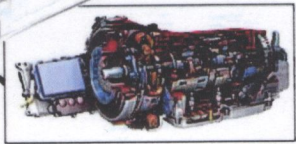
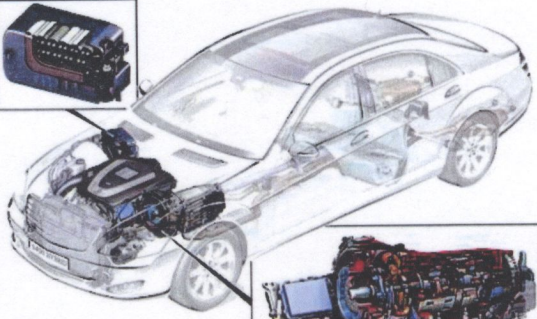


## ЕКОЛОГІЯ ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

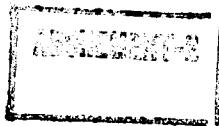


Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

Кужель В. П., Севостьянов С. М.

# ЕКОЛОГІЯ ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Навчальний посібник



502.3(075) K88 2013

Кужель В.П. Екологія та ресурсозбереження

Вінниця  
ВНТУ  
2013

УДК 504(075)

ББК 20.1я73

К88

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України (протокол № 8 від 28.03.2013 р.).

Рецензенти:

**В. П. Волков**, доктор технічних наук, професор

**В. Д. Мигаль**, доктор технічних наук, професор

**В. Ф. Анісімов**, доктор технічних наук, професор

**Кужель, В.П.**

**К88 Екологія та ресурсозбереження на автомобільному транспорті: навчальний посібник / В. П. Кужель, С. М. Севостьянов. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 105 с.**

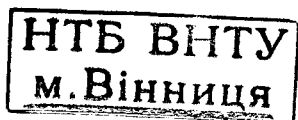
В посібнику подані екологічні основи та принципи ресурсозбереження, ґрунтовно розглянуті: шкідливий вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище, шкідливий вплив відпрацьованих газів, шуму вібрації та електромагнітного випромінювання на організм людини. Розглянуто методи зменшення шкідливих викидів автомобілів, вимірювальна та газоаналізуюча апаратура. Наведено джерела утворення та шляхи утилізації виробничих відходів автотранспортних підприємств, висвітлені питання використання вторинних ресурсів.

Розрахований на студентів спеціальності „Автомобілі та автомобільне господарство”.

463056

УДК 504(075)

ББК 20.1я73



© В. Кужель, С. Севостьянов, 2013

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
1 ЕКОЛОГІЯ І ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ.....	7
1.1 Хімічні забруднення середовища і здоров'я людини.....	7
1.2 Біологічні забруднення і хвороби людини.....	8
1.3 Вплив звуків на людину.....	9
1.4 Фактори, які впливають на самопочуття людини.....	11
1.5 Проблеми адаптації людини до навколишнього середовища.....	13
1.6 Правові та організаційні питання охорони навколишнього природного середовища.....	14
2 Джерела, види та нормування забруднення навколишнього природного середовища.....	18
2.1 Шкідливий вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище.....	18
2.2 Витрати, які пов'язані з відшкодуванням збитків народному господарству.....	24
2.3 Джерела забруднення навколишнього середовища.....	24
2.4 Класифікація шкідливих речовин у відпрацьованих газах.....	25
3 Вплив компонентів відпрацьованих газів на організм людини.....	27
3.1 Дія відпрацьованих газів на організм людини.....	27
3.2 Вплив оксиду вуглецю на організм людини.....	28
3.3 Вплив оксиду азоту на організм людини.....	29
3.4 Вплив вуглеводневих сполук на організм людини.....	30
3.5 Вплив альдегідів та сполук сірки на організм людини.....	30
3.6 Вплив сполук свинцю на організм людини.....	31
3.7 Вплив сажі і канцерогенних речовин на організм людини.....	31
3.8 Вплив продуктів фотохімічного синтезу на стан людини та навколишнє середовище.....	32
3.9 Наслідки забруднення навколишнього середовища відпрацьованими газами автомобілів.....	33
4 ШУМ, ВІБРАЦІЯ ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ.....	34
4.1 Шумове забруднення довкілля.....	34
4.2 Основні види і джерела шуму двигуна і автомобіля.....	35
4.3 Шляхи зменшення шуму від автомобілів.....	36
4.4 Вібрація автомобіля і шляхи її зменшення.....	38
4.5 Електромагнітне випромінювання автомобілів.....	39
4.6 Забруднення продуктами зношування автомобілів.....	43
5 ВИМІРЮВАЛЬНА ТА ГАЗОАНАЛІЗУЮЧА АПАРАТУРА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОМОБІЛІВ....	45
5.1 Абсорбціометричний метод.....	45
5.2 Метод вимірювання теплопровідності окремих компонентів ВГ..	46
5.3 Метод допалювання продуктів неповного згорання.....	47
5.4 Метод вибіркового поглинання променевої енергії компонентами вихлопних газів.....	47
5.5 Метод іонізації водневого полум'я вуглеводневими сполуками...	50

5.6	Метод хімічної люмінесценції.....	51
5.7	Метод визначення димності вихлопних газів дизелів.....	52
5.8	Метод визначення викидів твердих частинок з вихлопних газів дизелів.....	55
5.9	Метод визначення вмісту альдегідів у вихлопних газах двигунів.....	56
6	ЗМЕНШЕННЯ ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ АВТОМОБІЛІВ ЇХ НЕЙТРАЛІЗАЦІЄЮ І ВЛОВЛЮВАННЯМ.....	58
6.1	Каталітична нейтралізація відпрацьованих газів.....	58
6.2	Подання додаткового повітря у випускний трубопровід.....	63
6.3	Термічна нейтралізація.....	64
6.4	Рідинні нейтралізатори відпрацьованих газів.....	66
6.5	Вловлювання випарів палива.....	67
6.6	Вловлювання твердих частинок, які містяться у відпрацьованих газах дизелів.....	68
7	ЗМЕНШЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ, РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ.....	71
7.1	Сучасні види альтернативних палив, перевали, недоліки, перспективи використання.....	71
8	ВИРОБНИЧІ ВІДХОДИ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ ТА ШЛЯХИ ЇХ УТИЛІЗАЦІЇ.....	83
8.1	Джерела утворення виробничих відходів АТП.....	83
8.2	Відпрацьовані нафтопродукти.....	83
8.3	Стічні води.....	84
8.4	Відпрацьований електроліт і свинцевий шлам.....	85
8.5	Відходи ацетиленових генераторів.....	85
8.6	Відпрацьована гальмівна рідина.....	86
8.7	Відпрацьовані антифриз і вода із систем охолодження.....	86
8.8	Відпрацьовані фільтри і брудне ганчір'я.....	86
8.9	Автотранспортні засоби, що відпрацювали свій строк.....	86
9	ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННИХ РЕСУРСІВ.....	88
9.1	Загальна схема ресурсного забезпечення системи експлуатації автотранспортних засобів.....	88
9.2	Класифікація вторинних ресурсів і відходів.....	90
9.3	Напрямки використання вторинних ресурсів.....	91
9.4	Принцип агрегування.....	92
9.5	Відновлення роботоздатності зношених деталей та їх подальше використання.....	94
9.6	Використання відпрацьованих газів автомобільних двигунів як вторинних ресурсів.....	95
9.7	Організація повторного використання мастильних матеріалів.....	96
9.8	Зношені автомобільні шини як джерело вторинних ресурсів.....	96
9.9	Способи, які заощаджують енергію передпускового розігріву двигунів.....	97
9.10	Показники оцінювання рівня сировинного еквівалента.....	98
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	102
	ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ ТЕРМІНІВ.....	103

## ВСТУП

На сьогоднішній день в Україні успішно функціонує сучасний транспортний комплекс, в якому пріоритетну роль відіграє автомобільний транспорт. Він є потужним сектором української економіки, що обслуговує практично всі галузі господарства і населення та сприяє розвитку транспортно-економічних зв'язків. В свою чергу, шкідливий вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище має багатосторонній характер. Цей вплив проявляється під час руху автомобілів, їх технічного обслуговування, а також в зв'язку з існуванням інфраструктури, що забезпечує функціонування автомобільного транспорту.

Вплив транспорту на навколишнє середовище полягає у:

- забрудненні атмосфери, водних об'єктів і земель, зміні хімічного складу ґрунтів і мікрофлори, утворенні виробничих відходів, шлаків, замачування ґрунтів, котельних шлаків, золи і сміття;
- споживанні природних ресурсів;
- виділенні теплоти в довкілля під час роботи ДВЗ і установок, в яких спалюють паливо в транспортних виробництвах;
- створенні високих рівнів шуму і вібрації;
- можливості активації несприятливих природних процесів;
- травмуванні та загибелі людей, тварин, нанесення великих матеріальних збитків внаслідок аварій і катастроф;
- порушенні ґрунтово-рослинного покриву і зменшенні врожайності сільськогосподарських культур.

Крім розглянутих факторів шкідливого впливу автотранспорту, загрозою безпеці людей є також дорожні аварії, через які в світі щорічно гине понад 250 тисяч чоловік і ще 10 мільйонів травмуються.

Розвиток автотранспортного комплексу супроводжується негативним впливом на навколишнє середовище та людину. На думку вчених, негативний вплив полягає в шкідливих викидах в атмосферу, воду та ґрунт токсичних компонентів відпрацьованих газів та відходів виробничо-експлуатаційної діяльності.

Всього до складу викидів автомобілів входить більш як 200 різних хімічних речовин (діоксид вуглецю, сірчистий газ, альдегіди, сажа, свинцеві сполуки), повного згорання яких досягти технічно неможливо, техногенні аномалії ґрунту фіксуються на відстані до 100 метрів від автомобільних магістралей.

В Україні ситуація із забрудненням довкілля погіршується як внаслідок збільшення кількості автотранспортних засобів та ввезення екологічно небезпечних автомобілів застарілої конструкції, що використовувалися в інших країнах, так і через недостатність заходів державного екологічного регулювання, спрямованих на підвищення показників щодо екологічної безпеки автомобілів.

Виробників автомобілів і автомобільних двигунів зобов'язали поетапно вдосконалювати свою продукцію з метою зменшення шкідливих викидів у вихлопних газах. Встановлені вимоги до максимальних викидів двигунів внутрішнього згоряння отримали назву "Євро" і, залежно від ступеня жорсткості вимог, носять назву: "Євро-0", "Євро-1", "Євро-2", "Євро-3", "Євро-4", "Євро-5", "Євро-6".

В країнах ЄС контроль екологічних параметрів автомобілів здійснюється при проходженні техоглядів, з обов'язковою сплатою екологічного платежу (збору) всіма власниками автомашин. У ході експлуатації автомобілі проходять екологічний огляд, із видачею зеленого талона на спеціально атестованих пунктах. Дорожня поліція безпосередньо на шляхах екологічного контролю не проводить, але перевіряє наявність екологічного огляду. В разі відсутності зеленого талона та невідповідності екологічним нормам передбачено застосування штрафних санкцій і платний екологічний огляд.

В 2000 році Україна присєдналася до угоди "Про прийняття єдиних технічних приписів для колісних транспортних засобів, предметів обладнання та частин, які можуть бути встановлені та/або використані на колісних транспортних засобах, і про умови взаємного визнання офіційних затверджень, виданих на основі цих приписів, 1958 року з поправками 1995 року" (Женевська Угода 1958 року).

Для поліпшення якості атмосферного повітря, треба здійснити заходи:

- вдосконалення положень у системі законодавства, що стимулюють впровадження природоохоронних заходів;
- оснащення нових автомобілів ефективними системами і пристроями зниження викидів;
- збільшення парку автомобілів і автобусів, які працюють на газоподібному паливному;
- розробка та впровадження нових типів двигунів внутрішнього згоряння з підвищеними економічними характеристиками;
- розробка нових видів екологічно чистого автотранспорту з використанням альтернативних джерел енергії;

Для розв'язання екологічних проблем на автотранспорті необхідно:

- забезпечити пріоритетність розвитку у великих містах України пасажирського транспорту загальної користування на електротязі;
- забезпечити жорсткіші екологічні нормативи щодо конструкції нових моделей автомобілів та двигунів;
- розробити та впровадити систему сертифікації автомобілів та двигунів на екологічну безпеку і контролю за їх відповідністю сертифікатам;
- розробити комплекс технологій, методик та технічних засобів для оцінювання екологічної безпеки автомобілів при їх експлуатації;
- розробити комплекс технологій і технічних засобів для оцінювання та захисту довкілля від забруднення у виробничих зонах автопідприємств.

# І ЕКОЛОГІЯ І ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

Відомо, що всі процеси в біосфері взаємопов'язані. Людство – лише незначна частина біосфери, а людина є лише одним з видів органічного життя – *Homo sapiens* (людина розумна). Розум виділив людину з тваринного світу і дав йому величезну могутність. Людина впродовж століть прагнула не пристосовуватися до природного середовища, а зробити його зручним для свого існування. Будь-яка діяльність людини впливає на навколишнє середовище, а погіршення стану біосфери небезпечне для всіх живих істот. Всебічне вивчення людини, її взаємин з навколишнім світом привели до розуміння того, що здоров'я – не тільки відсутність хвороб, але і фізичне, психічне і соціальне благополуччя людини. Здоров'я – капітал, який даний нам природою від народження і умовами, в яких ми живемо.

## 1.1 Хімічні забруднення середовища і здоров'я людини

На земній кулі практично неможливо знайти місце, де б не були присутні в тій або іншій концентрації забруднюючі речовини. Навіть у льодах Антарктиди, де немає виробництв, а люди живуть тільки на наукових станціях, учені виявили різні токсичні (отруйні) речовини сучасних виробництв. Вони заносяться сюди потоками атмосфери з інших континентів.

Речовини, що забруднюють природне середовище, дуже різноманітні. Залежно від своєї природи, концентрації, часу дії на організм людини вони можуть викликати різні несприятливі наслідки. Короткочасна дія невеликих концентрацій таких речовин може викликати запаморочення, нудоту, першіння в горлі, кашель. Попадання в організм людини великих концентрацій токсичних речовин може призвести до втрати свідомості, гострого отруєння і навіть смерті. Прикладом подібної дії можуть бути смоги, що утворюються в великих містах в безвітряну погоду, або аварійні викиди токсичних речовин промисловими підприємствами в атмосферу.

Реакції організму на забруднення залежать від індивідуальних особливостей: віку, статі, стану здоров'я. Як правило, більш вразливі діти, літні і хворі люди. При систематичному або періодичному надходженні в організм порівняно невеликих кількостей токсичних речовин відбувається хронічне отруєння. Ознаками хронічного отруєння є порушення нормальної поведінки, звичок, а також нейропсихічного відхилення: швидке стомлення, відчуття постійної втоми, сонливість або, навпаки, безсоння, апатія, ослаблення уваги, неухважність, забудькуватість, коливання настрою.

Високоактивні в біологічному відношенні хімічні сполуки (compound) можуть викликати ефект віддаленого впливу на здоров'я людини: хронічні запальні захворювання різних органів, зміна нервової системи, дія на внутрішньоутробний розвиток плоду, що приводить до різних відхилень у новонароджених.



Медики встановили прямий зв'язок між зростанням числа людей, що хворіють на алергію, бронхіальну астму, рак, і погіршенням екологічної обстановки в даному регіоні. Достовірно встановлено, що такі відходи виробництва, як хром, нікель, берилій, азбест, багато отрутохімікатів, є канцерогенами, тобто спричиняють ракові захворювання. В минулому столітті рак у дітей був майже невідомий, а зараз він зустрічається все частіше.

## 1.2 Біологічні забруднення і хвороби людини

Окрім хімічних забруднювачів, в природному середовищі зустрічаються і біологічні, що викликають у людини різні захворювання. Це хвороботворні мікроорганізми, віруси, гельмінти. Вони можуть знаходитися в атмосфері, воді, ґрунті, в тілі інших живих організмів, у тому числі і в самій людині.

Найбільш небезпечні збудники інфекційних захворювань. Вони мають різну стійкість в навколишньому середовищі. Одні здатні жити поза організмом людини всього декілька годин; знаходячись в повітрі, у воді, на різних предметах, вони швидко гинуть. Інші можуть жити в навколишньому середовищі від декількох днів до декількох років. Для третіх навколишнє середовище є природним місцем проживання. Для четвертих – інші організми (тварини) є місцем збереження, розмноження.

Часто джерелом інфекції є ґрунт, в якому постійно мешкають збудники правця, ботулізму, газової гангрені, деяких грибкових захворювань. У організм людини вони можуть потрапити при пошкодженні шкірних покривів, з немитими продуктами харчування, при порушенні правил гігієни. Хвороботворні мікроорганізми можуть проникнути в ґрунтові води і стати причиною інфекційних хвороб. Тому воду з артезіанських свердловин, колодязів необхідно перед питтям кип'ятити. Особливо забрудненими бувають відкриті джерела води: річки, озера. Відомі випадки, коли забруднені джерела води стали причиною епідемій холери, черевного тифу.

У жарких країнах широко поширені такі хвороби, як амебіаз, шистоматоз, ехінококоз та інші, які викликаються різними паразитами, що потрапляють в організм людини з водою.

При повітряно-краплинній інфекції зараження відбувається через дихальні шляхи при вдиханні повітря, що містить хвороботворні мікроорганізми. До таких хвороб відноситься грип, кашель, свинка, дифтерія, кір та інші. Збудники цих хвороб потрапляють в повітря при кашлі, чханні і навіть при розмові виходячих людей.

Особливу групу складають інфекційні хвороби, що передаються при тісному контакті з хворим або при користуванні його речами, наприклад, рушником, носовою хусткою, предметами особистої гігієни і іншими предметами, з якими контактував хворий. Людина, вторгаючись в природу, нерідко порушує природні умови існування хвороботворних організмів і стає жертвою природно-вогнищевих хвороб.

Люди і домашні тварини можуть заражатися природно-вогнищевими хворобами, потрапляючи на територію природного осередку хвороби. До таких хвороб відносять чуму, туляремію, висипний тиф, кліщовий енцефаліт, малярію, сонну хворобу.

Особливості природно-вогнищевих захворювань є те, що їх збудники існують в межах певної території поза зв'язком з людьми або домашніми тваринами. Одні паразитують в організмі диких тварин-господарів. Передача збудників від тварин до тварин і від тварини до людини відбувається переважно через переносників, найчастіше комах і кліщів. У ряді районів нашої країни зустрічається інфекційне захворювання лептоспіроз або водяна лихоманка. Збудник цієї хвороби мешкає в організмах полівок звичайних, широко поширених в луках біля річок. За захворювання лептоспірозом носить сезонний характер, частіше зустрічаються в період сильних дощів і в жаркі місяці (липень – серпень). Людина може заразитися при попаданні в його організм води, забрудненої виділеннями гризунів.

### 1.3 Вплив звуків на людину

Людина завжди жила в світі звуків (sound) і шуму (noise). Звуком називають такі механічні коливання зовнішнього середовища, які сприймаються слуховим апаратом людини (від 16 до 20000 коливань в секунду). Коливання більшої частоти називають ультразвуком, меншої – інфразвуком. Шум – гучні звуки, що злилися в хаотичному звучанні. Для всіх живих організмів, у тому числі і людини, звук є однією із дій навколишнього середовища (environment).

У природі гучні звуки рідкісні, шум відносно слабкий і нетривалий. Поєднання звукових подразників дає час тваринам і людині, необхідний для оцінювання їх характеру і формування у відповідь реакції. Звуки і шуми великої потужності вражають слуховий апарат, нервові центри, можуть викликати больові відчуття і шок.

Тихе шелестіння листя, дзюрчання струмка, пташині голоси, легкий плескіт води і шум прибою завжди приємні людині. Вони заспокоюють її, знімають стреси. Але природні звуки стають більш рідкісними, зникають або заглушаються промисловими, транспортними і іншими шумами.

Тривалий шум несприятливо впливає на орган слуху, знижуючи чутливість до звуку. Він приводить до розладу діяльності серця, печінки, до виснаження і перенапруження нервових клітин. Ослаблені клітки нервової системи не можуть досить чітко координувати роботу різних систем організму. Звідси виникають порушення їх діяльності.

Рівень шуму вимірюється в одиницях, що виражають ступінь звукового тиску, – децибелах. Цей тиск сприймається не безмежно. Рівень шуму в 20 – 30 децибел (дБ) практично нешкідливий для людини, це природний шумовий фон. Що ж до гучних звуків, то тут допустима межа складає приблизно 80 децибел.

Звук в 130 децибел вже викликає у людини больове відчуття, а 150 стає для нього нестерпним. Дуже високий рівень і промислових шумів. На багатьох роботах і галасливих виробництвах він досягає 90 – 110 децибел і більше. Не набагато тихіше і у нас удома, де з'являються все нові джерела шуму – так звана побутова техніка.

В наш час учені в багатьох країнах світу ведуть різні дослідження з метою з'ясування впливу шуму на здоров'я людини. Їх дослідження показали, що шум наносить відчутну шкоду здоров'ю людини, але і абсолютна тиша лякає і пригноблює її. Так, співробітники одного конструкторського бюро, що мало прекрасну звукоізоляцію, вже через тиждень почали скаржитися на неможливість роботи в умовах гнітючої тиші. Вони нервували, втрачали працездатність. І, навпаки, учені встановили, що звуки певної сили стимулюють процес мислення, особливо при розрахунках.

Постійна дія сильного шуму може не тільки негативно вплинути на слух, але і викликати інші шкідливі наслідки – дзвін у вухах, запаморочення, головний біль, підвищення втоми. Шум має акумулюючий ефект, тобто акустичні роздратування, накопичуючись в організмі, все сильніше пригноблюють нервову систему. Тому перед втратою слуху від дії шумів виникає функціональний розлад центральної нервової системи. Шкідливо шум впливає і на нервово-психічну діяльність організму

Процес нервово-психічних захворювань вищий серед осіб, що працюють в галасливих умовах, ніж у осіб, що працюють в нормальних звукових умовах. Шуми викликають функціональні захворювання серцево-судинної системи; роблять шкідливий вплив на зоровий і вестибулярний аналізатори, знижує рефлексорну діяльність, що часто стає причиною нещасних випадків і травм.

Як показали дослідження, нечутні звуки також можуть чинити шкідливий вплив на здоров'я людини. Інфразвуки особливий вплив чинять на психічну сферу людини: вражаються всі види інтелектуальної діяльності, погіршується настрій, іноді з'являється відчуття розгубленості, тривоги, переляку, страху, а при високій інтенсивності – відчуття слабкості, як після сильного нервового потрясіння.

Навіть слабкі звуки можуть чинити на людину істотний вплив, особливо якщо вони носять тривалий характер. На думку учених, саме інфразвуками, які нечутно проникають крізь найтовстіші стіни, викликаються багато нервових хвороб мешканців великих міст.

Ультразвуки, що займають помітне місце в гаммі виробничих шумів, також небезпечні. Механізми їх дії на живі організми украй багатогранні. Особливо сильно до їх негативної дії схильні клітини нервової системи.

Шум підступний, його шкідлива дія на організм здійснюється незримом, непомітно. Організм людини проти шуму практично беззахисний.

В наш час лікарі говорять про шумову хворобу, що розвивається в результаті дії шуму з переважним ураженням слуху і нервової системи.

## 1.4 Фактори, які впливають на самопочуття людини

Погода і самопочуття (health) людини. Декілька десятків років назад практично нікому і в голову не приходило зв'язувати свою працездатність, свій емоційний стан і самопочуття з активністю Сонця, з фазами Місяця, з магнітними бурями і іншими космічними явищами.

В наш час відома безліч ритмічних процесів в організмі, названих біоритмами. До них відносяться ритми роботи серця, дихання, біоелектричної активності мозку. Життя є постійною зміною спокою і активної діяльності, сну і діяльності, стомлення від напруженої праці і відпочинку.

У організмі кожної людини, подібно до морських приливів і відливів, вічно панує великий ритм. Центральне місце серед всіх ритмічних процесів займають добові ритми, що мають найбільше значення для організму. Реакція організму на будь-яку дію залежить від фази добового ритму (від часу доби). Ці знання викликали розвиток нових напрямів в медицині – хронодіагностики, хронотерапії, хронофармакології. Тому важливо вказувати не тільки дозу, але і точний час прийому ліків.

Клімат також чинить серйозний вплив на самопочуття людини, впливаючи на неї через погодні чинники. Погодні умови включають комплекс фізичних умов: атмосферний тиск, вологість, рух повітря, концентрацію кисню, ступінь збуреності магнітного поля Землі, рівень забруднення атмосфери. Ще не вдалося до кінця встановити механізми реакцій організму людини на зміну погодних умов. А вони часто дають про себе знати порушеннями серцевої діяльності, нервовими розладами. При різкій зміні погоди знижується фізична і розумова працездатність, загострюються хвороби, збільшується число помилок, нещасних і смертельних випадків.

Зміни погоди не однаково позначаються на самопочутті різних людей. У здорової людини при зміні погоди відбувається своєчасне підстроювання фізіологічних процесів в організмі до умов зовнішнього середовища, що змінилося. В результаті посилюється захисна реакція і здорові люди практично не відчувають негативного впливу погоди. Вплив погодних умов на самопочуття людини пов'язаний також з віком і індивідуальною сприйнятливістю організму.

Рациональне харчування і здоров'я людини. Протягом всього життя в організмі людини безперервно здійснюється обмін речовин і енергії. Ми часто споживаємо те, що смачно, що можна швидко приготувати, і не дуже замислюємося про корисність і доброякісність продуктів, які вживаються. Лікарі стверджують, що повноцінне рациональне харчування – важлива умова збереження здоров'я і високої працездатності дорослих, а для дітей ще і необхідна умова зростання і розвитку. Нерациональне харчування є однією з головних причин виникнення серцево-судинних захворювань, захворювань органів травлення, хвороб, пов'язаних з порушенням обміну речовин.

Регулярне переїдання, споживання надмірної кількості вуглеводів і жирів – причина розвитку таких хвороб обміну речовин, як ожиріння і цукровий діабет. Вони викликають ураження серцево-судинної системи, систем дихання, травлення і інших, різко знижують працездатність і стійкість до захворювань, що скорочує тривалість життя в середньому на 8 – 10 років.

Раціональне харчування – найважливіша неодмінна умова профілактики не тільки хвороб обміну речовин, але і багатьох інших.

Лікарські речовини синтетичного походження на відміну від харчових речовин є для організму чужорідними. Багато які з них можуть викликати побічні реакції, наприклад, алергію.

Багато продуктів харчування мають бактерицидну дію, пригнічуючи зростання і розвиток різних мікроорганізмів. Так, яблучний сік затримує розвиток стафілокока, сік граната пригнічує зростання сальмонелл, сік журавлини активний відносно різних кишкових, гнильних і інших мікроорганізмів. Всім відомі антимікробні властивості цибулі, часнику і інших продуктів.

Але тепер з'явилася нова небезпека – хімічне забруднення продуктів харчування. З'явилося і нове поняття – екологічно чисті продукти.

Очевидно, кожному з нас доводилося купувати в магазинах великі, красиві овочі і фрукти, але, на жаль, в більшості випадків, спробувавши їх ми з'ясували, що вони водянисті і не відповідають нашим вимогам щодо смаку. Така ситуація відбувається, якщо сільськогосподарські культури вирощуються із застосуванням великої кількості добрив і отрутохімікатів.

Азот – складова частина життєвоважливих для рослин, а також для тваринних організмів з'єднань, наприклад білків. У рослинах азот поступає з ґрунту, а потім через продовольчі і кормові культури потрапляє в організми тварин і людини. Нині сільськогосподарські культури мало не повністю отримують мінеральний азот з хімічних добрив, оскільки деяких органічних добрив не вистачає для збіднених азотом ґрунтів. Проте, на відміну від органічних добрив, в хімічних добривах не відбувається вільного виділення в природних умовах корисних речовин. В результаті відбувається надмірне азотне живлення рослин і накопичення в них нітратів.

Особливо різко виявляється негативна дія добрив і отрутохімікатів при вирощуванні овочів в закритому ґрунті. Це відбувається тому, що в теплицях шкідливі речовини не можуть безперешкодно випаровуватися і вноситися повітрям. Після випаровування вони осідають на рослини.

Рослини здатні накопичувати в собі практично всі шкідливі речовини. От чому особливо небезпечна сільськогосподарська продукція, що вирощується поблизу промислових підприємств і автодоріг.

Ландшафт як чинник здоров'я. Людина за своєю природою завжди прагне в ліс, в гори, на берег моря, річки або озера. Тут вона відчуває прилив сил, бадьорості. Недаремно говорять, що краще всього відпочивати на природі. Як правило, санаторії, дома відпочинку будуються в найкращіших куточках природи.

Споглядання краси природи стимулює життєвий тонус і заспокоює нервову систему. Рослинні біоценози, особливо ліси, надають сильний оздоровчий ефект. Тяга до природних ландшафтів особливо сильна у жителів міста. Ще в середні століття було відмічено, що тривалість життя городян менша, ніж у сільських жителів. З розвитком промислового виробництва в місті і його околицях з'явилася величезна кількість відходів, що забруднюють навколишнє середовище. Виявляється, від того, в яких умовах живе людина, яка висота стель в її квартирі і настільки звукопроникні її стіни, як людина добирається до місця роботи, з ким вона повсякденно спілкується, як навколишні люди відносяться одне до одного, залежить настрої людини, її працездатність, активність – все її життя.

