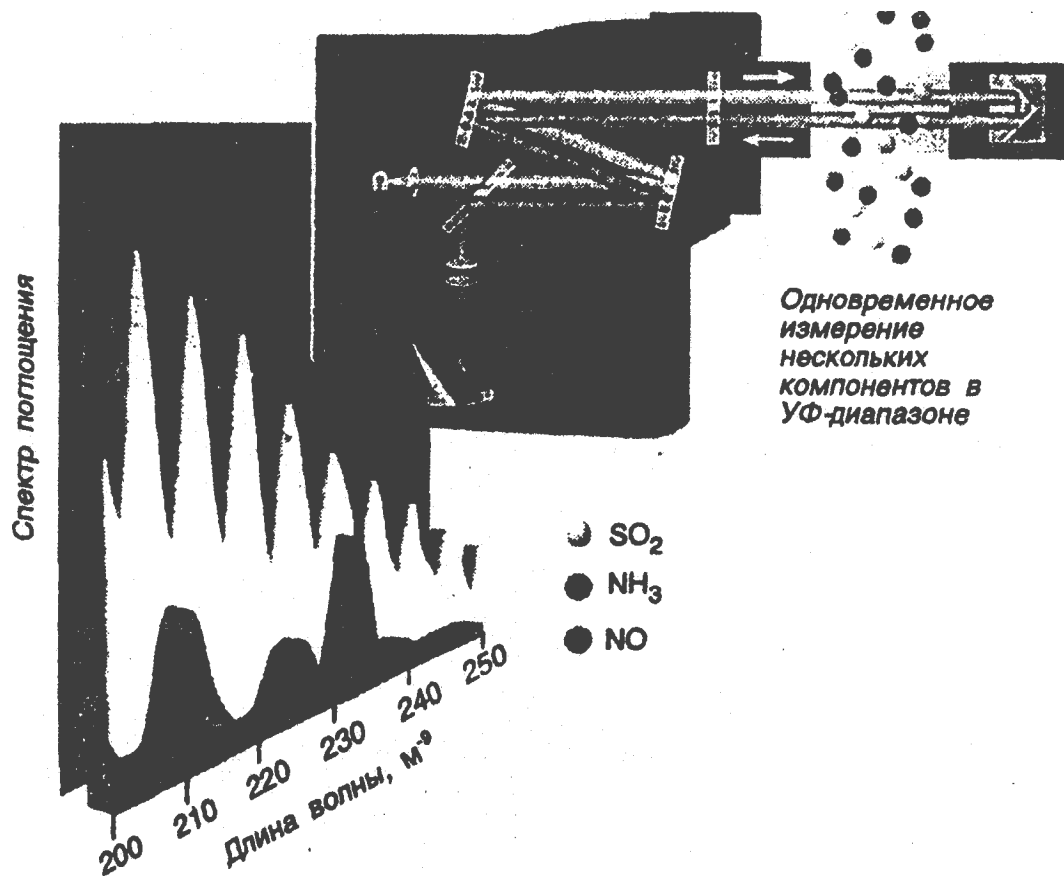


Рис. 2 Принцип дії оптико-акустичного газоаналізатора фірми SILK.

Розроблено і комбіновані прилади (ФРН «Итергаз 200», ГИАМ погрішність $\pm 5\%$; АМ-%, ДАІ-1 і ДАІ-2 СО до 10% погрішність 5%) для одночасного визначення змісту сумарних вуглеводнів, 3 у газах, що відробили, і частоти обертання колінчатого вала в двигунах автомобілів і мотоциклів (ГИАМ - 10, $\pm 10\%$).

Вимір концентрацій в автоматичному режимі розглянутих речовин відбувається одночасно без складної процедури сканування спектра.

Електрохімічний метод газового аналізу заснований на використанні хімічних сенсорних датчиків, що складаються з двох чутливих елементів і визначеного хімічного покриття, що безпосередньо контактує з аналізованим середовищем і на якому відбувається адсорбція аналізованої речовини. У залежності від того, які фізичні властивості, що залежать від кількості адсорбованої речовини, вимірюються, датчики поділяються на потенциометрические (визначення O₂ у повітрі), кулонометрические (SO₂; H₂S; NO; NO₂; O₃; Cl₂), полярографические, кондуктометрические (O₂; SO₂; Cl₂; NH₃; SO₃; C₂H₂; S; NO шляхом прямій одсорбации і CO; H₂; H₂S після попередньої хімічної реакції) та ін.

Електрохімічні газоаналізатори відрізняються порівняльною простотою, низькою чутливістю до механічних впливів, малими габаритами і масою, незначним енергоспоживанням.

Полум'яно-іонізаційні газоаналізатори використовуються для виміру сумарної концентрації вуглеводнів різних класів, контроль яких виборчими методами аналізу досить складний. Вони забезпечують надійний вимір у діапазоні концентрацій $10\text{—}10\,000\text{ млн}^{-1}$, відрізняються високою чутливістю (до $0,001\text{ млн}^{-1}$) і малої інерційністю. Дозволяють роздільно визначати зміст метану і реакційноздатних вуглеводнів, що утворюють в атмосфері фотохімічний смог.

Метод заснований на іонізації вуглеводнів у водневому полум'ї. У чистому водневому полум'ї зміст іонів незначно. При уведенні вуглеводнів у полум'я кількість іонів, що утворюються, значно зростає і під дією прикладеного електричного поля між колектором і пальником виникає іонізаційний струм, пропорційний змістові вуглеводнів. Деякі з газоаналізаторів даного типу мають убудований генератор водню, що дозволяє відмовитися від зовнішніх джерел цього газу — газогенераторів або балонів з воднем (323 КИН-С1. Київський завод «Аналітприбор»). Рис. 3.

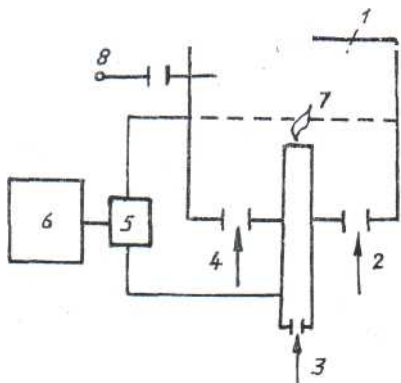


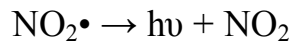
Рис.3 – Схема іонізаційно-плазменого детектора.

1 – іонізаційна камера; 2 – аналізована проба; 3 – водень; 4 – повітря; 5 – підсилювач; 6 – самопис; 7 – плазма водню; 8 – пристрій для запалення водню.

Хемілюмінесцентний метод газового аналізу застосовується для виміру концентрацій NO_x , O_3 і заснований на реакції цих компонентів, що подаються одночасно в реакційну камеру, що має вигляд:



Збуджена молекула $\text{NO}_2\bullet$ (утвориться 5—10% від загальної кількості молекул O_2) віддає надлишок енергії у виді випромінювання (у діапазоні хвиль довжиною 600—2400 нм, з максимумом при 1200 нм)



Інтенсивність випромінювання, вимірюваного фотопомножувачем, пропорційна концентрації оксидів азоту. Озон одержують у генераторах у результаті впливу тліючого розряду або ультрафіолетового випромінювання на киснемістячу суміш (повітря). ГХЛ-201. Київський завод «Аналітприбор». $\pm 15\%$.

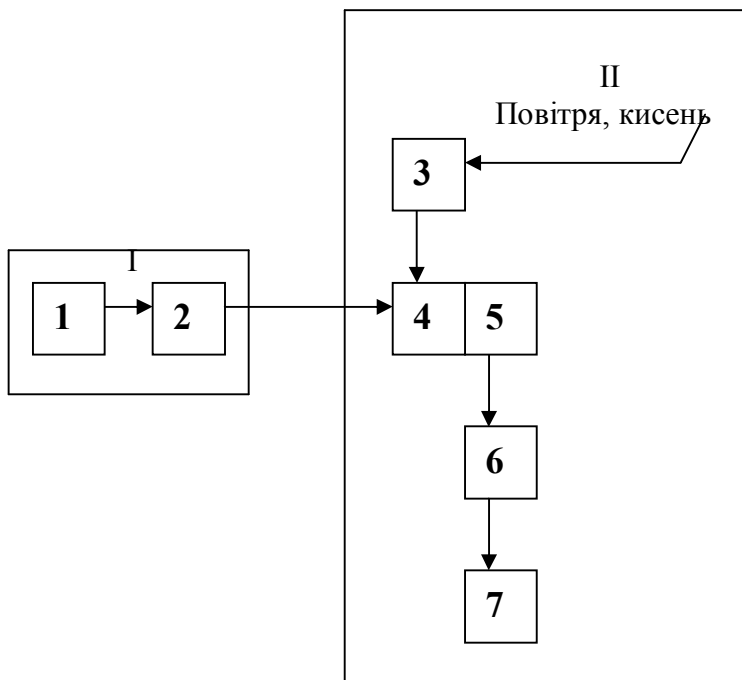


Рис. 4 – Структурна схема газоаналізатора 344-ХЛ01: електричні з'єднання; газові з'єднання.

Газоаналізатор працює в такий спосіб. Аналізований газ за допомогою гнучкого шлангу обігривається газовідбірника 1 подається в пристрій пробопідготовки 2, де виробляється його попереднє й остаточне очищення. Очищений газ надходить через газовий тракт блоку БА-101 у реакційну камеру 4. Весь газовий тракт від точки забору проби до реакційної камери обігривається для запобігання конденсації водяної пари усередині газового тракту.

У реакційну камеру, крім аналізованого газу, з генератора озону 3 надходить озон. У результаті хімічної реакції між озоном і оксидом азоту виникає світлове випромінювання (хемілюмінісценція), що сприймається фотоелектронним помножувачем 5. При цьому кількість випромінюваної енергії пропорційно концентрації оксидів азоту. Отриманий сигнал надходить на підсилювач постійного струму 6, а потім на вимірювальний цифровий прилад 7.

Для визначення концентрації O_3 в атмосфері використовують реакцію озону з органічним барвником на поверхні активованої речовини, при якій також спостерігається хемілюмінесценція.

Крім того, використовують як газ-реагент етилен високого ступеня очищення. Під дією ультрафіолетового випромінювання озон вступає в реакцію з етиленом, що супроводжується люмінесцентним випромінюванням в області довжин хвиль 330—650 нм. Газоаналізатори цього типу відрізняються високою чутливістю і селективністю, а при наявності убудованого озонатора, високим рівнем автоматизації і тривалим терміном автономної роботи без обслуговування.

Метод ультрафіолетової флуоресценції використовується в приладах для контролю SO_2 і H_2S . Явище флуоресценції полягає в здатності визначених речовин випромінювати світло під впливом випромінювання джерела порушення.

Для молекул SO_2 це опромінення проби газу світлом в області довжин хвиль 200—500 нм (максимум при 350 нм), коли ці молекули переходять зі збудженого стану в нормальне, розряджаючи частково через флуоресценцію.

Інтенсивність випромінювання, пропорційна змістові SO_2 , реєструється фотопомножувачем. Включення до складу приладу конвертора, що забезпечує каталітичне окислювання сірководню до діоксида сірки, дозволяє створити апаратуру для одночасного контролю в газовій суміші цих речовин (АР-20, ФРН. $\pm 1\%$).

Перевага зазначеного методу в порівнянні з методом полум'яної фотометрії у відсутності допоміжних газів.

Гравіметричний (вагарні) метод — традиційний метод визначення концентрації твердих часток у газових сумішах, зв'язаний з добором проби, пропусканням її через фільтр, зважуванням фільтра або визначенням його ступеня чорності по еталоні. Цей метод реалізований у димомірах, що використовуються для визначення димності газів дизелів, що відробили.

Необхідність безперервного контролю змісту твердих часток у газах двигунів, що відробили, або атмосферному повітрі привела до широкого поширення оптичних, радіоізотопних методів аналізу. Оптичний метод аналізу (рис. 5) заснований на вимірі ослаблення випромінювання твердими частками при проходженні лучачи світла через вимірювальний канал визначеної довжини.

Метод використовується для якісної оцінки змісту часток на виході з двигунів (в одиницях оптичної щільності газового потоку при просвічуванні його заданої товщини з виміром на фотоелементі ступеня поглинання світла).

Наприклад, автомобільний димомір типу «Хартридж» має шкалу, розділений на 100 одиниць. За одиницю прийнятий ступінь ослаблення інтенсивності світлового потоку на 1%.

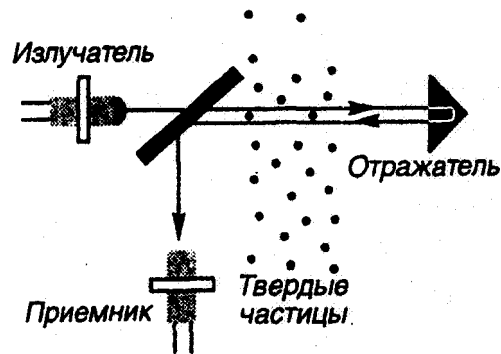


Рис. 5 - Принцип роботи приладу для оцінки концентрації твердих часток

Але кількісне визначення змісту часток цим методом неефективно, тому що на вимір істотний вплив роблять кольоровість і дисперсність часток. Тому погрішність оцінки концентрацій може досягати десятки відсотків.

Широке поширення одержав радіоізотопний метод, позбавлений цього недоліку і заснований на ослабленні (β -випромінювання частками. Концентрація твердих часток (пилу) обчислюється за результатами вимірів на фільтрі (стрічка зі скловолокна) до і після нанесення проби. Стрічка транспортується в детекторний блок, де розташований радіоізотопне джерело, і виробляється вимір.

Хроматографічний метод широко розповсюджений і заснований на використанні властивості поділу складних сумішей на хроматографічному стовпчиківі, заповненої сорбентом.

Проба газу вводиться в потік відповідного газу-носія найпростішою форсункою і разом з ним пропускається через стовпчики з твердими адсорбуючими поверхнями (адсорбційна газова хроматографія), або з нанесеними на тверді поверхні нелетучими рідинами (газо-рідинна хроматографія). Окремі компоненти суміші з різними швидкостями переміщуються в колонку, виходять з неї роздільними фракціями і реєструються.

Газ-носіє, що транспортує молекули досліджуваної газової суміші, протікає з постійною швидкістю. Стовпчика, по яких проходить газ, калібруються для того, щоб установити час проходження того або іншого компонента. Відповідний детектор використовується для виявлення або визначення кількості того або іншого компонента суміші. Кількісна оцінка здійснюється по інтенсивності сигналу детектора або за допомогою електронних інтеграторів. Цим методом можуть реєструватися хімічно однорідні речовини (індивідуальні вуглеводні) зі слабо вираженою якісною реакцією (NO_2 , Z), що ідентифікуються за специфічним часом утримання.

Найважливіша частина газового хроматографа - детектор. У приладах, призначених для вимірів забруднення атмосферного повітря, одержали поширення наступні види цих датчиків:

- полум'яно-іонізаційний детектор, що реагує практично на всі органічні сполуки, включаючи бензол, толуол, ксилол, фенол, формальдегід;
- електронно-загарбний детектор-чуттєвий до хлормістячих речовин;
- фотоіонізаційний детектор використовується для контролю органічних сполук і неорганічних речовин NH_3 , H_2S , PH_3);
- детектор по теплопровідності використовується для контролю продуктів горіння (CO , CO_2 , H_2 , SO_2).

У зв'язку з упровадженням сучасних засобів електроніки і мініатюризацією аналітичної частини хроматографів створені портативні (переносні) прилади для здійснення газового аналізу в польових умовах (пересувні лабораторії на транспортних засобах). Найбільший інтерес представляють переносні газові хроматографи, запрограмовані для ідентифікації визначених компонентів газової суміші. Результати виражаються безпосередньо в концентрації контрольованої речовини. ВJNOS: ФРН $\pm 2\%$. УГ-2; ШИ-10.

Лидарна система контролю забруднення реалізує лазерно-локаційний метод — комбінаційне розсіювання і диференціальне поглинання забруднюючих речовин з використанням джерела лазерного випромінювання і призначена для дистанційного зондування якості атмосфери. Складається з лидара кругового огляду, що встановлюється в промислових зонах або поблизу автомагістралей на домінуючих будівлях, і призначений для безперервного контролю викидів аерозолей, NO_x , SO_2 на території радіусом 7—15 км і виміру азимута і відстані до джерела забруднення. Лидар другого типу на базі автомобіля — комбінаційного розсіювання використовується для багатокомпонентного аналізу концентрації домішок у повітрі.