У містах людина придумує тисячі хитрощів для зручності свого життя – гарячу воду, телефон, різні види транспорту, автодороги, сферу обслуговування і розваг. Проте у великих містах особливо сильно виявляються і недоліки життя – житлова і транспортна проблеми, підвищення рівня захворюваності. Сучасне місто слід розглядати як екосистему, в якій створені найбільш сприятливі умови для життя людини. Отже, це не тільки зручні житло, транспорт, різноманітна сфера послуг. Це сприятливе для життя і здоров'я місце існування; чисте повітря і зелений міський ландшафт.

### **1.5 Проблеми адаптації людини до навколишнього середовища**

У історії нашої планети (з дня її формування і до теперішнього часу) безперервно відбувалися і відбуваються грандіозні процеси планетарного масштабу. З появою людського розуму почався якісно новий етап в еволюції органічного світу. Специфіка місця існування людини полягає в складному переплетенні соціальних і природних чинників. Адаптацію людини до нових природних і виробничих умов можна охарактеризувати як сукупність соціально-біологічних властивостей і особливостей, необхідних для стійкого існування організму в конкретному екологічному середовищі.

Життя кожної людини можна розглядати як постійну адаптацію, але наші здібності до цього мають певні межі. Також і здатність відновлювати свої фізичні і душевні сили для людини не нескінченна.

В наш час значна частина хвороб людини пов'язані з погіршенням екологічної обстановки в нашому місці існування: забрудненнями атмосфери, води і ґрунтів, недоброякісними продуктами харчування, зростанням шуму. Пристосовуючись до несприятливих екологічних умов, організм людини напружується, що призводить до стомлення. Напруження – мобілізація всіх механізмів, що забезпечують певну діяльність організму людини. Залежно від величини навантаження, ступеня підготовки організму, його функціонально-структурних і енергетичних ресурсів знижується можливість функціонування організму на заданому рівні, тобто настає стомлення.

Здатність адаптуватися до нових умов у різних людей не однакова. У багатьох людей при дальніх авіаперельотах з швидким перетином декількох часових поясів, при змінній роботі виникають такі несприятливі симптоми, як порушення сну, падає працездатність, інші – адаптуються швидко.

## 1.6 Правові та організаційні питання охорони навколишнього природного середовища

Екологічна політика держави має такі базові складові: інституційні, правові та економічні. Протягом останніх 14 років були сформовані основи природоохоронного законодавства України та проведені відповідні інституційні перетворення. Законодавче закріплення основних принципів, механізмів, гарантій, критеріїв охорони навколишнього природного середовища, закладених у Конституції, а також оцінювання якості навколишнього середовища є найважливішим інструментом збереження довкілля.

Охорона навколишнього середовища (guard of environment) – це система певних правових, економічних та соціальних заходів, спрямованих на збереження природи в інтересах нинішнього і майбутніх поколінь.

Система екологічного законодавства України – це сукупність правових норм, що регулюють використання і охорону навколишнього середовища. Основу їх започатковано у Конституції України, де закріплюються найважливіші принципи та форми використання природних ресурсів, декларуються екологічні права громадян, вимоги щодо охорони довкілля і забезпечення екологічної безпеки у процесі реалізації функцій різних державних структур влади (ст. 13, 16, 49, 50, 66, 85 тощо).

Екологічно-правове регулювання базується на нормах Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища" від 25 червня 1991 р. У Законі закріплюється мета, завдання, принципи та механізм забезпечення ефективного природокористування, охорони довкілля.

Забезпечувати такі права громадян та їх об'єднань, законні екологічні інтереси держави, юридичних осіб покликані закони та підзаконні акти, прийняті на його розвиток: Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища" (1991 р.); Закон України "Про охорону атмосферного повітря" (2001 р.); Закон України "Про природно-заповідний фонд України" (1992 р.); Земельний кодекс України (2001 р.); Закон України "Про тваринний світ" (2001 р.); Лісовий кодекс України (1994 р.); Кодекс України про надра (1994 р.); Водний кодекс України (1995 р.); Закон України "Про Червону книгу України" (2002 р.); Закон України "Про метрологію та метрологічну діяльність" (1998 р.); Закон України "Про автомобільний транспорт" (2001 р.); Закон України "Про відходи" (1998 р.); Закон України "Про загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки" (2000 р.); Закон України "Про екологічну експертизу" (1995 р.).

В Україні вміст забруднюючих речовин у відпрацьованих газах автомобілів регламентуються Правилами ЄЕК (Європейської економічної комісії) ООН та державними стандартами ДСТУ 4276 (Норми і методи вимірювань димності відпрацьованих газів автомобілів з дизелями або газодизелями) і ДСТУ 4277 (Норми і методи вимірювань вмісту оксиду вуглецю та вуглеводів у відпрацьованих газах автомобілів з двигунами, що працюють на бензині, газовому паливі).

З 1 січня 2006 року в Україні набрали чинності нові екологічні правила – норми "Євро-2" відповідно до Закону України "Про деякі питання ввезення на митну територію України транспортних засобів" від 06.07.2005 року. Відповідно до ст. 1 Закону, заборонялось ввезення на митну територію України для постійного користування легкових, вантажних автомобілів, автобусів, трамваїв, тролейбусів, які на момент ввезення були виготовлені та/або експлуатувалися більше ніж 8 років, крім автобусів і вантажних автомобілів, які ввозяться на митну територію України з метою транзиту або як гуманітарна допомога, та трамвайних вагонів шириною колії 1000 мм, які в Україні не виготовляються.

Закон України від 30.11.2005 року "Про внесення змін до Закону України "Про деякі питання ввезення на митну територію України транспортних засобів" набрав чинності 27.12.2005 року. Зокрема, ст.ст. 1-2 Закону України від 06.07.2005 року „Про деякі питання ввезення на митну територію України транспортних засобів" було викладено в такій редакції:

1. Пропуск на митну територію України з метою вільного обігу (у тому числі з метою розкомплектування на запасні частини) тракторів колісних для перевезення напівпричепів (сідельних тягачів), автобусів, легкових автомобілів, вантажних автомобілів, автомобілів спеціального призначення та шасі зі встановленими двигунами допускається за умови, що на момент переміщення через митний кордон України пройшло не більше 8 років з дати їх виготовлення.

2. Пропуск на митну територію України з метою вільного обігу та першу реєстрацію в Україні ввезених транспортних засобів нових і таких, що були в користуванні, або виготовлених в Україні здійснюють за умови їх відповідності екологічним нормам не нижче рівня "Євро-2".

З 05.03.2006 року набрали чинності Правила митного контролю та митного оформлення транспортних засобів, що переміщуються громадянами через митний кордон України, затверджені наказом Держмитслужби України від 17.11.2005 № 1118. Пункт 7 Правил державної реєстрації й обліку автомобілів, автобусів, а також самохідних машин, сконструйованих на шасі автомобілів, мотоциклів всіх типів, марок і моделей, причепів, напівпричепів і мотоколясок, затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 07.09.1998 р., визначено, що власники транспортних засобів або їх представники зобов'язані зареєструвати їх протягом 10 діб після придбання або митного оформлення, тимчасового ввозу на територію України, або виникнення обставин, які є підставою для змін у реєстраційних документах.



В Україні відсутнє пальне для експлуатації нових двигунів за вимогами сучасних екологічних норм, а чинні стандарти на нього не відповідають європейським вимогам. Хоча в Україні вже були спроби паралельно ввести і європейський стандарт на пальне, проте вони не завершилися успіхом. Якщо техніка і відповідає нормам "Євро-3" чи "Євро-4" (таблиця 1.1), то через невідповідність пального, пропонованого на вітчизняному ринку, сучасним екологічним вимогам вона відповідати не буде.

Перехід України на нові стандарти "Євро-3" заплановано протягом 2009-2010 років, на стандарти "Євро-4" протягом 2011-2012 років та на "Євро-5" - 2013 - 2014 років, "Євро-6" вступає в силу в Європі з 2015 року.

Таблиця 1.1 – Екологічні стандарти "Євро" для легкових автомобілів

Екологічний стандарт	Оксид вг्लешю (II) (CO)	Вуглеводень	Летючі органічні речовини	Оксид азоту (NO <sub>x</sub> )	HC+NO <sub>x</sub>	Зважені частинки (PM)
Для дизельного двигуна						
Євро-1	2,72 (3,16)	-	-	-	0,97 (1,13)	0,14 (0,18)
Євро-2	1,0	-	-	-	0,7	0,08
Євро-3	0,64	-	-	0,50	0,56	0,05
Євро-4	0,50	-	-	0,25	0,30	0,025
Євро-5	0,500	-	-	0,180	0,230	0,005
Євро-6	0,500	-	-	0,080	0,170	0,005
Для бензинового двигуна						
Євро-1	2,72 (3,16)	-	-	-	0,97 (1,13)	-
Євро-2	2,2	-	-	-	0,5	-
Євро-3	2,3	0,20	-	0,15	-	-
Євро-4	1,0	0,10	-	0,08	-	-
Євро-5	1,000	0,100	0,068	0,060	-	0,005
Євро-6	1,000	0,100	0,068	0,060	-	0,005

3 метою регулювання сфери контролю екології автомобіля при його експлуатації були зроблені відповідні доповнення: до Законів України "Про охорону навколишнього природного середовища", "Про дорожній рух", "Про охорону атмосферного повітря", "Про транспорт", "Про міліцію", "Про метрологію і метрологічну діяльність"; до Кодексу України про адміністративні правопорушення (КпАП); до постанови Кабінету Міністрів "Про затвердження правил дорожнього руху (ПДР)".

3 проблемою екологічної безпеки транспортних засобів тісно пов'язана проблема видачі дозволів Європейської Конференції Міністрів Транспорту (ЄКМТ). Згідно з Порядком оформлення, видачі, використання, обліку та звітності щодо дозволів ЄКМТ на перевезення вантажів автомобільним транспортом між країнами – членами ЄКМТ, наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 29.12.2006 року № 910 затверджено Умови оформлення та видачі дозволів ЄКМТ на перевезення вантажів автомобільним транспортом між країнами – членами ЄКМТ.

Дозволи ЄКМТ оформлюються тільки перевізникам України, які мають ліцензію на міжнародні перевезення вантажів, ліцензійні картки на автомобілі, що відповідають вимогам "особливо зелений та безпечний" або "ЄВРО-3 безпечний", і комплект сертифікатів, необхідний для категорій "особливо зелений і безпечний" вантажний автомобіль або "ЄВРО-3 безпечний" вантажний автомобіль.

#### Контрольні запитання

1. Вплив речовин, що забруднюють природне середовище, на організм людини. Біологічні забруднення і хвороби людини.
2. Збудники інфекційних захворювань, їх стійкість до навколишнього середовища. Інфекції, інфекційні хвороби, природно-вогнищеві хвороби.
3. Вплив рівня і тривалості шуму на людину, можливі захворювання.
4. Хімічне забруднення продуктів харчування.
5. Шумове забруднення та забруднення повітря в місті.
6. Адаптація людини до середовища. Специфіка місця існування людини.
7. Правові та організаційні питання охорони навколишнього природного середовища.

463056

## 2 ДЖЕРЕЛА, ВИДИ ТА НОРМУВАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

### 2.1 Шкідливий вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище

Вплив транспорту (transport) на екосистеми полягає у:

– забрудненні (pollution) атмосфери (atmosphere) – водних об'єктів і земель, зміні хімічного складу ґрунтів і мікрофлори, утворенні виробничих відходів, шлаків, замазучування ґрунтів, котельних шлаків, золи і сміття. Забруднюючі речовини (contaminant substances), окрім шкідливого впливу на живу природу, негативно впливають на створені людиною системи – особливо на будівельні матеріали, історичні архітектурні і скульптурні пам'ятники і інші витвори мистецтва, викликають корозію металів, псування шкіряних і текстильних виробів;

– споживанні природних ресурсів (natural resource) – атмосферного повітря, яке необхідне для перебігу робочих процесів в двигунах внутрішнього згоряння (ДВЗ) транспортних засобів, нафтопродуктів і природного газу, які є паливом для ДВЗ, води для систем охолодження ДВЗ і миття транспортних засобів, виробничих і побутових потреб підприємств транспорту, земельних ресурсів, відчужених під будівництво автомобільних доріг і залізниць, аеродромів, трубопроводів, річкових і морських портів і інших об'єктів інфраструктури транспорту;

– виділенні теплоти в докільця під час роботи ДВЗ і установок, в яких спалюють паливо в транспортних виробництвах;

– створенні високих рівнів шуму і вібрації;

– можливості активації несприятливих природних процесів, таких як водна ерозія, заболочення місцевості, утворення сельових потоків, зсувів і обвалів;

– травмуванні та загибелі людей, тварин, нанесення великих матеріальних збитків внаслідок аварій і катастроф;

– порушенні ґрунтово-рослинного покриву і зменшенні врожайності сільськогосподарських культур.

В таблиці 2.1 наведена класифікація видів негативного впливу на компоненти біосфери різних видів транспорту.

Забруднення повітря (air pollution) транспортними засобами майже виключно пов'язано із споживанням енергії видобувних палив. Згідно з європейською статистикою за 1998 рік енерговитрати транспорту сягали 29,8% загального споживання енергії в Європейському Союзі (ЄС). Це сумарно з промисловим споживанням енергії, що дорівнює третині загального споживання енергії в ЄС.

Таблиця 2.1 – Класифікація основних видів впливу на компоненти біосфери різних видів транспорту

Об'єкт впливу				
Водойми	Ґрунт	Повітря	Флора і фауна	Людина
Основні види впливу				
Автомобільний транспорт				
Мінералізація, засолення, нафтопродукти	Забруднення свинцем, органічними мастилами, розчинниками; засолення	Викиди CO, C <sub>m</sub> H <sub>n</sub> , NO <sub>x</sub> , C, SO <sub>2</sub>	Порушення ґрунтового покриву, забруднення придорожньої смуги	Захворювання органів дихання, онкологічні захворювання, зменшення тривалості життя
Залізничний транспорт				
Нафтопродукти, смоли, феноли, іони, важкі метали	Неочищені стоки, розчинники	Викиди CO, C <sub>m</sub> H <sub>n</sub> , NO <sub>x</sub> , C, SO <sub>2</sub> , золи, пилу	Знищення лісових та сільськогосподарських угідь, зміна шляхів міграції тварин	Хронічні захворювання, професійні захворювання, зменшення професійного довголіття
Водний транспорт				
Нафтовмісні стоки, тверді та харчові відходи, господарчопобутові стоки	Забруднення прибережної смуги нафтою та органічними відходами	Викиди CO, C <sub>m</sub> H <sub>n</sub> , NO <sub>x</sub> , C, SO <sub>2</sub>	Зниження біопродуктивності морів та річок	Професійні захворювання
Повітряний транспорт				
Нафтопродукти	Органічні та неорганічні викиди поблизу аеродромів	Викиди CO, C <sub>m</sub> H <sub>n</sub> , NO <sub>x</sub> , C, SO <sub>2</sub> , твердих частинок	Зменшення чисельності фауни	Захворювання органів слуху, професійні захворювання
Трубопровідний транспорт				
Забруднення органічними речовинами	Забруднення речовинами, що перекачуються та продуктами корозії	Газоподібні органічні викиди	Руйнація геобіоценози, переривання шляхів міграції тварин	Професійні захворювання через шумове навантаження, отруєння речовинами, що перекачуються

В транспортному секторі ЄС за розподілом споживання палива 84,4% припадає на автотранспорт, 11,1% – на авіацію, 2,5% – на залізниці і 2% – на річковий транспорт.

Розподіл споживання різних видів палива галузями транспорту України в 1995 році показав, що основним видом палива є бензин.

Найбільш енергоємним видом транспорту є автомобільний транспорт, який споживає близько 83% загальної кількості палива, залізничний транспорт споживає – 10,5%, річковий і морський транспорт – 6,5%.

Розподіл споживання різних видів палива галузями транспорту в 1995 році наведено в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Розподіл споживання моторного палива в Україні різними галузями транспорту

Галузь	Види палива, т						Сума	
	Бензин	Дизельне паливо	Зріджений нафтовий газ (ЗНГ)	Стиснений природний газ (СПГ)	Керосин	Інші види палива	т	%
Автомобільний	4236175	1490000	38777	161498	171	174	5926795	83
Залізничний	39851	713600	2741	2023	1021	-	756236	10,5
Морський і річковий	9915	323275	-	12571	161	128747	474669	6,5
Разом	4285941	2523875	41518	176092	1353	128921	7157700	100

Розрахунки шкідливих викидів різними галузями транспорту України показують, що автомобільний транспорт є основним з огляду забруднення навколишнього середовища і набагато перевищує викиди інших видів транспорту.

Автомобільний транспорт є однією з галузей, що значною мірою визначає розвиток промисловості і сільського господарства будь-якої країни. Тому світовий парк автотранспортних засобів безперервно збільшується. Згідно з даними різних джерел в період з 1950 по 2010 роки кількість автомобілів в світі зростає в 7,5...10,5 рази (рис. 2.1). Щорічний випуск автомобілів в світі становить біля 50 млн. одиниць. Значну роль відіграє автомобільний транспорт в економіці України. Автомобільним транспортом перевозиться понад 60% пасажирів і більше половини обсягу вантажів.

Якщо оцінювати внесок автомобільного транспорту в загальне забруднення атмосферного повітря в Україні, то його частка за оксидом вуглецю становитиме 49%, за вуглеводнями – 32%, за оксидами азоту – 20%. Разом з тим в багатьох містах України викиди автотранспорту становлять від 60 до 90% загальної кількості викидів.

№ 10<sup>6</sup> штук

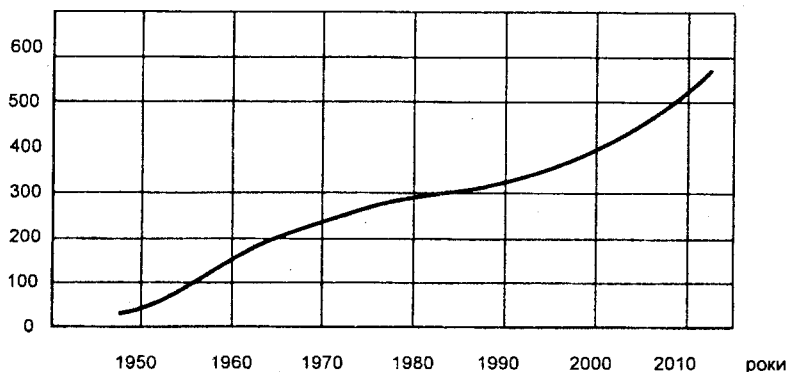
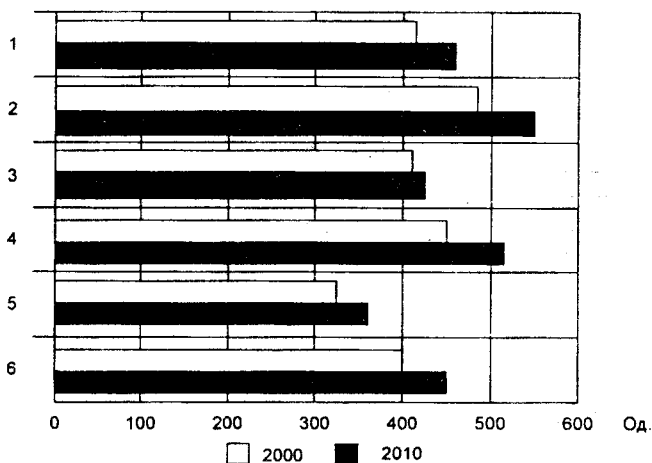


Рисунок 2.1 – Динаміка зростання світового автомобільного парку

Виходячи з кількості автомобілів на тисячу жителів, це значно менше в порівнянні з розвиненими країнами. Так, якщо в Україні ця величина наближається до 120 одиниць, то в США вона сягає 700 одиниць. Значно вища вона і для передових країн Західної Європи, як це видно з діаграми (рис. 2.2.), де показана кількість автомобілів на тисячу жителів в країнах Західної Європи як в цілому, так і в кожній країні.



1 – Західна Європа; 2 – Німеччина; 3 – Франція; 4 – Італія; 5 – Іспанія; 6 – Великобританія

Рисунок 2.2 – Кількість автомобілів на тисячу жителів в країнах Західної Європи

Тому в Україні, виходячи з досвіду інших країн, також слід очікувати в недалекому майбутньому різкого зростання парку автотранспортних засобів. Для того, щоб цей процес не призвів до критичної ситуації, з точки зору безпеки руху, забруднення навколишнього середовища та витрат палива, до нього потрібно готуватись шляхом вдосконалення конструкції автомобілів і рівня їх експлуатації.

Шкідливий вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище має багатосторонній характер. Цей вплив проявляється під час руху автомобілів, їх технічного обслуговування, а також в зв'язку з існуванням інфраструктури, що забезпечує функціонування автомобільного транспорту. Найбільш шкідливими є фактори першої групи, а серед них – викиди шкідливих речовин автомобільними двигунами. Детально фактори, що наведені на рис. 2.3, будуть розглянуті в подальшому.



Рисунок 2.3 – Шкідливий вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище

Згідно з різними дослідженнями, світовим парком автомобілів щорічно викидається в навколишнє середовище 480...800 млн. тонн оксиду вуглецю, що становить біля 19% світових викидів як природними, так і штучними джерелами; 19...29 млн. тонн метану (7%), 32...48 млн. тонн інших вуглеводнів (4%), 17...21 млрд. тонн діоксиду вуглецю (2%), 36...76 млн. тонн діоксиду азоту (20...50%), 162...198 млн. тонн діоксиду сірки (45%).

За розрахунками вчених за всю свою історію автотранспорт спожив 170 млрд. м<sup>3</sup> кисню і викинув в атмосферу 250 млрд. м<sup>3</sup> CO<sub>2</sub>, що складає 60...70% від діяльності людини за останні 100 років.

Про роль автомобільного транспорту в забрудненні атмосфери в Україні можна зробити висновок з рис. 2.4, де показані викиди різних шкідливих речовин автотранспортними засобами.

Викиди автотранспортних засобів складають біля 40% всіх шкідливих речовин, що потрапляють в атмосферу. Для ряду міст України (Київ, Львів, Чернівці, Полтава та інші) ця величина перевищує 70%.

Незважаючи на значне зменшення шкідливих викидів, їх величина залишається значною і складає близько 40 кг на кожного жителя України.

Ще в 1991 році викиди шкідливих речовин в атмосферу м. Києва складали 64,3 тис. тонн від стаціонарних джерел і 172,2 тис. тонн від пересувних засобів (переважно автомобілів), тобто майже 100 кг на кожного киянина в рік.

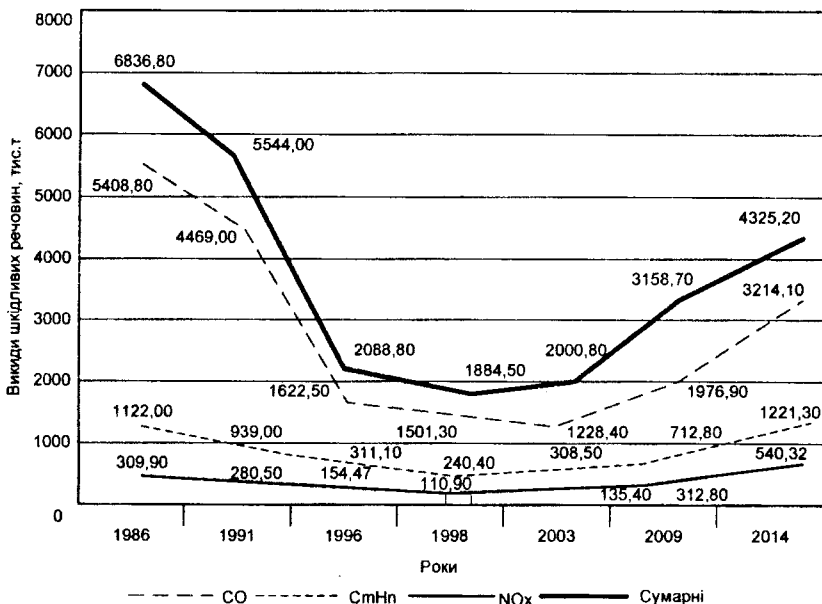


Рисунок 2.4 – Динаміка викидів шкідливих речовин автомобільним парком України



## 2.2 Витрати, які пов'язані з відшкодуванням збитків народному господарству

Викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами автомобільним транспортом завдають колосальної шкоди народному господарству. З їх впливом пов'язані такі витрати:

а) медичне обслуговування населення, що захворіло в результаті забруднення навколишнього середовища;

б) оплата лікарняних листів;

в) компенсація втрат продукції через зниження продуктивності праці, а також невиходів на роботу через хвороби;

г) додаткові роботи комунально-побутового господарства через шкідливий вплив відпрацьованих газів на міське господарство;

д) компенсація кількісних і якісних втрат продукції через зниження продуктивності земельних, лісових і водних ресурсів;

е) компенсація втрат промислової продукції, будівництва і транспорту через вплив забруднень на основні фонди цих галузей.

В наш час у міських умовах збиток, який наноситься при роботі протягом години автомобілем з бензиновим двигуном, що працює на етилованому бензині, оцінюють у 1,68 грн/год, при роботі на неетилованому – 1,15 грн/год, автомобілем з дизелем – 0,53 грн/год.

## 2.3 Джерела забруднення навколишнього середовища

Основними штучними джерелами забруднення довкілля, що виникають в результаті діяльності людини, є об'єкти транспорту, промисловості, енергетики, сільського та комунального господарств. Джерелами викидів шкідливих речовин є відпрацьовані гази автомобільних двигунів, випаровування з паливної системи, підтікання палива та мастила в процесі роботи та обслуговування автомобілів, а також продукти зношування фрикційних накладок зчеплення, накладок гальмівних колодок, шин.

Під час роботи автомобільних двигунів внутрішнього згоряння джерелами викидів шкідливих речовин є: а) відпрацьовані гази (exhaust gases); б) картерні гази (crankcase gases); в) випаровування із системи живлення.

Серед цих джерел основними є відпрацьовані гази, які мають складний хімічний склад. У відпрацьовані гази входить більше 1000 різних шкідливих речовин, які чинять негативний вплив на людину і довкілля, 200 з них розпізнано. Основними є: оксид вуглецю (CO), вуглеводні (загальна формула  $C_mH_n$ ), оксиди азоту (загальна формула  $NO_x$ ), альдегіди (загальна формула  $RCHO$ ), сполуки сірки (основна - двооксид сірки  $SO_2$ ), тверді частинки (сажа - C), канцерогенні речовини, до яких належать складні ароматичні вуглеводні поліциклічної будови (основний елемент, якого найбільше, бенз(а)пірен –  $C_{20}H_{12}$ ), сполуки свинцю ( $PbO_4$ ).

В картерних газах і випаровуваннях містяться, в основному, вуглеводні. Відсотковий розподіл між трьома джерелами шкідливих викидів характеризується даними, які наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Відсотковий розподіл між трьома джерелами шкідливих викидів

Джерела шкідливих викидів	CO	C <sub>m</sub> H <sub>n</sub>	NO <sub>x</sub>
Відпрацьовані гази	100	55	100
Картерні гази	–	25	–
Випаровування палива	–	20	–

#### 2.4 Класифікація шкідливих речовин у відпрацьованих газах автомобілів

Відпрацьовані гази (ВГ) являють собою аерозоль складного складу, який залежить від режиму роботи двигуна.

Елементарний склад автомобільних нафтових палив – це вуглець (carbon), водень (hydrogen), у незначних кількостях кисень (oxygen), азот (nitrogen) і сірка (sulfur). Атмосферне повітря, що є окислювачем палив, складається, як відомо, в основному з азоту (79%) і кисню (близько 21%).

При ідеальному згорянні стехіометричної суміші вуглеводневого палива з повітрям у продуктах згоряння повинні бути присутні лише N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O. У реальних умовах ВГ містять також продукти неповного згоряння (окис вуглецю, вуглеводні, альдегіди, тверді частинки вуглецю, перекисні сполуки, водень і надлишковий кисень), продукти термічних реакцій взаємодії азоту з киснем (окисли азоту), а також неорганічні сполуки тих чи інших речовин, які є у паливі (сірчистий ангідрид, сполуки свинцю і т. д.).

Усього в ВГ виявлено близько 280 компонентів. За своїми хімічними властивостями, характером впливу на організм людини речовини, що містяться в відпрацьованих і картерних газах, підрозділяються на три основні групи. А саме: нетоксичні, токсичні та канцерогенні. У групу нетоксичних речовин входять азот, кисень, водень, водяна пара, вуглекислий газ.

Групу токсичних речовин складають: оксид вуглецю CO (carbon monoxide), оксиди азоту NO<sub>x</sub> (nitric oxide), численна група вуглеводнів C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>, (hydrocarbons) що включає парафіни, олефіни, ароматики та ін.

Далі ідуть альдегіди RCHO, сажа. При згорянні сірчистих палив утворюються неорганічні гази – сірчистий ангідрид SO<sub>2</sub> і сірководень H<sub>2</sub>S.

Особливу групу складають канцерогенні поліциклічні ароматичні вуглеводні (aromatic hydrocarbons) (ПАВ), у тому числі найбільш активний бенз(а)пірен, що є індикатором присутності канцерогенів в ВГ. У випадку застосування етилованих бензинів утворюються токсичні сполуки свинцю.

У таблиці 2.4 наведені дані щодо складу ВГ основних типів двигунів - бензинового з іскровим запалюванням і з запаленням від стиску (дизеля).

Як ми бачимо, склад ВГ типів двигунів, які ми розглядаємо, суттєво відрізняється перш за все за концентрацією продуктів неповного згоряння, а саме, оксиду вуглецю, вуглеводнів і сажі.

Основними токсичними компонентами ВГ бензинових двигунів є CO, C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>, NO<sub>x</sub> та сполуки свинцю, а дизельних двигунів - NO<sub>x</sub>, сажа.

Таблиця 2.4 – Граничний вміст основних шкідливих речовин у ВГ бензинових двигунів і дизелях

Назва речовин	Бензинові	Дизелі
Азот, %	77	78
Кисень, %	8	18
Пари води, %	13,5	10,0
Двооксид вуглецю, %	12,0	12,0
Оксид вуглецю (CO), %	10	0,3
Вуглеводні (C <sub>m</sub> H <sub>n</sub> ), %	2	0,5
Оксиди азоту (NO <sub>x</sub> ), %	0,6	0,2
Альдегіди (RCHO), %	0,2	0,05
Двооксид сірки, мг/м <sup>3</sup>	0,003	0,015
Сажа, мг/м <sup>3</sup>	100	2000
Сполуки свинцю, мг/м <sup>3</sup>	60	-
Канцерогени (бенз(а)пірен), мг/м <sup>3</sup>	25	10

### Контрольні запитання

1. В чому полягає вплив транспорту на навколишнє середовище?
2. Класифікація основних видів впливу на компоненти біосфери різних видів транспорту.
3. Викиди основних шкідливих речовин різними галузями транспорту України.
4. Шкідливий вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище.
5. Місце та види забруднення навколишнього середовища автомобільним транспортом.
6. Витрати, які пов'язані з відшкодуванням збитків народному господарству.
7. Джерела забруднення навколишнього середовища.
8. Джерела викидів шкідливих речовин під час роботи ДВЗ.
9. Класифікація шкідливих речовин у відпрацьованих газах автомобілів.
10. Граничний вміст основних шкідливих речовин у ВГ бензинових двигунів і дизелів.

## 3 ВПЛИВ КОМПОНЕНТІВ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

### 3.1 Дія відпрацьованих газів на організм людини

Дія токсичних компонентів ВГ на людський організм різноманітна, від ініціації незначних неприємних відчуттів до ракових захворювань. Ступінь їхнього впливу залежить від їхньої концентрації в атмосфері, стану людини і її індивідуальних особливостей.

Вплив окремих компонентів ВГ на організм людини вивчено досить повно. Практично для кожного компонента ВГ встановлено гранично допустимі концентрації (ГДК) (maximum allowable concentration), які визначено, виходячи з принципу повної відсутності їхнього впливу на людину.

В нашій країні прийнята триступенева градація значень ГДК шкідливих речовин. Середньодобова ГДК в атмосфері населених місць – концентрація, що не чинить на людину прямого або непрямого шкідливого впливу в умовах невизначено довгого цілодобового вдихання. Максимальна разова ГДК шкідливої речовини в повітрі населених місць – концентрація, що не викликає рефлекторних реакцій в організмі людини. І, нарешті, ГДК шкідливої речовини в повітрі робочої зони - концентрація, яка викликає у працюючих при щоденному вдиханні в межах 8 годин протягом всього робочого стажу захворювання або відхилення в стані здоров'я, що виявляються безпосередньо в процесі роботи або у віддалені терміни.

У табл. 3.1 подані значення ГДК основних токсичних компонентів ВГ у повітрі населених пунктів і робочої зони відповідно до санітарних норм, які прийняті на Україні (СН-245-71 і наступні доповнення).

Таблиця 3.1 – Значення ГДК основних токсичних компонентів ВГ

Речовина	Гранично допустима концентрація, мг/м <sup>3</sup>		
	В повітрі робочої зони	Середньодобова в атмосфері населених пунктів	Максимальна разова
Оксид вуглецю	20,0	3,0	5,0
Оксид азоту	2,0	0,04	0,085
Вуглеводні	–	1,5	5,0
Альдегіди:			
- акролеїн	0,7	0,03	0,03
- формальдегід	0,5	0,035	0,035
Двооксид сірки	10,0	0,05	0,5
Свинець	0,01	0,00003	–
Бенз(а)пірен	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-6}$	–

Присутність у ВГ великої кількості шкідливих речовин, значне коливання їхніх концентрацій в залежності від конструктивних і режимних параметрів не дозволяє з необхідною надійністю оцінити токсичні властивості ВГ у цілому. Однак при концентраціях, близьких до ГДК, взаємний вплив компонентів відносно малий, тому дію токсичних компонентів, класифікованих у табл. 3.1, можна розглядати окремо.

### 3.2 Вплив оксиду вуглецю на організм людини

Оксид вуглецю – прозорий газ, що не має запаху, трохи легший за повітря, практично не розчинний у воді.

Основний негативний вплив оксиду вуглецю на організм людини полягає у порушенні газового обміну в організмі. Гемоглобін крові в легенях у 240 разів швидше сполучається з оксидом вуглецю ніж з киснем, утворюючи карбоксигемоглобін (СОНЬ) і втрачає здатність переносити кисень від легенів до окремих органів і виносити з них вуглекислий газ. В якій мірі оксид вуглецю впливає на організм людини залежить від концентрації його в атмосфері і від тривалості дії. Вміст  $\text{CO}_2$  у повітрі 0,01% з тривалістю дії більше однієї години викликає головний біль, погіршення реакції та зменшення працездатності. Більші концентрації  $\text{CO}_2$  спричиняють тяжкі наслідки, аж до втрати свідомості. Довготривале вдихання  $\text{CO}_2$  приводить до серцево-судинних захворювань, появи атеросклерозу, враження центральної нервової системи, виникнення інфаркту міокарда, розвитку легневих захворювань. Особливо впливає оксид вуглецю на людей що страждають коронарною недостатністю. Високі концентрації СОНЬ призводять до втрати свідомості, навіть до смерті (рис. 3.1).

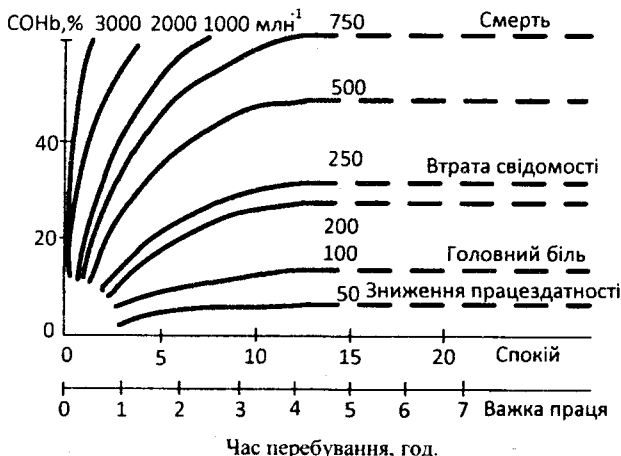


Рисунок 3.1 – Діаграма впливу вмісту  $\text{CO}_2$  в повітрі на організм людини

Дослідження показали, що перебування в атмосфері з вмістом CO лише 0,001...0,0015% (10-15 млн<sup>-1</sup>) протягом 8 годин викликає у окремих людей погіршення здатності до сприйняття часу. Процес утворення карбоксигемоглобіну є зворотним. Після припинення вдихання CO<sub>2</sub>, його концентрація на кожні 3-4 години знижується вдвічі.

Найбільшій небезпеці отруєння оксидом вуглецю піддаються люди, які знаходяться в закритих, погано вентильованих приміщеннях поруч із працюючим двигуном. Особливо небезпечно знаходитися в кабіні автомобіля з негерметичною системою випуску ВГ. Не рекомендується тривале перебування в кабіні автомобіля, двигун якого постійно працює на холостому ходу. У цьому випадку навіть при цілком справній системі випуску через скупчення ВГ навколо автомобіля можливе підвищення концентрації CO<sub>2</sub> у кабіні до значень, що викликають настання втрати свідомості, і якщо постраждалому вчасно не буде надана допомога, то можливий і смертельний наслідок.

Підвишені концентрації оксиду вуглецю небезпечні і тим, що в результаті кисневого голодування організму послаблюється увага, сповільнюється реакція, падає працездатність водіїв.

### 3.3 Вплив оксиду азоту на організм людини

Основна частина оксидів азоту, які знаходяться у атмосфері, надходить з відпрацьованими газами автомобілів.

В ВГ двигунів 90...99% усієї кількості оксидів азоту складає окис азоту NO. Однак вже в системі випуску і далі в атмосфері відбувається окислювання NO у двооксид азоту NO<sub>2</sub>.

NO<sub>2</sub> – газ червоно-бурого кольору, який у малих концентраціях не має запаху, добре розчиняється у воді з утворенням кислот.

Оксиди азоту NO і NO<sub>2</sub> отруйні для організму людини, мають сильну подразнюючу дію, особливо на слизові оболонки, зокрема очей. Здатні глибоко проникати в легені, викликаючи пошкодження їх тканин. За високої концентрації можливі виникнення хронічних респіраторних захворювань і навіть смертельні випадки.

Небезпека впливу оксидів азоту полягає в тому, що отруєння організму виявляється не відразу, а поступово, причому будь-яких нейтралізуючих засобів немає.

Двооксид азоту в концентрації 4...6 мг/м<sup>3</sup> викликає порушення життєдіяльності рослин, пригнічуючи їх ріст. Тривалий вплив NO<sub>2</sub> призводить до хлорозу рослин (передчасного старіння).

Двооксид азоту є вихідним продуктом утворення озону під впливом ультрафіолетового випромінювання. А надмірне накопичення озону у приземному просторі дуже шкідливе. Крім того, NO<sub>2</sub> має вирішальну роль в утворенні фотооксидантів. Розчин NO<sub>2</sub> у воді є складовою «кислотних» дощів.

### 3.4 Вплив вуглеводневих сполук на організм людини

З великої кількості вуглеводнів, які містяться у відпрацьованих газах, найбільшої загрози завдають ароматичні вуглеводні олефінового ряду, тобто ненасичені вуглеводні етилового ряду, що мають високу активність і є вихідними продуктами для утворення фотохімічного смогу. Вплив вуглеводнів на організм людини різноманітний: від виникнення неприємних відчуттів до появи різних захворювань. Характерною особливістю дії вуглеводнів на організм людини є їх вплив на центральну нервову систему. Великі концентрації вуглеводнів можуть призвести до наркотичного сп'яніння, що неприйнятно, особливо під час керування автомобілем. Окрім того, вуглеводні спричиняють виникнення серцево-судинних захворювань, аритмію серця, порушують діяльність шлунково-кишкового тракту, викликають зміни у складі крові. Численними дослідженнями встановлено, що один з вуглеводнів – етилен (ethylene) негативно впливає на рослини, викликаючи симптоми раннього старіння, хронічні ураження, відпадання квіток та плодів, припинення росту.

### 3.5 Вплив альдегідів та сполук сірки на організм людини

Основними альдегідами (aldehydes), що надходять у атмосферу з відпрацьованими газами, є формальдегід (formaldehyde) і акролеїн (acrolein).

Формальдегід (мурашковий альдегід) – газ без кольору із задушливим, подразнюючим запахом. Охолоджуючись перетворюється в рідину за температури мінус 21 °С. Легко розчиняється у воді. Розчин, який містить 40% формальдегіду називається формаліном. Шкідливо впливає на органи дихання і слизові оболонки. Є дуже сильним подразником, вражає діяльність центральної нервової системи, печінки, нирок. За концентрації формальдегіду у атмосфері 0,007% має місце легке подразнення дихальних шляхів і слизових оболонок очей і носа, за концентрації 0,18% - подразнення сильне. Запах сприймається людиною за концентрації 0,000015% і це має бути сигналом, що перебування в такій атмосфері небезпечне.

Акролеїн – рідина без кольору із запахом підгорілих жирів. Температура кипіння 52,4 °С.

Пара акролеїну спричиняє сильне подразнення слизових оболонок очей.

Вміст його в атмосфері 0,002% згубний, 0,0005% – важко переноситься, 0,00008% – для людини безпечний. Запах сприймається людиною за концентрації 0,00016%.

Концентрація його в повітрі 0,014% може призвести до смерті через 10 хвилин. Вплив акролеїну на організм людини адекватний впливу формальдегіду.

Сірчистий газ SO<sub>2</sub> (sulfur dioxide) – основний токсичний продукт сполук сірки, що надходить у атмосферу з відпрацьованими газами.

У вільному стані  $\text{SO}_2$  – це газ без кольору з різким запахом, кислий на смак, отруйний, подразнює слизові оболонки очей і дихальних шляхів. Легко розчиняється у воді, утворюючи сірчисту кислоту  $\text{H}_2\text{SO}_3$ .

Він вражає органи дихання, змінює склад крові, погіршує імунітет, порушує білковий обмін речовин в організмі. Крім того руйнує вітамін В1 в крові, збільшує накопичення цукру і білку в крові.

Висока концентрація  $\text{SO}_2$  у атмосфері викликає гострий бронхіт, задишку, можливу смерть внаслідок рефлекторного спазму горла.

Сполуки сірки  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$  і  $\text{H}_2\text{SO}_4$ носять значний збиток лісовому і сільському господарствам – вони закислюють ґрунт. Підвищують вразливість рослин захворюваннями. Окрім того, ці речовини є основними складовими класичного смогу і «кислотних» дощів.

Сполуки сіркиносять значних збитків комунальному господарству міст, руйнуючи металеві конструкції, бетон. Вони піддають руїнації пам'ятки архітектури.

### **3.6 Вплив сполук свинцю на організм людини**

Наявність сполук свинцю (lead compounds) в атмосферному повітрі міст, в основному, пов'язана з відпрацьованими газами бензинових двигунів, які працюють на етилованому бензині. Свинець, наявний у бензинах як основа антидетонаційних присадок, викидається з ВГ у вигляді аерозолів у з'єднанні з бромом, фосфором, хромом.

Етилова рідина спалюється в камерах згоряння двигунів, утворюючи неорганічні сполуки – оксиди і солі, які аерозолями викидаються у атмосферу. Завислі частинки розпорошуються в навколишньому середовищі. Значна частина сполук свинцю осідає на землю поблизу автомобільних доріг. Аерозолі потрапляють в організм людини під час дихання, крізь шкіру і разом з їжею. Вони викликають порушення функцій органів травлення, нервово-м'язової системи і мозку. Свинець і його сполуки здатні накопичуватися в організмі до небезпечних концентрацій, тому що вони погано виводяться з організму. Особливо небезпечні для дітей, оскільки уповільнюють їх фізичний і розумовий розвиток.

### **3.7 Вплив сажі і канцерогенних речовин на організм людини**

Відпрацьовані гази ДВЗ є основним джерелом викиду в атмосферу твердих частинок і в першу чергу сажі (кіптяви) (soot). При вдиханні сажі її частинки викликають негативні зміни в системі дихальних органів людини. Частинки сажі розміром 0,5...2 мкм затримуються в легенях, викликаючи алергію. Як і будь-яка аерозоль сажа забруднює повітря, погіршує видимість на дорогах, але, найголовніше, на сажі адсорбуються важкі ароматичні вуглеводні, у тому числі канцерогенний бенз(а)пірен, що здатний спричинити ракові пухлини, переважно рак легень.



Крім того, як механічна домішка, сажа погіршує прозорість атмосфери, вона затримується у повітрі до 8 діб.

### 3.8 Вплив продуктів фотохімічного синтезу на стан людини та навколишнє середовище

В наш час, розглядаючи забруднення атмосфери міст і великих промислових центрів, велику увагу почали приділяти вмісту в ній озону. Раніше (до 1967 р.) вважалося, що наявність озону в повітрі свідчить про його чистоту. Зараз ця думка змінилась. Через те, що озон це сильний окисник, він є проміжним продуктом фотохімічних реакцій в умовах забрудненої атмосфери.

Дія озону на організм людини спричиняє подразнення слизової оболонки, очей, кашель, задуху, спазми дихальних шляхів. Призводить до виникнення серцево-судинних захворювань. Особливо небезпечний він для дітей, тому що вони, в результаті більш рухливого способу життя, споживають значно більшу кількість повітря. Дуже шкідливо озон впливає на рослини, спричиняючи передчасне старіння.

Утворені в результаті фотохімічних реакцій за участю озону оксиданти ПАН і ПБН подразнюють слизові оболонки людини, зменшують прозорість атмосфери, пошкоджують рослини, руйнують гуму і ці властивості проявляються за дуже малих концентрацій.

В таблиці 3.2 наведені дані про вплив різних концентрацій озону та фотооксидантів в повітрі на стан людини та навколишнє середовище.

Таблиця 3.2 – Вплив концентрацій озону та фотооксидантів в повітрі на стан людини та довкілля

Концентрація, млн <sup>-1</sup>	Тривалість дії, год	Ефект
<b>Озон</b>		
0,02	1	Натягування та розтріскування гуми
0,03	8	Пригнічення рослинності
0,1	1	Спазми дихальних шляхів
2,0	2	Сильний кашель
<b>Фотохімічні оксиданти</b>		
0,05	4	Пошкодження рослин
0,1	4	Подразнення слизової оболонки ока
0,03-0,3	1	Погіршення спортивних показників

Деякими дослідженнями встановлено, що за інтенсивного фотохімічного смогу спостерігається захворювання тварин. Особливу небезпеку оксиданти створюють для осіб з порушеннями органів дихання.

### 3.9 Наслідки забруднення навколишнього середовища відпрацьованими газами автомобілів

Токсична дія ВГ двигунів може виявлятися локально й у більш великих масштабах (район, місто, регіон). Автомобіль (car) є мобільним джерелом забруднення повітря, що розносить ВГ над поверхнею землі на великій відстані в містах і великих населених пунктах, уздовж магістралей. Токсичні речовини (toxic substances) виявляються в помітних концентраціях і усередині приміщень на рівні 22 поверху. У результаті забруднення навколишнього середовища викидами автомобілів спостерігається зниження врожайності сільськогосподарських культур, погіршення якості кормових рослин, що впливає на якість м'ясомолочної продукції й зменшенні цінності садових культур. Лісовому господарству наноситься значний збиток через: відмирання цілих ділянок лісонасаджень, пришляхових смуг; зменшення приросту деревини; підвищення чутливості рослин до перепадів температур; хвороби; шкідники.

Властивість свинцю накопичуватися в рослинах потребує обмеження у використанні на корм худобі трави, яка вирощується уздовж магістралей з інтенсивним автомобільним рухом, у зв'язку з можливою високою концентрацією свинцю в кормовій масі. Небезпеку для рослин становлять також оксиди азоту, які вражають листки рослин, і двоокис сірки, що підвищує кислотність ґрунтів і уражає рослини навіть при малих концентраціях  $\text{SO}_2$  в атмосфері.

Значний збиток ВГ автомобільних двигунів наносять комунальному господарству міст. Підвищена концентрація окислювачів в атмосфері приводить до передчасного руйнування металевих конструкцій, бетону, каменю. За останні 30...40 років архітектурні пам'ятники в містах Європи «зістарилися» у більшому ступені, ніж за увесь час до автомобільної ери.

#### Контрольні запитання

1. Триступенева градація значень ГДК шкідливих речовин.
2. Значення ГДК основних токсичних компонентів ВГ.
3. Вплив оксиду вуглецю та оксиду азоту на організм людини.
4. Вплив вуглеводневих сполук та альдегідів на організм людини.
5. Вплив сполук сірки та свинцю на організм людини.
6. Вплив сажі і канцерогенних речовин на організм людини.
7. Вплив продуктів фотохімічного синтезу на навколишнє середовище.
8. Вплив концентрацій озону та фотооксидантів в повітрі на стан довкілля.
9. Наслідки забруднення навколишнього середовища відпрацьованими газами автомобілів.

## 4.1 Шумове забруднення довкілля

Транспортний шум – це перевищення природного рівня шуму, спричиненого роботою двигунів, колесами, гальмами і аеродинамічними особливостями транспортного засобу. Абсолютно безшумний автомобіль на дорогах такий же неприйнятний як і дуже шумний. У разі безшумного автомобіля водій втрачає зворотний зв'язок з автомобілем – він не відчуває швидкості та резервів потужності автомобіля. Окрім того пішохід взагалі не відчуває наближення небезпеки і це може призвести до небажаних наслідків для усіх учасників дорожнього руху.

Шум – сукупність численних звукових коливань, які швидко змінюються за силою і частотою. Вплив шуму на людину виявляється у широкому діапазоні: від появи роздратованості, до втрати слуху. Шум заважає людям повноцінно відпочивати, зменшує продуктивність праці, викликає головний біль, підвищену втомлюваність. Під впливом шуму можливе виникнення «шумової хвороби», яка призводить до захворювання нервової системи людини, втрати слуху, розвитку гіпертонічної хвороби, виникнення серцево-судинних захворювань та ішемічної хвороби серця. Окрім того шум може спричинити швидкий розвиток вже існуючих хвороб. Шум скорочує тривалість життя в межах 8...12 років. Надмірний шум може стати причиною нервового виснаження, психічної пригніченості, вегетативного неврозу (розлад нервової системи, що регулює обмін речовин і діяльність внутрішніх органів), виразки, зміни функціонального стану центральної нервової системи.

Джерело звуку характеризується звуковою потужністю, частотним спектром випромінювання і характеристикою направленості (рис. 4.1).

Перенесення енергії під час поширення звукової хвилі характеризується вектором миттєвої інтенсивності звуку, який називають щільністю потоку звукової потужності (sound power flux density), Вт/м<sup>2</sup>:

$$I = p \cdot v \text{ або } I = \frac{p^2}{\rho \cdot v}, \quad (4.1)$$

де  $p$  – тиск звуку, Па – різниця між миттєвим значенням звукового тиску і барометричним тиском;

$\rho$  – густина середовища, кг/м<sup>3</sup>;

$v$  – швидкість поширення звуку, м/с.

$$v = \lambda \cdot f, \quad (4.2)$$

де  $\lambda$  – довжина хвилі, м;

$f$  – частота коливань, Гц.

Звукова потужність ( $N$ , Вт), яка розвивається джерелом струму – це звукова енергія, яка випромінюється ним за одиницю часу. Визначається вона потоком інтенсивності звуку крізь замкнуту поверхню площею  $S$ , що оточує джерело звуку.

$$N = \oint_S I_n dS, \quad (4.3)$$

де  $I_n$  – нормаль до вказаної поверхні.

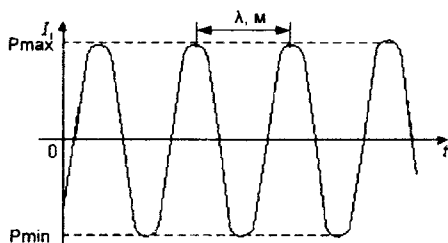


Рисунок 4.1 – Схема звукових коливань

Інтенсивність звуку (intensity of sound), звукова потужність (sound power) джерела звуку пов'язані з величинами, які визначають фізичний вплив звуку на людину. Простір, у якому відбувається поширення звукових хвиль, називають звуковим полем.

Зміна фізичного стану середовища в звуковому полі, яке викликано наявністю звукових хвиль, характеризується інтенсивністю звуку, звуковим тиском, рівнем звукової потужності і частотним спектром.

До звукових коливань, які сприймаються людським вухом, відносяться коливання, частота яких знаходиться в межах від 16 до 20000 Гц. Коливання з частотою нижче 16 Гц відносяться до інфразвуку, понад 20000 Гц – ультразвуку. Коливання з такими частотами людиною не сприймаються, проте впливають негативно.

#### 4.2 Основні види і джерела шуму двигуна і автомобіля

Загальний шум автомобіля, що рухається, складається з шуму, який створюється двигуном, агрегатами автомобіля, кузовом, додатковим обладнанням, коченням шин, потоком повітря.

Шум, який виникає під час роботи двигуна і автомобіля в цілому, можна поділити на дві групи – аеродинамічний і механічний.

Аеродинамічний шум виникає в результаті газообміну в двигуні під час процесів впуску свіжого заряду і випуску відпрацьованих газів, а також в результаті взаємодії лопастей вентилятора з повітрям.

Механічний шум спричиняють процес згорання і динамічні процеси, що відбуваються в кривошипно-шатунному механізмі, газорозподільному механізмі, системі мащення, системі охолодження, живлення і ін.

Аеродинамічний шум передається повітряним середовищем, механічний шум зовнішньою поверхнею двигуна і агрегатами автомобіля.

В цілому для автомобіля характерний механічний і аеродинамічний шум, що мають велику кількість джерел шуму.

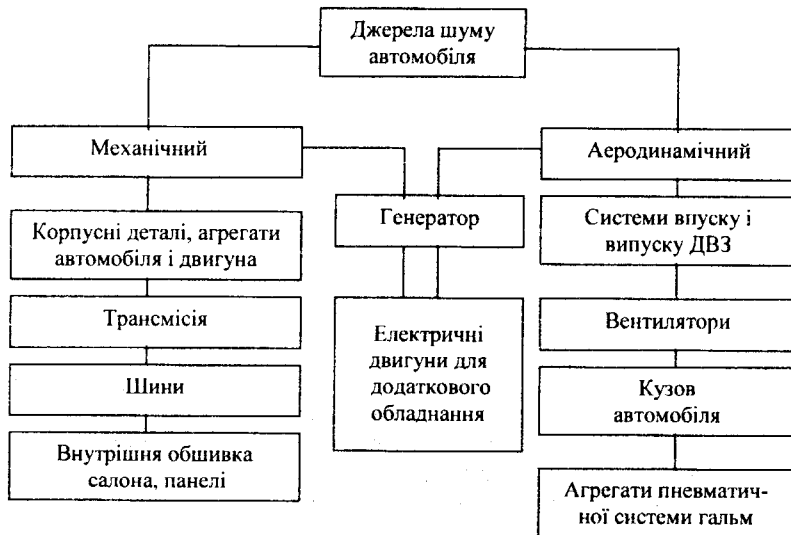


Рисунок 4.2 – Джерела шуму автомобіля

Автомобілі в цілому – складне джерело шуму, тому що його звукове поле формується великою кількістю окремих джерел. Шум автомобіля є типовим широкосмуговим шумом.

В практиці розрізняють зовнішній і внутрішній шум автомобіля.

Зовнішній шум автомобіля одне з основних джерел міського шуму. Близько 60...80% шумового фону міст створює автомобільний транспорт. Транспортний шум в містах сягає 80...100 дБ.

### 4.3 Шляхи зменшення шуму від автомобілів

Враховуючи, що рівень аеродинамічного шуму, який створюється системою впуску і випуску значно більший за механічний шум, тому основну увагу під час розроблення заходів щодо зменшення шуму двигуна приділяють зменшенню аеродинамічного шуму.

Основним способом зменшення рівня аеродинамічного шуму під час впуску повітря і впуску відпрацьованих газів є застосування глушників.

За принципом дії глушники (exhaust muffler) поділяють на: щільні активні; активні грибоподібного типу; резонансні; активно-резонансні; соплові; з розширювальними камерами (камерні); активно-резонансні в сполученні з камерними чи щільними.

На автомобільних і тракторних двигунах в системах впуску найбільш поширені глушники з розширювальними камерами, які конструктивно поєднуються з корпусом повітряного фільтра. Камерні глушники системи впуску складаються з розширювальної камери, з'єднаної з повітропроводами.

Глушник пропускає звукові коливання нижче якоїсь граничної частоти і поглинає коливання, частота яких вища граничної. Об'єм розширювальної камери вибирається таким чином, щоб поперечний її розмір був меншим половини довжини хвилі приглушеного звуку. Граничні частоти системи впуску встановлюються 25 Гц, для систем впуску – 100...120 Гц.

Для зменшення шуму впуску відпрацьованих газів більшого поширення набули камерно-резонансні і камерні з перфорованими елементами активного глушення.

Зменшити механічний шум, що створюється двигуном і усіма агрегатами автомобіля, можна шляхом їх конструктивного удосконалення або впровадженням сучасних технологій.

Відомо, що в результаті високої частоти обертання колінчастого вала і інших деталей навіть незначна незбалансованість мас може викликати значні вібрації, що призведуть до підвищення шумності автомобіля.

Тому дуже важливо щоб усі деталі і вузли, які беруть участь в зворотно-поступальному і обертальному рухах були динамічно збалансовані (зрівноважені).

Знизити шум кривошипно-шатунного і газорозподільного механізмів можна застосуванням кришки газорозподільного механізму і піддона картера з металопластикових матеріалів з високим внутрішнім тертям. Зменшення шуму відбувається в результаті перетворення звукової енергії в теплову. З метою зменшення загального шуму, який створюється двигуном, використовують шумопоглинальні покриття поверхонь корпусних деталей двигуна, встановлюють двигун в шумопоглинальні камери.

Для зменшення шуму агрегатів трансмісії впроваджують різні конструктивні і технологічні заходи.

Наприклад, застосування складеної карданної передачі з уведенням проміжної опори – раціональний метод боротьби з вібрацією і з підвищеним шумом.

Для зменшення шуму зубчастого зачеплення застосовується спеціальна обробка зубів шестерень. Для зменшення шуму підшипників підвищують точність їх виготовлення.

Шум агрегатів трансмісії особливо зростає, якщо частоти власних коливань окремих елементів збігаються з частотами вимушених коливань. Тому необхідно змінювати жорсткість або вагу елементів трансмісії і, таким чином, змінювати власну частоту коливань, або зменшувати рівень вібрації шляхом їх демпфування.

Рівень шуму автомобільних шин (tires) найвагоміший фактор, що заважає зменшити шум автомобіля особливо під час руху з великими швидкостями.

Шум автомобільних шин визначається такими факторами: витіканням стисненого повітря між поверхнею шини з нерівностями дороги; вібрацією, що викликана нерівностями дороги і нерівномірною радіальною жорсткістю шин; турбулентними потоками повітря, що обтікають поверхні шин.

Під час руху автомобіля радіальні шини спричиняють шум дещо менший, ніж діагональні з таким же рисунком протектора. Шум шини із закритими порожнинами на рисунку протектора вищий за поперечний розчленований рисунок.