Питання

1. Охарактеризувати залежності кількості токсичних викидів конкретним автомобілем.
2. Охарактеризувати параметри нормативних документів по обмеженню токсичних викидів автомобілів з карбюраторними ДВЗ.
3. Охарактеризувати параметри нормативних документів по обмеженню токсичних викидів автомобілів з дизельними ДВЗ.
4. Охарактеризувати параметри абсорбційного методу спектрального аналізу газів.
5. Охарактеризувати параметри електрохімічного методу аналізу газів.
6. Охарактеризувати параметри хемолюмінісцентного методу аналізу газів.
7. Охарактеризувати параметри гравіметричного методу аналізу газів.

Література

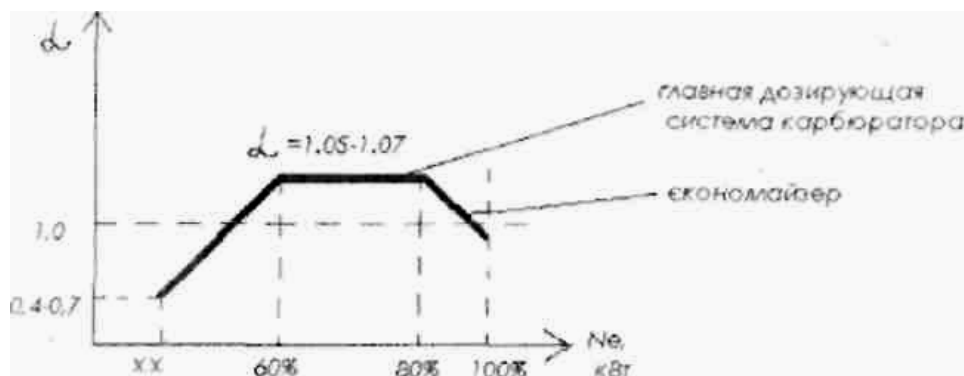
1. В.Н. Луканин. Промышленно транспортная экология. М., «Высшая школа», 2001, 295с.
2. Ю.Ф.Гунтаревич. Екологія автомобільного транспорту. Київ, «Осінь», 2003, 311с.
3. М.М.Болбаса. Транспорт и окружающая среда. г.Минск, УП «Технопринт», 2004, 261с.

Лекція №5. Вплив режимів роботи ДВЗ на концентрацію токсичних речовин в ВГ.

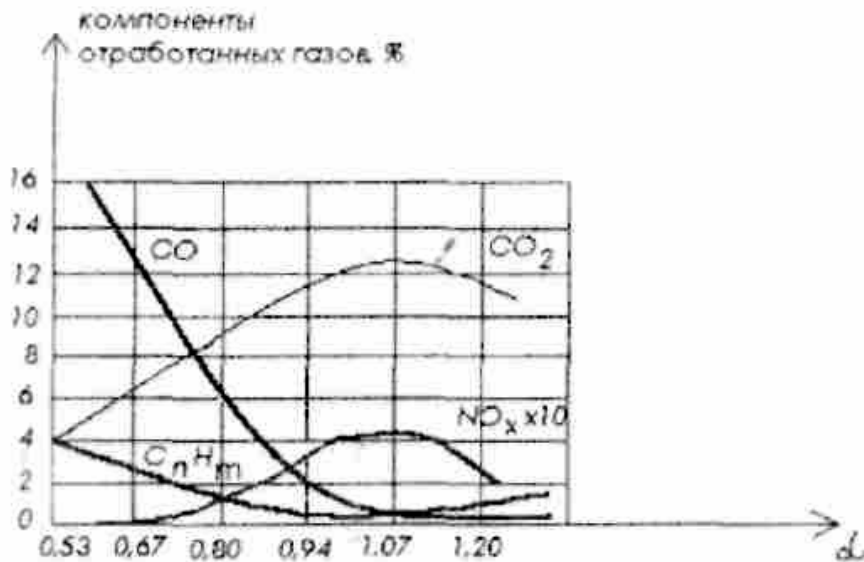
Умови роботи двигуна визначаються дорожніми умовами і наявністю таких агрегатів як коробки передач або маховика. При зміні дорожніх умов водій, використовуючи ту або іншу передачу, підтримує режим роботи двигуна в діапазоні визначених оборотів. Зміст токсичних компонентів у відпрацьованих газах залежить, від числа оборотів двигуна і режиму процесу горіння палива. Процес горіння визначається складом робочої суміші, кутом випередження запалювання, рівномірністю розподілу палива.

Значення цих рівномірностей необхідно для вибору раціонального впливу на основні агрегати з метою зниження токсичності.

Залежність потужності роботи двигуна від складу робочої суміші.

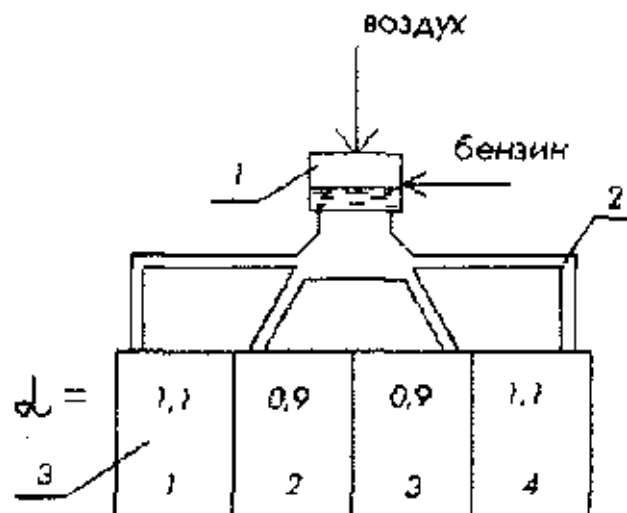


α - коефіцієнт надлишку повітря, $\alpha = (15:1) = 1$ - нормальна суміш, $\alpha = 1$ - повне згорання палива $\alpha > 1$ - повне згорання (бідна суміш) $\alpha < 1$ - не повне згорання (багата суміш). Залежність концентрації токсичних речовин від коефіцієнта надлишку повітря.



Фактори, що впливають на кількість забруднень у відпрацьованих газах:

1. Якість робочої суміші $CO = f(\alpha)$.
2. Нерівномірний розподіл палива між циліндрами.
3. Нерівномірний розподіл палива усередині циліндра.



- 1 - карбюратор
2 - впускний колектор
3 - циліндри

Шляхи зниження токсичності по СО:

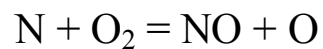
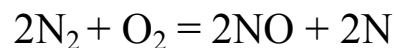
1. Удосконалювання системи живлення.
2. Удосконалювання конструкції впускного трубопроводу.
3. Поліпшення однорідності суміші.
4. Удосконалювання систем упорскування палива.

Фактори, що впливають на концентрацію NO_x:

Утворення NO_x не зв'язане з хімічною природою палива, тобто азот - не пальна речовина й утворення його оксидів не зв'язано з реакцією горіння.

Кількість NO_x залежить від температури в циліндрі і визначається максимальною температурою циклу.

Основною реакцією утворення NO_x



Кількість NO_x у відпрацьованих газах залежить не від кінематики утворення, а від повноти реакції розкладання цього компонента на вихідні елементи.

1. У збіднених сумішах при $a > 1,1$ зниження виходу NO зв'язано зі зменшенням максимальної температури циклу.

При $a > 1$ кількість що утвориться NO буде визначатися якістю умов для його розкладання на вихідні компоненти.

2. Кут випередження запалювання. При зменшенні кута випередження запалювання зменшується максимальна температура циклу і зменшується вихід NO_x.

3. Кут перекриття клапанів (і впускний і випускний клапана одночасно відкриваються у визначений момент часу).

Збільшення кута перекриття клапанів приводить до кращої вентиляції камери згоряння. Знижуючи максимальну температуру циклу, зменшуючи вихід NO_x .

4. Ступінь стиску дорівнює співвідношенню обсягів над поршнем у положенні Н.М.Т. і В.М.Т. Зі збільшенням ступеня стиску зростає потужність двигуна, зростає максимальна температура циклу і збільшується кількість NO_x .

5. Ефективність роботи системи охолодження

Розрізняють білий, блакитний і чорний дими у відпрацьованих газах.

Білий дим з'являється після запуску холодною двигуна або при режимах роботи з дуже низькою температурою і пізнім запалюванням. Він складається з часток незгорілого або частково згорілого палива.

Блакитний дим по складу близький до білого й утворюється при влученні в камеру згоряння надлишку олії.

Чорний дим - 70% - 90% складається із сажі й інших твердих продуктів згоряння. Утворити в локальних зонах з малим a при згорянні палива в полум'ї турбулентної дифузії. Частина вуглецю згоряє не тільки в період основної фази згоряння, але і на початку фази розширення, а в деяких випадках горіння відзначається й у глушителі.

Фактори, що впливають на кількість C_nH_m .

1. Склад суміші $\text{C}_n\text{H}_m = f(a)$.
2. Тривалість упорскування палива (для дизельних), зменшення

часу упорскування зменшує зміст вуглеводнів.

3. Кут випередження упорскування (запалювання).

У русі автомобіля виділяють 4 основних режими:

- холостий хід (двигун працює, трансмісія відключена від двигуна);

- примусовий холостий хід (двигун працює, включена передача, педаль газу не натиснута) - режим гальмування двигуном;

- розгін:

- усталений рух.

Зміст основних токсичних компонентів у відпрацьованих і азах але різних режимах руху автомобіля.

Компоненти відпрацьованих газів	Вміст компонента			
	Х.Х.	Пр. Х.Х.	Розгін	Сталий рух
CO, %	5,2	5,2	5,2	0,8
NO _x , г/млн	30	60	3000	1500
C _n H _m , г/млн	750	4000	400	300

Тривалість режимів руху в загальному балансі часу, % для дорожньої мережі великих міст.

Режим руху	Тривалість режимів для різних транспортних засобів		
	Легковий транспорт	Ватажний транспорт	Автобуси
Х.Х.	22	17	29
Пр. Х.Х.	29	25	24
Розгін	37	42	38
Сталий рух	12	16	9

Питання

1. Назвіть фактори, що впливають на режим роботи двигуна при експлуатації автомобіля.
2. Сутність залежності концентрації токсичних речовин від коефіцієнта надлишку повітря.
3. Фактори що впливають на кількість CO і NO_x у газах, що відробили, (ВГ), шляхи зниження токсичності ВГ від CO і NO_x.
4. Фактори, що впливають на кількість вуглеводнів і пилу в ВГ, шляхи зниження токсичності ВГ від C_nH_m.
5. Характеристика основних режимів роботи автомобіля і вплив токсичності ВГ у залежності від режимів.

Література

1. Ю.С. Козлов. Екологічна безпека автомобільного транспорту. М. 2002 р.
2. В. Н. Луканин. Промислово-транспортна екологія. М. 2001 р.

ЛЕКЦІЯ № 6

СУЧАСНІ МЕТОДИ ЗНИЖЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ АВТОМОБІЛІВ

Удосконалювання конструкцій автомобілів.

Викиди шкідливих речовин і витрата палива знижуються зі зменшенням маси автомобіля практично лінійно (мал. 6.37). Зниження власної маси автомобіля може бути досягнуто зменшенням його розмірів, застосуванням більше міцних конструкційних матеріалів. Виготовлення кузова з листової сталі підвищеної міцності дозволяє застосовувати більше тонкий метал. Це зменшує масу всього кузова. Ще кращі результати можна одержати шляхом заміни сталі алюмінієвими сплавами або пластмасами. Ставиться це не тільки до основних несучих елементів кузова, але й до інших його деталей - бамперам, повітряборникам, панелі приладів, ручкам дверей.

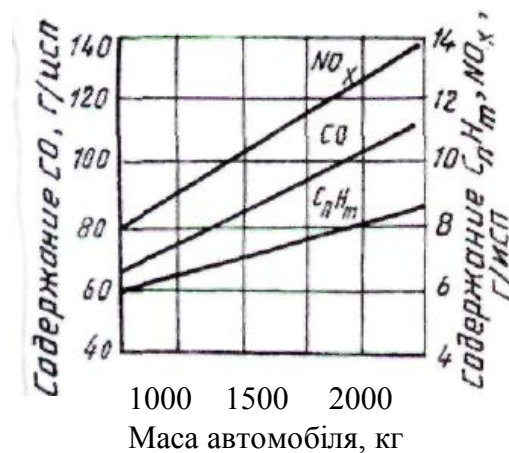


Рис. 8.37. - Залежність змісту шкідливих речовин у викидах бензинового двигуна від маси

Армований і неармований поліпропілен використовують для деталей системи вентиляції й опалення, крильчаток вентиляторів, корпусів повітряних фільтрів, корпусів акумуляторних батарей. Поліаміди застосовують для виготовлення деталей двигунів (шестірнею, зубчастих шківів, що направляють ланцюгів приводу розподільного вала, трубопроводів, сепараторів, підшипників і т.д.). Для сильно навантажених

деталей двигунів (шатунів, колінчатих валів, клапанів, пружин, шестірнею) почали застосовувати титанові сплави. У цьому напрямку широкі дослідження проводить фірма «Порше». Незважаючи на підвищену вартість розглянутих матеріалів, їхнє застосування економічно вигідно, з огляду на, що собівартість нафтопродуктів може в перспективі зрости в кілька разів. Значного зменшення маси автомобіля можна досягти зниженням маси окремих елементів підвіски, коліс, а також шин.

Методи зниження негативного впливу автомобільного транспорту на навколишнє середовище можна розділити на наступні групи:

1. Удосконалювання автомобіля і конструкції його агрегатів.
2. Усунення несправностей і підтримка технічного стану автомобіля па дорожньому рівні.
3. Розробка і використання систем очищення газів, що відроби́ли, від токсичних компонентів.
4. використання нових видів палива і нових типів двигунів.
5. Раціональна організація перевезень і дорожнього руху.
6. Зниження впливу забруднень на людину при реалізації містобудівних заходів і транспортному плануванні міст.

1. Для першої групи методів перевага віддається тим, що не зменшують економічності двигуна. Реалізовано наступні технічні рішення:

- передкамерно-факельне запалювання:
- розшарування робочої суміші:
- використання упорскування палива (для бензинових двигунів);
- використання електронної безконтактної системи запалювання:
- зміна способу дроселювання робочої суміші:
- регулювання потужності відключенням циліндрів або циклів;
- удосконалювання існуючих систем живлення.

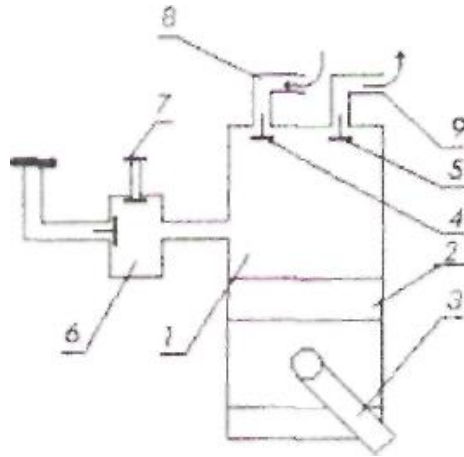


Рис. 1. - Схема циліндра з ПФЗ.

- 1 - основна камера
- 2 - поршень
- 3 - шатун
- 4 - впускний клапан
- 5 - випускний клапан
- 6 - форкамера
- 7 - свіча
- 8 - впускний трубопровід
- 9 - випускний трубопровід

1.1. Передкамерно-факельне запалювання (ПФЗ). Складність одночасного зменшення всіх токсичних викидів ВГ двигуна полягає в тому, що при зменшенні викидів CO і C_nH_m за рахунок збільшення α (коефіцієнта надлишку повітря), та кількість NO_x зростає при роботі двигуна на збідненій суміші ($\alpha = 1,05 \dots 1,10$). Тільки при $\alpha = 1,2$ і більш з'являється можливість одночасно зменшує викид CO , C_nH_m , NO_x .

Передкамерно-факельне запалювання дає можливість двигунові працювати на збідненій суміш при $\alpha = 1,5 - 1,6$ у широкому діапазоні навантажень. Принцип ПФЗ полягає в тому, що пальна суміш в основній камері згорання двигуна запалюється смолоскипом газів, що утворилися і

юють у допоміжній камері (форкамері) при сильно-збагаченій суміші. При цьому обсяг форкамери складає 3-4% загального обсягу камери згоряння. У форкамері установлені свічі запалювання і допоміжний впускний клапан.

У результаті зміст оксидів азоту (NO_x) зменшується на 75%. незгорілих вуглеводнів - до 50%. оксидів вуглецю - у кілька разів.

Механізм зменшення токсичних викидів.

У форкамері при згорянні дуже багатій суміші ($\alpha = 0,6 - 0,8$) недолік кисню перешкоджає утворенню NO_x . При ньому температура вхідних в основну камеру газу знижується, зменшуючи вихід NO_x , утворюються у відносно не великих кількостях у форкамері. У той же час температура основної камери є достатньою для окислювання вуглеводнів і оксидів вуглецю.

Розширення газу, що згоряє в основній камері, створює у форкамері підвищену турбулентність, що сприяє підвищенню гомогенізації суміші і зменшенню утворення незгорілих вуглеводнів.

У такий спосіб згоряння багатій і бідної суміші дає можливість уникнути складу з $\alpha = 1,05 - 1,10$ найбільш сприятливого для утворення NO_x і забезпечити згоряння CO і C_nH_m для дуже збіднених сумішей, кількість NO_x буде визначатися значенням α у форкамері. Недоліки ПФЗ:

1) ускладнення конструкції і необхідність готування двох сумішей з різним коефіцієнтом α .

2) при повних навантаженнях спостерігається підвищений зміст NO_x , а на малих навантаженнях і х.х. збільшення незгорілих вуглеводнів.

1.2 Розшарування суміші - (багата суміш у зоні свічі, бідна в іншому обсязі камери згоряння). Метод аналогічний попередній.

Схема реалізації розшарування суміші:

а) У звичайний впускний колектор, по якому в циліндр двигуна надходить повітря або дуже збіднена суміш уводять допоміжний канал, по якому до свічі надходить багата суміш.

б) Використання системи розділених камер, у якій допоміжна камера

складає 50% до обсягу основної камери.

Недолік:

- 1) і неоднорідність ТСС у камері згоряння:
- 2) проблеми запалення суміші.

1.3. Використання упорскування палива (інжектор).

легкових автомобілів, вироблених або поставляються в США.

Усі ці системи засновані на керуванні витратою повітря і скла лаються з трьох основних підсистем: паливною контуру, контуру впуску повітря, електронного контрольного вузла. Перший контур (мал.) складається з насоса 2, що розташований на баці або усередині нього. Паливо через фільтр 3 і демпфер пульсації 4 (згладжуючий тиск палива в системі) попадає в розподільну штангу 5, через яку розподіляється в головні форсунки 6. Упорскування порції палива здійснюється плунжером, керованим соленоїдом, що по сигналі комп'ютера 17 стискає поворотну пружину. Розподільна штанга зв'язана з регулятором тиску 7, який підтримує постійне співвідношення між тиском у штанзі і впускному колекторі 8. Надлишок палива через регулятор тиску скидається в бак. На колекторі установлюється форсунка 9, що також харчується від розподільної штанги.

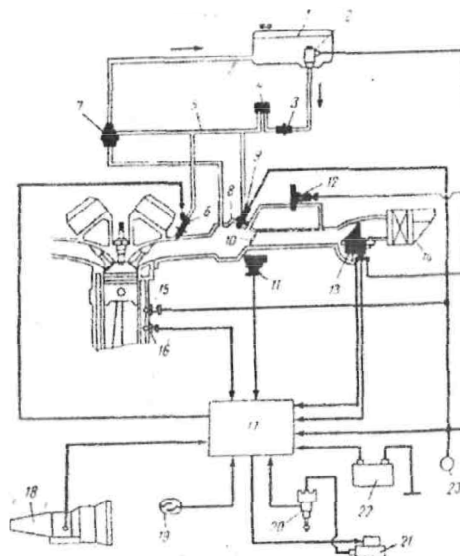


Рис. – Схема електронної системи керування подачею палива карбюраторного двигуна.

У контурі впуску повітря з повітряного фільтра 14 попадає у впускний

колектор, що має повітрям) заслінку 10. положення якої фіксується датчиком 11, визначає подачу повітря. Обсяг повітря заміряться лічильником 13, що подає відповідні сигнали в комп'ютер. При холодному двигуні повітряний клапан 12 відкритий і повітря попадає в усмоктувальну камеру, минаючи повітряну заслінку що забезпечує стійкі обороні колінчатого вала двигуна в період прогріву. При включенні запалювання 23, провертанні колінчатого вала і температурі охолодної рідини до 16°C, перемикач 15 включає соленоїд форсунки холодного пуску) і виробляється упорскування палива. При нормальній роботі двигуна подача палива через форсунку 9 припиняється і починається керування комп'ютером 17, що одержує інформацію від датчиків, що визначають роботу паливного насоса 2, витрата повітря 13, положення заслінки 11, температуру охолодної рідний, швидкості керування автомобілем 19 і розподільником 20. Електропостачання - від батареї 22. Сигнали від комп'ютера керують форсунками 6 і запалюванням 21.

Система забезпечує збільшення до 20% потужності двигуна, дає можливість збільшити показники економічності (до 10%) на режимах неповного навантаження і пускові якості автомобіля, припинити подачу палива на режимі змушеного х.х.

Переваги електронної системи упорскування над карбюраторними з погляду зниження токсичності ВГ:

- 1) Більш точне дозування палива на всіх режимах руху;
- 2) Більш рівномірний розподіл суміші по циліндрах двигуна.
- 3) Можливість забезпечити оптимальний, з погляду найменшої токсичності, склад суміші на режимах пуску і прогріву.
- 4) Можливість автоматичної корекції циклової подачі палива в залежності від температури і тиску навколишнього середовища.
- 5) Можливість автоматичного припинення подачі палива на режимах примусового х.х.
- 6) Можливість зменшити па 0,5...1,0 ступінь стиску без утрати потужності.

Дослідження електронної системи упорскування показали зниження на концентрації CO на 50%, на 10% C_nH_m в ВГ.

Недоліки:

- 1) ускладнення конструкції;
- 2) необхідність у більш високому ступені очищення палива.

1.4. Використання електронної безконтактної системи запалювання. Підвищуючи енергію іскрового заряду, можна запалювати «бідні» суміші, підвищувати економічність і зменшувати токсичність ВГ на режимах часткового навантаження і х.х. Система може працювати на сумішах з α 1,2 – 1,3. Схема реалізується одним із двох методів:

- транспортна система (нагромадження енергії за рахунок котушки запалювання).

- теристорна система (нагромадження енергії здійснюється в конденсатори). Теристорна схема споживає менше енергії.

1.5.Зміна способу дроселювання суміші.

Для реалізації методу необхідно розробити спеціальні пристосування, що дають можливість змінювати хід впускного клапана від 0 до мах.

Зменшує зміє і CO на 55%, C_nH_m на 40%, з одночасним зниженням до 10% витрати палива під час роботи двигуна при неповному навантаженні.

Регулювання потужності відключенням циліндрів і циклів. Даний метод дозволяє знизити викиди C_nH_m на 50%, CO - у 3-5 разів, при незначному зростанні викидів NO_x . Спеціальні пристосування відключають подачу палива в окремі циліндри працюючою двигуна. Пристосування працюють на режимах неповного навантаження.

1.6. Удосконалення діючих систем живлення.

Напрямку експериментальних досліджень;

- поліпшення сумішоутворення;
- поліпшення розпилення палива в карбюраторах;
- використання регуляторів примусового х.х.

- забезпечення рівномірного розподілу суміші по циліндрах двигуна.

Наприклад, розроблений карбюратор «Каскад», що має автономну систему х.х. (Для автомобілів ВАЗ), забезпечує зменшення концентрації C_nH_m у 2.5 рази, зміст ІЗ не перевищує 0,3% при $\alpha = 1,05...1,10$.

Підігрів впускного колектора і використання економайзера х.х. зменшує викиди CO на 30% і C_nH_m на 15%. при збільшенні NO_x до 5%.

1.7. Замкнута система вентиляції картера дає можливість зменшити зміст C_nH_m на 10...15%), однак при цьому вдвічі збільшується вміст бензопирена (проникнення у впускну систему парів мастила і їхнє згоряння в циліндрах).

Систем рециркуляції ВГ зменшує NO_x (тому що зменшується температура і вміст кисню).

Кількість разів для перепускання - 10%, NO_x зменшується на 40-50%. Однак, при цьому на 5-20% зростають витрати палива й а 5-10% зміст C_nH_m і сажі в дизелях (використовується в США).

(рециркуляція - багаторазове повернення потоку газів з метою регулювання температури, концентрації компонентів у сумішах, збільшення виходу цільової речовини).

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Сутність методів зниження негативного впливу автомобілів на навколишнє
2. Сутність напрямків удосконалювання конструкції ДВЗ.
3. Основні характеристики системи смолоскипового запалювання.
4. Сутність методу розшарування суміші.
5. Основні параметри електронного запалювання.

ЛІТЕРАТУРА

1. В.Н. Луканин. Промышленно-транспортная экология М. «Высшая школа», 2001, 295 с.
2. М.М. Болбис. Транспорт и окружающая среда. г.Минск УП «Технопринт», 2004, 261 с.

ЛЕКЦІЯ № 7

ВПЛИВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВТОМОБІЛЯ НА ТОКСИЧНІСТЬ ГАЗІВ, ЩО ВІДРОБИЛИ

Токсичність автомобіля, що тривалий час знаходиться в експлуатації, вище токсичності нового автомобіля. Це порозумівається зміною технічного стану і якістю регулювання систем харчування і запалювання, газорозподільного механізму, зносом циліндро-поршневої групи, відкладенням нагару на стінках камери згоряння, збільшенням втрат у трансмісії і сил опору рухові.

1. Технічний стан автомобіля в найбільшій мері впливає на склад ВГ.

Приведемо дані про вплив основних несправностей автомобіля на вміст токсичних компонентів (CO, C_nH_m, NO_x та ін.)

Несправність	Зміна змісту токсичних компонентів, %			Димність, %	Зміни витрат палива, %
	CO	C _n H _m	NO _x		
1	2	3	4	5	6
Карбюраторні двигуни					
1) Неправильне регулювання карбюратора	+(100..300)	+(10...100)	-(15...25)		+(3...100)
2) Порушення кута випередження запалювання	-50...+30	-100...+50	-50..+100		+(10...200)
3) Знос двигуна	+(10...+50)	+(10...+50)	-(5...30)		+(5...15)
4) Несправність свіч запалювання	+50	+(10...900)	-50...+10		+(10...15)
5) Підвищений опір рухові (через шини, гальм і т.д.)	Збільшення до 20 %				+(5...20)

1	2	3	4	5	6
Дизельні двигуни					
1) Неправильне регулювання паливної апаратури (ТНВД)	+(5...20)	+(5...25)	-25	+(25...100)	+(5...25)
2) Порушення кута випередження упорскування	+(5...50)	+(0...25)	-100+100	-25...+50	+(5...25)
3) Знос двигуна	+50	+100	-25	+100	+15
4) Несправність форсунки	+(25...50)	+(50...100)	-25	-25...-25	+(10...20)
5) Підвищений опір впуску повітря і впуску ВГ	+(50...100)	+(50...100)	-50	+100	+15
6) Підвищене опір рухові	Збільшення до 20 %			-	+(5...20)

Підтримка технічного стану автомобіля в період його експлуатації дає можливість значно зменшити викиди токсичних компонентів на 30-40%. Так як більшість автомобільного парків складається з автомобілів із середнім і великим пробігом, ефект від підтримки технічного стану автомобілів стає ще більш відчутним.

Тепловий етап двигуна також має великий вплив на токсичність. Температура охолодної повинна бути 80...90°C. Це забезпечує найкращі умови для сумішоутворення і зниження викидів NO_x.

Основними заходами щодо підтримки технічного стану є:

- 1.1. Щоденне технічне обслуговування
- 1.2. ТО-1
- 1.3. ТО-2
- 1.4. Середній ремонт
- 1.5. Капремонт

3. Способи зниження забруднення атмосфери токсичними компонентами ВГ.

Заходу щодо зниження токсичності викидів автотранспорту можна класифікувати на п'ять груп:

- 2.1. раціональна організація дорожнього руху;
- 2.2.нейтралізація ВГ у вихлопній системі;
- 2.3.скорочення змісту свинцю в наливі;
- 2.4.удосконалювання двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ);
- 2.5.створення екологічно чистих двигунів для автотранспорту.

До першої групи відносяться заходи щодо забудови й озеленення автомагістралей, розміщення житлових будинків уздовж автотрас за принципом зонування (ближче усього до магістралі розташовані будинки зниженої поверховості).

Розробка і використання систем очищення газів, що відробили, від токсичних компонентів. До цих заходів відносяться застосування на автомагістралях у системі вихлопу спеціальних пристроїв - нейтралізаторів. Розрізняють наступні способи зменшення токсичності газів, що відробили:

- термічна нейтралізація;
- каталітична нейтралізація;
- рідинна нейтралізація;
- комбінована нейтралізація.

Вимоги до каталізаторів: компактність, невисока вартість, незначний опір для руху вихлопних газів.

2.1.1 Термічна нейтралізація. При ТН відбувається окислювання сю кінцевих продуктів СО і H_2O в випускній системі. Термічна нейтралізація проводиться в спеціальних термічних реакторах. Для протікання процесу необхідна підтримка високих температур газу у випускній системі і наявність достатньої кількості кисню. Термічний реактор повинний мати:

- достатній обсяг для забезпечення необхідного часу реагування компонентів;

- ефективну теплоізоляцію;
- незначний опір рухові ВГ, (вихлопові);
- невеликі розміри;
- невелику масу (для зменшення часу прогріву);
- невисоку вартість;
- довговічність;
- незначний вплив на витрату палива.

Ефективна робота термічного реактора залежить від параметрів - тиску суміші, тривалості реакції окислювання (0,1...0,4 с), якості теплоізоляції, складу суміші і її характеристики. (Під сумішшю розуміють таз. що складається з продуктів неповного згоряння і свіжого повітря, що вводиться біля випускного клапана.)

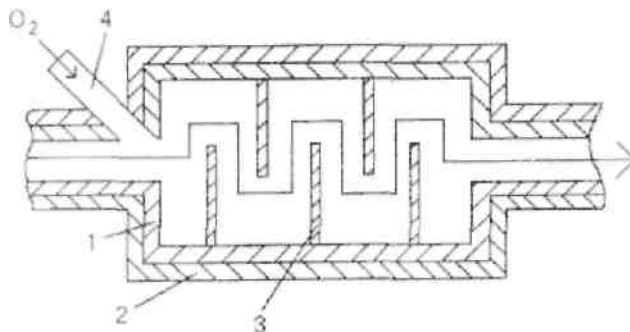


Рис. 1. Термічний нейтралізатор

- 1 - корпус із жаропрочного металу
- 2 - металоізоляція
- 3 - лопасті організуючі рух газу
- 4 - пристосування дозування повітря

Температура газу в реакторі залежить від власної температури тазів, що відробили, на вході в реактор теплової ефективності хімічних реакцій і теплообміну між газом і стінками реактора.

Температура ВГ, залежить від режиму роботи двигуна, ступеня стиску, кута випередження запалювання, коефіцієнта надлишку повітря

а й інших факторів. Зниження температури на 30-40°C може знизити ефективність роботи реактора до 50%. тому особлива увага приділяється якості теплоізоляції і регулюванню подачі повітря (повинна бути пропорційній частоті обертання колінчатого вала двигуна).

По конструкції реактори можуть бути з подачею і без подачі повітря, з тепловим екраном і рециркуляцією. Обсяг реактора (0,49-5,31) Товщина стінок реактора (0,8 мм, 50 мм). Довговічність кращих терморекторів забезпечує пробіг автомобіля до 160 тис., км. Внутрішній жаростійкий корпус виконується з хромонікелевих сталей. Недолік - він не знижує зміст оксидів азоту в газах, що підробили, витрата палива збільшена, то-4-6%, вимагає багато місця в моторному відсіку.

У дизелях окислювання продуктів неповного згоряння здійснюється пропуском ВГ через полум'яні допалювачі. Недолік - деяке зменшення потужності ДВЗ і збільшення витрати палива. Переваги: простота і довговічність.

2.2.2. Каталітична нейтралізація.

Сутність полягає в хімічному перетворенні шкідливих речовин у присутності каталізаторів (інтенсифікують хімічний процес, але не взаємодіють ні з вихідними компонентами, ні з продуктами акцій), що прискорюють протікання хімічних реакцій, унаслідок яких ці речовини перетворюються в нешкідливі для людини і навколишнього середовища (CO_2 і H_2O)

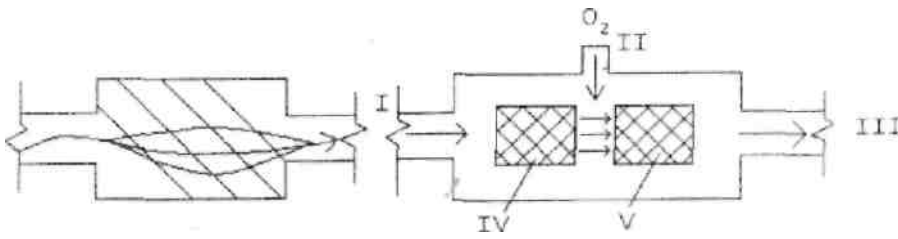
Для проведення каталітичної нейтралізації для компонентів 3 і незгорілих вуглеводнів організують реакцію доокислення в присутності каталізатора. Для оксидів азоту - розкладання на азот і кисень.