Найменш шумні шини з поздовжніми ребрами.

Зменшення аеродинамічного шуму автомобіля, що виникає в результаті обтікання його зустрічним потоком повітря досягається створенням найраціональніших форм кузова автомобіля, що забезпечить меншу турбулізацію повітряних потоків.

Зменшення внутрішнього шуму автомобіля досягають нанесенням на внутрішню поверхню кузова спеціальних звукопоглинальних матеріалів.

#### **4.4 Вібрація автомобіля і шляхи її зменшення**

Основним джерелом виникнення транспортної вібрації є коливання, спричинені незрівноваженими силами інерції мас, які здійснюють обертальний і зворотно-поступальний рух, що виникають в вузлах, в агрегатах автомобіля, а також коливання, що виникають через нерівності дорожнього покриття. Коливання передаються агрегатами і підвіскою на кузов автомобіля та впливають на водія і пасажирів. Коливання, які під час руху автомобіля дорожнім покриттям передаються на ґрунт, впливають на будови і споруди, розташовані в безпосередній близькості до доріг.

За способом передавання вібрації на людину розрізняють загальну, яка сприймається опорними поверхнями, і місцеву (локальну) – яку сприймають руки.

За часовими характеристиками вібрацію розрізняють: постійну, для якої спектральний параметр (частота) за час спостереження змінюється не більше ніж в два рази (до 6 дБ), і непостійну, для якої цей параметр змінюється за час спостереження більше ніж у два рази (понад 6 дБ). За напрямком впливу вібрація поширюється відповідно до напрямів осей ортогональної системи координат ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ).

Як загальна, так і локальна вібрації викликають в організмі людини різні патологічні зміни. Під впливом вібрації зменшується працездатність, а значить і продуктивність праці. До того ж вібрація призводить до виникнення вібраційної хвороби, прояви якої полягають у змінах нервової та кістково-суглобової систем. Це спричиняє збільшення енергетичних втрат організму на виконання роботи, відбувається втрата ваги і зменшення м'язової сили, підвищується артеріальний тиск, порушується гострота зору і слуху, послаблюється пам'ять і увага, виникають спазми судин серця, збільшується втомлюваність.

Допустимі рівні транспортної вібрації встановлюються ГОСТ 12.1.012-90 "Вибрационная безопасность. Общие требования". Згідно з цим стандартом нормованими параметрами вібрації встановлено: середньоквадратичні значення віброшвидкості  $V$  (м/с) і віброприскорення  $a$  (м/с<sup>2</sup>), а також логарифмічні рівні віброшвидкості  $L_v$  і віброприскорення  $L_a$ , що визначаються в октавних діапазонах за середньгеометричними значеннями частот  $f$ . Для загальної вібрації  $f = 1, 2, 4, 8, 16, 31.5, 63$  Гц, а для локальної  $f = 8, 16, 31.5, 63, 125, 250, 500, 1000$  Гц.

Для зменшення вібрації двигуна і агрегатів трансмісії найбільш доцільним є конструктивне збільшення жорсткості валів, ретельне їх балансування, поліпшення якості зачеплення зубчастих коліс, уникнення резонансу коливальних систем, покращення якості виготовлення підшипників, застосування амортизаторів і еластичних підвісок.

Найефективнішим методом боротьби з вібрацією, що отримав широке поширення в світовому автомобілебудуванні, є застосування різного роду динамічних поглиначів енергії коливань – гумових чи полімерних вставок, а також нанесенням на віброуючі деталі різних покриттів з високим коефіцієнтом внутрішніх втрат, здатних поглинати енергію механічних коливань і перетворювати її в теплову.

Під час руху автомобіля його підвіска має забезпечувати необхідну плавність коливань, за якої рівень вібрації, що впливає на водія, не повинен перевищувати порога зменшення комфортності.

Рівень вібрації, який передається під час руху автомобіля на будівлі і споруди, які знаходяться в просторі поблизу дорог, не повинен перевищувати норми, встановлені відповідними СНіП (Санітарними нормами і правилами). Обмежити величину вібрації, що передається на будівлі і споруди, можна шляхом застосування спеціальних противібраційних екранів, розташованих поблизу дороги.

#### 4.5 Електромагнітне випромінювання автомобілів

Природа електромагнітного випромінювання (electromagnetic radiation) пов'язана з вихровими електричними і магнітними полями, які взаємно породжують і підсилюють одне одного. Через те, що ці поля нероздільно пов'язані між собою, їх загальна назва – електромагнітні.



Електромагнітні поля поділяються на природні і штучні. До природних належить, в першу чергу, магнітне поле Землі. Джерелами штучного електромагнітного поля є різні радіопередавальні прилади, електрифіковані транспортні лінії, лінії електропередач, автомобілі тощо.

Нового значення проблема електромагнітних полів набуває а умовах швидкого розвитку електротранспорту, в тому числі і електромобілів, а також розвитком електронних систем управління автомобілем.

Уже зараз електромагнітне поле території міста на 18...32% формується автомобільним транспортом.

Електромагнітні поля з високою щільністю енергії можуть викликати шкідливий вплив безпосередньо на організм людини.

Шкідливий вплив електромагнітного поля на людину пов'язаний з перенесенням енергії.

Міра впливу визначається кількістю електромагнітного випромінювання залежно від частоти і довжини хвилі.

Взагалі більшість живих клітин є аномальними діелектриками, які мають деяку іонну провідність, із зменшенням довжини хвилі тканини організму втрачають властивість діелектриків і стають провідниками.

Залежно від характеру випромінювання і виду тканини частина енергії електромагнітного випромінювання, що поглинається, коливається в межах 20...100%. Ця енергія, яку сприйняла на себе тканина органу, перетворюється в теплову. Отримана таким чином шкірою надмірна теплота інтенсивно розсіюється в навколишньому середовищі і не є небезпечною. Якщо ж відбувається поглинання енергії внутрішніми органами (нирки, серце, мозок, очі), які мають слаборозвинений механізм терморегуляції, то збільшення температури цих органів навіть на один градус призводить до необоротних негативних наслідків.

В результаті впливу електромагнітних полів збільшується загальна втомлюваність, з'являється біль в суглобах, головний біль. Електромагнітні поля підвищеної напруженості здатні викликати у людини порушення орієнтації. На сучасному рівні розвитку медицини все частіше з'являються такі методи лікування, що пов'язані із застосуванням різних електронних стимуляторів, які встановлюються в організмі людини і знаходження такої людини в полі дії потужного чи несправного електромагнітного джерела може призвести до небажаних, а іноді і трагічних наслідків.

Нормативними документами встановлюється допустимий рівень електромагнітних полів, що впливає на населення, залежно від частоти випромінювання.

Окрім безпосереднього впливу на організм людини, електромагнітні випромінювання погіршують якість радіо- і телепередач. В цьому випадку їх розглядають як радіозавади. Проте останнього часу широкого розвитку набули системи автоматичного управління транспортним засобом і транспортними потоками і небажаний вплив електромагнітних випромінювань може порушувати роботу і цих систем.

Електромагнітні хвилі (electromagnetic waves) є поперечними, тому що вектори напруженості електричного поля  $E$  і магнітного поля  $H$  коливаються у взаємно перпендикулярних площинах.

Під час розповсюдження електромагнітних хвиль здійснюється перенесення енергії в просторі (швидкість поширення у вакуумі дорівнює швидкості світла  $C = 3 \times 10^8$  м/с).

Важливим параметром, що до електромагнітних хвиль є частота електромагнітних коливань  $f$ . Між швидкістю поширення і частотою коливань існує зв'язок  $C = \lambda f$ , де  $\lambda$  – довжина хвилі, м.

Для характеристики електромагнітних випромінювань використовують частоту коливання або довжину хвилі і напруженість поля у вольтах (В), а також щільність потоку енергії у ватах на квадратний метр ( $Вт/м^2$ ).

До останнього часу автомобіль розглядали лише як джерело радіовад, характеристикою його є напруженість поля радіовад, яка вимірюється в децибелах відносно значення  $E_0^{-1}$  мкВ/м.

Інтенсивність електромагнітного випромінювання автомобіля обумовлюється конструктивними і експлуатаційними факторами. Важливу роль відіграє тип двигуна (бензиновий чи дизель), компоновання автомобіля, ступінь стискання, розміщення розподільника і котушки запалювання, наявність додаткових двигунів, використання пластикових матеріалів, розмір і форма відсіку для двигуна і інше.

Значну роль відіграє технічний стан пристроїв, які створюють електромагнітні поля, наявність спеціальних екранованих з'єднань.

В автомобілі, на якому встановлено двигун з іскровим запалюванням, найбільшу інтенсивність електромагнітного випромінювання спричиняють прилади системи запалювання, другу групу складають прилади електричного живлення (генератори постійного і змінного струму, регулятори напруги, датчики і інше).

Основним джерелом електромагнітного випромінювання автомобіля є система запалювання і, в першу чергу, свічки запалювання, розподільник, високовольтні провідники. Вони є первинними випромінювачами електромагнітних хвиль, а кузов, капот, дах, крила, відсік двигуна – вторинними.

Напруженість поля бензинового двигуна – 40...60 дБ. Автомобілі з дизелями мають значно меншу інтенсивність електромагнітних випромінювань – 28...32 дБ.

До основних заходів щодо зменшення рівня електромагнітного випромінювання на стадії проектування і виготовлення автомобілів належить підвищення екрануючої здатності кузова автомобіля і застосування пристроїв для зменшення вад радіо- і телеприйому. В сучасних конструкціях кузова важливу роль відіграють надійні з'єднання і матеріали з яких вони виготовлюються.

Для зменшення електромагнітного випромінювання крізь щілини між капотом і крилами кузова автомобіля в місцях їх з'єднання встановлюють спеціальні контактні пружини або використовують з'єднання спеціальної конструкції.

Для зменшення електромагнітних випромінювань від приладів системи запалювання використовують спеціальні високовольтні проводи, в наконечниках свічок встановлюють резисторні опори від 1 до 10 кОм.

Для зменшення радіовад до мінімуму в окремих конструкціях автомобілів здійснюють індивідуальне екранування усіх приладів системи запалювання.

Під час руху в транспортному потоці потужність електромагнітних випромінювань окремих автомобілів підсилюється і це призводить до перевищення допустимого рівня випромінювань і стає ще більшою завадою роботи радіо- і телеапаратури, а також різних електронних пристроїв.

Розглянемо захист електронної апаратури автомобіля від електромагнітних випромінювань.

З розширенням використання електроніки на автомобілях одночасно розробляються способи зменшення шкідливого впливу електромагнітного випромінювання.

Одним з таких способів є встановлення електронного обладнання (мікропроцесора і інше) якнайдалі від джерел електромагнітного випромінювання. В складних електронних пристроях використовують спеціальні мікросхеми, більш стійкі до впливу електромагнітних вад. Це К/МОП мікросхеми і *n*-каналні МОП мікросхеми, (комплементарні структури метал-оксид-напівпровідник).

На сьогодні широко застосовується екранування електронних приладів. Окремо екрануються і з'єднуються з масою з'єднувальні провідники, а найскладніші блоки повністю розташовуються в алюмінієвих коробках чи екрануються магнітним матеріалом.

Через магнітний матеріал електромагнітні хвилі не здатні проникнути всередину і впливати на прилади. Для захисту електроніки інколи використовують високочастотні (ВЧ) конденсатори, які з'єднуються з ВЧ-землею (наприклад автомобілі фірми GM).

Визначення впливу електромагнітного випромінювання на складні електронні прилади автомобіля здійснюють в спеціальній камері, яка, як правило, складається з двох підкамер. В одній визначається вплив частот від 0 до 20 МГц, а в другій – до 18 ГГц.

В камері автомобіль опромінюють в діапазоні усіх частот і визначають, які бортові прилади мають найменшу стійкість до електромагнітних вад. При цьому можна визначити роботу двигуна в цілому, або окремого вузла чи агрегату, що містить електроніку.

#### 4.6 Забруднення продуктами зношування автомобілів

В процесі руху автомобілів в навколишнє середовище викидаються продукти зношування, які суттєво забруднюють його. Утворюються ці продукти внаслідок тертя деталей між собою під час роботи.

Основні джерела такого виду забруднення: деталі двигуна та трансмісії, гальмівні колодки, шини.

Що стосується спрацьовування деталей двигуна і трансмісії, то зменшувати його можна своєчасним змащуванням якісними мастилами і використанням рекомендованих для даного транспортного засобу мастил з дотриманням періодичності заміни мастила в системах змащування.

Традиційним матеріалом для виробництва гальмівних колодок завжди був азбест. Це волокнистий мінерал, що має такі властивості: термостійкість, міцність, еластичність, яких не мають інші природні матеріали.

Проте азбестовий пил, що утворюється під час експлуатації, визнано дуже шкідливим для здоров'я людини. Він потрапляє в органи дихання і не виводиться з організму, накопичується і спричиняє захворювання. В багатьох розвинутих країнах світу застосування азбесту в будь-яких галузях заборонено законодавчо.

Як замітник азбесту запропоновано композиційні матеріали, в яких роль азбесту виконують сталеві волокна. За результатами проведених випробувань встановлено, що вони мають задовільний рівень ефективності гальмування, хорошу стабільність його ефективності в процесі нагрівання і хороший рівень зносостійкості. Разом з тим замітники азбесту мають підвищену теплопровідність, здатні створювати підвищений шум, а також можуть відшаровуватися від опори. Встановлено, що ресурс таких фрикційних накладок в 1,2 – 1,5 рази перевищує ресурс серійних накладок на основі азбесту.

Безазбестові накладки для різних типів автомобілів знаходяться на різних стадіях виробництва, більшість пройшли цикл стендових випробувань, налагоджене їх серійне виробництво і отримано сертифікати якості.

Це не єдиний приклад заміни азбесту в автомобілебудуванні і роботи в цьому напрямку ведуться різними фірмами.

Значну частину забруднення довкілля продуктами зношування автомобіля складають продукти зношування шин. Розрахунки, виконані Державтотранс НДІ проектом Мінтранса України, показали, що кожний легковий автомобіль до повного зношення рисунка протектора комплексу шин викидає в навколишнє середовище в середньому 14,2 кг гумового пилу, а вантажний автомобіль чи автобус (з колісною формулою 4×2) – 92,2 кг. Разом з тим, інтенсивність викидання гумового пилу у автомобілів з шинами, які відновлені методом накладання нового протектору, в 2 рази більша, ніж у серійних. За орієнтовними розрахунками, вантажні автомобілі АТП середньої потужності протягом року викидають у атмосферу близько 30 т гумового пилу.

До його складу входять шкідливі речовини, які поширюються в ґрунті і атмосфері. Основних компонентів чотири: каучук, сажа, смоли і масла. Встановлено, що приблизно 10% цього пилу (природний каучук) розпадається і переробляється бактеріями, які є в ґрунті і включаються в кругообіг вуглецю.

Синтетичний каучук (synthetic rubber) становить 38% маси шини, стійкий до атмосферних умов і мікроорганізмів тому не відбувається його надходження у природній кругообіг.

Вважається, що під впливом кисню і ультрафіолетового випромінювання його молекули розпадаються і відбувається це значно швидше ніж у компактному гумовому виробі. Сажа, яка за масою становить 25...30% продуктів зношування, забруднює атмосферу затримуючись у повітрі впродовж 8 діб, погіршуючи тим самим видимість на дорогах та впливаючи на органи дихання людей, як будь-який пил. За своїм хімічним складом сажа мас розкладатися, але конкретних даних про ці процеси поки немає. Через наявність цього пилу після дощу дороги стають дуже слизькими і небезпечними. Одним з найбільш ефективних шляхів зниження утворення продуктів зношування шин є виконання вимог правильної експлуатації, тобто систематичний контроль тиску в шинах, перевірка установаження кутів розвалу і збіжності керованих коліс, своєчасне переставлення коліс і т. д.

### Контрольні запитання

1. Що таке шумове забруднення довкілля, транспортний шум?
2. Визначення понять: інтенсивність звуку, звукова потужність.
3. Основні види і джерела шуму двигуна і автомобіля.
4. Зовнішній і внутрішній шум автомобіля.
5. Зменшення шуму від автомобілів.
6. Вібрація автомобіля і шляхи її зменшення.
7. Патологічні зміни в організмі людини від загальної та локальної вібрацій.
8. Електромагнітне випромінювання автомобілів.
9. Природні і штучні електромагнітні поля.
10. Шкідливий вплив електромагнітного поля на людину.
11. Електромагнітні випромінювання і параметри, що їх характеризують.
12. Результат впливу електромагнітних полів на організм людини.
13. Джерела електромагнітного випромінювання автомобіля.
14. Захист електронної апаратури автомобіля від електромагнітних випромінювань.
15. Забруднення продуктами зношування автомобілів.
16. Шляхи зниження утворення продуктів зношування шин.

## 5 ВИМІРЮВАЛЬНА ТА ГАЗОАНАЛІЗУЮЧА АПАРАТУРА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОМОБІЛІВ

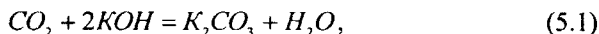
Для визначення вмісту шкідливих речовин (ШР) (harmful substance) у відпрацьованих газах двигунів внутрішнього згорання застосовують газоаналізуючу апаратуру, в якій використано методи, що ґрунтуються на конкретних фізичних чи хімічних властивостях компонентів, які входять до ВГ. На сьогодні розроблено прилади, які дозволяють визначити вміст більшості відомих компонентів. Насамперед це стосується ШР, яких утворюється і надходить у атмосферу найбільше: оксиду вуглецю  $CO_2$ , вуглеводнів  $C_mH_n$ , оксидів азоту  $NO_x$ , сажі, твердих частинок. Розглянемо методи, що широко застосовуються, та прилади, в яких вони використовуються.

### 5.1 Абсорбціометричний метод

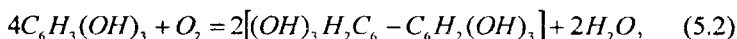
Цей метод застосовується в приладах, які працюють в стаціонарних умовах, зокрема в лабораторіях. Абсорбціометричний метод газового аналізу або хімічний метод вибіркового поглинання ґрунтується на властивостях окремих компонентів газової суміші (у нашому випадку це ВГ) вступати в хімічні реакції з відповідними реагентами-поглиначами.

Найбільш широко використовують:

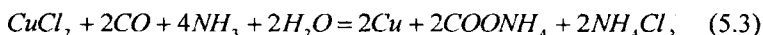
– водний гідроксид червоного калію (100 г КОН на 200 см<sup>3</sup> води), який поглинає двооксид вуглецю  $CO_2$ :



– розчин пірогалолу в їдкому лузі (40 г гідроксиду калію розчиняють в 80 см<sup>3</sup> води і після нагрівання до 60 °С в розчин додають 15 г пірогалолу  $C_6H_3(OH)_3$ , який поглинає кисень  $O_2$ :



– аміачний розчин напівхлористої міді (250 г хлористого амонію  $NH_4Cl$  розчиняють в 750 см<sup>3</sup> води і додають 200 г хлористої міді  $CuCl_2$ , після чого на кожні три об'єми суміші додають один об'єм водного розчину аміаку густиною 0,91 кг/м<sup>3</sup> - розчин фільтрують) поглинає оксид вуглецю  $CO$ .



– водний розчин червоного бром (червоний бром розчиняють у воді до світло-червоного кольору) поглинає ненасичені вуглеводні  $C_mH_{2n}$ .

Для проведення методу вибіркового поглинання певний об'єм ВГ відбирають з пробозабірної магістралі і по черзі прокачують через резервуари з поглиначами. Зменшення відібраного об'єму ВГ після проходження певного поглинача визначає об'ємну частку певного компонента. За таким методом працюють газоаналізатори ГХП-2 (вміст  $O_2$ ), ГХП-3 (вміст  $CO$ ).

Газоаналізатори, які працюють за таким методом, можна використовувати для найпростіших контрольних аналізів, тому що вони мають дуже невисоку точність вимірювання через значні похибки під час вимірювання об'ємів проб ВГ. До того ж застосування таких газоаналізаторів потребує спеціалістів високої кваліфікації, вони досить трудомісткі, мають підвищену небезпечність під час вимірювань, потребують утилізації відходів.

Для підвищення точності вимірювань використовують комбіновані газоаналізатори, в яких метод вибіркового поглинання поєднаний з вибірко-вимірним каталітичним допалюванням горючих компонентів ВГ. Грунтується цей метод на тому, що деякі компоненти ВГ догорають, сполучаючись з киснем  $O_2$  за наявності відповідних каталізаторів і при різних температурах. Комбіновані газоаналізатори ВТ1-2 дозволяють одночасно визначити у ВГ вміст  $CO_2$ ,  $CO$ ,  $O_2$ ,  $H_2$ ,  $CH_4$  і ненасичені вуглеводні  $C_mH_n$ .

## 5.2 Метод вимірювання теплопровідності окремих компонентів ВГ

Цей метод, інколи його називають термокондуктометричним, ґрунтується на визначенні теплопровідності складових ВГ.

Компоненти, які входять до складу ВГ ДВЗ, мають різну теплопровідність (thermal conductivity). У кисню, азоту і оксиду вуглецю теплопровідність майже така як і у повітря. У водню і двооксиду сірки вона значно різниться, але вміст їх у ВГ незначний і концентрація не залежить від складу суміші. Водяна пара відокремлюється в процесі відбирання проб для аналізу. Отже, компонент, теплопровідність якого значно нижча за повітря, а кількість залежить від складу суміші на якій працює двигун, – це двооксид вуглецю  $CO_2$ . За його вмістом визначають склад суміші двигуна.

Принцип роботи газоаналізатора, що працює за цим методом, такий: ВГ прокачують через камеру R1, в якій розміщена платинова спіраль, що нагрівається, вона входить до складу електровимірювального мосту. Друге плече мосту – така ж платинова спіраль R4, яка знаходиться в камері із свіжим повітрям. Початковий баланс мосту встановлюють для коефіцієнта надлишку повітря  $a = 0,87...0,9$ . В цьому випадку теплопровідність ВГ і повітря майже однакові.

Підвищення (при збідненні суміші) або зниження (при збагаченні) концентрації  $CO_2$  у ВГ приводить відповідно до зменшення або збільшення кількості відведеної від спіралі теплоти і до порушення рівноваги моста, що фіксується приладом ( $mV$ , див. рис. 5.2). Шкала приладу, як правило, градуйована в одиницях відношення маси повітря і палива.

Шкала має зони, які визначають склад суміші (зліва на право) - багата, нормальна, бідна. Зона, що відповідає нормальному складу виділена.

Одним з суттєвих недоліків цього методу є вплив на точність вимірювань порушення суцільності газового потоку, що призводить до неадекватного відведення теплоти від спіралі. Для усунення цього недоліку камеру виконують так, щоб поблизу спіралі теплообмін був конвективним.

За цим методом працюють прилади AST-70, AST-75 (Польща).

Найчастіше газоаналізatori такого типу використовують в АТП для діагностування і перевірки правильності регулювань систем живлення.

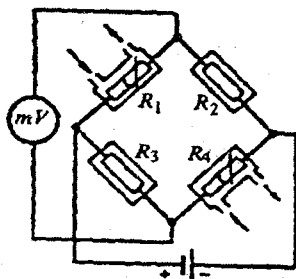


Рисунок 5.2 – Схема термокондуктометричного газоаналізатора

### 5.3 Метод допалювання продуктів неповного згорання

Метод ґрунтується на визначенні кількості теплоти, яка виділяється під час допалювання оксиду вуглецю на платиновій спіралі.

ВГ в суміші з дозованою кількістю повітря надходять в камеру з розжареною платиновою спіраллю, яка включена в електровимірювальний міст. Прилади виконують за схемою, подібною тій, що наведена на рис. 5.2. В присутності каталізатора оксид вуглецю CO догорає. Платинова спіраль від цього нагрівається, опір її збільшується. В результаті порушується баланс моста, що фіксує прилад.

Основний недолік такого приладу – вплив теплоти, яка виділяється внаслідок догорання інших компонентів, що входять у ВГ, в основному, вуглеводнів  $C_mH_n$ , а також порушення суцільності потоку суміші газів і повітря, що збільшує або зменшує виділення теплоти.

За цим методом працюють прилади Елькон S-105 (Угорщина), Янагімото CO-65 (Японія) та інші.

### 5.4 Метод вибіркового поглинання променевої енергії компонентами вихлопних газів

Такі газоаналізatori мають багато різновидів і їх робота ґрунтується на вибіркового поглинанні досліджуванним газом променевої енергії.



Для визначення вмісту ШР у ВГ ДВЗ найбільшого поширення набули інфрачервоні оптико-акустичні газоаналізатори. Працюють вони за методом, що ґрунтується на здатності окремих компонентів ВГ поглинати хвилі спектра інфрачервоного випромінювання певної довжини.

На рис. 5.3 показана частина інфрачервоного діапазону випромінювання і спектри поглинання променів окремими газами.

Оксид вуглецю СО інтенсивно поглинає інфрачервоні промені з довжиною хвилі близько 4,7 мкм, двооксид вуглецю  $\text{CO}_2$  – 4,3 мкм.

Вибірковість поглинання інфрачервоного випромінювання зумовлена частотами власних коливань атомів або іонів структурних груп в молекулі, а також тим, що молекули обертаються з різною кутовою швидкістю. Це пояснює і те, що інфрачервоне випромінювання поглинають гази, в молекули яких входять два різних атоми або іони.

На рис. 5.4 показана схема бездисперсного інфрачервоного газоаналізатора, який працює за описаним вище методом.

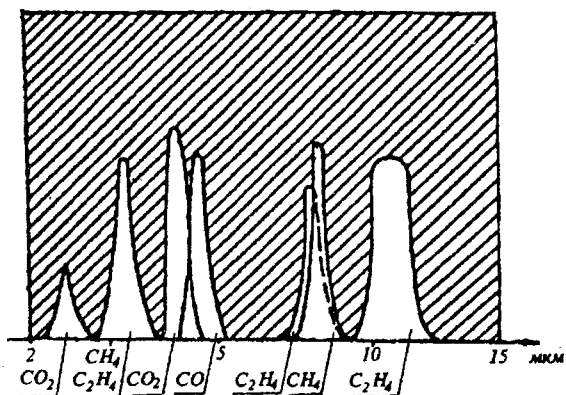


Рисунок 5.3 – Графік частини інфрачервоного діапазону вимірювання і спектрів поглинання променів окремими газами

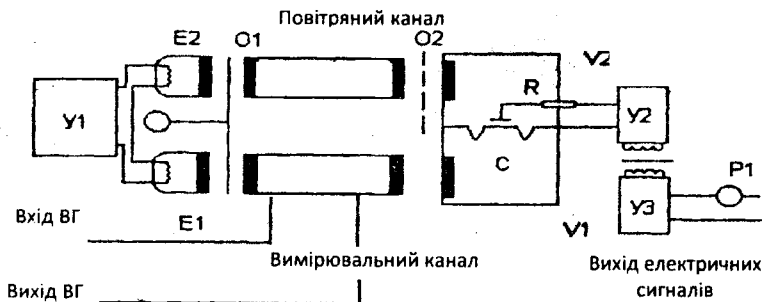


Рисунок 5.4 – Схема бездисперсійного інфрачервоного газоаналізатора

Таким чином, після проходження інфрачервоного випромінювання крізь суміш ВГ інтенсивність променів відповідної довжини хвилі змінюється залежно від концентрації речовини, яка поглинає ці промені.

Потоки променів одночасно перериваються обтюратором О1, який приводиться в рух синхронним електродвигуном змінного струму М1. Це спричиняє пульсацію тиску в об'ємах V1 і V2. Через те, що тиск в об'ємі V2 буде більшим – мембрана конденсаторного мікрофону С буде змінювати своє положення відносно нерухомого електрода з частотою, пропорційною частоті обертання обтюратора і на величину, пропорційну різниці тисків. Ємність конденсатора С буде змінюватись. Через опір R конденсатор живиться постійним струмом. Коли ємність конденсатора змінюється на його контактах виникає змінна напруга, частота якої пропорційна частоті обертання обтюратора, а амплітуда відповідає поглинанню потоку променів в камері вимірювального каналу.

Змінний електричний сигнал через підсилювач У2, перетворюється в уніфікований вихідний сигнал постійного струму перетворювачем У3. Вимірювальний прилад R1 надсилає сигнал на шкалу газоаналізатора. Балансування світлових потоків здійснюється заслінкою О2. Для підтримування постійного тиску ВГ на вході у вимірювальний канал використовують регулятор абсолютного тиску (РАТ). Підтримування однакового тиску в усьому вимірювальному каналі здійснюється регулятором тиску (РТ), а витрата ВГ контролюється витратоміром (РМ).

Прилади виготовляють з мінімальною і максимальною шкалами вимірювання:  $\text{CO}$  – 0...0,01% і 0...100%;  $\text{CO}_2$  – 0...0,005% і 0...100%;  $\text{CH}_4$  – 0...0,02% і 0...100%. Межі допустимої основної похибки відповідають значенню, що лежить між межами вимірювань: для газоаналізаторів на вміст  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  і  $\text{CH}_4$  зі шкалами від 0...1% до 0...100% – 2%; для газоаналізаторів на  $\text{CO}$  і  $\text{CH}_4$  зі шкалами від 0...0,01 до 0...0,5% – 5%; для газоаналізаторів на  $\text{CO}_2$  зі шкалами від 0...0,005% до 0...0,5 – 10%.

Газоаналізатори, які працюють за методом вибіркового поглинання інфрачервоного випромінювання, мають такі переваги: високу точність вимірювання; вони прості в обслуговуванні; компактні і переносні; не потребують для проведення вимірювань спеціалістів високої кваліфікації; дозволяють одним приладом вимірювати одночасно вміст декількох компонентів; надійні в роботі.