Як каталізатори використовують платину, палладій, рутеній, радій, оксиди міді, марганцю, ванадію, хрому.

Платина - універсальний каталізатор, що забезпечує швидке протікання реакцій окислювання і відновлення.

В даний час розроблено багато конструкцій нейтралізаторів,

використовуваних в автомобілях.



Однокамерний каталізатор двокамерний каталізатор

Рис.2. - Каталітичний нейтралізатор

I - впуск газів, що відпрацювали

II - подача додаткового повітря

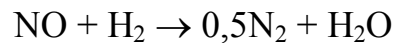
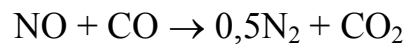
III - випуск газів, що відпрацювали

IV- камера з каталізатором для окислювання CO вуглеводнів

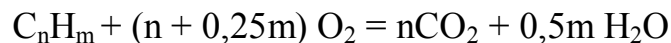
V- камера з каталізатором для нейтралізації NO_x.

При використанні однокамерних каталізаторів застосовують платиновий або платино-радєєвий каталізатор.

Відновлення окису азоту



Окислювання CO і C_nH_m



Переваги каталітичної нейтралізації:

- дозволяє реалізувати як продукти неповного згоряння, так і продукти термохімічних реакцій;

- дуже високий ступінь нейтралізації:

	Н-13 (легк. автом.)	НД-44 (дизель)
CO	85%	98%
CH	80%	98%
NO _x	80%	80%

Відсотки зниження токсичності.

Недоліки КН:

- висока вартість;
- оптимальна ефективність при $\alpha = 0,95 - 0,98$;
- застосування етилованих бензинів може привести до дезактивації каталізаторів, % розкладання шкідливих речовин зменшується, платина в меншій ступені піддається впливові тетраметилсвинця (дезактивація відбувається в плинні 100 - 200 годин).
- складність у виготовленні і налагодженні;
- погіршення економічності і зниження потужності;
- необхідно підтримувати технічний стан на високому рівні;
- недостатня довговічність (до 80000 км).

Одночасно знизити викиди, C_nH_m , NO_x можна в однокамерному нейтралізаторі у випадку використання каталізатора, що одночасно інтенсифікує окислювально-відновний реакцій цьому відповідає платино-радєєвий каталізатор.

Дизель.

Для здійснення каталітичної нейтралізації ВГ дизелів, по основному токсичному компоненті - окислові азоту необхідно штучно перед надходженням газів на каталізатор створити відбудовне середовище (зменшення кута випередження упорскування). При цьому росте викид сажі. Сажа забиває каталізатор і знижує його активність. Методи боротьби із сажею:

- періодичне випалювання її на каталізаторі (шляхом нагрівання до $t > 500^\circ C$);
- установка перед каталізатором речовин, що уловлюють сажу;

Застосовується алюмоплатиновий каталізатор ШПК-2. Було отримане очищення ВГ дизелів на різних режимах роботи.

СО	на 30-100%
альдегіди	80-100%
сажа	60-100%

Ступінь очищення - відношення (%) різниці концентрації токсичного компонента на вході в реактор і на виході з нього до його концентрації, перед реактивом.

2.2.3. Рідинна нейтралізація.

Сутність рідинної нейтралізації полягає в затримці твердих часток, поглинанні водорозчинних і хімічному перетворенні газоподібних шкідливих речовин при пропусценні ВГ через водні розчини різних речовин.

Як хімічні з'єднання використовують 10% розчини сульфїту натрію (Na_2HCO_3), гідрокарбонат натрію (NaHCO_3), сульфату окису заліза (FeSO_4) - застосовується тільки для дизелів.

По кожному з напрямків можуть пропонуватися різні технічні рішення. Для видалення сажі в нейтралізатор вводиться невелика кількість змочувальних речовин. Синтетичні миючі засоби забезпечують гарне змочування сажі, що значно підвищує ефективність очищення. При використанні як рідини різні органічні розчинники забезпечується розчинення незгорілих вуглеводнів.

Найбільш перспективними є термічна і рідинна нейтралізації.

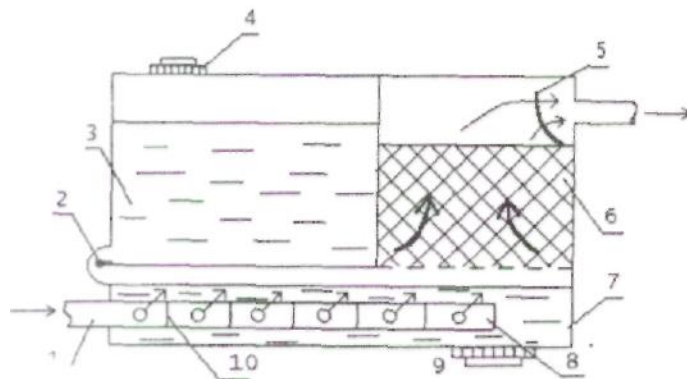


Рис. 3. Рідинний нейтралізатор НЖТ-2.

- 1-випускна труба
- 2-перепускний клапан
- 3- додатковий бак
- 4-заливна горловина

- 5-сепаратор
- 6-металична стружка
- 7-рабочий бак
- 8-коллектор
- 9-пробка зливного отвіру
- 10-перегородки

Вихлопні гази надходять у колектор (трубка з отворами), далі в робочий бак, де відбувається взаємодія з робочим розчином. Для упорядкування руху газів, що відробили, на колекторі є перегородки. Потім гази проходять через відсік з металевою стружкою і сепаратор, викидаються в атмосферу.

У відсіку і сепараторі відбувається відділення рідини.

Переваги:

- високий ступінь очищення ВГ

NO_x до 70%

SO₂ до 100%

цілком від альдегідів

- сажа до 95%

- невисока вартість реактивів.

Недоліки:

- не забезпечує очищення CO і C_nH_m,
- велика маса і габарити
- необхідність частої зміни розчину або води
- інтенсивний випар рідини.

Пропускання відпрацьованих газів дизелів через воду призводить до зменшення запаху, альдегіди поглинаються з ефективністю 0,5, а ефективність очищення від сажі досягає 0,60 - 0,80. При цьому трохи зменшується вміст бенз(а)-пирену у відпрацьованих газах. Температура газів після рідинного очищення становить 40 - 80°C. При зниженні температури процес очищення відбувається інтенсивніше.

2.2.4. Комбіновані системи нейтралізації.

Комбінована система нейтралізації складається з каталітичного і рідинного нейтралізаторів або з послідовно включених термічного і каталітичного нейтралізаторів.

2.3. Вловлювання шкідливих речовин, виділених при роботі двигунів.

Одним з основних шкідливих речовин від дизелів є сажа. Крім того, сажа являє собою - чистий вуглець (коштовна сировина для різних галузей промисловості).

Одним з варіантів зменшення вмісту сажі у ВГ Дизелів є установка фільтрів регенеративного типу

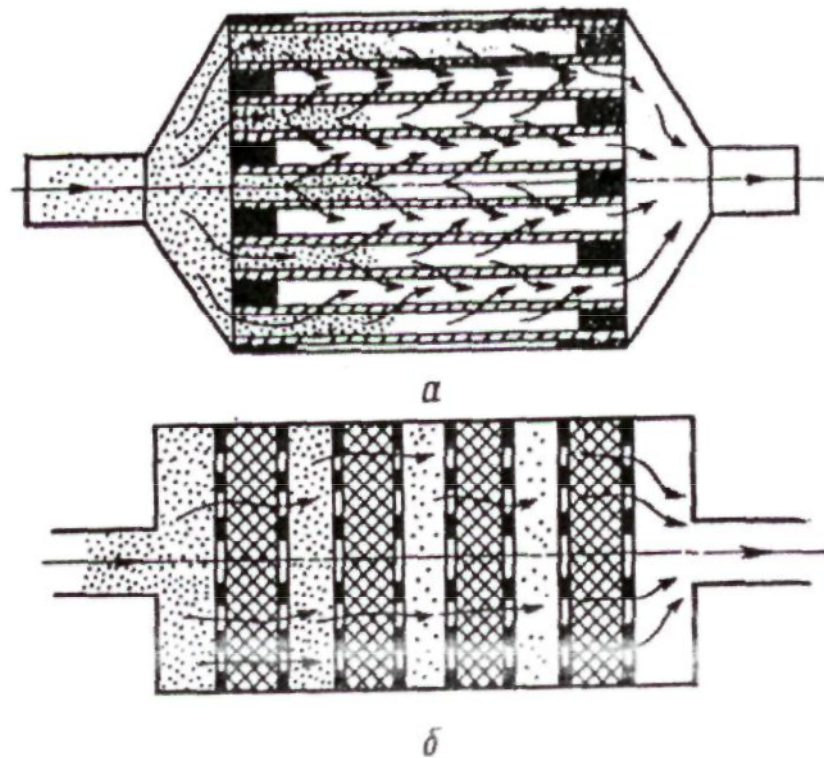


Рис. 4 - Схема фільтрів-сажовловлювачів із комірковою (а) та багат шаровою насадкою (б)

Накопичені у фільтрі частинки сажі періодично вилучають, як правило, термічним окисленням. Для цього вихідні гази нагрівають до температури 450°C і вище, при якій займається накопичена сажа. сажі ВГ зменшується у 5 разів

Сажовловлювачі дизельних ДВЗ забезпечують ресурс 10 тис. км і більше

при незначному збільшенні гідравлічного опору. Для цього здійснюють періодичну (через 100 км пройденого шляху) регенерацію фільтроелемента.

В даний час найбільший інтерес представляють процеси уловлювання сажі в електричному полі і на фільтрах, виготовлених з різних матеріалів.

2.3.1. До третьої групи заходів відноситься скорочення змісту свинцю в паливі. Тетраетилсвинець (ТЕС) уперше був доставлений до бензину як антидетонатор у 1932 році і дотепер залишається основною присадкою до бензинів, що забезпечує підвищення октанового числа палива. Октанове число бензину можна підвищити двома способами: введенням антидетонаційних добавок і зміною фракційного складу бензину.

Усі запропоновані в даний час антидетонаційні добавки уступають ТЕС по тим або інших властивостях. Розглянемо деякі з присадок, що одержали промислове застосування.

Ще в 50-роках у Європі і США як антидетонаційні добавки почали застосовувати карбоніли перехідних металів $[\text{Fe}(\text{CO})_5$, $\text{Mn}(\text{CO})_{10}$, $\text{Ni}(\text{CO})_4$]. Вони не занадто уступають ТЕС по антидетонаційних властивостях, але хитливі, а NiCO - надзвичайно отрутний. Крім того, при згорянні вони розкладаються з виділенням металів, і при цьому підвищується знос двигуна в результаті утворення абразивних часток металу.

Підвищити октанове число бензину можна також введенням у його склад низьких спиртів (метанолу). Уже більш 7 років у США заправляють автомобілі сумішшю бензину і етанолу. Вона одержала назву гезхол. У Німеччині й в інших країнах до бензину додають суміш спиртів, що містять від 1 до 5 атомів вуглецю. Однак для досягнення позитивного ефекту необхідні добавки спиртів у кількостях близько 10%.

В даний час такий бензин випускати не вигідно:

- обмежує вартість;
- способи одержання спиртів.

Крім тою. нижчі спирти прекрасно розчинні не тільки в бензині, але й у

воді. У бензинах завжди присутня вода. Тому спирти будуть переходити у водну фазу і CH_4 - відділятися від бензину, тобто при збереженні в резервуарах бензин виявиться вгорі, а вода, що відшарувалася, зі спиртом - унизу. Заміна ж бензину на спиртове паливо стримується необхідністю конструкційних змін у двигуні. В даний час відсутні необхідні промислові установки для масового виробництва спиртового палива.

Останнім часом великий інтерес автомобілістів викликав метилтретбутиловий ефір (МТБЕ).

Він розчинний тільки в бензині (у воді не розчинний). Його присутність у бензині (без ТЕС) істотно поліпшить процес згоряння палива і, знижує концентрацію шкідливих викидів у вихлопі.

В даний час неможливо одержати в достатній кількості сировина для виробництва МТБЕ в масових масштабах (потрібний ізобутиловий спирт, а він широко застосовується при виробництві каучуків). МТБЕ дешевше ТЕС, але якщо МТБЕ в бензин потрібно додати в кількостях 5-12%, те ТЕС у 100-200 разів менше, і в нічому бензин виходить істотно дешевше.

Другий шлях підвищення октанового числа бензину - зміна вуглеводневого складу, заснований на риформінгу. Цей спосіб зв'язаний з великими витратами па очисні спорудження.

В даний час здійснюється інтенсивний перекилад ДВЗ різного призначення на живлення газоподібним паливом. Найбільш реальним для широкого використання є природний газ, а також у меншому ступені зріджений газ.

Основний компонент природного газу - метан 82-99% по обсязі. Октанове число - 100-110 перевищує в кілька разів октанове число кращих бензинів, тому його можна використовувати в двигунах з високим ступенем стиску. Теплота згоряння 32-36 МДж/м³. Надходить у циліндри в газоподібному стані, що виключає розрідження олії і зменшує знос двигуна.

Використовується в двох станах: стиснутою і рідинному.

Стиснутий зберігається в балонах підтиском 20 МПа - вага 93 кг.

У дизельному двигуні при пуску разом з повітрям подається газ, запалювання здійснюється їй кою дозою дизпалива. Економія палива до 80%, сумарні викиди, зведені до , на 25% менше, викиди сажі в 2 рази. ПАР в - 3 рази.

Переваги:

- виключення можливості розрідження олії (збільшення терміну служби олії і зменшення зносу деталей двигуна).
- вище рівномірність розподілу і складу суміші по циліндрах двигуна.
- утримується менше CO рази, NO_x - у 1,4-1,8 рази.
- знижується димність тазів, що відробили.

Недоліки:

- установка балонів знижує вантажопідйомність;
- дорогі газонаповнювальні компресорні станції;
- $V = 0.4 \text{ м}^3$, маса = 93 кг. 8 балонів місткістю 50 л.
- зниження потужності.
- викиди C_nH_m збільшуються в 1,2-1,5 рази.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Охарактеризуйте вплив технічного стану автомобіля на токсичність ВГ.
2. Основні заходи щодо підтримки технічного стану.
3. Сутність термічної нейтралізації, достоїнства і недоліки.
4. Сутність каталітичної нейтралізації, достоїнства і недоліки.
5. Сутність рідинної нейтралізації, достоїнства і недоліки.
6. Сутність комбінованих систем, достоїнства і недоліки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аксьонов И.Я. Транспорт і охорона навколишнього середовища. М.Транспорт, 1986 р.
2. Гугаревич Ю.Ф. Охорона навколишнього середовища від викидів двигунів. К. Врожай, 1989 р.
3. Орнатский Н.П. Автомобільні дороги й охорона природи. М. Транспорт, 1978 р.
4. Луканин В.Н. Промислово-транспортна екологія. М. Вища школа, 2001 р.

Лекція №8: Методи очищення стічних вод АТП

Основні забруднювачі стічних вод АТП представлені в табл. 8.1

Таблиця 8.1 – Основні забруднювачі стічних вод АТП

Категорія стічних вод	Концентрація, мг/л				
	Завислих речовин	Нафтопродуктів	Важких металів, кислот та луннів	Фарб та розчинників	Лужні електроліти та емульгировальні нафтопродукти
Систем оборотнього водопостачання	100-200	500	100-400	400-4000	4000-10000
Розчини миючих машин	200	500	1000	5000	10000
Поверхневі водах	20	200	2000	5000	10000

Стічні води

До стічних вод відносяться води, які в процесі використання забруднюються різними компонентами. Це води, що використовуються в миючих установках для зовнішнього миття автомобілів та їх окремих агрегатів, на фарбувальних ділянках, а також дощові води, які забруднюються різними компонентами з території автопідприємства. Тому в загальному випадку стічні води в своєму складі мають нафтопродукти, поверхнево-активні речовини миючих засобів, залишки фарби і розчинників, а також пісок, глину і інші тверді частинки. Природно, що без відповідного очищення стічні води не можуть направлятись в водойми чи каналізацію та використовуватись в оборотному водопостачанні. Такі води мають відповідати певним санітарно-технічним вимогам, до яких відносяться:

- гранично-допустима концентрація (ГДК) нафтопродуктів має становити 25 мг/л;
- біохімічна потреба в кисні (БПК), тобто масова концентрація кисню, необхідна для окислення органічних речовин в стічних водах аеробними бактеріями при 20°C не повинна перевищувати 50 мг/л;
- хімічна потреба в кисні (ХПК), тобто масова концентрація кисню, необхідна для повного окислення забруднень не повинна перевищувати БПК більш як в 1,5 рази;
- водневий показник кислотності та лужності рН повинен знаходитись в межах 6,6...8,5;
- загальна концентрація солей в стічних водах не повинна перевищувати 10 г/л;

- гранично допустимі концентрації синтетичних поверхнево-активних речовин - 20 мг/л.