Інфрачервоні газоаналізатори виготовляють в досить великій кількості, промислові підприємства та фірми, які можуть вимірювати:

–  $\text{CO}$  – ГАІ-1, ОА-2109, ГІАМ-5М, АСГА-Г, ГАІ-2, 121-ФА-01, 102-ФА-01М; ІНФРАЛІТ-8, ІНФРАЛІТ-2Т1, багатокomпонентний газоаналізатор БОШ моделі ЕТТ 008.55 для  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{C}_m\text{H}_n$  і  $\text{O}_2$ , газоаналізатор моделі 465В для  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{C}_m\text{H}_n$  і  $\text{O}_2$  ІНФРАЛІТ CL для  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{C}_m\text{H}_n$  і  $\text{O}_2$  (Німеччина), SENCRO для  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{C}_m\text{H}_n$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{NO}_x$  (Іспанія), ЕТТ 006.21, ЕТТ 006.22 для  $\text{CO}$  і  $\text{C}_m\text{H}_n$  (Німеччина); газоаналізатор JT 283A (Чехія);

– CO<sub>2</sub> – ГАІ-2, ГІАМ-5М, АСГА-Т, ОА-2209, ІНФРАЛІТ-2Т1, (Німеччина);

– C<sub>m</sub>H<sub>n</sub> – ОА-2209, 121-ФА-01, 102-ФА-01М.

### 5.5 Метод іонізації водневого полум'я вуглеводневими сполуками

В результаті визначення концентрації вуглеводнів у ВГ способом вибіркового поглинання інфрачервоного випромінювання (infrared radiation), отримують вміст однієї зі складових вуглеводнів – гексану чи метану. Дійсні результати щодо сумарної концентрації вуглеводнів у ВГ отримують, застосувавши спосіб вимірювання електропровідності водневого полум'я при його іонізації вуглеводневими сполуками.

Чисте водневе полум'я – практично діелектрик (опір водневого полум'я  $R_H = 10^{14}$  Ом), але коли в полум'я надходять вуглеводневі сполуки, воно іонізується і опір його значно зменшується. Зменшення опору спричиняє збільшення струму іонізації, пропорційне концентрації вуглеводневих сполук.

Складаються прилади зі складного електронного реєструвального блока і вимірювальної частини.

Принципова схема вимірювальної частини приладу наведена на рис. 5.5.

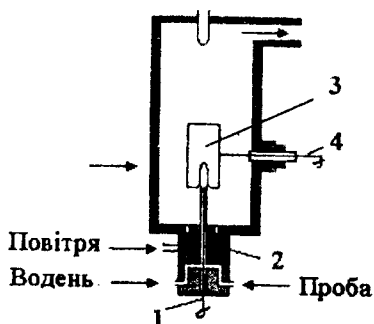


Рисунок 5.5 – Принципова схема вимірювальної частини полум'яно-іонізаційного газоаналізатора

Водень в суміші з повітрям надходить в пальник 2 і в камері згорає. Здійснюється запалювання від свічки 3. Через те, що водневе полум'я має дуже великий опір, між електродами 1 і 4 струм майже відсутній.

В разі, коли в пальник надходить проба із вуглеводневими сполуками, опір між електродами зменшується – виникає йонний струм. Цей сигнал підсилюється і фіксується стрілковим або будь-яким іншим приладом чи самописцем.

Недоліком таких аналізаторів з використанням чистого водню є чутливість їх стосовно кисню, що міститься в пробі (киснева інтерференція, тобто посилення чи послаблення значення струму наявністю кисню). Щоб уникнути похибки вимірювання доцільно використовувати суміші:

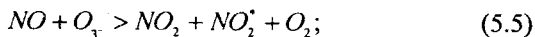
$$40\%H_2 + 60\%N_2 \text{ або } 40\%H_2 + 60\%H_c. \quad (5.4)$$

За розглянутим способом працюють газоаналізатори ЛХМ-80МД, ЛХМ-5Д, прилади, які входять в комплект автоматизованої системи газового аналізу АСГА-Т, а також прилади закордонних фірм "Меха" (Японія), "Бекман" (США), система газового аналізу AVL СЕВХОО (Австрія).

### 5.6 Метод хімічної люмінесценції

Для безперервного вимірювання концентрації оксидів азоту ( $NO_x$ ) у ВГ застосовують спосіб хімічної люмінесценції, який базується на миттєвій реакції  $NO$  і озону  $O_3$  у вакуумі з утворенням двооксиду азоту. Частина двооксиду азоту (близько 10%) активована і при переході в стабілізований стан вивільнюється енергія, яка спричиняє люмінесцентне світіння.

Механізм реакції:



де  $h\nu$  - випромінювана енергія;

$NO_2^*$  - приблизно 10% оксиду азоту, що вивільнюють цю енергію при переході в стабілізований стан.

На рисунку 5.6 показана схема приладу, який працює за вищеописаним методом визначення концентрації  $NO_x$  у ВГ.

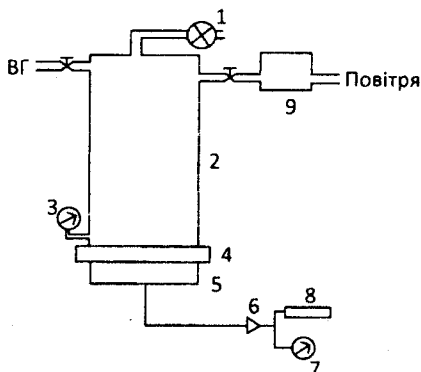


Рисунок 5.6 – Схема хімілюмінесцентного газоаналізатора

Вакуумний насос 1 створює в реакційній камері 2 глибокий вакуум, який контролюється вакуумметром 3.

З одного боку в реакційну камеру 2 із системи пробопідготовки через спеціальний дросель надходять ВГ, а з другого – озон, який утворюється з кисню повітря в озонаторі 9. Відбувається хімічне сполучення оксиду азоту з озоном, в результаті якого утворюється хімілюмінесцентне свічення. Світлофільтр 4 відокремлює свічення, яке утворюється від реакції озону з іншими компонентами ВГ. На фотопримножувачі 5 свічення перетворюється в електричний сигнал, підсилюється підсилювачем 6 і реєструється стрілковим приладом 7 або самописцем 8.

Для визначення вмісту  $\text{NO}_x$  у відпрацьованих газах складову  $\text{NO}_2$  на спеціальному каталізаторі спочатку відновлюють до  $\text{NO}$ , а потім підготовлену пробу ВГ направляють в реакційну камеру.

За цим методом працюють прилади: 344ХЛ-01, 344ХЛ-04, прилад, який входить в систему газового аналізу АСГА-Т, хімілюмінесцентний детектор SPC- 472 (фірми AVL).

### 5.7 Метод визначення димності вихлопних газів дизелів

Для визначення димності ВГ дизелів застосовують два методи: нефелометричний і турбодиметричний.

Нефелометричний (метод фільтрації) (filtering method) – полягає в пропусканні ВГ крізь фільтр і вимірюванні ступеня почорніння фільтра.

На рис. 5.7 показано насос-дозатор димоміра Бош. Насосом-дозатором проба ВГ об'ємом 0,33 л прокачується крізь фільтрувальний папір, із середнім розміром пор 4,5 мкм, який знаходиться в адаптері 1. Адаптер шлангом 2 сполучено з газозабірником 3. Дозатор – це поршневий насос, в якому внаслідок переміщення поршня під впливом пружини 5 ліворуч здійснюється відбір проби.

Перед відбиранням проби, пружина стиснута – стискають її переміщенням поршня праворуч – і шток утримується кульками замка 6.

Починають відбирання проби із стисканням груші. Під тиском повітря обійма 7 зрушується, вивільнюючи поршень і він за 1,5 с, перемістившись ліворуч, здійснює відбирання проби через фільтрувальний папір.

Після цього паперовий фільтр знімають і визначають димність або порівнюючи його із еталонними фільтрами, або вимірюючи ступінь почорніння поверхні паперу фотометричним способом.

Основним недоліком приладів, які працюють за нефелометричним методом, є значна похибка вимірювань.

За таким методом працює димомір фірми AVL – SmokeMeter 415.

Турбодиметричний (метод просвічування) (method translucence) – метод вимірювання димності ВГ дизелів, він полягає у визначенні ступеня поглинання світлового потоку шаром ВГ певної товщини.

Принципова схема димоміра, який працює за цим методом, показана на рис. 5.7. Димомір складається з оптичного блока 1, блока перетворення інформації (БПІ) 3 і блока живлення (БЖ) 4 димоміра від змінного струму 220 В, 50 Гц. БПІ з'єднується з оптичним блоком і БЖ з'єднувальними джгутами 2. Оптичний блок трубою з тримачем 8 і ручкою 7 сполучається з випускною трубою 9 дизеля.

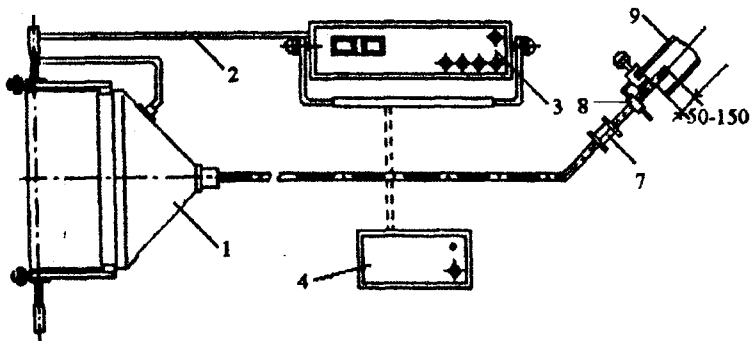


Рисунок 5.7 – Принципова схема димоміра ІНА-109

Принцип роботи приладу базується на методі просвічування ВГ, вимірюванні їх температури з наступною корекцією коефіцієнта пропускання за значеннями температури і величини бази (відповідно до стандарту).

Оптичний блок призначений для перетворення оптичного і температурного параметрів ВГ в електричний сигнал і аеродинамічного формування потоку газів.

Принцип роботи оптичного блока реалізований за однопроменевою оптичною схемою, яка показана на рис. 5.8. Джерело світла – лампа 1, а приймач фотодіод 7. Світло від лампи 1 об'єктивом 2 формується в паралельний потік променів, який проходить крізь шар ВГ і потрапляє на лінзу 5, яка фокусує потік променів на світлоприймачеві 7. На шляху променів передбачено встановлення перевірного фільтра 4, який призначений для контролю шкали приладу. Перевірний фільтр відповідає димності у 50 одиниць.

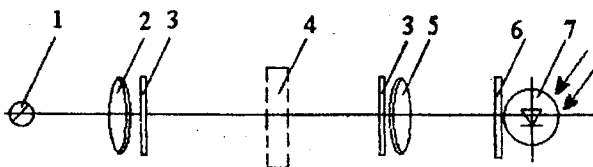


Рисунок 5.8 – Схема оптичного блока димоміра ІНА-109

Світлофільтр 6 призначений для узгодження характеристик джерела світла та світлоприймача. Для захисту оптики встановлені захисні скельця 3. Призначення БПІ полягає у обробці електричного сигналу, перетворенні його за спеціальною схемою в показник непрозорості (димності) ВГ – К, а також в індикації значень димності, показника ослаблення і температури.

Метод просвічування застосовується в приладах СИДА-107 і димомітрах ІДА-106, МЕТА-01, ІНА-109, а також в зарубіжних: Бош моделі RTT 100/100 (Німеччина), димомір Орасіліт 1020 (Німеччина), аналізатор 465 °С (Німеччина), димоміри 409, 435, 437 фірми AVL (Австрія).

При вимірюванні димності методом просвічування на показники димомітра впливають коливання тиску у випускному трубопроводі, конденсація водяної пари тощо. Таких недоліків не мають і тому набувають найбільшого поширення прилади, що порівнюють прозорість ВГ і повітря, які знаходяться в однакових умовах. Такими є димоміри фірми Хартридж.

На рис. 5.9 показана схема такого приладу на прикладі димомітра Хартридж. ВГ із забірної зонди трубопроводом 1 з вентилям 2 надходять у відокремлювач золи і вологи, в якому розміщений сітчастий фільтр 3, який спрямовує ці частинки на дно відокремлювача. Кран 5 призначений для періодичного продування відокремлювача, а запобіжний клапан 7 не допускає підвищення тиску в димомітрі більше 130 мм рт. ст. Цей тиск відібраної проби за температури 50 °С контролюється манометром 8.

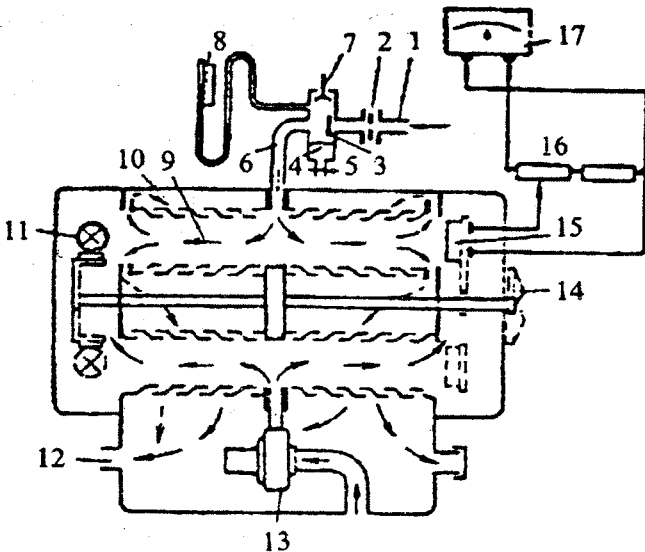


Рисунок 5.9 – Схема димомітра типу Хартридж

Далі ВГ трубопроводом надходять у вимірювальну зону 9, потім в канал 10, попередньо змішавшись з потоком чистого повітря, яке захищає лампу розжарювання 11 і фотоелемент 15 від забруднення.

Повітря подається вентилятором 13 під тиском 20 мм рт. ст. в контрольну зону трубопроводу і потрапляє в канал 10. Трубопровід 12 призначений для видалення з приладу суміші повітря і ВГ. Рукоятка 14 повертає лампу розжарювання (джерело світла) і фотоелемент в одне із двох положень, щоб світловий потік просвічував чи ВГ, чи повітря.

Струм фотоелементу, який проходить регульовальний опір 16 сприяє на ньому спад напруги, який реєструється приладом 17.

### 5.8 Метод визначення викидів твердих частинок з вихлюпних газів дизелів

Для визначення маси твердих частинок, що викидаються з ВГ дизелів, використовуються різні оптичні і гравіметричні методи з повним або частковим розбавленням потоку ВГ.

Утворення твердих частинок в дизелях відбувається внаслідок охолодження ВГ і суттєво залежить від температури місця осідання частинок.

Ця температура обмежена і складає не більше 52 °С. Досягається вона в результаті змішування ВГ з чистим повітрям за гомогенного процесу.

Процес змішування ВГ з повітрям і процес осідання твердих частинок здійснюється в спеціальному тунелі (простий або здвоєний тунель). Тунель для розбавлення ВГ складається (на рис. 5.10, для прикладу, показано тунель фірми AVL) з трьох послідовних секцій: секції підведення повітря для розбавлення ВГ, секції змішування і секції пробовідбору ВГ.



Рисунок 5.10 – Тунель фірми AVL для визначення маси викидів твердих частинок з ВГ дизелів

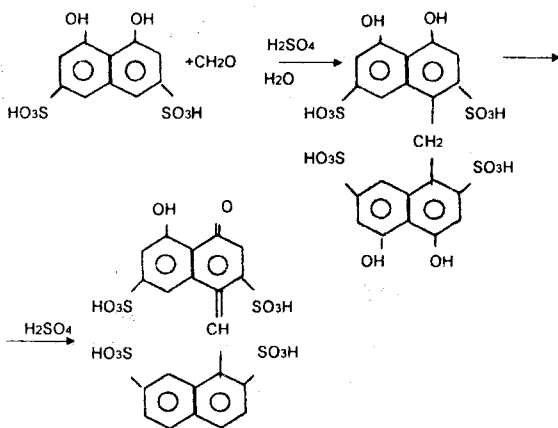


В секції підведення повітря системою стандартних фільтрів з активованим вугіллям здійснюється його якісне очищення від частинок пилу і вуглеводнів. В секції змішування, за допомогою дросельної шайби, відбувається перемішування ВГ і очищеного повітря. Розбавлені ВГ насосом прокачують через здвоєні паперові фільтри, на яких осаджуються, накопичуються тверді частинки. Об'єм всіх ВГ, що прокачуються тунелем, вимірюється. Фільтри зважують до і після прокачування на мікровагах, визначаючи масу викидів твердих частинок з ВГ дизелів.

## 5.9 Метод визначення вмісту альдегідів у вихлопних газах двигунів

Вміст альдегідів у ВГ визначають за вмістом в них формальдегіду ( $\text{CH}_2\text{O}$ ). Застосовується для цього метод, що ґрунтується на взаємодії формальдегіду, який з ВГ поглинула дистильована вода, з хромотроповою кислотою в середовищі сірчаної кислоти.

В результаті реакції утворюються продукти забарвлені у фіслетовий колір. Реакція відбувається за такою схемою:



Вміст формальдегіду в газовій суміші визначають спектрофотометричним методом при 584 Нм за отриманими значеннями оптичної густини розчинів і попередньо побудованим графіком градування.

Для побудови графіка використовують розчин формальдегіду з масовою концентрацією  $0,02 \text{ мг/см}^3$  і  $50 \text{ мг/см}^3$ . Графік визначає залежність оптичної густини розчину від вмісту формальдегіду. Для побудови графіка необхідно не менше 10 точок. Оптичну густину приготовлених розчинів визначають за допомогою фотоелектрокалориметра КФК-2 або КФО.

При визначенні вмісту альдегідів (прирівняних до вмісту формальдегіду), визначений за допомогою газового лічильника об'єм ВГ пропускають через дві послідовні ємності, в яких наливо по 5 см<sup>3</sup> дистильованої води. Дистильована вода служить адсорбентом для формальдегіду. Після прокачування ВГ воду перемішують і відбирають пробу в об'ємі 0,5...1,0 см<sup>3</sup>, до неї додають 4 см<sup>3</sup> розчину двонатрієвої солі хромотропової кислоти в концентрованій сірчаній кислоті. Об'єм розчину доводять до 5 см<sup>3</sup>, додаючи дистильовану воду. Розчин добре перемішують в пробірках з притертими пробками і витримують 10 хвилин. Після зниження температури до кімнатної здійснюють вимірювання оптичної густини розчину. За попередньо побудованими градувальними графіками визначають вміст формальдегіду.

### Контрольні запитання

1. Призначення газоаналізуючої апаратури.
2. Абсорбціометричний метод для визначення вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах.
3. Метод вимірювання теплопровідності окремих компонентів вихлопних газів, метод допалювання продуктів неповного згорання.
4. Метод вибіркового поглинання променевої енергії компонентами вихлопних газів.
5. Метод іонізації водневого полум'я вуглеводневими сполуками для визначення вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах.
6. Метод хімічної люмінесценції для визначення вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах.
7. Нефелометричний метод визначення димності вихлопних газів дизелів.
8. Турбодиметричний метод визначення димності вихлопних газів дизелів.
9. Принципова схема та принцип роботи димоміра, який працює на основі турбодиметричного методу.
10. Схема оптичного блока димоміра, який працює на основі турбодиметричного методу.
11. Метод визначення викидів твердих частинок у вихлопних газах дизелів.
12. Метод визначення вмісту альдегідів у вихлопних газах двигунів.

## 6 ЗМЕНШЕННЯ ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ АВТОМОБІЛІВ ЇХ НЕЙТРАЛІЗАЦІЮ І УЛОВЛЮВАННЯМ

Зменшення вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах оптимізацією процесу згоряння є найперспективнішим заходом, тому що продуктів неповного згоряння CO і  $C_mH_n$  легше позбутися на стадії їх утворення. Проте уникнути вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах неможливо. Тому шкідливі компоненти відпрацьованих газів у випускній системі двигуна нейтралізують спеціальними пристроями – нейтралізаторами. Для нейтралізації необхідно забезпечити перебіг як окиснювальних реакцій – для окиснення продуктів неповного згоряння палива CO і  $C_mH_n$  до продуктів повного згоряння  $CO_2$   $H_2O$ , так і відновлювальних реакцій – для розкладання оксидів азоту  $NO_x$  у вихідні речовини  $O_2$  і  $N_2$ .

Для очищення відпрацьованих газів дизеля від сажі застосовують спеціальні пристрої-уловлювачі.

### 6.1 Каталітична нейтралізація відпрацьованих газів

Для прискорення перебігу окиснювальних і відновлювальних реакцій в нейтралізаторах застосовують різні каталізатори (прискорювачі реакцій) (catalyst).

Залежно від здатності активізувати ті або інші реакції каталізатори поділяють на окиснювальні, які прискорюють перебіг реакції окиснення оксиду вуглецю і вуглеводнів; відновлювальні – для відновлювання оксидів азоту; двофункціональні, які одночасно активізують окислювальні і відновлювальні реакції.

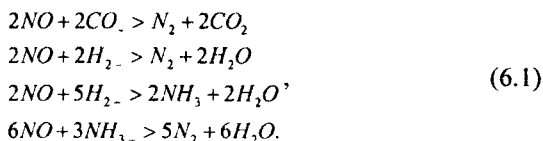
Широкого поширення в практиці очищення автомобільних відпрацьованих газів (ВГ) отримали каталізатори на основі благородних металів – паладія (Pd) і платини (Pt). Вони мають хорошу селективність, низькі температури початку ефективної роботи, досить довговічні.

Платина – універсальний каталізатор. Але каталізаторами, в реакціях відновлення  $NO_x$  можуть виступати також родій (Rh) і рутеній (Ru). Широкого поширення ці нейтралізатори не набувають через їх високу вартість. В окиснювальних і відновлювальних реакціях можна використовувати відносно дешеві окиснювальні нейтралізатори на основі міді, марганцю, нікелю, хрому і т. д. ( $CuO$ ,  $MnO_2$ ,  $NiO$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $ZnO$ ). Але ці каталізатори недовговічні і їх ефективність значно менша за платино-паладієві. Тому, не зважаючи на високу вартість, частіше застосовують каталізатори на основні благородних металів.

Будова каталізаторів така: активний каталітичний прошарок нанесений на інертне тіло-носії. Найпоширеніші гранульовані і блокові (монолітні) носії.

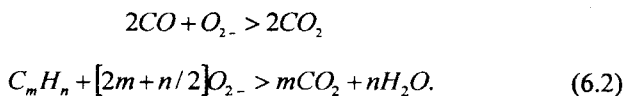
Гранульовані носії виготовляють з оксиду алюмінію чи алюмосилікатів. Гранули діаметром 2...5 мм мають розвинену, великопористу площу поверхні – 50...100 м<sup>2</sup>/г.

В двигунах із звичайною системою живлення один і той самий каталітичний нейтралізатор може виконувати роль прискорювача окиснювальних чи відновлювальних реакцій. Через те, що в одному нейтралізаторі важко досягти ефективного очищення відпрацьованих газів від найпоширеніших трьох шкідливих речовин (CO, C<sub>m</sub>H<sub>n</sub> і NO<sub>x</sub>), як правило, застосовується подвійна система очищення. В першу чергу це стосується бензинових двигунів, які працюють на збагачених сумішах. В системі подвійного очищення є два нейтралізатори, розташованих в одному блоці. В першому нейтралізаторі відбувається відновлення NO<sub>x</sub> до N<sub>2</sub> в результаті реакцій:



Перебіг третьої реакції має переваги перед другою реакцією. Четверта реакція можлива навіть в окиснювальному середовищі. У відпрацьованих газах бензинових двигунів з іскровим запалюванням, оксиди азоту приблизно на 99% складаються з NO.

В другому – для створення окиснювального середовища, тобто для окиснення CO і C<sub>m</sub>H<sub>n</sub> крізь додатковий патрубок підводиться повітря. На окиснювальному каталізаторі відбувається нейтралізація продуктів неповного згорання в результаті реакцій:

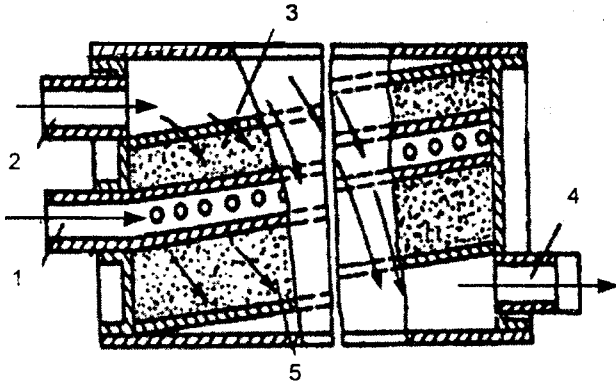


В каталітичних нейтралізаторах оксид вуглецю окиснюється в CO<sub>2</sub> при температурі 250...300 °С, вуглеводні, бенз(а)пірен альдегіди – при температурі 400...450 °С. При температурі понад 580 °С згорає сажа.

На рис. 6.1 показана конструктивна схема каталітичного нейтралізатора.

Відпрацьовані гази патрубком 2 надходять у верхню частину нейтралізатора 3, де при нестачі кисню відбуваються реакції відновлення NO<sub>x</sub> до N<sub>2</sub>.

Далі відпрацьовані гази надходять в нижню частину нейтралізатора 5, де відбуваються реакції окиснення CO і C<sub>m</sub>H<sub>n</sub> внаслідок подавання патрубком 1 додаткового повітря.



1, 2, 4 – патрубки, 3 – каталізатор відновлювальний, 5 – окиснювальний каталізатор

Рисунок 6.1 – Конструктивна схема каталітичного нейтралізатора

Хороших результатів досягають застосуванням подвійних нейтралізаторів у разі регулювання двигунів на стехіометричні чи дещо збагачені суміші.

Випробування каталітичного нейтралізатора за їздовим циклом довели зменшення концентрації CO і  $C_mH_n$  на 40%,  $NO_x$  – на 75%.

Широке застосування каталітичних нейтралізаторів в нашій країні гальмується їх високою вартістю, низькою довговічністю, а також через застосування етилованих бензинів. Окрім того, застосування каталітичних нейтралізаторів зменшує потужність і погіршує економічність двигуна.

Сполуки свинцю дезактивують каталізатори протягом 100 годин роботи на етилованому бензині.

Ефективність роботи нейтралізаторів в умовах експлуатації погіршується і через сульфатацію носія двооксидом сірки ( $SO_2$ ) за роботи двигунів на паливах з високим вмістом сірки. Сульфат алюмінію, який утворюється під час хімічних реакцій зменшує активну пористу поверхню носія каталізатора і цим самим погіршує ефективність його роботи.

Останнього часу поширення набули блокові або моноблокові каталітичні нейтралізатори без додаткового подавання повітря. В таких нейтралізаторах відпрацьовані гази проходять поздовжніми чи радіальними каналами, які виконано в тілі блока каталізатора. Канали виконуються трикутними чи прямокутними з гідравлічним діаметром близько 1 мм. Матеріалом блока є оксид алюмінію  $Al_2O_3$ , кордієрит та інші, що мають велику питому поверхню від 20 до 25  $m^2/g$ . На поверхню матеріалу блока наноситься окиснювально-відновлювальний каталізатор.

Блокові чи моноблокові (рис. 6.2) каталітичні нейтралізатори (catalytic converters) встановлюються на автомобілях із системами живлення, які обладнані як електронним керуванням подачею палива в двигун, так і звичайними системами живлення.

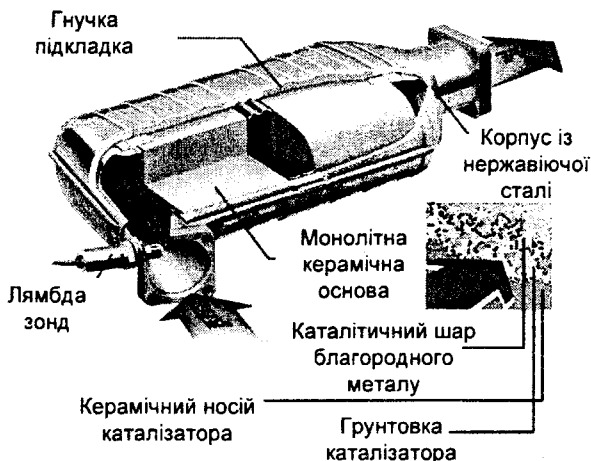


Рисунок 6.2 – Принципова схема двоблокового каталітичного нейтралізатора

В системах живлення з електронним керуванням подачею палива ефективність очистки відпрацьованих газів значно вища ніж у звичайних системах. Досягається це стабілізацією складу суміші, що надходить в двигун, до стехіометричного ( $\alpha \approx 1$ ). Щоб досягти цього застосовують принцип регулювання подачі палива із зворотним зв'язком, практично регулювання складу суміші здійснюється за складом відпрацьованих газів (за вмістом кисню у відпрацьованих газах).

Як сигнал зворотного зв'язку використовується електричний сигнал кисневого датчика (або як його ще називають  $\lambda$ -зонду). Чутливий елемент кисневого датчика, як правило, виконують з двооксиду цирконію і розміщують між двома платиновими електродами. При температурі чутливого елементу  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$  і більше двооксид цирконію стає провідником іонів кисню. За наявності різних концентрацій кисню зовні і в середині чутливого елементу на платинових електродах виникає різниця потенціалів, зумовлена властивостями матеріалів, що використані. Виникає напруга, яка залежить від вмісту кисню у відпрацьованих газах, що може змінюватися від 100 до 1000 мВ (див. рис. 6.3). Зміна напруги на електродах відбувається миттєво за умови зміни складу суміші від  $\alpha \approx 0,98$  до  $\alpha \approx 1,02$ .