Для забезпечення таких вимог стічні води автопідприємства проходять очищення на очисних спорудах. Основним в цьому процесі є очищення води, що використовувалась для мийки автомобілів. Як правило, процес очищення включає етапи очищення води від піску, глини і інших твердих частинок, очищення води від нафтопродуктів та утилізацію видалених забруднень. Розроблені типові проекти очисних споруд і установок. Схема однієї з таких установок моделі "Кристал", яка була розроблена інститутом МосводоканалНДІпроект широко використовувалась на автопідприємствах, показана на рис. 1

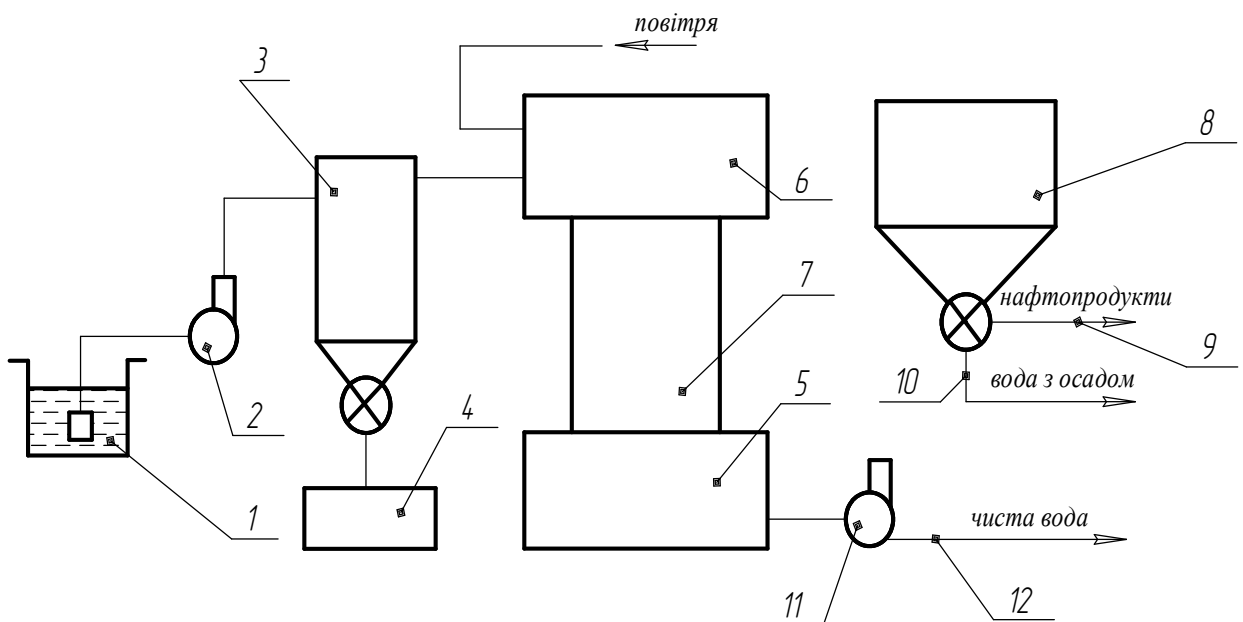


Рис. 1 Схема установки "Кристал" для очищення стічних вод

Установка має приймальний резервуар 1 стічної води, насос 2, що подає стічні води, віброфільтр 3, бункер 4 для збирання осаду, блок очищення стічних вод від нафтопродуктів, який має камеру 6 грубого (первинного) очищення води, камеру 7 для остаточного очищення стічних вод, збиральника 5 чистої очищеної води, насос 11 з патрубком 12, що подає чисту воду в миючу установку, збиральник 8 нафтопродуктів з патрубками 9 - для відведення нафтопродуктів і 10 - для зливання води в осад.

Забруднена вода надходить в резервуар 1 стічних вод, коли рівень води в резервуарі досягне середнього датчика сигналізатора рівня, автоматично включається насос 2, далі вода під тиском 2,0...2,5 кгс/см² надходить трубопроводом у віброфільтр 3; після фільтрації з віброфільтра вода надходить в блок вторинного очищення від нафтопродуктів спочатку в камеру 6 грубого (первинного) очищення, а далі в камеру 7 для остаточного (вторинного) очищення, звідки вона надходить в збиральник 5 чистої води.

Осад у вигляді піску, мулу і т. і. осаджується в конусній частині віброфільтра 3, з якого він періодично видаляється в бункер 4 осаду.

В камері грубого очищення води проходить коалесценція (укрупнення частинок) емульсії і утворення прошарку нафтовідходів. Прискорення скидання нафтовідходів з поверхні води здійснюється подаванням стиснутого повітря; далі нафтовідходи самопливом надходять в збиральник 8, а звідти патрубком 9 на установку для спалювання.

Очищена від нафтопродуктів вода з камери 6 грубого очищення надходить в камеру 7 остаточного очищення води; пройшовши остаточне очищення, вода зливається в збиральник 5 чистої води; коли рівень води в збиральнику 5 сягає датчика сигналізатора рівня води (на рисунку не зображено) включається насос 11 чистої води, який подає очищену воду в систему зворотного водопостачання.

Висока якість очищення води від завислих частинок досягається у віброфільтрі завдяки застосуванню касет, які обтягнуті сіткою з розміром вічка 40 мкм, на якій затримуються частинки розміром 40 мкм і більше, що створюють робочий прошарок, крізь який фільтрується вода. Струшування касет вібратором забезпечує інтенсивне видалення, частинок що осіли, а завдяки автоматизації процесу струшування, яке здійснюється із зростанням гідравлічного опору води до певної межі, забезпечує підтримування оптимальної товщини робочого прошарку мулу, що гарантує ефективність очищення.

Одним з сучасних напрямків покращання очищення стічних вод миючих установок є біохімічне очищення води, яке дозволяє значно збільшити термін використання води при зворотному водопостачанні. Такий метод очищення води був розроблений і впроваджений в Жмеринському АТП. Суть методу полягає у використанні властивості води до самоочищення, що здійснюється мікроорганізмами, які є у воді і ґрунті. Після очищення забрудненої води від механічних домішок в очисних спорудах її подальше освітлення і біохімічне очищення здійснюється у відстійниках активним мулом - бактеріями. За даними, отриманими в названому автопідприємстві концентрація нафтопродуктів зменшується з 10,8...16,4 мг/л до 1,2...1,5 мг/л, біохімічна потреба в кисні з 88...244 мг/л до 4,2...7,5 мг/л.

На рис.2 наведена схема локального оборотного водопостачання фарбувальних камер. Стічні води від фарбувальних ванн 1 поступають у збірну ємність 9, звідки насосом 2 подаються в електрокоагулятор 3 з розчиненими алюмінієвими електродами, що живляться від випрямлювача 4.

В електрокоагуляторі 3 утворені пластівці гідроксиду алюмінію поглинають тверді частинки, а також частинки фарби, які при подачі води у відстійник 5 осідають на дно, після чого подаються в шламонакопичувач 8. Після цього стічну воду подають насосом 2 в електрокоагулятор 6, де при проходженні електроструму стічна вода, що спрямовується в резервуар 7, очищається, а потім повторно використовується у фарбувальних ваннах.

При розробці оборотних систем водопостачання промислових підприємств необхідно планувати очищення та повторне використання поверхневих стічних вод, враховуючи такі напрямки оптимального вирішення завдань:

- локалізацію стоку з окремих ділянок території підприємства та його відведення в загальнозаводські очисні споруди або в загальну схему очищення поверхневих стічних вод;
- відокремлену організацію стоків з водозбірних ділянок, які відрізняються за складом і кількістю домішок, що поступають у стічні води;
- очищення поверхневого стоку з виробничими стічними водами;
- локальні очисні споруди для поверхневих стічних вод.

Рис. 2 – Схема локального оборотного водопостачання фарбувальних камер машинобудівного заводу: 1 – фарбувальні ванни; 2 – насос; 3,6 – електрокоагулятори; 4 – випрямляч; 5 – відстійник; 7 – резервуар; 8 – шламонакопичувач; 9 – збірна ємність.

Рис.3 – Схема очищення поверхневих стічних вод з території промислового підприємства: 1 – відстійник-усереднювач; 2,3,5,8,9,11,13 – трубопроводи; 4 – насос; 6 – фільтр; 7 – ємність; 10 – резервуар; 12 – ущільнювач.

Очисна установа працює таким чином (відповідно Рис. 3).

Очищені поверхневі стічні води використовують для підживлення оборотних систем водопостачання. Застосовують їх також і у системах пожежегасіння.

Література

1. Гутаревич Ю. Ф. Екологія автомобільного транспорту. – К.: “Основа”, 2002. – 311 с.
2. С.О.Аностолюк. Промислова екологія, К., “Знання”, 2005-474с.

Лекція №9: Шумовий вплив транспорту і способи його зниження.

Шумом називаються будь-які небажані для людини звуки, що заважають праці або відпочинку, що створюють акустичний дискомфорт.

Фактори, що впливають на рівень транспортного шуму. Основним джерелом шуму в містах є транспорт, і його шумовий вплив постійно зростає. На рівень шуму впливає ряд факторів:

інтенсивність транспортного потоку (найбільші рівні шуму реєструються на магістральних вулицях великих міст при інтенсивності руху 2000-3000 авт/годину). За даними опитувань, автотранспортні шуми в межах міста – 500 тис. чоловік. Підвищене шумове навантаження випробує приблизно третина території Києва. Автотранспорт як основне джерело шуму в містах викликає у 60% населення різні хворобливі реакції;

швидкість транспортного потоку (при збільшенні швидкості транспортних засобів відбувається зростання шуму двигунів, шуму від качіння коліс по дорозі і подолання опору реакції);

склад транспортного потоку (вантажний транспорт створює більший шумовий вплив у порівнянні з пасажирським. Тому зростання частки вантажного рухливого складу в транспортному потоці приводить до загального зростання шуму);

тип двигуна (порівняння двигунів порівнянної потужності дозволяє провести їхнє ранжирування по зростанню рівня шуму – електродвигун, карбюраторний двигун, дизель, паровий, газотурбінний двигун);

тип і якість дорожнього покриття (найменший шум створює асфальтобетонне покриття, потім по зростаючій – бруківка, кам'яне і гравійне. Несправне дорожнє покриття будь-якого типу, що має вибої, розкриті шви і нестиковки поверхонь, а також ями і просідання створює підвищений шум);

планувальні рішення територій (подовжній профіль і звивистість вулиць, наявність різнорівневих транспортних розв'язок і світлофорів впливають на характер роботи двигунів, а отже, і на створюваний шум. Висота і щільність забудови визначають дальність поширення шуму від магістралей. Так, ширина зон акустичного дискомфорту уздовж магістралей у денний час може досягати 700-1000 м в залежності від типу прилягаючих забудов);

наявність зелених насаджень (уздовж магістралей по обидва боки передбачають санітарно-захисні зони, у яких висаджують дерева. Лісопарки перешкоджають поширенню шуму на прилеглі території).

Показники шумового впливу. Вплив шуму на живі організми неоднозначно і відрізняється ступенем сприйняття. Об'єктивними показниками шумового впливу є інтенсивність, висота звуків і тривалість впливу.

Інтенсивність характеризує величину звукового тиску, яке роблять звукові хвилі на барабанну перетинку вуха людини, і вимірюється в

децибелах (дБА). Оцінка інтенсивності шуму ведеться по шкалі А стандартному шумомірі (маються також шкали В и D). Шкала А будується на логарифмах відносин даної величини звуку до порога чутності.

Шум інтенсивністю 1 дБА являє собою десятку частку Белла по шкалі А. Такий шум ледь вловим людиною з винятково гострим слухом. Подих людини створює шум 10 дБА. Більшість людей починають сприймати звук з цієї оцінки, і його вважають порогом чутності. Шепіт оцінюється інтенсивністю в 20дБА. У житлових приміщеннях припустимим вважається шум 40 дБА вдень і 30 дБА вночі. Розмова людей на близькій відстані створює шум 65 дБА. Дзенькіт механічного будильника на відстані 1 м оцінюється 80 дБА. В адміністративних приміщеннях і установах інтенсивність шуму досягає 40-60 дБА. У виробничих приміщеннях робота устаткування супроводжується шумом до 70-80 дБА.

Деякі люди вважають, що виробничий і побутовий шуми їх не турбують. Однак вегетативна нервова система людини на будь-який шум реагує негативно. «Звикання» людини до шуму не відбувається. Медицина установила, що фізіолого-біохімічна адаптація людини до шуму неможлива. Особливо важко переносяться раптові різкі звуки високої частоти.

Шум понад 80 дБА шкідливий для людського організму. Болючий поріг лежить у межах 120-130 дБА.

Значення шуму, що виникає при русі транспортних засобів, якому піддаються водії і пасажирів, а також люди, які були поблизу від транспорту, що рухається, представлені нижче.

Інтенсивність шуму від транспортних засобів, дБА

Легковий автомобіль.....	70-80
Автобус.....	80-85
Вантажний автомобіль.....	80-90
Потяг метрополітену.....	90-95
Поїзд (у 7 м від колії).....	95-100
Поїзд (у коліс).....	125-130
Реактивний літак на зльоті.....	130-160

Усередині транспортних засобів рівні шуму нижче: у салоні автомобіля – близько 60 дБА, у пасажирських вагонах потягів – до 68 дБА. При наборі швидкості автомобілем, відкриванні і закритті двер спостерігається різке зростання шуму – до 100 дБА.

На ремонтних підприємствах транспорту багато виробництв характеризуються високими рівнями шумового впливу. У ковальському цеху основним джерелом імпульсного ударного шуму з рівнем звукового тиску до 130 дБА є молот і механічні преси. У механічному цеху робота металорізального устаткування робить шум 85-100 дБА, в

окремих випадках він буває 105-114 дБА. Клепальні роботи створюють шум з рівнем 115 дБА, шліфувальні, свердлильні роботи – 88-118 дБА.

Висота звуку – другий показник впливу шуму, визначається частотою коливання середовища і вимірюється в герцах (Гц). 1 Гц дорівнює 1 коливанню в секунду. У залежності від частоти звукові коливання підрозділяються на:

- інфразвукові (низькочастотні) з частотами менш 20Гц;
- акустичні (чутні) з частотами від 16-20 до 20000 Гц;
- ультразвукові (високочастотні) з частотами від 20000 до 10^9 Гц;
- гіперзвукові (надвисокочастотні) з частотами 10^9 - 10^{13} Гц.

Границями області слухового сприйняття (ОСС) звуків є (мал.1):

крива 1 - болючий поріг, що характеризується найменшою силою звуку, при якій виникає неприємне відчуття, що переходить у почуття болю;

крива 2 - поріг чутності, що відповідає найменшій силі звуку, сприйманого вухом при даній частоті.

Мал.1 – Область звукових коливань.

I – інфразвукова; II – акустична; III – ультразвукова; IV – гіперзвукова.

З малюнка випливає, що вухо людини сприймає звукові коливання великого діапазону частот. При перевищенні значень межі порога чутності слуховий апарат разом зі слуховим центром мозку може сприймати звукові коливання не тільки акустичного, але ультразвукового та інфразвукового діапазонів.

Значний фізіологічний вплив на організм людини роблять нечутні *інфразвуки*, що особливо мають великі амплітуди коливань, що входять у резонанс із коливаннями внутрішніх органів і можуть відчуватися як біль у вухі. У природних екосистемах інфразвуки коливання виникають при землетрусах, ураганах, штормах і інших природних катаклізмах. У штучних екосистемах вони виявляються при роботі машин і механізмів.

Багато джерел інфразвуку мається на транспорті. З ним сполучена робота компресорних установок, гальмових систем потягів і вантажних автомобілів, тягових електродвигунів, дизелів, газових турбін і т.д.

У транспортних процесах інфразвуку, як правило, супроводжують високочастотні звуки акустичного діапазону, тому інфразвук мало відчуємо, але від цього не стає менш небезпечним.

Двигун ВР – складне джерело звукового випромінювання, що складається з багатьох окремих джерел шуму і вібрацій, що виникають при його роботі.

Процес випуску з-за інтенсивної пульсації ОГ, що минають через випускний клапан – найбільш гучний у двигуні /125-130дБ/. Тому при розробці протишумних засобів у системі випуску приділяється особлива увага. Наприклад, глушители випуску. Найкращі з них забезпечують зниження шуму до 70дБ. Багато останніх моделей легкових автомобілів оснащені гарними глушителями, а також «безшумними» шинами.

Усі нові частини автомобілів проходять іспит на «гучність» відповідно до санітарних норм і правил ДСТ 19855-85 «Зовнішній і внутрішній шум автотранспортних засобів. Припустимі рівні і методи вимірів».

Інший ефективний напрямок – застосування звуко- і віброізоляції, звуко- і вібропоглинання безпосередньо на самих транспортних засобах. Це дозволяє знизити рівень коливальної енергії, що поширюється від джерел її виникнення.

Істотний захисний ефект досягається в тому випадку, якщо житлова забудова розміщена на відстані не менш 25-30 м від автомагістралей і зони розриву озеленені.

Захисний ефект може бути досягнутий за допомогою зонування на початку невисокі будинки нежитлового призначення, у наступній зоні – малоповерхову житлову забудову, далі житлову забудову підвищеної поверховості й у найбільш вилученій від магістралі зоні – дитячі установи, школи, поліклініки, лікарні і т.д.

Серед мір боротьби з транспортним шумом: розміщення гаражів і стоянок автомашин у «підвальних» поверхах міста.

Великий шумозахисний ефект дає введення в експлуатацію окружних автомобільних доріг.

У Японії прокладене неслизька дорожня полотнина, що володіє звукобирними властивостями. Для цього в асфальтобетон вводять епоксидну смолу /0,7-1,5 по масі/, гуму й отвірдувач; пористість матеріалу складає 16-35%, водопроникність 0,1-20 см/с, ступінь звукопоглинання 71-100%.

В Австралії автомагістралі покривають «шипучим» асфальтом, розробленим віденською фірмою «ЦТ Битумен». Новий асфальт поглинає шум від руху, що адекватно скороченню числа проїжджаючих автомобілів наполовину або зменшенню ними швидкості на 25%. Інша коштовна властивість асфальту в тім, що він поглинає воду, і шосе

навіть у самий дощ залишається сухим, узимку не утворюється лід. Зчеплення з автошинами в нового асфальту краще чим у звичайного.

Література.

1. М.М.Болбас. Транспорт и ОС. г.Минск, УП «Технопринт», 2004, 261с.
2. С.О. Аностолюк, Промислова екологія, К., "Знання", 2005, 473 с.

Лекція №10: Характеристики екологічно-чистих видів палива.

1. Водень.

Переваги:

- 1) спалюючись, утворює воду (немає токсичних відходів, тільки NO_x);
- 2) виділення водню з води робить цей вид палива практично невичерпним;
- 3) теплота згорання в 2 рази вище, ніж у бензину (1кг водню на 35км пробігу);
- 4) технологія перекладу ДВЗ на водень нескладна.

Недоліки:

1) водень значно дорожче бензину (у даний час водень добувають із природного газу, вугілля, рідше з нафти і незначно з води). Процес електролізу вимагає великих енергетичних витрат, чим сам енерговміст отриманого водню. Водень – паливо майбутнього;

2) вибухонебезпечність при взаємодії з киснем;

3) низька об'ємна енергоємність водню (при нормальних умовах щільність водню складає $0,09 \text{ кг/м}^3$, тому раціонально зберігати водень або в стиснутому стані, або в зрідженому, або у вторинних енергоносіях (металлогідрадах));

4) у стиснутому стані еквівалент бензобака 60-75 л – балони місткістю $1,5-1,8 \text{ м}^3$ – загальна маса водню = 1,5-2 кг.

5) при збереженні водню в зрідженому стані необхідно забезпечити надійну теплоізоляцію балона, тому що температура рідкого водню – $253 \text{ }^\circ\text{C}$. Його зберігають у криогенних резервуарах з подвійними стінками, простір між якими заповнено ізолюючими матеріалами. Рідкий водень приблизно в 10 разів легше бензину; з урахуванням більшої енергоємності обсяг криогенних баків у 4-5 разів більше бензобаків. Запас водню в 10 кг, на пробіг легкового авто – 400-500 км – вага бака 1,2 т.

Найбільш перспективним є збереження водню в з'язаному стані в складі металлогідратів. Спосіб заснований на властивостях деяких гідратів металів при низьких температурах поглинати водень, а при високих - виділяти. Під час роботи двигуна гідрат нагрівається гарячою водою або ВГ і виділяє H_2 . Наприклад магнієві гідрати виділяють H_2 при температурі $300 \text{ }^\circ\text{C}$ й тиску – $0,15 \text{ Мпа}$, гідрат сплаву заліза з титаном при $80 \text{ }^\circ\text{C}$.

Щільність упакування водню в металлогідратах вище, ніж у рідкому стані, тому обсяг реакторів менше, ніж обсяг криогенних баків, але вони виходять більш важкими і таки громіздкими.

Недоліки: потужність двигуна зменшується на 20%, внаслідок малої щільності водню в газоподібному стані. Велика швидкість згорання приводить до детонації. Як антидетонаційні властивості використовують воду, на 1 кг водню 4-5 кг води додають у впускную систему. При $\alpha=1,2$ можливі забруднення NO_x , при $\alpha=1,8$ вони цілком зникають.

Добавка 5% водню в бензин зменшує вимоги до октанового числа на 10%, зменшуються витрати палива на 25..40%, збільшується ККД на 25%-двигуна. Скорочуються викиди забруднюючих речовин особливо на Х.Х. Цей напрямок є – перспективним.

2. Аміак (NH_3).

У звичайних умовах аміак являє собою токсичний газ з різким запахом, однак при його згоранні утвориться тільки один токсичний елемент - NO_x . Висока температура запалення 650°C , повільне згорання, антидетонаційні властивості.

Переваги:

- 1) температура робочого процесу при згоранні аміаку нижче в вуглеводневого палива, тому кількість NO_x значно менше;
- 2) сировинні ресурси для виробництва аміаку великі, а вартість невисока.

Недоліки:

- 1) необхідно істотна зміна конструкції двигуна (потрібно підвищити ступінь стиску, підсилити запалювання, увести підігрів робочої суміші);
- 2) аміак (NH_4OH) як луг агресивний у відношенні міді, бронзи і деяких інших металів і сплавів;
- 3) аміак - ТР (токсична речовина).

Ці недоліки відсутні в гідрозині – азотно-водневому паливі, якість не гірше бензину, відсутні викиди токсичних речовин. Можливість використання в зонах з температурою вище 17°C т.я. при $t=17^\circ\text{C}$ замерзає гідрозин. Виготовляють - гідрозину – 64%; аміак – 10%; вода – 26%, тоді відсутня детонація.

3. Синтетичні спирти. – Метанол і етанол.

3.1 Метанол (CH_3OH) – (метиловий спирт) одержують з вугілля, сланців, деревини. Він трохи важче бензину і у 2 рази менш енергоємний.

Переваги:

- 1) у 2-3 рази менше ТР (токсичних речовин) в ВГ, ніж бензин.

Недоліки:

- 1) у холодний час року утруднений пуск двигуна;
- 2) вартість вище, ніж у бензину;
- 3) метанол у присутності води підсилює корозію металів.

3.2 Етанол ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) – етиловий спирт. Відрізняється від метанолу підвищеної на 25-30% енергоємністю (менше необхідний обсяг баків) і меншим змістом C_nH_m в ВГ.

4. Ацетилен.

Закордонними країнами в останні роки використовується ацетилен як моторне паливо. Зменшення викидів CO – 2,5 рази, C_nH_m – 3 рази, збільшення NO_x при $\alpha=1,43$, при $\alpha=2,2$ зменшується до 0.

5. Рослинні олії.

В останні роки на Україні й у країнах Європи вивчається питання зміни бензинів на олію з рапсу. Врожай 15-20 центн. з га.

Рапсову олію використовують для виготовлення моторного палива – метилефір. З 1000 л олії і 110 л метанолу, 16 л каталізатора (гідроксид калію або натрію) одержують – 1000 л метилефіра.

В основному застосовується для дизельних двигунів, якість не уступає дизпаливу. Дінамічні характеристики ДВЗ при перекладі на метилуфір практично не змінюються.

Викиди: CO – незначно збільшуються, димність – збільшується (через більшу в'язкість), у 70 разів зменшуються викиди сірі.

6. Зріджені нафтові гази

Зріджений нафтовий газ являє собою суміш вуглеводнів, що при температурі навколишнього середовища і порівняно невеликому надлишковому тиску (1-2 МПа) переходять з газоподібного стану в рідке. Основними їхніми компонентами є пропан, бутан, пентан.

Випускаються зріджені гази двох марок: СПБТЗ – суміш пропану і бутану технічна зимова і СПБТЛ – суміш пропану і бутану технічна літня. Склад зимової суміші – не менш 75% пропану і не більш 20% бутану, літньої – не більш 34% пропану і не менш 60% бутану. Ці гази призначені в основному для побутових нестатків і іноді застосовуються для газобалонних автомобілів. Практика показує, що техніко-економічні показники роботи газових двигунів у великій мірі залежать від компонентного складу газу і їхній потрібний рівень може бути забезпечений тільки при його строгій регламентації. Такий регламентований склад зріджених нафтових газів, призначених для газобалонних автомобілів, установлений ДСТ 27578-87 «Гази вуглеводородні зріджені для автомобільного транспорту». ДСТ передбачає випуск двох марок зрідженого нафтового газу: ПА – пропан автомобільний, для температур $-20...-303$, ПБА – пропан бутан автомобільний, для температур до -20°C .

По ряду важливих моторних властивостей, що характеризують газ як паливо для двигунів, зріджені гази не уступають навіть перевершують бензин. Так, високі октанові числа зріджених нафтових газів, особливо їхнього компонента – пропану, значно перевищуючий цей показник бензинів, дозволяють збільшити ступінь стиску у двигунів, поліпшити їх енергетичні і паливно-економічні показники (таб. 1).

Таблиця 1- Детонаційні характеристики газів і бензинів

Паливо	Октанове число (по моторному методу)	Ступінь стиску
Пропан	96	10-12

Бутан	89	7,5-8,5
Бензин А-76	76	6,5
Бензин А-93	85	8,2

Сприяють поліпшенню роботи двигуна і більш високі (на 15-20%), чим у бензину, межі займистості зріджених газів.

У порівнянні з бензином газоподібне паливо рівномірній переміщується з повітрям і розподіляється по циліндрах, рідка фаза топливоповітряної суміші, що надходить у циліндри, відсутнє, унаслідок чого виключається змивання змащення з дзеркала циліндра, набагато менше розріджується і забруднюється олія. У результаті зменшуються зноси деталей циліндропоршневої групи, нагароутворення, поліпшуються умови роботи свіч запалювання, у 2-2,5 рази збільшується термін зміни олії в картері двигуна.

На транспортних засобах це паливо міститься в балонах під тиском 1,2 Мпа в рідкому виді. Автомобілі, що працюють на зрідженому нафтовому газі, у порівнянні з бензиновими мають: більш високі ступені стиску; більш низький рівень токсичності газів, що відробили, (зміст оксиду вуглецю менше в 3-4 рази, оксидів азоту – у 1,2-2, вуглеводнів у 1,2-1,4 рази); більш високий моторесурс і надійність роботи двигунів.

Незважаючи на те, що виділення теплоти на одиницю маси трохи більше, ніж у бензину, теплота згоряння робочої суміші в них на 6-8% нижче. Це, а також зменшення коефіцієнта наповнення циліндрів, приводить до зниження потужності двигуна при перекладі його з бензину на газ.

7. Стиснутий природний газ.

Широке застосування газобалонних автомобілів на зрідженому нафтовому газі в перспективі буде стримуватися в зв'язку з обмеженістю ресурсів зрідженого нафтового газу і великою цінністю його як сировини для хімічної промисловості. У цьому плані значно великі перспективи у стиснутого природного газу, що порозумівається величезними запасами природного газу, його відносною дешевиною, прискоренням розвитку газової промисловості.

Для заправлення автомобілів застосовується стиснутий природний газ двох марок: А і Б.

У порівнянні з бензином стиснутий природний газ як паливо для двигунів забезпечує: значне зниження (до 90%) шкідливих викидів, особливо З, з газами, що відробили; збільшення в 1,5 рази міжремонтного пробігу; підвищення в 2-3 рази служби моторної олії завдяки відсутності його розрідження і зменшенню забруднення (це веде до зменшення витрати олії на 30-40%). У той же час застосування стиснутого природного газу замість бензину супроводжується зниженням потужності двигуна на 18-20%. Газобалонні автомобілі на стиснутому природному

газі мають менший запас ходу (не більш 200-250 км). Унаслідок великої маси товстостінних балонів для стиснутого природного газу (батарея з восьми таких балонів місткістю 50л кожний має масу більш 0,5т) на 9-14% знижується вантажопідйомність автомобілів. Зазначені переваги і недоліки газобалонних автомобілів, що працюють на стиснутому природному газі, визначають раціональну область їхнього застосування. Це перевезення у великих містах і прилягаючих до них районах, зокрема обслуговування підприємств торгівлі, зв'язку, побуту й ін. При цьому найважливіше значення мають питання зменшення забруднення навколишнього середовища.

Робота дизеля на газоподібному паливі можлива тільки за рахунок організації газодизельного процесу, тому що температура кінця стиску не достатній для запалення цього палива.

8. Спирти.

В умовах паливно-енергетичної кризи ефективно застосування синтетичних спиртів як добавку до бензину. У цьому випадку відпадає необхідність внесення змін у конструкцію двигуна, з'являється можливість використання бензину з трохи меншим октановим числом, заміна етилованого бензину неетилованим. Застосування бензометанольної суміші з добавкою 15% метанолу (таку добавку вважають оптимальною) дозволяє підвищувати на 6% динамічні якості автомобіля і на 3-5% його потужність, одержувати економію бензину до 14%, зменшувати викид вуглеводнів на 20%, оксидів азоту на 30-50%.

Реальним представляється застосування спиртів і в дизельних двигунах. При цьому мають місце складності обумовлені високою питомою теплотою випару спиртів. У метанолу вона дорівнює 1,102 МДж, у етанолу 0,905, а в дизельного палива тільки 0,226 МДж. Це приводить до того, що при упорскуванні чи метанолу етанолу температура повітряного заряду в циліндрі знижується на 198 чи 110° відповідно, у той час як при упорскуванні дизельного палива зниження температури складає тільки 17°. Таке значне переохолодження суміші приводить до затримки її запалення і більш різкому наростанню тиску в циліндрі (робота двигуна стає твердою). Щоб уникнути цього, необхідно підвищувати і без того високий ступінь стиску, а це спричиняє такі небажані явища, як збільшення маси двигуна, зниження механічного КПД і т.д. Як вихід тут можуть розглядати наступні варіанти: організація випуску в циліндр карбюраторної суміші зі спиртом і упорскування дизельного палива через форсунку; упорскування дизельного палива і спирту через окремі форсунки з підбором оптимальних кутів випередження упорскування запальної й основної порцій палива; пуск дизельного двигуна на дизельному паливі з наступним уведенням у другий такт спиртової емульсії.

Одним з важливих питань застосування спиртів як паливо для автомобілів є організація їхнього великомасштабного виробництва. Сировинна база для виробництва метанолу в різних країнах різна: у Німеччині, наприклад, це в основному вугілля, у країнах СНД – природний газ. Але для виробництва метанолу необхідно велика кількість сировини (від 3 до 6 т вугілля, наприклад, на 1 т спирту). Тому метанол поки в 1,5-2 рази дорожче бензину. На думку фахівців, метанол може розглядатися як масове автомобільне паливо тільки у віддаленій перспективі (не раніше чим через 30-50 років).

Етанол на відміну від дорогого метанолу уже в даний час лише незначно дорожче нафтового палива й у ряді країн застосовується на автотранспорті як у чистому виді, так і (в основному) у виді 10-15%-ої добавки до бензину (така суміш називається газохолом). Газохол застосовується в США, де на початку 80-х років 3 тис. автозаправних станцій робили заправлення цим видом палива. У Бразилії вже зараз вартість етанолу, одержуваного з відходів цукрового очерету, нижче вартості бензину. Вважається, що етанол у найближчі 15-20 років зможе у випадку вкрай несприятливого положення з нафтовим паливом одержати поширення в капіталістичних країнах, а в ряді країн, що розвиваються, стати основним видом автомобільного палива.

Література.

- 1) Ю.Ф.Гутеревич. Екологія автомобільного транспорту, К., 2002 р,
- 2) Ю.С.Козлов. Екологічна безпека автомобільного транспорту, М., 2002р.