Цей електричний сигнал кисневого датчика використовується в системі регулювання подачею палива для підтримання  $\alpha \approx 1$ .

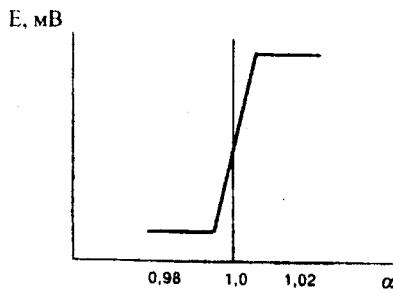


Рисунок 6.3 – Залежність зміни напруги на електродах кисневого датчика від складу суміші

Конструкція кисневого датчика показана на рис. 6.4. В різних системах живлення можуть використовуватися кисневі датчики як з обігрівом, так і без нього.

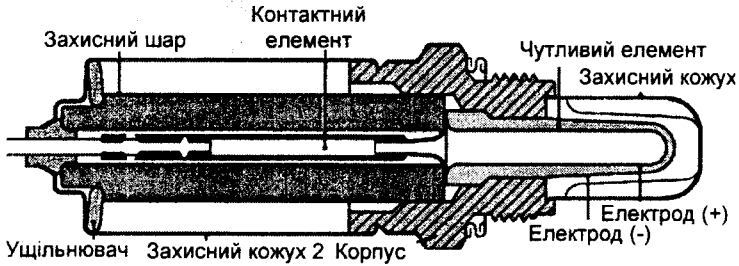


Рисунок 6.4 – Кисневий датчик з обігрівом

Зовні зонд з активної кераміки (двооксид цирконію) омивають відпрацьовані гази, внутрішня його частина знаходиться в контакті з повітрям навколишнього середовища. Зовнішня і внутрішня поверхні активної кераміки чутливого елемента вкриті газопроникним платиновим покриттям, що є платиновими електродами. Окрім того на зовнішню поверхню активної кераміки нанесено захисне керамічне покриття, що захищає його від впливу шкідливих речовин, що містяться у відпрацьованих газах.

Ефективність роботи каталітичного нейтралізатора оцінюється коефіцієнтом ефективності нейтралізації шкідливих речовин, що містяться у відпрацьованих газах:

$$E_i = \frac{K_{i, \text{вх}} - K_{i, \text{вих}}}{K_{i, \text{вх}}} 100, \quad (6.3)$$

де  $K_{i, \text{вх}}$ ,  $K_{i, \text{вих}}$  – концентрації  $i$ -ї шкідливої речовини на вході і виході в нейтралізатор, відповідно.

Коефіцієнт ефективності нейтралізації відпрацьованих газів сучасних нейтралізаторів за трьома основними компонентами становить:  $E_{C_mH_n} \approx 85\%$ ,  $E_{CO} \approx 93\%$ ,  $E_{NO_x} \approx 95\%$ .

На рисунку 6.5 наведені дослідні залежності ефективності роботи моноблокового каталітичного нейтралізатора фірми KEMJRA, встановленого на двигуні МемЗ-245.

Характеристика отримана за частоти обертання колінчастого вала  $n = 3000 \text{ хв}^{-1}$  і розрідження у впускному трубопроводі  $\Delta p_k = 42 \text{ кПа}$ , температура відпрацьованих газів на вході в нейтралізатор становить  $440 \dots 450 \text{ }^\circ\text{C}$ , на виході з нейтралізатора  $250 \text{ }^\circ\text{C}$ .

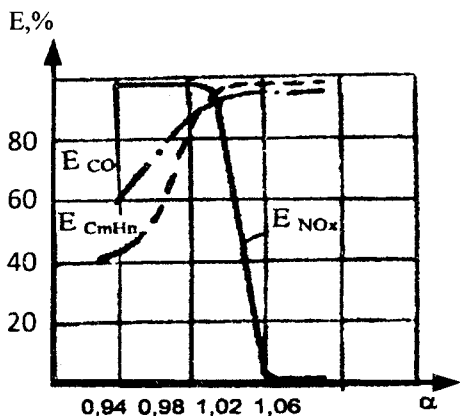


Рисунок 6.5 – Ефективність роботи каталітичного нейтралізатора

В діапазоні зміни  $\alpha$  від 0,9 до 0,99 дуже швидко відбуваються як окиснювальні, так і відновлювальні реакції, що забезпечує ефективну очистку відпрацьованих газів від вмісту основних токсичних компонентів –  $CO$ ,  $C_mH_n$  і  $NO_x$ .

## 6.2 Подавання додаткового повітря у впускний трубопровід

Для бензинових двигунів навіть під час роботи на збіднених сумішах ( $\alpha = 1,05 \dots 1,1$ ) характерна низька концентрація вільного кисню у відпрацьованих газах, а за роботи двигуна на збагачених сумішах (з коефіцієнтом надміру повітря  $\alpha < 1$ ) вільний кисень майже відсутній. Саме коли  $\alpha < 1$  утворюються продукти неповного згоряння палива  $CO$  і  $C_mH_n$ . Для їх нейтралізації необхідно подати у впускну трубу додаткову кількість повітря з таким розрахунком, щоб сумарний коефіцієнт надміру повітря (з урахуванням повітря, яке подається в циліндри двигуна) був не меншим за  $\alpha = 1,05$ .



В результаті за високої температури (700 °С) відбувається реакція окиснення. Такі системи практично не впливають на вміст оксидів азоту у відпрацьованих газах.

Найпоширенішим типом пристроїв, які забезпечують подавання повітря, є нагнітач ротаційного типу з приводенням від колінчастого вала. В автомобілі з карбюратором, який виконано з граничним відхиленням в сторону збагачення суміші, подача нагнітача, що дорівнює 60 м<sup>3</sup>, забезпечує умови для очищення ВГ від оксидів вуглецю на 90...95%, від вуглеводнів на 70...85%.

Простішим пристроєм, який з достатньою для практичних цілей точністю дозує подавання додаткового повітря на усіх режимах роботи двигуна, є ежектор (рис. 6.6).

Ежектор складається із сопла 1, змішувальної камери 2, дифузора 3. Недолік ежектора – підвищений газодинамічний опір при максимальних витратах ВГ і викиданні ВГ патрубком впуску додаткового повітря в режимах холостого ходу, який можна усунути установлюванням в цьому патрубку малоінерційного зворотного клапана типу пульсара.

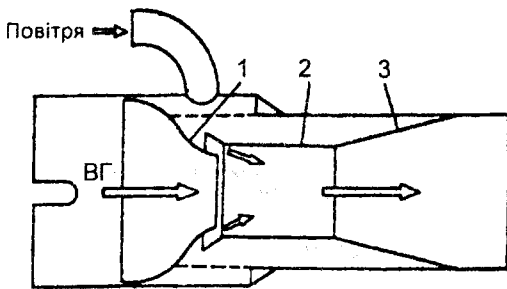


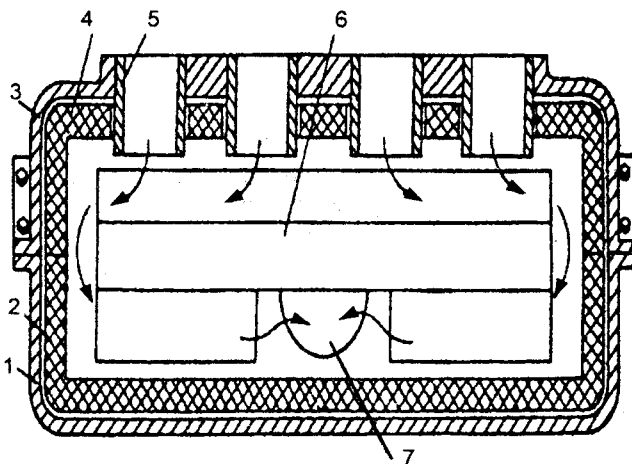
Рисунок 6.6 – Схема ежектора

### 6.3 Термічна нейтралізація

При термічній нейтралізації (thermal neutralization) продуктів неповного згоряння палива CO і C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>, які містяться у ВГ двигунів, відбувається їх окиснення до кінцевих продуктів CO<sub>2</sub> і H<sub>2</sub>O у впускній системі. Цей процес інтенсифікується створенням в системі впуску умов сприятливих для окиснення – тобто, підвищенням температури і збільшенням часу реакції та подаванням в зону окиснення додаткового повітря.

Термічний нейтралізатор – це теплоізолюваний об'єм зі спеціальною організацією перетікання ВГ, який вставляють у впускну систему двигуна, що здійснює термічне доокиснення токсичних компонентів завдяки теплоті ВГ (рис. 6.7). Термічна нейтралізація не залежить від виду палива, яке спалюється, наявності присадок і дозволяє застосовувати в двигунах етилований бензин.

Підвищити температуру ВГ в нейтралізаторі можна, зменшуючи теплові втрати застосуванням екранів, теплоізоляцією корпусу нейтралізатора, використанням теплоти реакції окиснення. Для двигунів, які працюють на збагачених сумішах, додаткове повітря перед подаванням в реакційну камеру нейтралізатора, рекомендується підігрівати від гарячих стінок системи випуску ВГ.



1 і 3 – частини металевго корпусу; 2 і 4 – камера реактора; 5 – патрубок;  
6 – перегородка; 7 – вікно

Рисунок 6.7 – Конструктивна схема термічного реактора

Ефективність окиснення  $\text{CO}$  і  $\text{C}_m\text{H}_n$  залежить від температури, довготривалості реакції, кількості повітря, що подається, і якості його змішування з ВГ. Концентрація оксидів азоту у ВГ у разі застосування термічних нейтралізаторів може дещо зростати на окремих режимах роботи двигуна чи залишатися незмінною.

Трубами (які на схемі умовно не показані) у випускні патрубки головки циліндрів подається додаткове повітря.

У внутрішню камеру реактора патрубками 5 подається суміш ВГ і додаткове повітря. Камеру виготовлено з жаротривкого матеріалу і складається вона з двох частин – 2 і 4. Всередині камери є перегородка 6, яка сприяє кращому перемішуванню повітря з відпрацьованими газами. Камера ізольована прошарком азбесту і вставлена в металевий корпус 1 і 3. Відпрацьовані гази, які пройшли камеру термічного реактора, направляють в глушник крізь вікно 7.

В дизелях окиснення продуктів неповного згоряння, як правило, здійснюється під час перепускання відпрацьованих газів крізь допалювачі, в яких підтримується постійне горіння.

Застосування полуменевих допалювачів, як і усієї термічної нейтралізації, є причиною деякого зменшення потужності і підвищення питомої витрати палива двигунами через зростання протитиску в системі випуску, а також призводить до порушення акустичних налаштувань.

#### 6.4 Рідинні нейтралізатори відпрацьованих газів

Рідинні нейтралізатори (liquid catalysts) відносяться до найпростіших пристроїв, в яких здійснюється фізико-хімічна обробка відпрацьованих газів під час перепускання їх крізь шар води чи хімічний розчин.

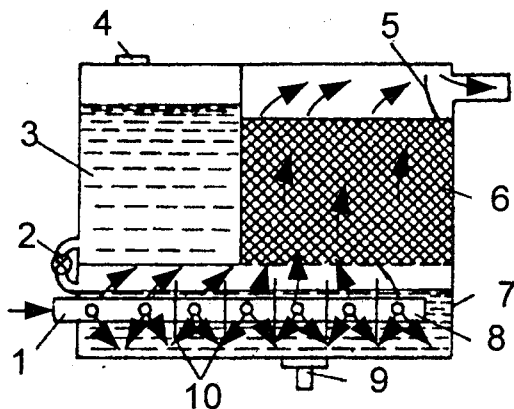
Принцип роботи рідинних нейтралізаторів ґрунтується на розчиненні чи хімічному поєднанні шкідливих речовин, уловлюванні дрібнодисперсних частинок і фільтрації відпрацьованих газів.

Компоненти ВГ, які розчиняються у воді, – альдегіди, оксиди сірки, вищі оксиди азоту – нейтралізуються, сажа і інші дисперсні частинки (dispersed particles) уловлюються рідиною, послабляється інтенсивність запаху ВГ, оксид вуглецю і оксид азоту не незаражуються.

В рідинних нейтралізаторах ВГ охолоджуються до температури 40...80 °С, що важливо якщо роботи проводяться у вибухонебезпечних середовищах. За таких температур бенз(а)пірен переходить у твердий стан і уловлюється. Щоб підвищити ефективність нейтралізації застосовують розчини хімічних реактивів. Найефективніші водяні розчини сульфату натрію  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ , соди  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , з додаванням гідроксидону  $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2$  з метою запобігання передчасному окисненню основних хімреагентів. Складні розчини застосовувати непрактично через швидкоплинність процесу очищення, великі витрати розчину під час роботи в режимах максимальних навантажень. В багатьох випадках застосовують технічну воду, забезпечуючи її часту заміну. На рис. 6.8 показано схему рідинного нейтралізатора.

Відпрацьовані гази з випускної труби 1 надходять в колектор 8 і крізь отвори в ньому виходять у ємність з нейтралізуючою рідиною, у якій відбувається очищення газу від токсичних компонентів. Після того гази проходять фільтруючий прошарок 6 і сепаратор 5, у якому затримується волога, яку гази захопили при проходженні нейтралізуючого розчину, надходять у атмосферу.

Розчин у робочий бак 7 добавляється з додаткового бака 3. Недоліком рідинних нейтралізаторів є те, що розчин може замерзати. Крім того, експлуатація рідинного нейтралізатора дорожча через більшу трудомісткість технічного обслуговування, яке потребує щозмінного видалення і утилізації спрацьованої рідини і шламу, промивання системи і заповнювання свіжою рідиною. Рідинні нейтралізатори мають велику масу і габаритні розміри, високу вартість хімічних реактивів (chemicals).



1 – випускна труба; 2 – перепускний кран; 3 – додатковий бак; 4 – горловина для заливання; 5 – сепаратор; 6 – металева стружка; 7 – робочий бак; 8 – колектор; 9 – пробка зливного отвору; 10 – перегородки

Рисунок 6.8 – Схема рідинного нейтралізатора

### 6.5 Вловлювання випарів палива

В процесі експлуатації разом з шкідливими речовинами, які викидаються з відпрацьованими газами двигуна, близько 20% усіх вуглеводнів надходить у атмосферу як випаровування палива (fuel vaporization) з паливного бака і карбюратора. Це призводить до збільшення токсичності автомобіля в цілому і до втрат палива. Паливо випаровується, переважно, коли двигун не працює. Під час тривалих стоянок основна частина випаровується з паливного бака, короткочасних – з карбюратора. Втрата палива через випаровування для легкового автомобіля, що експлуатується в умовах помірного клімату, становить приблизно 36 г бензину за добу, для вантажного автомобіля чи автобуса – до 100 г.

В умовах жаркого клімату втрати бензину в результаті випаровування збільшуються. На величину паливних втрат з бензобака значно впливають його конструкція і місце розташування, від якого залежить вільна площа поверхні випаровування та інші фактори.

Щоб зменшити втрати палива через випаровування розроблено системи уловлювання паливних випарів, які запобігають попаданню палива в атмосферу. Найпоширенішими є системи уловлювання пари бензину в адсорберах (поглиначах). В двигунах із звичайними системами живлення системи уловлювання (capture system) застосовують досить рідко через складність самих систем живлення.

Частіше уловлювання палива здійснюють в двигунах з системою впорскування палива. На рис. 6.9 наведена принципова схема системи уловлювання паливних випарів.

Основним елементом системи уловлювання паливних випарів є ємність з активованим вугіллям, яка має три штуцери: штуцер "а" сполучено з паливним баком, штуцер "в" – з впускним трубопроводом двигуна, штуцер "с" – з повітряним фільтром призначений для подавання свіжого повітря. Окрім того в системі є спеціальний тактовий клапан.

В будь якого випадку – і коли двигун працює, і коли не працює – пара бензину трубопроводом, який сполучено зі штуцером "а" надходить в ємність з активованим вугіллям. Активоване вугілля (activated carbon) адсорбує на своїй поверхні ці випари.

Коли двигун працює, активоване вугілля відновлюється за допомогою свіжого повітря, що надходить через штуцер "с" у впускний трубопровод від двигуна під повітряну заслінку.

Насичене парою бензину повітря штуцером "в" подається в двигун крізь тактовий клапан, який, перебуваючи в стані без напруги, постійно відкритий. При включенні запалювання, через клему 30 на тактовий клапан подається напруга, потенціалом маси керує бортовий комп'ютер (авторегулятор), який встановлює режим роботи клапана – протягом 90 секунд він відкритий, протягом наступних 60 секунд – закритий. Впродовж часу, коли клапан відкритий, відбувається регенерація бензину свіжим повітрям і подавання випарів бензину (gasoline evaporation) в двигун.

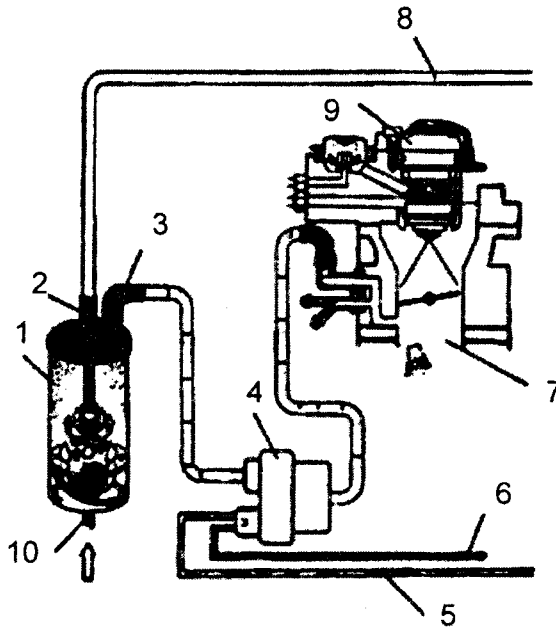
Коли температура рідини в системі охолодження менша 60 °С – тактовий клапан залишається закритим, щоб запобігти надмірному збагаченню суміші на не прогрітому двигуні.

Тривалість відкриття тактового клапану корегується бортовим комп'ютером за сигналом кисневого датчика і датчика положення повітряної заслінки з метою підтримування необхідного складу паливоповітряної суміші (fuel mixture).

Щоб уникнути самочинної роботи двигуна тактовий клапан залишається примусово закритим впродовж 4 секунд після виключення запалювання.

## **6.6 Вловлювання твердих частинок, які містяться у відпрацьованих газах дизелів**

Тверді частинки, що містяться у ВГ, складаються із сажі, сполук сірки і вуглеводневих сполук. Найефективнішим способом очищення ВГ від них є уловлювання спеціальними фільтрами. Забезпечити відповідність сучасним європейським нормам на вміст твердих частинок у ВГ дизелів без їх уловлювання практично неможливо.



1 – абсорбер; 2 – штуцер "а"; 3 – штуцер "в"; 4 – тактовий клапан; 5 – привід керування клапаном від бортового комп'ютера; 6 – включення клапана від клемми 30 замка запалювання; 7 – форсунка; 8 – трубопровід від паливного бака; 9 – змішувальна камера; 10 – штуцер "с"

Рисунок 6.9 – Принципова схема системи уловлювання паливних випарів

В наш час для уловлювання твердих частинок розроблено спеціальні системи, основними елементами яких є сажовий фільтр, виготовлений з кераміки, металокераміки чи з перфорованих металевих трубок, вкритих керамічними волокнами і ін.

Габаритні розміри фільтруючих елементів (filter elements) сажових фільтрів (particulate filter) вибираються з умов забезпечення неперервної роботи впродовж 12 годин і залежить від їх пористості.

Середня ефективність очищення ВГ від твердих частинок може становити від 45 до 60%. Разом з цим зменшується концентрація бенз(а)пірену у ВГ на 80...99%.

В процесі роботи двигуна пропускна спроможність фільтруючих елементів зменшується, щоб поновити її необхідна періодична регенерація фільтруючих елементів. Здійснити регенерацію можна шляхом випалювання. Для цього необхідна температура вища за 550 °С. Отримати таку температуру за нормальної роботи дизеля досить складно.

Щоб досягти бажаного результату за меншої температури використовують каталізатори (мідь чи залізо), які наносять на поверхню фільтруючого елемента або застосовують спеціальні добавки до палива.

Регенерація ВГ може виконуватись з додатковим подаванням повітря або без нього.

Можливе застосування систем зі встановленням двох паралельних сажових фільтрів, які працюють по чергово.

Із застосуванням керамічних фільтруючих елементів виникає потреба в їх розігріванні. Здійснити це можна подаванням додаткового палива в спеціальну камеру перед фільтруючим елементом. Таким паливом може бути і дизельне паливо, і стиснений газ, і будь-яке інше паливо. Розігрівання струмопровідного металокерамічного фільтра здійснюється, як правило, електричним струмом від бортової електричної системи живлення автомобіля.

### **Контрольні запитання**

1. Зменшення шкідливих викидів автомобілів їх нейтралізацією та уловлюванням: загальні поняття.
2. Каталітична нейтралізація відпрацьованих газів. Будова каталізаторів.
3. Типи каталізаторів залежно від здатності активізувати ті або інші реакції.
4. Конструктивна схема каталітичного нейтралізатора, принцип його роботи.
5. Система подвійного очищення з двома нейтралізаторами, які розташовані в одному блоці.
6. Принципова схема двоблокового каталітичного нейтралізатора.
7. Коефіцієнт ефективності нейтралізації шкідливих речовин, що містяться у відпрацьованих газах.
8. Подавання додаткового повітря у випускний трубопровід.
9. Призначення та схема ежектора.
10. Термічна нейтралізація.
11. Конструктивна схема термічного ректора.
12. Рідинні нейтралізатори відпрацьованих газів.
13. Схема рідинних нейтралізаторів відпрацьованих газів.
14. Уловлювання випарів палива.
15. Уловлювання твердих частинок, які містяться у відпрацьованих газах дизелів.

## **7 ЗМЕНШЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ, РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯМ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ**

### **7.1 Сучасні види альтернативних палив, перевали, недоліки, перспективи використання**

На думку експертів, всіх відомих на Землі запасів нафти вистачить людству не більше ніж на п'ятдесят років. Бензин дорожчає, і чим тільки сьогодні не намагаються його замінити. І зрідженим природним газом, і всякого роду синтезованими газами й рідинами, зокрема спиртом, що отримують із різної сировини від очерету до апельсинових шкірок.

Майже всі ці види палива менш небезпечні для навколишнього середовища, але вихлопні гази автомобіля однаково не стануть нешкідливими.

Україна належить до енергодефіцитних країн. Потреба українського ринку в нафтопродуктах оцінюється на рівні 5,5 млн. т бензину та 6,5 млн. т дизельного палива. Забезпеченість власними енергоресурсами, що виробляють з нафти, складає до 10%, тому особливо актуальним виглядає освоєння альтернативних відновлюваних джерел енергії.

#### **7.1.1 Види альтернативних палив**

I. До альтернативних (alternative) видів рідкого палива належать:

- горючі рідини, одержані під час переробки твердих видів палива (вугілля, торфу, сланців);

- спирти (біоетанол, біобутанол) та отримані на їх основі синтетичні продукти, що можуть використовуватись як паливо або компоненти палива (домішки на основі біоетанолу та біобутанолу), олії, інші види рідкого палива з біомаси (у тому числі біодизель);

- горючі рідини, одержані з промислових відходів, у тому числі газових викидів, стічних вод, виливів та інших відходів промислового виробництва;

- паливо, одержане з нафти і газового конденсату нафтових, газових та газоконденсатних родовищ непромислового значення та вичерпаних родовищ, з важких сортів нафти та природних бітумів, якщо це паливо не належить до традиційного виду.

II. До альтернативних видів газового палива належать:

- газ (метан) вугільних родовищ, а також газ, одержаний у процесі підземної газифікації та підземного спалювання вугільних пластів;

- газ, одержаний під час переробки твердого палива (кам'яне та буре вугілля, горючі сланці, торф), природних бітумів, важкої нафти;

- газ, що міститься у водоносних пластах нафтогазових басейнів з аномально високим напастовим тиском, в інших підземних газонасичених водах, а також у газонасичених водоймищах і болотах;

- газ, одержаний з природних газових гідратів, та підгідратний газ;



- біогаз, звалищний, генераторний газ у будь-якому стані, біоводень, інше газове паливо, одержане з біомаси; газ у будь-якому стані, одержаний під час переробки твердого палива (кам'яне та буре вугілля, горючі сланці, торф), природних бітумів, важкої нафти, нафтової сировини;

- газ, одержаний з промислових відходів (газових викидів, стічних вод промислової каналізації, вентиляційних викидів, відходів вугільних збагачувальних фабрик тощо);

- стиснений та зріджений природний газ, зріджений нафтовий газ, супутний нафтовий газ, вільний газ метан, якщо вони одержані з газових, газоконденсатних та нафтових родовищ непромислового значення та вичерпаних родовищ і не належать до традиційних видів палива.

III. До біопалива належать:

- біодизель (biodiesel) (метилові та етилові ефіри з рослинних олій).

На даному етапі світового розвитку ринку біопалива його комерційне виробництво започаткували уже 20 країн, з них – 9 європейських (Австрія, Бельгія, Чехія, Франція, Німеччина, Італія, Словаччина, Швейцарія, Великобританія), а також США, Бразилія, Канада, Китай, Австралія та ін.

В США біодизель більш ніж на 90% виробляють із сої, в Індонезії, на Філіппінах – із пальмової олії, в Індії – із ятрофи, в Африці – із сої, в Бразилії – із урицинової олії. Використовують рослинну олію, рибний жир та інше.

Та головною сировиною у світі для виготовлення біодизелю є ріпакова олія (rapeseed oil). В країнах ЄС на даний час 45% даної олії переробляється у біодизель. Виробництво цього виду пального до 2010 року може досягти 9 млн. т проти 3 млн. т в 2005 році. Протягом двох останніх років у Європі були отримані рекордні врожаї ріпака, але, не зважаючи на це, попит на олійну сировину не задовольнявся повністю. У той час як у Північній Європі основною сировиною є ріпак, у Південній Європі основною рослинною сировиною переробки на олію для біодизеля є соя та соняшник.

- біоетанол (на основі цукроносних та крохмаленосних культур).

У Бразилії вже понад чверть століття половина автотракторного парку працює на технічному спирті, що виготовляється з цукрової тростини. Заправки у Бразилії продають чистий (95%) етанол (E95) і газоголь, суміш 25% етанолу та 75% бензину (E25). США є другим у світі виробником і споживачем паливного етанолу. Ріст ринку етанолу у США, який виробляється з кукурудзи, – порівняно недавня тенденція. За останні роки щорічно вводиться у дію близько 20 заводів з виробництва біоетанолу.

- тверде біопаливо (з продукції рослинництва та лісового господарства);

- біогаз (biogas) (відходи рослинництва та тваринництва).

### 7.1.2 Газодизель

Переобладнати на газове паливо (не важливо метан або пропан) можна не тільки бензиновий, але й дизельний двигун як вантажної, так і легкової автомашини. Але для цього треба серйозно переробити штатну систему живлення дизеля.

Насамперед потрібно відзначити, що на одному газі дизельний двигун працювати не може. Газ не може загорятися від стиску, як дизельне паливо, оскільки температура його samozапалювання набагато вища (близько 700 °C проти 320 – 380 °C у дизельного палива). Тому якщо спробувати змусити звичайний дизельний двигун працювати на метані, температури стисненого повітря в циліндрах просто не вистачить для його samozапалювання. Існують способи пристосувати дизельний двигун до роботи на газі.

Газовий двигун. Для цього на дизельному двигуні демонтують паливну апаратуру, замість неї встановлюють систему запалювання, а форсунки замінюють свічками запалювання. Автомобіль комплектується відповідним газобалонним обладнанням, і газ подається за допомогою дозатора у впускний колектор. Щоб забезпечити мотору нормальний режим роботи, потрібно зменшити ступінь стиску до 12 – 14 шляхом вибірки металу на днищах поршнів або в камерах згоряння, або доведеться встановити прокладки певної товщини під головку блока циліндрів. В результаті подібних переробок вийде вже не дизель, а так званий "газовий" двигун. Після переробки колишній дизель стане екологічніший й економічніший, а ресурс його зросте.

Газодизель. Мова йде про пристосування звичайного дизеля для роботи на суміші солярки й метану (так званий газодизельний двигун). У цьому випадку для роботи дизеля на газі необхідна подача в циліндри деякої кількості солярки – так званої запальної порції. Подавана наприкінці такту стиску, вона буде запалюватися й підпалювати газоповітряну суміш, що надходить у циліндри на такті впуску.

Запальна порція для газифікованих швидкохідних дизелів (такими вважаються всі автомобільні) становить 15 – 30% від звичайної порції солярки (залежно від газобалонного обладнання (ГБО), типу двигуна і його стану). Це та мінімальна кількість, що, samozапалившись, гарантовано підпалить у циліндрах газоповітряну суміш. Перевага такого мотора полягає в тому, що, коли газ закінчується, він може працювати у своєму звичайному режимі – на дизпаливі.