Лекція №11: Альтернативні двигуни і нові джерела енергії

1. Дизельний двигун

Переваги. Витрата палива менше на 35...50% у порівнянні з бензиновими. Працює на більш бідній суміші, на 1 кг палива подається 18...20 кг повітря, а при малих навантаженнях і на холостому ходу до 100 кг (у бензинових 11...12 кг, а в режимі холостого ходу і на середніх навантаженнях 16...17 кг). ККД – до 40% (у бензинових до 27%). Менше викидів токсичних речовин. При згорянні 1000 л палива в атмосферу виділяється:

СО: дизель – 25 кг; бензиновий – 200 кг

C_mH_n : дизель – 8 кг; бензиновий – 25 кг

NO_x : дизель – 36 кг; бензиновий – 20 кг

Сажа: дизель – 3 кг; бензиновий – 1 кг

Недоліки. Велика питома маса ДВЗ. Складність конструкції й обслуговування. Гучність.

Шляхи удосконалювання. Паливної апаратури, системи газорозподілу, системи наддування, керамічних матеріалів (виключається система охолодження – зменшується маса і габарити).

2. Роторний двигун

Давно запатентований німецьким механіком Ванкелем роторний двигун (1854) на протязі багатьох літ допрацьовувався у ФРН, де невелике виробництво їх було почато лише в 1964р.

Роторний двигун, у якому кривошипно-шатунний механізм замінений приводним ексцентриковим елементом, зв'язаним з обертовим поршнем. Поршень при обертанні по епітроході утворює камери згорання.

Побачивши збоку ротор має форму трикутника з випуклими сторонами. Ротор встановлюється усередині овального корпуса з каналами для охолодної рідини. При обертанні ротора три його вершини обкатуються по стінці корпуса, утворити три взаємно герметизуємих камери зі змінюваним робочим обсягом (А,У,З), розташовувані через 120° по дузі окружності. Камера А засмоктує палив-повітряну суміш, у камері В здійснюється стиск суміші, випуск продуктів згорання виробляється з камери С. При повороті ротора камера А заповнюється новим зарядом, розширення продуктів згорання виробляється в камері В, що забезпечує обертання ексцентрикового вала через ротор, процес випуску продуктів згорання продовжується з камери С. Кожна з цих камер забезпечує реалізацію повного чотиритактного циклу згорання при кожному повному обороті ротора, тобто за один повний оборот трикутного ротора двигун закінчує чотиритактний процес три рази, а ексцентриковий елемент здійснює рівне число оборотів.

Рис.1 Конструкція та принцип дії двигуна Ванкеля:

1 – ротор; 2 – зубчасте колесо з внутрішнім заціпленням; 3 – свіча зажигання; 4 – закріплена в корпусі шестірня; 5 – опорна поверхня ексцентрика.

Ротор постачений ущільненнями як торця, так і вершин. Він має концентрично розташоване зубчасте колесо з внутрішнім зацепленням і підшипники для вала ексцентрикового елемента. Зубчасте колесо з внутрішнім зацепленням взаємодіє із шестірнею, встановленою в корпусі. Ця шестірня розташована концентрично відносно ексцентрикового вала. Шестерний механізм не передає зусиль, а служить для напрямку обертального поршня (ротора) при переміщенні його по епитрохоїде, що необхідно для синхронізації роботи поршня і ексцентрикового вала.

Внутрішня шестірня і зовнішнє зубчасте колесо забезпечують одержання передатного відношення 3:2. Ротор обертається з кутовою швидкістю рівної $2/3$ від кутової швидкості вала, але в протилежному напрямку. Така схема дозволяє одержувати швидкість ротора, рівну тільки $1/3$ від кутової швидкості вала щодо корпусу.

Газообмін регулюється самим поршнем, що при своєму обертанні послідовно проходить над отворами (вікнами) у корпусі.

Особливості робочого процесу двигуна Ванкеля дозволяють домагатися більш якісного згоряння з меншим змістом оксидів азоту. Компактність і конструктивні особливості двигуна полегшують установку додаткових приладів для очищення газів, що відробили, і поліпшують протікання реакцій у них унаслідок більш високої температури газів, що відробили, (незважаючи на більш низьку температуру згоряння).

До недоліків двигунів Ванкеля варто віднести їхній менший термін служби в порівнянні зі звичайними поршневыми через конструкційні складності при забезпеченні необхідної щільності між корпусом (блоком) двигуна і ротором у міру зносу їх у процесі експлуатації і гіршу економічність.

Переваги:

- менша маса;
- компактність;

- високообертність;
- велика питома потужність на одиницю маси;
- простота виробництва;
- відсутність вібрацій;
- здатність працювати на паливі з низьким октановим числом.

Недоліки:

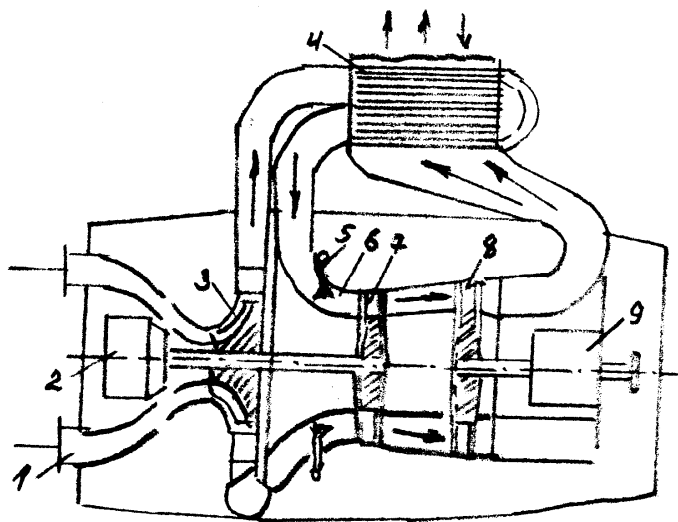
- менша економічність;
- конструкційні труднощі з забезпеченням необхідної щільності між корпусом і ротором;
- поганий ступінь стиску;
- у 6 разів менше довговічність.

Токсичність:

- менш токсичний вихлоп у результаті меншого змісту окислів азоту (низька температура згоряння);
- підвищена токсичність CO, CH через погане згоряння і низький ступінь стиску.

3. Газотурбінні двигуни (ГТД)

Останні 25-30 років проводяться дослідження й експерименти по використанню ГТД для автомобілів.



турбіни;

- 1 – забірна труба;
- 2 – додаткові механізми;
- 3 – компресор;
- 4 – теплообмінник;
- 5 – форсунка;
- 6 – камера згоряння;
- 7, 8 – компресорна і силова турбіни;
- 9 – редуктор

Рисунок 2 – Газотурбінний двигун

Повітря з О. С. по трубах 1 подається лопатки компресора 3, де стискується і подається в теплообмінник 4, там піддається ВГ і подається в камеру згоряння 6, у яку форсунками 5 упорскується паливо. Робоче тіло

обертає лопатки турбіни 7 і 8, виконуючи роботу, турбіна обертає компресор 3 і допоміжні механізми 2. Турбіна 8 обертає редуктор 9 і привод машини. ВГ проходять через теплообмінник 4 і викидаються в атмосферу.

При потужності газотурбінної установки 300-500 квт її габарити і маса приблизно вдвічі менше, ніж у дизеля.

Одним з переваг газової турбіни є також те, що олія не стикається безпосередньо з відкритим полум'ям, його старіння і вигорання незначні, так що заміна змащення може бути проведена через 160 тис.км пробігу автомобіля. Термін служби газової турбіни до капітального ремонту досягає 800 тис.км пробігу автомобіля, що перевищує довговічність самого зробленого поршневого двигуна. Газові турбіни мають ряд інших переваг: відсутність обмежень по октановому і цетановому числу палива; можливість застосування альтернативних палив, у тому числі і стиснутому природному газі, без істотних змін у конструкції камери згорання і системи топливоподачі, більш високу ремонтпригодність за рахунок модульної конструкції; істотно менші обсяги і вартість технічного обслуговування (у 1,5-2 рази в порівнянні з дизелем); менші обсяги і вартість капітального ремонту; безвідмовний пуск при низьких температурах навколишнього повітря (без попереднього підігріву) і можливість збільшення температурного циклу за рахунок застосування кераміки, що дозволить у перспективі зменшити питому витрату палива.

Недоліки:

- низька паливна економічність;
- мала приємність;
- неможливість динамічного гальмування;
- висока вартість;
- можливість улучення птахів.

Токсичність:

- низький рівень токсичності, СО у ВГ ГТД у 6 разів менше ніж у дизельного й у 60 разів менше ніж у карбюраторного, NO у 45 і 15 разів менше ніж для дизельного і карбюраторного, СН у 7 і 25 разів менше ніж для дизельних і карбюраторного, альдегідів у ВГ ГТД практично немає.

Спроби застосувати ГТД на автомобілях були початі давно. Ще в 1959 р. у СРСР був створений експериментальний автобус, обладнаний ГТД. З закордонних країн інтерес виявили США, Великобританія, Швеція. В даний час зібрано більше сотні експериментальних ГТ автомобілів.

Великий інтерес представляють експериментальні автомобілі з ГТД у конструкції яких використана жароміцна кераміка.

Поки ж ГТД залишається складним по конструкції і дорогим. Таким чином, поки недостатньо підстав вважати газову турбіну серйозною альтернативою традиційним поршневим ДВЗ.

4. Парові двигуни

Уперше паровий двигун з'явився у Франції більш 100 років тому. Тихохідний “омнібуси” у Парижі робили рейси ще в 1873 р., тоді ж були створені і легкові автомобілі з паровим двигуном, що розвивали швидкість до 65 км/год. Парова машина була розміщена під підлогою автомобіля. Парові машини працювали довгий час і після створення ДВЗ. Остаточоно були зняті з виробництва на початку 30-х років.

Переваги:

- робота на будь-якому виді палива;
- легкість у керуванні (одна педаль);
- приємність.

Недоліки:

- погана економічність;
- громіздкість (через наявність парового котла);
- підвищена небезпека (можливість вибуху);
- велика тривалість запуску (від 1,5 до 10 хв.);
- небезпека замерзання води.

Токсичність. Паровий двигун екологічно абсолютно чистий. Токсичність ВГ при газі чи дизельному паливі виявляється істотно нижче, ніж у дизелів.

5. Двигуни Стирлінга

Двигун Стирлінга також відноситься до категорії двигунів зовнішнього згоряння. Він має ряд переваг. Головне з них – менша в порівнянні з двигуном внутрішнього згоряння токсичність газів, що відробили, при відсутності викидів картерних газів (табл. 1).

Таблиця 1 – Зміст основних токсичних речовин в отработавших газах двигунів різних типів, грам на 1 мілью пробіга

Токсичні компоненти	Двигуни			
	Дизельний	Стирлінга	Карбюраторні	
			Без нейтралізації	При дотриманні встановлених стандартів
Оксид углерода	1,60	0,43	87,5	3,40
Углеводороды	0,32	0,12	8,6	0,41
Оксид азота	1,48	0,37	3,5	0,40

Крім того, двигуни Стирлінга мають високий і мало залежний від навантаження КПД, малий шум при роботі, низьку температуру газів, що відробили, більш високий у порівнянні з двигунами внутрішнього згоряння коефіцієнт пристосовності, гарні пускові якості.

У двигунах Стирлінга можуть бути використані всілякі джерела тепла. Найбільше розповсюдженою є топка з пальником, що працює на рідкому паливі. У такому випадку склад газів, що відробили, залежить від повноти згоряння використовуваного палива в казані підігрівника. Оскільки мова йде про безупинний процес згоряння, що відбуває при відносно невисокій температурі і значному надлишку повітря, згоряння в топці досить повне й емісія токсичних речовин невелика. При використанні інших джерел тепла, наприклад електрична, ядерна чи сонячних, емісія токсичних речовин цілком відсутнє.

Робочий цикл і принцип дії двигуна Стирлінга полягає в наступному. У фазі I (мал. 3) робочий поршень (нижній) розташовується в нижній позиції, а витискувальний (верхній) поршень – у верхній позиції; робочий газ розширюється в «холодній» зоні між двома поршнями. При переході з фази I у фазу II робочий поршень стискає робоче тіло в «холодній» камері. Витискувальний поршень у цей час залишається в колишній верхній позиції. При переході з фази II у фазу III витискувальний поршень переміщається вниз, витісняючи робоче тіло через теплообмінник спочатку в регенератор (де відбувається абсорбція теплової енергії, запасеної в робочому тілі), а потім і в нагрівач (де здійснюється нагрівання робочого тіла до максимальної температури). Тому що робочий поршень при цьому залишається у своїй нижній позиції, робочий обсяг також зберігається незмінним.

Рис.3 – Робочий цикл двигуна Стирлінга:

1 – робочий поршень; 2 – витіснювальний поршень; 3 – “холодна зона”; 4 – “гаряча зона”; 5 – теплообмінник; 6 – регенератор; 7 – нагрівач.

Нагрітий до максимальної температури робочий газ потім входить у «гарячу» зону над витискувальним поршнем. При переході від фази III до фази IV відбувається розширення нагрітого газу; робітник і витискувальні поршні зміщаються в крайні нижні позиції і при цьому генерується потужність. Цикл закінчується при переході від фази IV до

фази I, коли при переміщенні витискувального поршня нагору знову відбувається витиснення газу через нагрівач у регенератор з інтенсивним розсіюванням теплоти. Залишкова теплота поглинається в теплообміннику перед надходженням робочого тіла в «холодну» зону.

Як робочий газ звичайно застосовується водень, що має високу питому теплоємність. Тому що теплообмінник повинний віддавати в навколишнє середовище всю теплоту, отриману в процесі роботи, двигуни Стирлінга вимагають застосування теплообмінників значних розмірів.

До недоліків двигуна Стирлінга відносяться: відносно невисока приємність, складність конструкції більшості систем, гірші в порівнянні з двигунами внутрішнього згоряння масові і габаритні показники установки.

Регулювання потужності двигуна здійснюється зміною маси робочого тіла.

До дійсного часу побудовано досить багато дослідних зразків потужністю 7 – 265 кВт. Випробування ведуться в США, Німеччині, Швеції, Нідерландах та ін.

За рубежом застосовується на підводних човнах.

Американці, при польоті в космос (Апполон), брали із собою двигун Стирлінга. Двигун, сприймаючи сонячне тепло, виробляв енергію з ККД = 15%.

Переваги:

- високий ККД – 25 – 40%;
- здатність працювати на різноманітному паливі;
- безшумність роботи.

Недоліки:

- висока вартість;
- велика маса, габарити, громіздкість;
- складність конструкції;
- технологічно нерозв'язні питання (ущільнення штока, поршня при високому тиску, $P_{cp} = 200 \text{ кг/см}^2$).

Токсичність:

- найнижча токсичність (як у парового):
 $\text{CO} - 0,02\%$,
 $\text{CH} - 0,0004 - 0,0006\%$,
 $\text{NO} - 0,04 - 0,12\%$.

6. Інерційний двигун

Самий древній двигун, тому що гончарне коло, що більш 5 тис. років, власне кажучи є маховиком. Більш 100 років тому, у 1860 р. російський інженер В. И. Шуберський досліджував можливості маховика, як транспортного двигуна. Однак, реалізацію ця ідея одержала лише в середині

20 ст. У 1945 р. швейцарська фірма «Ерлікон» розробила маховичний автобус – «гіробус». Партія 17 шт. була виготовлена фірмою у 1953 р. і протягом 16 років вони курсували на маршрутах довжиною від 4,5 до 7,7 км.

Основу двигуна представляє маховик діаметром 1626 мм, маса 1500 кг (10% від маси автобуса) час розкручування – 25 хв. до 3000 про/хв. «Запасав» потужність 9,5 кВт·год, загальна маса – 2900 кг, швидкість 20 – 25 км/год. На відстані 2,5 км витрата 60% запасів енергії і необхідність підзарядки. При відстані між зарядними станціями 2 км, час необхідне для відновлення запасу енергії, складає 40 с.

Фірма «Локхід» у США розробила гідротролейбуси, у яких установлений маховик масою 314 кг, діаметром 1140 мм, висотою 570 мм, відстань – 9,6 км.

Більш реальним є застосування гібридних силових систем, що включають ДВЗ і маховик. У 70-х роках у США був створений шестимісний автомобіль із ДВЗ 44 кВт, у багажнику маховик діаметром 950 мм, маса – 231 кг, потужність – 100 кВт. Початкове розкручування – від зовнішньої електромережі. Шлях – 38 км, швидкість – 48 км/год.

Переваги:

- екологічна чистота;
- безшумність;
- високий ККД.

Недоліки:

- малий запас ходу;
- велика маса, габарити.

Рекуперативні системи. Автомобілі з рекуперативними системами мають звичайний двигун і маховик, що підключається до трансмісії автомобіля при розгоні і гальмуванні. Енергія, запасена в маховику при гальмуванні, використовується при розгоні автомобіля. Двигун на початку гальмування виключається й автоматично включається наприкінці розгону. Необхідність використання гальм виникає лише в екстрених випадках, виключається робота на режимах розгону і неодруженого ходу, що дозволяє різко знижувати виділення газів, що відробили, в атмосферу.

Типовим прикладом автомобіля з маховичним рекуператором енергії є автомобіль, розроблений і виготовлений у Винконсинському університеті (США). Силовий агрегат автомобіля (мал. 4) включає стандартну чотирьохскоростну коробці передач і безступінчасту трансмісію на основі гідрооб'ємного привода. Маховик діаметром 0,58 м і масою 1350 кг обертається у вакуумному корпусі з частотою 11000 хв⁻¹ із утратами на обертання при цій частоті не більш 0,74 квт. Запас енергії в маховику 0,5 квт/ч. Маховик у цьому приводі з'єднаний через муфти з двигуном і коробкою передач, що у свою чергу передає обертання через карданний вал на диференціал ведучого моста з убудованою гідрооб'ємною безступінчастою передачею.

Рис. 4 – Інерційний рекуператор к легковому автомобілю

1 – маховик; 2 – двигун; 3 – коробка передач; 4 – диференціал; 5 – відома вісь; 6 – оборотна гідромашина.

Рекуперація енергії гальмування дуже ефектна. Справа в тім, що гальмування буває звичайно дуже короткочасним і електроакумулятори, установлені на електромобілях, не в змозі сприймати і малої частки енергії гальмування. Пуск у хід і розгін електромобіля при їзді в міських умовах удвічі скорочує пробіг. Наявність навіть невеликого маховика в рекуператорі на електромобілі дозволяє робити його розгони практично тією енергією, що була накопичена в маховику при гальмуванні, економія енергії при цьому може досягати 30-50%.

Недоліком автомобілів з інерційними акумуляторами є те, що для створення компактних і легких маховиків, здатних витримувати величезні окружні швидкості, потрібні спеціальні форми і матеріали, значно дорожче виготовлення. З метою підвищення енергоємності маховика і збереження його щодо невеликих габаритів суцільний металевий диск заміняють сталеву пружинною стрічкою. Такий маховик у 6 разів перевершує звичайні маховики по щільності запасеної енергії. Розриви стрічкових маховиків не так руйнівні, як монолітних. Зате швидкості обертання ростуть, а разом з ними збільшується запасена кінетична енергія.

7. Електричні двигуни

Використання електродвигунів на транспорті відомо давно. Основні джерела електричного струму – акумуляторні батареї, що мають малу питому електроенергію – 25-30 кВт·год/км і термін служби.

В даний час розроблені і підготовлені до виробництва нові типи батарей з підвищеною питомою енергією – натрійнікельхлоридні (90 – 130 Вт·год/км) – питома потужність 170 Вт/кг, електричний ККД – 91%, термін служби 5 років або 1500 циклів зарядки-розрядки, пробіг – 150 тис. км.

Основні переваги електромобілів полягає у відсутності викиду газів, що відробили, і безшумності роботи. Витрати на їхній ремонт відносно невеликі. Це порозумівається простотою ремонту. Електромобілі мають

гарну маневреність, динамічністю. Усе це визначило застосування їх у міських умовах експлуатації (короткі пробіги, часті зупинки, насичений транспортний потік). От чому електромобілі вже сьогодні одержали досить широке поширення при транспортуванні в містах дрібних партій вантажів, продуктів, пошти, доставці білизни з пралень, зборі і вивозі сміття, очищенню і поливанню вулиць і т.п.

Вважати електромобіль екологічно безпечним не можна, тому що він лише виносить джерело забруднення за межі міст, тому що силові електростанції є самі по собі загрязнювачами атмосфери. Фахівцями фірми «Дженерал моторс» встановлено, що для пробігу 1 км легковому автомобілю необхідно затратити 0,31 квт/год електроенергії. Для одержання такої кількості електроенергії необхідно спалити на електростанції 0,43 кг вугілля, а це значить, що в атмосферу виділиться значно більше забруднюючих речовин, чим виділяє на тім же пробігу двигун внутрішнього згоряння. Крім того, варто враховувати, що при зарядці акумуляторних батарей в атмосферу виділяється водень.

З перспективних систем електроживлення слід зазначити алюмінієво-повітряний паливний елемент, у якому електрична енергія утвориться за рахунок хімічної реакції металевого алюмінію з киснем з атмосферного повітря в присутності електроліту. Продукт реакції – тригидроксид алюмінію – випадає з розчину у виді осаду, з якого при наступній обробці на заводі може бути отриманий чистий алюміній.

Відновлення працездатності виснаженого алюмінієво-повітряного паливного елемента здійснюється не шляхом повільного заряду від електромережі, а долівкою води в електроліт через кожні 400-600 км пробігу і заміною анодних алюмінієвих пластин через кожні 1600-4800 км. Алюміній як паливо здатний виділити в 2 рази більше енергії на одиницю маси, чим бензин при згорянні в двигунах внутрішнього згоряння. Вважається, що вартість алюмінієвого палива еквівалента вартості одержання бензину з кам'яного вугілля.

Крім електромобілів, що мають автономні джерела енергії – акумуляторні батареї, існує інше рішення – індуктивне підведення енергії від закладеного в дорогу кабелю. Така розробка здійснена в США. Принцип її полягає в тому, що джерело енергії – силовий кабель знаходиться під проїзною частиною дороги, а приймач енергії розташовується на автомобілі. Передача енергії відбувається за принципом електромагнітної індукції через повітряний зазор близько 25 мм без механічного контакту приймача з дорогою.

Рух і керування автомобілем здійснюється за рахунок енергії від джерела, розташованого під проїзною частиною дороги. Установка акумулятора на борті електромобіля дозволяє йому рухатися по дорогах, не обладнаним джерелом енергії. Енергію для руху і зарядки бортових акумуляторів можна брати від дороги, поки автомобіль знаходиться в межах дії силового кабелю. Електричні перетворювачі, що підвищують

частоту електричного струму до 180 Гц, встановлюються уздовж дороги на відстані 8-10 км друг від друга.

Незважаючи на всіх труднощів, що коштують перед розвитком електромобілів, у перспективі вони будуть знаходити усе більше застосування. Подалі можливе одержання електричної енергії в результаті освоєння керованої термоядерної реакції, що дозволить добувати необмежені кількості електричної енергії без забруднення повітряного чи водяного середовища. Більшість провідних спеціалістів в області автомобільного транспорту вважають, що для масового впровадження електромобілів буде потрібно приблизно 20 років.

Перспективним напрямком є створення автомобілів з комбінованим приводом у яких використовується ДВЗ малої потужності і буферна акумуляторна батарея для тягових електродвигунів, що одержують електроенергію, вироблювану ДВЗ чи від акумуляторів. НПО «Элот» розроблений міський автомобіль «Москвич М2141-ЭК» на основі модульних тягових електроагрегатів:

- витрата палива на 100 км – 3,7 л,
- потужність ДВЗ – 22 кВт,
- вага ДВЗ – 70 кг,
- потужність ел. двигуна – 40 кВт,
- вага ел. двигуна – 60 кг,
- вміст CO, % - 0...0...0,5(існуюч. 1,5),
- вміст C_mH_n, % - 0...0...0,25(існуюч. 1,0).

Відсутні – зчеплення, коробка передач, генератор, стартер.

Адіабатні (керамічні) двигуни. Ряд закордонних фірм приступили до використання для традиційних двигунів нетрадиційного матеріалу – кераміки. Найчастіше застосовується кераміка на основі нітриду кремнію, оксидна кераміка, наприклад діоксид цирконію, а також інші керамічні матеріали, що володіють необхідними теплофізичними і прочностними властивостями.

Застосування керамічних матеріалів у двигателебудуванні, у першу чергу в конструкції поршнів, гільз циліндрів, голівок циліндрів, випускних трубопроводів (мал. 5), скорочує втрати тепла в стінки камери згоряння, дозволяє доводити робочу температуру її стінок до 700-1200°C (замість 400-500°C у звичайних двигунів). Це наближає робочий процес двигуна до адіабатного (тому такі двигуни називають адіабатними), тобто до процесу з обмеженими втратами тепла в навколишнє середовище. Підвищення початкової температури циклу робить двигун більш «гарячим», а отже, більш економічним і менш токсичним.

Рис. 5 Схема двигуна з використанням кераміки в якості теплоізоляційного матеріалу.

1 – розподільний вал;

- 2 – поршень;
- 3 – клапан;
- 4 – коромисло;
- 5 – форсунка;
- 6 – головка циліндру;
- 7 – гільза циліндру;
- 8 – шатун;
- 9 – колінчатий вал;
- А - звичайний матеріал;
- В - матеріал з використанням кераміки.

Скорочення втрат тепла в стінки камери згоряння дозволяє зменшувати витрати енергії на функціонування системи чи охолодження цілком їх усувати. Зниження витрати палива досягається також за рахунок зменшення габаритів, маси двигуна і моторного відсіку автомобіля внаслідок усунення рідинного радіатора, вентилятора, рідинного насоса, сорочок охолодження циліндрів і голівок циліндрів, а також за рахунок заміни традиційного жидкостного змащення деталей газової чи твердий.

Адіабатні двигуни є многотопливними. Порозумівається це тим, що при підвищенні робочих температур стінок камери згоряння з 470 до 700-1200°C різко знижуються періоди затримки запалення і вимоги до цетановому числа палива. Практично без стукотів двигун працює у всьому діапазоні режимів на паливах, що мають замість нормального для дизельного палива цетанового числа 52 цетанове число 30 і навіть 10. Іншими словами, в адіабатному двигуні можна використовувати паливо не нафтового походження – зріджене вугілля, спирти, зріджені сланці і т.п., що усуває залежність від дефіцитної нафти. В економічних відносинах адіабатний двигун більш вигідні не тільки через зниження викидів токсичних речовин з газами, що відробили, але і через зменшення рівня шуму двигуна в зв'язку з тим, що при високих температурах знижується твердість роботи.

Література

1. Козлов Ю. С. Экологическая безопасность автомобильного транспорта. – М.: 2000.
2. Гутаревич Ю. Ф. Екологія автомобільного транспорту. – К.: 2002.

Лекція №12: Вплив режимів руху автомобіля на викиди забруднюючих речовин.

12.1 На токсичність ВГ значно впливають режими руху автомобіля. У містах переважають несталі різновиди режимів руху: холостий хід, розгін, режим, що частково установився, примусовий холостий хід, гальмування і їхні різні комбінації. Тривалість режимів змінюється в залежності від характеристик гальмових систем, часу дня та пори року і різні для різних транспортних засобів. Для великих міст на долю нетягових режимів приходить близько 50% загального часу роботи двигуна автомобіля.

Режими руху визначаються наступними характеристиками і їхніми сполученнями:

1. Особливостями автомобіля.
2. Геометричними характеристиками вулиць і доріг – ширина проїзної частини; наявність тротуару, підземних переходів; величина подовжнього ухилу; радіуси вертикальних кривих і кривих у плані.
3. Станом автомобільних доріг.
4. Параметрами транспортного потоку – які визначаються швидкістю руху автомобіля; інтенсивністю руху; складом руху.
5. Кваліфікацією водія (10-20% викидів і забезпечення оптимальних режимів руху).
6. Якістю регулювання дорожнього руху.

Магістральні вулиці у великому місті складають приблизно 30% загальної довжини усіх вулиць і на них зосереджується 80% транспорту, тобто вони в 10-15 разів завантажені більше, ніж інші вулиці. Автомобільні “пробки” – загальна проблема всіх міст. У результаті середня швидкість автомобільного транспорту в години пік складає 12-20 км/год. Зниження швидкості приводить до збільшення витрати палива в 3-4 рази і відповідно збільшуються викиди забруднюючих речовин.

Концентрація токсичних речовин на перехрестях у 2,5-4 рази вище, ніж на перегоні. Зона впливу перехрестя складає 200 м.

Таблиця 1 – Кількість викидів легковими автомобілями в залежності від дорожніх умов, г/км

Режим руху	Викиди токсичних речовин (легковими автомобілями)		
	СО	С _n Н _m	NO _x
<i>Рух без зупинок</i>	18,2	1,37	1,09
З регулюванням руху	19,6	1,50	1,07
С одним перехрестям	21,5	1,56	1,06
С двома перехрестями	24,9	1,62	1,05

12.2 Для зменшення викидів токсичних речовин рекомендуються наступні заходи:

1. Перерозподіл транспортних потоків по маршрутах і годинах.
2. Заборона руху вантажних автомобілів і автобусів у центральних частинах міста.
3. Підвищення пропускної здатності магістралей – реконструкція, розширення проїзної частини, введення додаткових смуг.
4. Підвищення пропускної здатності перехресть:
 - установлення знаків пріоритетного проїзду;
 - перерозподіл кількості смуг при вході на перехрестя і при виході з нього;
 - установлення додаткових секцій на світлофорах;
 - застосування автоматичних систем керування рухом (зменшення кількості зупинок автомобіля і забезпечення руху з постійною швидкістю);
 - організація однобічного руху;
 - організація руху транзитного транспорту.

Реалізація містобудівних рішень

Основна мета – зниження поширення токсичних речовин від джерел до житлових районів.

До заходів відносяться:

1. Облік переважних напрямків вітру на стадії проектування і будівництва житлових районів.
2. Озеленення, планування і забудова міст відповідно до перспективних прогнозів розвитку транспортних потоків.
3. Спорудження кільцевих доріг, а також розв'язок і окремих ділянок для руху в різних рівнях.
4. Улаштування швидкісних відрізків міських магістралей (влаштувати пішохідні переходи, односторонній рух).

У Москві кільцева дорога довжиною 109 км: пропускна здатність – 17 тис. автомобілів у годину при швидкості 75 км/год.

12.3 Загальна характеристика документації

Склад документів. Міністерство транспорту України розробило і затвердило “Екологічні вимоги до підприємств транспортно-дорожнього комплексу”, згідно яким кожне транспортне підприємство повинне вести обов’язкову екологічну документацію:

- розрахунки гранично допустимих викидів (ГДВ) чи тимчасово погоджених викидів (ТПВ) в атмосферу і гранично допустимих скидань (ГДС) у водойми;
- дозвіл на ГДВ чи ТПВ;
- дозвіл на скидання води і водокористування;
- дозвіл на збереження відходів;
- дозвіл на вивіз відходів;
- екологічний паспорт підприємства;
- державні стандарти на ГДВ шкідливих речовин, у тому числі державні стандарти на токсичність і димність газів, що відробили ДВЗ;
- акти, протоколи, розпорядження підприємству з боку спеціально уповноважених державних природоохоронних організацій;
- державна звітність по охороні навколишнього середовища;
- інші обов'язки до виконання нормативів, правил, інструкцій.

Форми звітності. Державна звітність по екологічній діяльності підприємства ведеться по наступним формам:

- 2-тп (водхоз) “Звіт про охорону атмосферного повітря”;
- 3-ос “Звіт про хід будівництва водоохоронних об'єктів і припинення скидання неочищених стічних вод, наданий підприємствами, що мають завдання по припиненню скидання забруднених вод і будівництву водоохоронних споруджень”;
- 4-ос “Звіт про поточні витрати на охорону природи” (покупка приладів, устаткування, асфальтування територій і т.д.);
- 18-кс “Капіталовкладення на природоохоронні цілі”.

Для підприємств, що здійснюють специфічні види діяльності, передбачені додаткові форми звітності.

Дозволи на збереження і вивіз відходів транспортного підприємства видаються територіальними органами санітарно-епідеміологічного нагляду чи комітетом з екології. У них вказуються обсяги, характеристика відходів (клас небезпеки) і місця їхнього поховання.

Транспортне підприємство повинне також мати оформлений Паспорт відходу, що складається щорічно. Санітарними правилами встановлені граничні кількості нагромадження токсичних відходів на території підприємства.

Документація, що підтверджує дозвіл збереження транспортних засобів на підприємстві, визначає максимально припустиму їхню кількість з урахуванням статусу території розташування транспортного підприємства (зона житлової забудови, зона заповідників, сільськогосподарська зона і т.п.). Так, наприклад, забороняється зберігати більш 300 автомобілів на території автотранспортного підприємства,

розташованого в житловій зоні, і більш 500 автомобілів – у промисловій зоні.

Особливі вимоги аж до заборони, що враховують пожежо- і вибухонебезпечність, а також високу імовірність виникнення транспортних подій, пред'являються до стоянок автомобілів поблизу від навчальних, інших дитячих і лікувально-профілактичних установ.

Крім обов'язкової документації, на підприємствах маються різні довідково-інформаційні дані, методичні рекомендації та інші допоміжні документи, необхідні для здійснення і правильного оформлення результатів діяльності по охороні навколишнього середовища і раціональному природокористуванню.

Екологічну документацію транспортного підприємства повинна вести екологічна служба, а при її відсутності – спеціально призначена особа. Контролюють документацію регіональні комітети з екології і природокористування, вони ж видають дозволи на ГДВ, ГДС, установлюють ліміти водокористування.