При роботі в такому режимі, коли 70 – 85% палива становить природний газ, у дизеля повністю зникає властивий йому чорний дим. Правда, у вихлопі трохи збільшується вміст вуглеводнів – СН. Але це вже не канцерогени, викинуті дизельним двигуном (той же бенз(а)пірен), а лише незначна кількість незгорілого, зовсім нешкідливого метану. Крім того, у газодизеля, у порівнянні зі звичайним дизельним двигуном, зростає ресурс (через зменшення відкладень на деталях циліндро-поршнєвої групи) і термін служби мастила. Для переробки мотора потрібно не тільки встановлення ГБО, але й певне доведення наявних паливних апаратів. Насамперед це стосується насоса високого тиску, що повинен забезпечувати стабільну подачу невеликих порцій дизпалива на всіх режимах роботи двигуна. З економічної точки зору, ГБО найбільш вигідно встановлювати на великовантажні дизельні автомобілі з більшим добовим пробігом, де воно окупується набагато швидше.

### 7.1.3 Водень

Останнім часом широкого значення набула ідея використання чистого водню як альтернативного палива, адже водень на відміну від інших – це найпоширеніший в природі елемент. Для отримання водню можуть бути застосовані термохімічні, електрохімічні і біохімічні способи з використанням енергії сонця, атомних і гідравлічних електростанцій.

Екологічні переваги водню доведені в ході різних випробувань. Наприклад, проведені фірмою «Дженерал Моторс» порівняльні випробування 63-х експериментальних автомобілів, що працюють на всіляких видах палива, виявили, що біля водневого «Фольксвагена» відпрацьовані гази менш шкідливі, ніж повітря, яке всмоктує двигун.

Застосування водню в певному вигляді є головним питанням. Справа у тому що, газоподібний, навіть сильно стислий водень не вигідний, оскільки для його зберігання потрібні балони великої маси. Більш реальний варіант – це використання рідкого водню. Але в цьому випадку необхідно встановлювати дорогі криогенні баки зі спеціальною термоізоляцією, що в свою чергу потребує великих затрат.

Стосовно технології одержання водню необхідно відзначити, що він є вторинним енергоносієм і в природі зустрічається тільки у вигляді різних сполук. Але ресурсна база для його одержання є досить широкою. Крім води, з якої водень можна одержати шляхом електролізу з використанням електричної та теплової енергії, до ресурсної бази належать всі викопні види палива, різні види біомаси, а також різні відходи виробництва, побуту.

Найбільш відомі технології одержання водню базуються на хімічному, термотехнічному процесах та електролізі води, але вони мають такі головні недоліки, як використання високопотенційної енергії з витратами викопного палива і відповідно значним забрудненням довкілля. Недоліком електролізу води є значний рівень споживання електроенергії. Найбільше розповсюдження отримала технологія виробництва водню або суміші водню з іншими газами шляхом парової конверсії природного газу – метану, але при цьому майже половина початкового обсягу газу витрачається на проведення ендотермічного процесу парової конверсії. Зокрема для виробництва водню вигідно використовувати теплову і електричну енергію, що виробляють АЕС в так званому провальному режимі, тобто у нічний час, коли падає рівень звичайного споживання енергії. Перспективним є електроліз води у поєднанні з нетрадиційними поновлюваними джерелами енергії (сонячна, вітрова). Перспективною технологією одержання водню вважається також використання високотемпературних гелієвих реакторів (ВТГР), які розробляються в рамках міжнародного проекту побудови ядерного реактора (Росія, США, Франція).

Крім виробництва водню, проблемним питанням є створення економічної і надійної системи зберігання водню. Найбільші надії тут пов'язують з газобалонним, криогенним і металогібридним способами зберігання.

Остаточний вибір способу зберігання потребує додаткових наукових досліджень та експертизи.

Основні причини, що перешкоджають активізації проведення робіт з водневої енергетики в Україні, це такі:

- відсутність стратегії розвитку водневої енергетики як енергетики майбутнього (XXI століття), національної програми з розробки і виробництва водневих паливних елементів та енергетичних установок на їх основі, а також відповідної законодавчої бази;

- відсутність цільового державного фінансування фундаментальних і прикладних досліджень та розробок в області водневої енергетики;

- нерозвиненість і неготовність промислової бази для виробництва паливних елементів (ПЕ) і енергетичних установок на їх базі;

- неготовність приватного бізнесу до субсидування фундаментальних і прикладних досліджень;

- відсутність чіткої і ясної державної політики та реальної підтримки робіт з екологічно чистих ресурсо- і енергозберігаючих технологій.

Безсумнівною перевагою водневої енергетики для України могла б стати можливість значного зменшення енергетичної залежності країни за рахунок перетворення існуючих власних енергетичних ресурсів (вугілля, торфу, сланців, біомаси, промислових відходів та ін.) у водень з його подальшим використанням для задоволення енергетичних потреб країни. У цьому сенсі, на наш погляд, перспективним для України є спосіб одержання водню шляхом газифікації вугілля, запасів якого в Україні достатньо. Має сенс також розвивати гібридну енергетику як комбіновану систему: паливні елементи, газові турбіни, парові турбіни.

В Україні існує також можливість одержання водню як побічного продукту при хімічних, коксохімічних та нафтопереробних виробництвах, використання для одержання водню скидних газів чи різних органічних сполук. Одне із таких виробництв існує на території підприємства "Екоантилід" (м. Дніпродзержинськ), потужності якого дозволяють виробляти водень, важку та легку воду. Екологічний ефект від використання побічних продуктів досягається тим, що одержана з них енергія заміщує енергію, яка повинна вироблятись із викопного палива, у т. ч. імпортованого.

Разом з цим, необхідно вже сьогодні максимально використати ті можливості, які є в Україні. А для цього, в першу чергу, зберегти виробництва, де водень виробляється як побічний продукт, використати залишковий потенціал металургійних та хімічних виробництв, розвинути біотехнології для одержання водню, використати потенціал електроенергетики (особливо ядерної енергетики) в низький період споживання (нічні часи) для виробництва водню. Потрібно також максимально задіяти нові технології виробництва моторного палива з вугілля (де використовується водень), що дозволить розширити обсяг використання вугілля в тому числі і вугільних відходів, зменшити імпорт нафти та нафтопродуктів і тим самим зменшити енергетичну залежність України.

#### 7.1.4 Етиловий спирт

Головні переваги етанолу (ethanol) та метанолу (methanol) – висока детонаційна стійкість та добрий коефіцієнт корисної дії (ККД) робочого процесу, недолік – знижена теплотворна здатність, що зменшує пробіг між автомобільними заправними станціями і збільшує витрати палива в 1,5 – 2 рази в порівнянні з бензином. Крім того, через погане випаровування метанолу та етанолу ускладнений запуск двигуна. Використовування спиртів як автомобільного палива потребує незначної переробки двигуна.

Етанол (ще називається етиловим спиртом або хлібним спиртом) є альтернативним видом палива, його можна змішувати з бензином для отримання палива з більш високим октановим числом і меншим вмістом шкідливих речовин у викидах в порівнянні з чистим бензином. Етанол отримують за рахунок бродіння зернових продуктів, таких як: кукурудза, ячмінь або пшениця та за рахунок дистиляції. Також його можна отримувати більш складною технологією, а саме, із багатьох видів трав та дерев. У такому разі етанол називають біоетанолом.

Відповідно до «Закону про енергетичну політику», суміші, що містять не менше 85% етанолу, вважаються альтернативними видами палива. Суміші з великим змістом етанолу, такі як E95, також є відмінними альтернативними видами палива. Суміші з більш низькими концентраціями етанолу, такі як E10 (10% етанолу і 90% бензину), іноді використовуються для збільшення октанового числа і підвищення якості викидів, але вони не розглядаються як альтернативні види палива.

Підприємства концерну «Укрспирт» працюють не на повну потужність. Характерно, що завантажені вони дуже нерівномірно. Скажімо, у Тернопільському об'єднанні спиртової та лікеро-горілчаної промисловості використання виробничих потужностей становить 81,4%, на Немирівському спиртовому заводі, що на Вінниччині, – 100%. У той же час є заводи, які не працюють вже по три роки. Якби всі підприємства концерну «Укрспирт» працювали на повну потужність, вони могли б виробляти понад 60 млн. тонн етилового спирту щорічно.

В урядовій програмі представлено аргументи на користь налагодження виробництва високооктанової кисневмісної домішки. Експерти оцінюють це як найбільш перспективне та економічно вигідне рішення. Україна вже має певні напрацювання у цьому напрямі в рамках програми «Етанол». Вперше високооктанова кисневмісна добавка (ВКД) з'явилася на Барському спиртозаводі, що на Вінниччині, в 1998 році. На сьогодні її виготовляють вісім підприємств державного концерну «Укрспирт». Разом за весь час ними вироблено 28,2 тис. тонн ВКД. Підприємства - виробники ВКД мають серйозні труднощі зі збутом продукту.

Як стверджують фахівці, перепрофілювання спиртового виробництва на випуск ВКД не потребує значних фінансових витрат, оскільки переоснащується фактично лише остання виробнича стадія.

Деякі європейські країни, не чекаючи призначеної дати, збираються достроково перейти на використання біопалива транспортними засобами. Скажімо Німеччина планує зробити це найближчим часом (якщо не цього, то наступного року). Таким чином, як вважають експерти, це створить сприятливі умови для стабільного експорту ВКД до бензинів у країни Європи. Зондується ґрунт перш за все в країнах Центральної та Східної Європи, є контакти із захищавленими фірмами Польщі, Австрії, Чехії та з інших країн. В результаті збільшення обсягів його випуску Україна зможе суттєво послабити залежність від зовнішніх поставок енергоносіїв. З'являються перспективи розвитку хімічної промисловості та інших галузей, де використовується етиловий спирт.

Тому перехід на бензин з ВКД може мати позитивні наслідки для екології. Згідно з результатами розрахунків експертів, слід очікувати зменшення викидів: монооксиду вуглецю на 11,5% і вуглеводнів на 16,9%.

Коли двигун працює на паливі з ВКД з малими навантаженнями і при роботі на холостому ходу (залежно від типу двигуна), викиди шкідливих речовин порівняно зі звичайними бензинами зменшуються особливо: оксидів азоту – на 25 – 40%, монооксиду вуглецю – майже у півтора рази, вуглеводнів – на 15 – 20%. З урахуванням результатів випробувань розроблено та затверджено галузевий стандарт України на сумішеві бензини.

Технологічно виробництво бензину з високооктановою кисневмісною домішкою нескладне. Певний досвід випуску такого палива мають кілька вітчизняних підприємств. Відтоді як Барський спиртовий завод виробив першу партію ВКД, минуло п'ять років. За цей час в Україні повністю відпрацьовано технологію виготовлення самої ВКД.

### 7.1.5 Біопаливо

Сьогодні біопаливо продається більше ніж в 40 країнах світу. Лідери виробництва біопалива – США і Бразилія. Розглянемо різні види біопалив.

Біоетанол (bioethanol) – це звичайний етанол, який отримують шляхом переробки рослинної сировини і використовують як біопаливо.

Етанол (етиловий спирт) –  $C_2H_5OH$  або  $CH_3-CH_2-OH$ , другий представник гомологічного ряду одноатомних спиртів

Існує два основних способи отримання етанолу – мікробіологічний (спиртове бродіння) і синтетичний (гідратація етилену). В промислових масштабах етиловий спирт отримують із сировини, що містить целюлозу (деревина, солома), яку попередньо гідролізують. Суміш, що утворилася при цьому, піддають спиртовому бродінню (alcoholic fermentation).

Етанол у порівнянні з бензином є менш «енергонасиченим» джерелом енергії. Пробіг машин, що працюють на Е85 (суміш 85% етанолу і 15% бензину), на одиницю об'єму палива складає близько 75% від пробігу стандартних машин. Звичайні машини не можуть працювати на Е85, хоча двигуни внутрішнього згорання працюють на Е10. На «справжньому» етанолі можуть працювати лише «Flex-Fuel» машини (див. п. 7.1.14).

Недоліком біоетанолу є те, що при згорянні етанолу у вихлопних газах двигунів з'являються альдегіди (формальдегід і ацетальдегід), які надають живим організмам не менший збиток, ніж ароматичні вуглеводні.

Біометанол – вид рідкого біопалива на основі метилового (деревного) спирту, одержуваного шляхом сухої перегонки відходів деревини і конверсією метану з біогазу. Виробництво біомаси може здійснюватися шляхом культивування фітопланктону в штучних водоймах, створюваних на морському узбережжі. Вторинні процеси являють собою метанове бродіння біомаси і подальше гідроксилування метану з отриманням метанолу.

Незважаючи на високе октанове число – більше ніж 100, теплотворна здатність метанолу вдвічі менша, ніж у бензині. Це пояснює необхідність змішування метанолу з бензином. Стандартом є біометанол М85 («М» від англ. Methanol), що містить 85% метилового спирту і 15% бензину.

Біометанол М85 не отримав поширення як внаслідок низького енерговмісту, так і через виключну корозійну активність метанолу.

Біобутанол –  $C_4H_{10}O$  – бутиловий спирт – безбарвна рідина з характерним запахом. Широко використовується у промисловості. У 50-х роках через падіння цін на нафту бутанол почали виробляти з нафтопродуктів.

Бутанол не має корозійних властивостей, може передаватися існуючою інфраструктурою. Може змішуватися з традиційним паливом, енергоємність близька до енергоємності бензину.

Сировиною для виробництва біобутанолу можуть бути цукрова тростина, буряк, кукурудза, пшениця, а в майбутньому і целюлоза.

Диметиловий ефір (ДМЕ) –  $C_2H_6O$  – може вироблятися як з вугілля, природного газу, так і з біомаси. Велика кількість диметилового ефіру виробляється з відходів целюлозно-паперового виробництва.

Диметиловий ефір – екологічно чисте пальне без вмісту сірки, вміст оксидів азоту у вихлопних газах на 90% менший, ніж у бензині. Застосування диметилового ефіру не потребує спеціальних фільтрів, але необхідна переробка систем живлення (установка газобалонного обладнання, коректування сумішоутворення) та запалювання двигуна.

Біодизель – паливо на основі жирів тваринного, рослинного і мікробного походження, а також продуктів їх етерифікації. Для отримання біодизельного палива використовуються рослинні, тваринні жири. Сировиною можуть бути рапсова, соєва, пальмова, кокосова олива або будь-яка інша олива-сирець, а також відходи харчової промисловості.

Біопаливо другого покоління – паливо, яке отримане методами піролізу біомаси, або інші палива, відмінні від метанолу, етанолу, біодизеля.

Рослинна олія. Деякі дизельні двигуни автомобілів після невеликих змін можуть працювати на 100% рослинній олії. Рослинні олії, як правило, стають густішими в холодну погоду, і тому такі модифіковані автомобілі обладнуються двома баками з дизельним паливом (для системи запуску/зупинки), що має важливе значення для того, щоб в більшості випадків нагріти паливо для використання.

При нагріванні до температури охолоджувальної рідини двигуна знижується в'язкість палива. Відходи рослинної олії, особливо якщо олія була використана протягом тривалого часу, може призводити до гідрогенізування її, і до підвищення кислотності. Це може призводити до збільшення в'язкості палива, гумування в двигуні, а кислотність - призводити до пошкодження паливної системи. Біодизель не має цієї проблеми, адже після хімічної обробки він має нейтральну рН і низьку в'язкість.

Для використання чистої рослинної олії як палива у сучасних дизельних двигунах з низьким рівнем викидів (частіше Євро - 3 і - 4), які характерні для поточного виробництва в європейській промисловості, існує потреба внесення істотних змін в інжекторну систему, насоси, ущільнення і т. д. через підвищення робочого тиску, тоншого (з підігрівом) впорскування. Звичайна рослинна олія як паливо не підходить для цих транспортних засобів. У зв'язку з різницею характеристик між рослинною олією і мінеральним дизельним паливом згорання рослинної олії в дизельному двигуні проходить не повністю, що призводить до відкладення продуктів згорання на форсунках, поршнях і поршневих кільцях і виходу двигуна з ладу.

Біогаз – це газ, який утворюється при мікробіологічному розкладанні твердих і рідких органічних відходів: на звалищах (може бути добутий за допомогою свердловини і вакуум-насосів), болотах, каналізації, вигрібних ямах тощо. Склад біогазу: 55 – 75% метану, 25 – 45% CO<sub>2</sub>, незначні домішки водню (H<sub>2</sub>) і сірководню (H<sub>2</sub>S), азоту, ароматичних вуглеводнів і т. д.

Стиснутий біогаз після очищення в адсорберах може бути використаний для двигунів. Стиснутий природний газ (СПГ), зріджений нафтовий газ, світильний, коксовий, каналізаційний (біогаз), деревний газ є сумішшю горючих C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>, CO, H<sub>2</sub> і негорючих N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O газів і можуть застосовуватись в автомобільних двигунах. Деревний газ може бути використаний у автомобілях зі звичайними двигунами, якщо додасться газифікатор дерева (газогенератор).

### 7.1.6 Вода. Емульговане паливо

В кінці XIX століття Н. Отто отримав перший патент на застосування води як компонента пального. Фірма Rolls Royce на основі досліджень розробила авіаційний двигун з використанням вприску води.

В 1977 році компанія Renault впровадила впорскування води на автомобілях для спортивних змагань. Цей спосіб форсування також використовувався фірмами Ferrari і Porsche, Suzuki, BMW. Honda і Kawasaki застосовували водну інжекцію для зменшення теплових навантажень на мотоциклах для спортивних змагань. Станом на 2009 рік з метою зменшення споживання палива в судових двигунах компанії Wärtsilä застосовується водяна інжекція.

Зважаючи на велику кількість проведених досліджень щодо дії води на двигун внутрішнього згорання не існує достовірного аналізу проведених експериментів.



### 7.1.7 Емульговане дизельне паливо

В Німеччині, Китаї до дизельного палива додають до 20% води, близько 1% емульгатора та проводять гідродинамічну обробку в емульгаторі-диспергаторі. Найбільш розповсюджені емульгатори поверхнево-активних речовин: кальцієва, магнеїєва, алюмінієва солі вищих жирних кислот, синтетичні полімери, ПАР на основі олеїнової кислоти і її солей, продукти синтезу окису етилену і сульфування жирних спиртів. Як емульгатори-стабілізатори використовувались синтетичні ПАВ: ефіри триетаноламіна і олеїнової кислоти, суміші поліетиленгліколевих ефірів, ангідроспиртів і ін. Для утворення водопаливних емульсій достатньо 0,5 – 1% емульгатора.

### 7.1.8 Світільний газ

Світільний газ – суміш метану, оксиду вуглецю, водню та інших горючих газів, які отримують при сухій перегонці кам'яного вугілля. Цим газом можуть заправлятися автомобілі обладнані газобалонним обладнанням, або автомобілі до яких додається газогенератор кам'яного вугілля.

Аналогічним чином як і з деревним газом, для газифікації в транспортних газогенераторах придатне буре вугілля в натуральному вигляді. В колишньому СРСР проводився пробний пробіг автомобілів на такому паливі по маршруту Караганда – Алма-Ата і назад загальною протяжністю 2500 км. Автомобілі на бурому вугіллі працювали безвідмовно.

### 7.1.9 Зріджений нафтовий газ

Зріджений нафтовий газ (ЗНГ) це зріджена газова суміш низького тиску, що складається в основному з пропану і бутану. Особливістю цих газів (пропану і бутану) є те, що вони зріджуються вже при тиску в 10 – 12 атм. Суміш в 2,5 раза важча за повітря, а при незначному збільшенні тиску – переходить в рідкий стан. Використовується у звичайних бензинових двигунах внутрішнього згорання. Емісія CO<sub>2</sub> є нижчою, ніж у бензину. На бензиновий автомобіль може бути встановлена установка на ЗНГ, і автомобіль може стати двопаливним при збереженні бензобаку. Можливе перемикання подачі палива між ЗНГ і бензином під час роботи.

У США – 190000 дорожніх транспортних засобів використовують пропан і 450000 навантажувачів. Hyundai Motor Company почала продажі Elantra LPI Hybrid – перший у світі гібридний електричний автомобіль, що оснащений двигуном внутрішнього згорання, призначеним для роботи на зрідженому нафтовому газі (liquefied petroleum gas) як паливо.

### 7.1.10 Рідкий азот

Рідкий азот (LN<sub>2</sub>) (liquid nitrogen) являє собою спосіб зберігання енергії. Двигун працює таким чином: рідкий азот нагрівається в теплообміннику шляхом вилучення тепла з повітря навколишнього середовища, внаслідок цього отримується стиснений газ, який і використовується для роботи поршневих або роторних двигунів (rotary engine).

Рідкий азот також може використовуватись в гібридних системах щоб перезарядити батареї, наприклад, в акумуляторних електроавтомобілях з електричним двигуном і паливними баками. Така система називається гібридною «рідкий азот – електричний двигун» (англ. hybrid liquid nitrogen-electric propulsion). Крім того, в поєднанні з цією системою, може використовуватись система рекуперативного гальмування (regenerative braking).

#### **7.1.11 Аміак**

Аміак (ammonia) «GreenNH<sub>3</sub>» в даний час з успіхом використовується розробниками в Канаді, і може використовуватись в двигунах з іскровим запалюванням та дизельних двигунах з незначними змінами. При згорянні паливо не має викидів, крім азоту і водяної пари. Перспективність аміаку як автомобільного палива обумовлюється його доступністю, відносно низькою ціною і практично необмеженою сировинною базою. В двигунах з примусовим запалюванням згорання аміаку забезпечується лише при наявності високотемпературної свічки з широким іскровим проміжком і достатньо потужною котушкою запалювання. А в двигунах із загоранням від стиску це може бути досягнуто за допомогою підвищення ступеня стиску до 35 при одночасному підвищенні температури у впускному колекторі і системі охолодження до 150 °С. Як інші методи інтенсифікації загорання можуть використовуватись впорскування запального палива (наприклад, дизпалива з високим цетановим числом), домішки активуючих присадок (амілінітрат, диметилгідразин) чи активних газів (водень, ацетилен).

#### **7.1.12 Метилацетилен-аленова фракція**

Метилацетилен-аленова фракція (МАФ) – застосовується як аналог ацетилену у всіх процесах газополуменевої обробки металів (Німеччина, Канада) і є у два рази дешевшим за ацетилен; зберігається і транспортується у балонах для пропану; може стати реальним замінником традиційного пального у майбутньому. На відміну від пропан-бутанової суміші і природного газу, МАФ має велику теплову потужність полум'я.

#### **7.1.13 Синтетичне паливо**

Синтетичне паливо отримують шляхом хімічного синтезу. Паливо може бути альтернативою бензину або дизельного палива. Під що класифікацію підпадають також синтетичні спирти.

Відомо, що станом на 1935 рік, професором Фішером був запропонований спосіб одержання рідкого палива не безпосередньо з кам'яного вугілля, а з вугільної кислоти і водяного газу з додаванням як каталізаторів інших газів. Цим способом Фішеру вдалось отримати майже всю серію продуктів, які виготовляються з натуральної нафти, починаючи від бензину, закінчуючи парафіном.

Встановлено повну можливість переробки так званої «торфяної смоли» або «генераторної смоли», яка є побічним продуктом при газифікації торфу, для отримання з нього високоякісного моторного палива (fuel).

#### **7.1.14 Транспортні засоби з гнучким вибором палива**

Транспортний засіб з гнучким вибором палива обладнано багатопаливним двигуном, який може використовувати більше одного виду палива, які, як правило, змішані в одному баку, і суміш спалюється в камері згоряння разом. Ці транспортні засоби отримали назву FFV (Flexible-fuel vehicle). FFV відрізняються від транспортних засобів на двох видах палива (Bi-fuel vehicle), де два види палива зберігаються в окремих резервуарах. Найпоширенішими в продажу FFV на світовому ринку є етанол-FFV.

Етанол-FFV можуть використовувати стандартні бензинові двигуни, що здатні працювати з етанолом і бензином, змішаними в одному паливному баку. Ці суміші маркуються "Е" номерами, які описують відсоток етанолу в суміші. Наприклад, E85 становить 85% етанолу та 15% бензину. В США і Європі транспортні засоби оптимізовані для роботи на E85. Це обмеження встановлено, щоб уникнути проблеми холодного запуску.

Сучасна бразильська технологія дозволяє запустити будь-яку суміш між E20 – E25, газохолом і E100 паливним етанолом, використовуючи лямбда зонд для вимірювання якості згоряння. Ця технологія, розроблена Bosch в 1994 році. Ця технологія дозволяє контролеру регулювати кількість палива, що впорскується, та час іскри, оскільки витрата палива повинна бути знижена, щоб уникнути детонації у зв'язку з високим ступенем стиснення (compression) (близько 12 : 1).

#### **Контрольні запитання**

1. Сучасні види альтернативних палив.
2. Переваги та недоліки сучасних видів альтернативних палив.
3. Перспективи застосування альтернативних палив.
4. Які види палива відносять до альтернативних видів рідкого палива?
5. Які види палива відносять до альтернативних видів газового палива?
6. Які види палива відносять до біопалива?
7. Опишіть особливості газодизелів.
8. Водень та етиловий спирт як альтернативні види палива.
9. Біоетанол, біометанол як альтернативні види палива.
10. Біобутанол, диметиловий ефір як альтернативні види палива.
11. Рослинна олія, біогаз як альтернативні види палива.
12. Вода, емульговане паливо як альтернативні види палива.
13. Світільний газ, зріджений нафтовий газ як альтернативні види палива.
14. Рідкий азот та аміак як альтернативні види палива.
15. Синтетичне паливо для автомобільних двигунів.
16. Розкрийте поняття – транспортні засоби з гнучким вибором палива.

## 8 ВИРОБНИЧІ ВІДХОДИ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ ТА ШЛЯХИ ЇХ УТИЛІЗАЦІЇ

### 8.1 Основні джерела утворення виробничих відходів АТП

В процесі експлуатації, технічного обслуговування і ремонту рухомого складу автотранспорту на АТП утворюються різні промислові відходи, які за певних умов чинять шкідливий вплив на довкілля. На рис. 8.1 наведено структурну схему основних виробничих відходів АТП.

Визначено і широко впроваджуються в АТП заходи щодо зменшення шкідливого впливу виробничих відходів на навколишнє середовище.

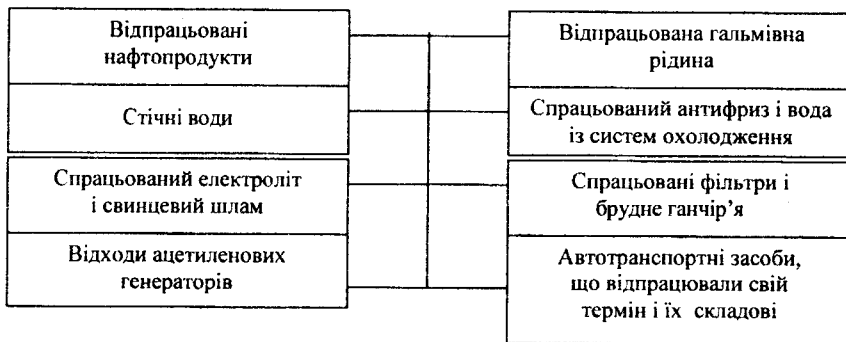


Рисунок 8.1 – Структура виробничих відходів АТП

### 8.2 Відпрацьовані нафтопродукти

До складу відпрацьованих нафтопродуктів входять спрацьовані моторні оливи, трансмісійні оливи, консистентні мастила, індустріальні мастила, а також нафтопродукти, які змиваються з агрегатів і вузлів під час миття.

Дослідження показали, що об'єм спрацьованих оливи і мастил залежно від модифікації автомобілів, їх технічного стану, умов роботи рухомого складу мають різний склад і можуть становити від 13 до 33% витрати свіжих.

Рациональна організація збирання, зберігання і повторного використання на АТП спрацьованих нафтопродуктів має велике екологічне і економічне значення. Вона надає можливість не лише запобігати забрудненню довкілля нафтопродуктами, але і забезпечує раціональне споживання вихідної сировини їх виробництва – нафти.

Встановлено три групи збирання спрацьованих нафтопродуктів.

1. Мастила моторні спрацьовані – сюди входять і моторні оливи, які використовуються в трансмісіях в суміші з індустріальними мастилами.

2. Мاستила індустріальні спрацьовані – разом з виділеними із спрацьованих емульсій, суміші індустріальних мاستил, компресорних тощо.

3. Суміші нафтопродуктів спрацьовані – маємо на увазі ті, що застосовуються як миючі рідини: бензин, керосин, дизельне паливо тощо.

Для збирання відпрацьованих нафтопродуктів і їх заміни на автомобілях застосовують спеціальне обладнання: пересувні ємності, візки тощо.

Найефективнішими є стаціонарні пости для заміни оливо і промивання двигунів зі спеціальними пристроями, які надають можливості механізувати процес зливання спрацьованих оливо і промивних рідин. З метою забезпечення якісного збирання спрацьованих оливо і промивних рідин на АТП мають бути обладнані пункти збору. Розміщують їх на складах паливомастильних матеріалів або на постах заміни мاستил і промивки двигунів.

Зібрані за групами нафтопродукти мають бути направлені на підприємства, які спеціалізуються на збиранні нафтопродуктів та їх переробці.

### 8.3 Стічні води

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

- гранично допустима концентрація (ГДК) нафтопродуктів – 25 мг/л;
- біохімічна потреба в кисні (БПК), тобто масова концентрація кисню, необхідна для окислення органічних речовин в стічних водах аеробними бактеріями при 20 °С не повинна перевищувати 50 мг/л;
- хімічна потреба в кисні (ХПК), необхідна для повного окиснення забруднень не повинна перевищувати БПК більше як в 1,5 раза;
- водневий показник кислотності та лужності рН - в межах 6,6...8,5;
- загальна концентрація солей в стічних водах - не більше 10 г/л;
- граничне допустимі концентрації синтетичних поверхнево-активних речовин (surface active substances) – 20 мг/л.

Для забезпечення таких вимог стічні води автопідприємства проходять очищення на очисних спорудах. Як правило, процес очищення включає етапи очищення води від піску, глини і інших твердих частинок, очищення води від нафтопродуктів та утилізацію видалених забруднень.

Одним з сучасних напрямків 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 (biochemical purification) здійснюється у відстійниках активним мулом – бактеріями.

#### **8.4 Відпрацьований свинцевий шлам і електроліт**

На АТП у великих об'ємах зберігається сірчана кислота для приготування електроліту акумуляторних батарей. В процесі ремонту батарей утворюється спрацьований електроліт – шкідлива для довкілля речовина, яка потребує нейтралізації. При експлуатації акумуляторних батарей в них утворюється свинцевий шлам, який випадає з анодних пластин активної маси. На дно акумуляторних батарей попадають також свинцевий пил і шматочки крихких свинцевих пластин.

Середній вміст шламу у спрацьованій акумуляторній батареї становить від 15 до 25% її маси. До складу сухого шламу входить: свинцю 70%, сурми 1%, вісмуту 0,1% і міді 0,2%. Тому миття акумуляторних банок в місцях, де можливе попадання у стічні води або ґрунт залишків відпрацьованого електроліту і свинцевого шламу, недопустиме. Шлам акумуляторного свинцю (як цінного металу) необхідно збирати.

Для нейтралізації кислот (acid) у відпрацьованих електролітів використовують будь-який лужний реагент. Найчастіше – вапно, вуглекислий кальцій і магній. Для збирання свинцевого шламу застосовують спеціальну установку для миття акумуляторних банок. Щоб запобігти забрудненню довкілля в процесі приготування та заливання в акумуляторні батареї електроліта також застосовують спеціальні установки.

#### **8.5 Відходи ацетиленових генераторів**

На АТП в результаті застосування ацетиленових генераторів для зварювання і різання металу утворюються відходи карбіду кальцію. Погано організоване збирання, зберігання і утилізація цих відходів призводить до забруднення ґрунту і стічних вод.

Зберігати відходи ацетиленових генераторів необхідно в металевих ящиках, конструкція яких дає можливість здійснювати завантажування транспортного засобу без втрат.

Відходи ацетиленових генераторів можуть використовуватись в будівництві при проведінні штукатурних робіт і біління. Використання вказаних відходів не дає великої економії будівельних матеріалів, але сприяє раціональній утилізації, що запобігає попаданню цієї шкідливої речовини в ґрунт і водойми у разі вивезення відходів у відвали.

Для повної ліквідації на АТП відходів ацетиленових генераторів необхідно переходити на централізоване забезпечення ацетиленом.

## **8.6 Відпрацьована гальмівна рідина**

Для запобігання попаданню гальмівної рідини в навколишнє середовище необхідно в підприємстві використовувати для прокачування гальмової системи автомобіля свіжою гальмівною рідиною спеціальну установку. Зливу при цьому відпрацьовану гальмівну рідину відстоюють і очищену частково використовують повторно, а забруднену утилізують.

## **8.7 Відпрацьовані антифриз і вода із систем охолодження**

Через використання в системах охолодження автомобільних двигунів рідин, що не замерзають при низьких температурах, які містять отруйну речовину – етиленгліколь, виникає небезпека забруднення ним ґрунту і стічних вод. Слід налагодити збирання, зберігання і утилізацію антифризів.

Для перевезення і зберігання як свіжих, так і спрацьованих антифризів застосовують металеві бочки чи балони з пробками чи кришками, які щільно закриваються. На тарі, в якій зберігається антифриз, обов'язково має бути напис "Отрута" і знак отруйної речовини.

На АТП, не обладнаних засобами прогрівання двигуна при зберіганні автомобілів на відкритих стоянках в зимовий період, вода зливається в ґрунт. Ця вода містить сполуки заліза і інших металів, які утворюються в наслідок корозії деталей системи охолодження двигуна. Масове зливання води із систем охолодження призводить до забруднення ґрунту цими сполуками. З огляду раціонального використання води, усунення забруднення ґрунту і водою шкідливими речовинами, які у ній містяться, а також зменшення утворення накипу, таку воду доцільно використовувати повторно.

## **8.8 Відпрацьовані фільтри і ганчір'я**

Після технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів на АТП накопичується велика кількість спрацьованих фільтруючих елементів, а також брудного ганчір'я. Фільтруючі елементи з фільтрів, які знімаються з автомобіля, містять моторні мастила.

В зонах обслуговування і ремонту автомобілів має бути налагоджена чітка організація збирання таких елементів і використання ганчір'я. Зберігають ці відходи в закритих металевих ящиках під накриттям з метою запобігання попаданню в них атмосферних опадів і подальшим забрудненням стічних вод нафтопродуктами. Заходом утилізації спрацьованих фільтруючих елементів і брудного ганчір'я є спалювання в спеціальних котельнях.

## **8.9 Автотранспортні засоби, які відпрацювали свій строк**

В Україні досі впроваджується законопроект про утилізацію автомобілів, хоча ще в 1992 році в м. Базелі (Швейцарія) проведено спеціалізований симпозиум присвячений питанню утилізації старих автомобілів.

Рішення цієї важливої з огляду екології задачі можливе, якщо її рішення буде враховуватись на стадії розроблення нових моделей автомобілів і вибору матеріалів їх вузлів. Такий принцип прийнятий провідними автомобільними фірмами світу.

Наприклад, 87% загальної маси вантажного автомобіля фірми Scania, який складається приблизно з 8 тис. деталей, після закінчення строку служби може надходити до повторного використання. Його маса близько 5,9 т. Матеріали розподіляються так: сталь – 2400 кг; чавун – 1300 кг; сталевий лист – 1200 кг; гума – 600 кг; алюміній – 130 кг; пластмаси – 30 кг; свинець – 50 кг; мідь – 30 кг; лаки – 30 кг; цинк – 4 кг.

Після зняття з експлуатації автомобіля і його розбирання на повторну переробку надходять чорні метали, алюміній, свинець і мідь. Пластмаси і гума можуть перероблятися з витримуванням вимог охорони довкілля, якщо точно відомий їх склад. Фірма Scania ввела маркування деталей з гуми і пластмас відповідно до німецького стандарту VDA260. Для зменшення впливу лаків і їх розчинників останнього часу використовується нанесення лаків напилюванням і використання лаків на водній основі.

Схожі роботи проводяться і фірмою Volkswagen, зокрема на легкових автомобілях Golf, в яких усі пластмасові деталі також мають маркування, 60% з них – з матеріалів, придатних до повторного використання.

Важливим з екологічної та техніко-економічної точок зору є раціональне використання зношених автомобільних шин, які містять дефіцитну полімерну сировину (каучук), метал, технічний вуглець та інші наповнювачі. Традиційно зношені шини поновлюються накладанням нового протектора, ті шини, які не підлягають такому використанню, подрібнюють з подальшим виготовленням з кришки різних виробів, а також добавлянням її в дорожні покриття. Використовують зношені шини цілими в спорудах для захисту берегів річок і морів від ерозії, як бар'єри та огорожі автомобільних доріг, блоків для стін гаражів, майстерень, складів.

### Контрольні запитання

1. Джерела утворення виробничих відходів АТП.
2. Склад та об'єм спрацьованих нафтопродуктів.
3. Три групи спрацьованих нафтопродуктів та обладнання для їх збирання.
4. Стічні води. Санітарно-технічні вимоги до води, яка потрапляє в водойми, каналізацію або в оборотне водопостачання.
5. Біохімічне очищення води.
6. Відпрацьований електроліт і свинцевий шлам.
7. Відходи ацетиленових генераторів.
8. Відпрацьована гальмівна рідина.
9. Відпрацьовані антифриз і вода із систем охолодження.
10. Відпрацьовані фільтри і брудне ганчір'я.
11. Автотранспортні засоби, які відпрацьовали свій строк, і їх складові.



### 9.1 Загальна схема ресурсного забезпечення системи експлуатації автотранспортних засобів

Автомобільний транспорт – є одним з найбільших споживачів матеріальних, енергетичних і трудових ресурсів, що оцінюється автотранспортними витратами народного господарства. Значним резервом ресурсозбереження на підприємствах автотранспорту є комплексне використання вторинних матеріальних і енергетичних ресурсів, що являють собою своєрідний відтворюваний фонд. Підхід до вторинних ресурсів як до відтворюваного фонду матеріальних ресурсів – новий стратегічний напрямок інтенсивного використання всього різноманіття ресурсів у сфері експлуатації автотранспорту. Сутність цього процесу полягає в організації повторного і багаторазового використання значної номенклатури цих ресурсів, залучення їх у господарський обіг. З метою системного підходу до розглянутої проблеми необхідно користуватися загальною схемою (моделлю) ресурсного забезпечення (resource provision) системи експлуатації автотранспортних засобів з урахуванням утворення і використання відтворюваного фонду матеріальних ресурсів (рис. 9.1).

Ресурсний баланс автотранспортного виробництва за фіксований період часу (п'ятирічка, рік, квартал і т. д.) визначають з виразу:

$$P_0 = P_1 + P_2 + P_3, \quad (9.1)$$

де  $P_0$  – загальна потреба системи експлуатації автотранспортних засобів у матеріальних і енергетичних ресурсах;

$P_1$  – нові (первинні) матеріальні й енергетичні ресурси, споживані системою експлуатації автотранспортних засобів;

$P_2$  – відходи виробництва і відходи споживання, що надходять у систему експлуатації автотранспортних засобів з інших галузей народного господарства;

$P_3$  – відтворюваний фонд матеріальних ресурсів автотранспортного підприємства.

До первинних ресурсів відносяться нові автомобілі і причепа до них, агрегати, вузли і запасні частини, автошини, паливомасильні та інші матеріали, що забезпечують як підтримку роботоздатності рухомого складу на необхідному рівні, так і безпосереднє виконання автотранспортної роботи.

У ресурсному балансі автотранспортного виробництва джерелами часткової заміни первинних ресурсів є відходи виробництва, споживання з інших галузей народного господарства і відтворюваний фонд матеріальних ресурсів власного виробництва. До першого джерела відносяться вторинні матеріальні ресурси – відходи металу, деревини, пластмас, а також вторинні енергетичні ресурси – газовий конденсат, низькосортні бензини.

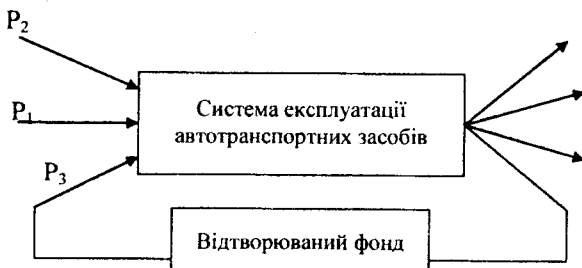


Рисунок 9.1 – Загальна схема ресурсного забезпечення системи експлуатації автотранспортних засобів

Постійним виходом системи експлуатації автотранспортних засобів є велике різноманіття вторинних ресурсів, що утворюються – відходів виробництва і відходів споживання при експлуатації автотранспортних засобів. Ресурсний баланс відходів виробництва і відходів споживання має такий вигляд:

$$O_n = P_4 + P_5 + P_6, \quad (9.2)$$

де  $O_n$  – відходи виробництва і відходи споживання із системи експлуатації автотранспортних засобів;

$P_4$  – вторинні ресурси автотранспорту, що надходять в інші галузі народного господарства;

$P_5$  – неорганізовані відходи і викиди автотранспортного виробництва;

$P_6$  – невикористовувані (неутилізовані) відходи, відходи виробництва.

До невикористовуваних відходів і викидів відносяться такі, які на сучасному рівні розвитку науки і техніки не можуть бути уловлені і використані у виробництві або їхнє використання економічно недоцільне. Це компоненти відпрацьованих газів двигунів, лакофарбові покриття кузовів і кабін автомобілів, гумовий пилю, що утворюється в процесі руху і т. д.

Одна із задач інтенсифікації автотранспортного виробництва – досягнення найбільшого ефекту при скороченні споживаної маси виробничих ресурсів. Умову ефективної виробничо-господарської діяльності АТП з ресурсовіддачі можна подати у вигляді:

$$P = \frac{P_1 - (P_2 + P_3)}{\Theta} \rightarrow \min, \quad (9.3)$$

де  $P$  – ефективність автотранспортної роботи з ресурсовіддачі;

$P_1, P_2, P_3$  – товарні маси використаних матеріальних і енергетичних ресурсів при виконанні автотранспортної роботи за певний період часу;

$\Theta$  – кількість виконаної за певний період часу автотранспортної роботи.

Якщо на АТП недостатньо повно використовують у господарському обороті вторинні ресурси і відходи виробництва, тобто величини  $P_2$  і  $P_3$  незначні, то це викликає необхідність залучення в той же обіг більшої маси первинних ресурсів і приводить до погіршення ресурсовіддачі.

Створення і розвиток механізму залучення вторинних ресурсів і відходів у господарський обіг АТП потребують чіткої їх класифікації. Вона повинна враховувати всі технічні, організаційні і економічні можливості залучення в господарський оборот кожного найменування вторинного ресурсу або відходу виробництва, тобто, утилізація повинна розглядатися як остання стадія їх життєвого циклу. Такий підхід дозволяє сконцентрувати зусилля наукових і інженерно-технічних працівників не тільки на прискореному використанні відтворюваного фонду, але і на пошуку нових мало-відхідних і безвідхідних технологій.

## 9.2 Класифікація вторинних ресурсів і відходів

Оснoву класифікації вторинних ресурсів і відходів, що утворюються на підприємствах автотранспорту, складає розподіл їх за агрегатним станом, джерелами утворення і напрямками використання. За агрегатним станом відходи автотранспортного виробництва розподіляються на п'ять класів; тверді, рідкі, пастоподібні, пилоподібні і газоподібні (рис. 8.2). Кожен клас підрозділяється на групи і підгрупи.

На прикладі експлуатації вантажного автомобіля (до списання) розподіл загальної маси вторинних ресурсів і відходів за агрегатним станом (%) виглядає таким чином: газоподібні – 72,5; тверді – 14,2; рідкі – 8,2; пилоподібні – 4,5; пастоподібні – 0,6; всього – 100.

Порівняння цієї маси з масою автомобіля в спорядженому стані показує, що один автотранспортний засіб за свій життєвий цикл утворює масу вторинних ресурсів і відходів, що у 10...12 разів більше маси самого автомобіля. Якщо при цьому враховувати і масу застосовуваної води (для миття і систем охолодження), то маса відходів, що утворюються, перевищує власну масу автомобіля в 90...95 разів. Наприклад, АТП із 150 автомобілів за один рік експлуатації орієнтовно утворює 1,5...1,6 тис. т вторинних ресурсів і відходів, а з урахуванням споживання води – 8...9 тис. т.

За джерелами утворення класифікація відходів (waste) передбачає поділ їх на дві основні групи: відходи, що утворюються безпосередньо в процесі руху автомобіля; відходи, що утворюються в процесі ТО і поточного ремонту, а також у результаті списання автомобілів. До першої групи відходів відносяться газоподібні і пилоподібні, а до другої – тверді, рідкі і пастоподібні. Відповідно до прийнятого в країні єдиного класифікатора відходів – відходи виробництва і споживання, газоподібні і пилоподібні відходи відносяться до відходів автотранспортного виробництва, а тверді, рідкі і пастоподіючі – до відходів автотранспортного споживання.

Класифікація відходів до джерелом утворення дозволяє підрозділяти їх на використовувані і невикористовувані, на ті що уловлюються і ті, що невлловлюються. Такий розподіл полегшує організацію залучення вторинних ресурсів у господарський обіг підприємств автотранспорту й інших галузей народного господарства.

Відходи виробництва і споживання на автотранспорті класифікуються за небезпекою їх впливу на навколишнє середовище й організм людини, а також у пожежонебезпечному відношенні. Вони підрозділяються на п'ять груп: токсичні (компоненти відпрацьованих газів двигунів, антифризи і деякі гальмівні рідини), біологічно активні (відпрацьовані нафтопродукти, консистентні мастильні матеріали, тверді опади очисних споруджень і ін.); хімічно активні (електроліт); горючі; нейтральні. Деякі відходи одночасно мають ознаки небезпеки інших груп, тобто властива комплексна небезпека.

Вторинні енергетичні ресурси автотранспорту (рис. 9.2) підрозділяються на два класи: теплові і паливні.

Напрямки використання вторинних ресурсів і відходів автопідприємств різноманітні. На рис. 9.3 показана загальна схема руху первинних і вторинних ресурсів у системі експлуатації автотранспорту.

### 9.3 Напрямки використання вторинних ресурсів

Матеріальні відходи АТП мають такі напрямки використання й утилізації: використання всередині АТП, у т. ч. з кооперації з авто- і шинремонтними заводами; передача іншим АТП і організаціям даного міністерства або відомства; постачання підприємствам і організаціям інших галузей народного господарства; здача заготівельним підприємствам.

Енергетичні теплові відходи АТП використовуються для їхніх власних потреб або безпосередньо на автомобілях, а паливні – як усередині АТП, так і іншими підприємствами й організаціями. Особливістю деяких відходів (зношені покришки, відпрацьовані нафтопродукти, деревина й ін.) є те, що вони можуть використовуватися як матеріальні і як енергетичні паливні ресурси. Напрямок руху їх у обігу ресурсів у кожному конкретному випадку визначається плановим завданням на використання, передачу, постачання або здачу.

Джерелом часткового заміщення первинних ресурсів АТП є відходи виробництва і відходи споживання підприємств і організацій інших галузей народного господарства (метали, пластмаси, матеріали і вироби).

При вирішенні питань керування використанням вторинних ресурсів на автотранспорті необхідно враховувати альтернативи рециркуляції матеріалів. Насамперед це збільшення терміну служби матеріальних ресурсів у сфері експлуатації автотранспорту, зниження витрати матеріалів, упровадження більш ефективних ресурсозберігаючих технологій, заміна дефіцитних і токсичних матеріалів менш дефіцитними і нешкідливими, тобто заходів, що дозволяють скоротити обсяги утворення відходів і їхній шкідливий вплив на навколишнє середовище.

Скорочення питомої витрати первинних ресурсів разом з використанням ресурсозберігаючих технологій може в більшому ступені сприяти збереженню ресурсів, чим рециркуляція матеріалів.

Такий підхід говорить про те, що питанню ресурсозбереження на автотранспорті властивий комплексний характер і він повинний у кожному конкретному випадку вирішуватися з позицій економічності.

#### 9.4 Основні принципи агрегування

Один з ефективних напрямків залучення вторинних матеріальних ресурсів і відходів у господарський оборот АТП – застосування принципу агрегування. Він передбачає створення машинної й іншої техніки із зайвих уніфікованих стандартних агрегатів, вузлів, приладів і деталей автомобілів, що здаються в металобрухт (metal scrap).



Рисунок 9.2 – Класифікація вторинних енергетичних ресурсів автотранспорту



Рисунок 9.3 – Загальна схема руху первинних і вторинних ресурсів

Кожен автомобіль є носієм виробів гідро-, пневмо- і електропривода, а також механічного привода, що можуть успішно застосовуватися в конструкціях різних технічних засобів. У разі потреби ці вироби піддаються ремонту для відновлення їх роботоздатності. Застосування принципу агрегування дозволяє досягти економії металу приблизно 80...90%, скоротити терміни створення засобів механізації в 2...3 рази, а необхідність у креслярських – у 3...4 рази.

При цьому заощаджується праця висококваліфікованих верстатників, спрощуються експлуатація і ремонт стандартних елементів створеної конструкції.

### **9.5 Відновлення роботоздатності зношених деталей та їх подальше використання**

Значний резерв економії металу, палива й енергії – вторинне використання (recycling) зношених деталей, інших виробів і матеріалів, у т. ч. зі списаних автомобілів. Головним і найбільш економічним напрямком вторинного використання зношених деталей є відновлення їхньої первісної роботоздатності різними методами і способами реставрації. Переважна кількість елементів і поверхонь деталей, автомобілів узагалі не зношуються або зношуються незначно. Так, більше 85% деталей вибраковуються при зношуванні окремих поверхонь до 0,05...0,3 мм, тобто при втратах маси, що складають незначні частки відсотка від маси самих деталей. Тому процеси відновлення зношених деталей автомобілів – найбільш ефективний напрямок залучення вторинних ресурсів у господарський оборот АТП.

Один з напрямків використання зношених деталей – виготовлення з них нових інших деталей. У цьому випадку зношені деталі являють собою заготовки або сировину, що дозволяють раціонально використовувати метал та інші матеріали. Це відноситься до неремонтопридатних деталей (зруйнованих, з великим зносом) або зайвих за даною номенклатури. Характеристики металу, з якого виготовлені автомобільні деталі, не тільки відповідають вимогам до матеріалу нових виробів, але в більшості випадків за міцністю і твердістю перевершують матеріал, що йде на їх промислове виготовлення. Наприклад, зі зношених півосей (матеріал – високоміцні леговані сталі) виготовляють пальці і валики гальмівних колодок, пальці ресор і амортизаторів, гайкові ключі гайковертів і інші деталі типу «вал» або «вісь».

Зношені шворні служать заготовками для виготовлення пальців ресор і амортизаторів і інших деталей, а клапани двигуна – для виготовлення роликів муфти вільного ходу привода стартера. Визначена номенклатура зношених і непридатних до відновлення деталей є сировиною для виготовлення нових деталей методом лиття (поршні, головки блока, і ін. з алюмінієвих сплавів, свинцеві відходи акумуляторних батарей, пластмаси).

Великий резерв ресурсозбереження на АТП – використання зношених деталей для виготовлення спеціального інструмента, пристосувань і оснащення, що застосовується при виконанні операцій ТО і ремонту автомобілів. Різномарочність автомобілів потребує безліч типорозмірів оснащення, що промисловістю не випускається і не входить у бортовий комплект автомобіля. Наприклад, зі зношених деталей автобусів марки ЛАЗ можна виготовити більш 60 найменувань нових виробів.

Зі зношених пальців поршнів двигунів виготовляються накидні головки для гайок і болтів 20 типорозмірів.

Перспективним напрямком раціонального використання зношених деталей є застосування їх як вторинної сировини для виготовлення товарів народного споживання різної номенклатури.

Утилізація (utilization) (здача в металобрухт) зношених і непридатних до використання деталей – заключний етап життєвого циклу цього виду відходів споживання. Однак і при здачі в металобрухт необхідно розглядати можливість витягу з утильних деталей дорогоцінних матеріалів. Наприклад, в одному утильному радіаторі системи охолодження двигуна в залежності від марки автомобіля утримується 0,4...1,0 кг олов'янистого припою, що доцільно витягати і використовувати замість первинного припою. Організація повного виведення припою зі всіх деталей, які його містять, дозволяє скоротити споживання первинного припою на АТП на 80...90 %, ліквідувати засміченість металобрухту іншими компонентами.

## **9.6 Використання відпрацьованих газів автомобільних двигунів як вторинних ресурсів**

Відпрацьовані гази автомобільних двигунів, з погляду використання їх як вторинних ресурсів, розглядаються за трьома напрямками: джерело теплової енергії; носій компонентів (сажа й інші складові); джерело надлишкового тиску. Найбільше широко використовують відпрацьовані гази як вторинний енергоресурс-пристрій для підігріву кузовів автомобілів-самоскидів під час перевезення вантажів, що замерзають, у зимовий період; пристрої-теплообмінники паливоподавальної апаратури газобалонних автомобілів; бортові підігрівачі дизельного палива; підігрівачі кабін, салонів і кузовів автомобілів; транспортні утилізатори для обігріву кабін автомобілів і тракторів, кузовів спеціалізованих автомобілів; пристрої для зменшення зношування фрикційних вузлів механізму зчеплення; установки для гасіння локальних пожеж.

Одним з компонентів відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згоряння є сажа. Невирішена технічна проблема дизельного двигуна – видалення сажі з відпрацьованих газів. Такий двигун викидає в атмосферу 5...15 кг сажі на тонну палива, що спалюється, причому верхня межа відповідає автотранспортним дизелям. Двигун автомобіля КамАЗ-5511 викидає 0,189...0,233 кг/год або 3,15...3,88 г/км сажі при швидкості 60 км/год. За рік ці викиди при добовому пробігу 300 км – 118 кг або 4,74 м<sup>3</sup> сажі.

У світовій практиці намітилася тенденція корінної зміни підходу до рішення проблеми видалення сажі з відпрацьованих газів. При цьому сажа розглядається як вторинний ресурс (технічний вуглець) і ведуться пошуки способів уловлювання її з метою подальшого використання для потреб шинної промисловості.



Створення промислових високоєфективних фільтрів для уловлювання дисперсних частинок і відпрацьованих газів дизелів, дозволить вирішити найважливішу задачу зниження викиду токсичних речовин і уловлювання сажі як дорогоцінного вторинного ресурсу.

Двигун автомобіля за своєю конструкцією є і компресором, внаслідок чого відпрацьовані газу, на виході з циліндрів при такті «випуск», мають надлишковий тиск, тобто є джерелом енергії. Цю їх властивість можна використовувати в конструкціях різних пневматичних підйомників, у т. ч. платформ вантажних бортових автомобілів.

## **9.7 Організація повторного використання мастильних матеріалів**

Рециркуляція відпрацьованих мастильних оливо, які одержуються з нафти, являє собою або регенерацію їх для одержання аналогічних продуктів, або використання для інших цілей – як котельне паливо, на технологічні й інші потреби. Регенерація відпрацьованих мастил – основний напрямок їхньої рециркуляції, тому що дає значну економію сировинної нафти – непоновлюваного природного ресурсу. Одним з напрямків повторного використання нафтових відпрацьованих оливо, є виготовлення на їхній основі антикорозійних складів для захисту деталей автомобілів від корозії. Велике економічне й екологічне значення має організація на АТП збирання, збереження і повторного використання відпрацьованих нафтопродуктів.

## **9.8 Зношені автомобільні шини як джерело вторинних ресурсів**

Інтенсивний розвиток автотранспорту приводить до зростаючого заміщення навколишнього середовища зношеними автомобільними покриттями. Щорічно в нашій країні виходить з експлуатації близько 60 млн. покришок, 50 % яких не використовуються для вторинної переробки і викидаються на звалище.

До традиційних способів переробки відпрацьованих покришок відносяться: відбудовний ремонт накладенням нового протектора, регенерація гуми, здрібнювання покришок у крихту з наступним використанням її для виготовлення різних виробів.

За кордоном і в нашій країні накопичений досвід використання зношених покришок у цілому вигляді. За закордонними даними, довговічність покришки у воді складає 1500...2000 років, а в атмосфері – 50...60 років. Вони знаходять широке застосування в спорудах для захисту узбережжя морів та річок від ерозії, штучних берегів водоймищ, хвилерізів, дамб. Покришки невеликих діаметрів застосовуються в конструкції стрічкових транспортерів замість несучих металевих роликів. Здатність покришок зм'якшувати удари використовується для запобігання бічних частин судів від ударів при швартуванні, як основа при розвантаженні вантажів або фундамент для кріплення установок, що створюють вібрацію в процесі роботи.

З покришок створюються бар'єри й огороження автомобільних доріг, вони застосовуються при будівництві доріг, аеродромів, злітних площадок. Ефективним рішенням є використання утильних покришок як будівельних блоків для стін гаражів, майстерень, складів і т. п.

Армовані металокордом зношені покришки використовують як паливо в обертових цементних печах. Теплотворна здатність покришок складає 33...35 Мдж (8600 ккал/кг) проти 27...30 Мдж (7300 ккал/кг) для вугілля. Головним недоліком переробки спалюванням є знищення хімічно дорожчих речовин і негативний вплив на навколишнє середовище.

Перераховані можливості вторинного використання утильних покришок у цілому вигляді не можуть бути визнані задовільними, тому що в період зростаючого дефіциту і подорожчання енергії і сировини особливого значення набувають способи одержання з покришок сировинних і енергетичних ресурсів. Тому актуальною задачею є переробка покришок. Вона містить у собі термічний і каталітичний крекінг і піроліз, регенерацію, здрібнювання, розкладання гуми під дією кисню, водню й інших хімічних реагентів.

### 9.9 Способи, які заощаджують енергію передпускового розігріву двигунів

Один з ефективних напрямків заміни традиційних способів передпускового розігріву двигунів автомобіля в зимовий час (електро-, газо-, водо- і паропідігрів) – утилізація (рекуперація) теплової енергії охолоджуваної рідини і моторної оливи. У двигунах акумулюється теплова енергія, носієм якої є рідина в системі охолодження і моторна олива в картері двигуна. Використання частини цієї енергії, що при поставленні автомобіля на відкриту стоянку передається в навколишнє середовище (зливання гарячої води), для потреб наступного розігріву двигунів відноситься до проблеми утилізації теплової енергії.

Енергозберігаючі способи передпускового розігріву (prestarting heating methods) двигунів реалізуються за допомогою індивідуальних (бортових) автомобільних термосів, пересувних і колективного користування. Сукупні витрати на розігрів одного автомобіля за допомогою термосів скорочуються в 5...12 разів у порівнянні з традиційними способами розігріву. Досягається значна економія води, збільшується моторесурс двигунів. В основі будь-якого автомобільного термоса закладена така схема: відведення гарячої води із системи охолодження в термос; збереження її в термосі з можливим підігрівом при досить низьких температурах; видача гарячої води з термоса в систему охолодження двигуна. Бортові термоси монтуються безпосередньо на автомобілі. Пересувний термос являє собою термосемність на шасі внутрішньогаражного автомобіля або причепа до внутрішньогаражної машини багатопільового призначення. Термос колективного користування являє собою ємність, розташовану в землі.

В наш час ефективні термоси для моторної оливи ще не створені. Застосування їх дозволить збільшити моторесурс двигунів через різке зменшення пускових зносів.

### 9.10 Показники оцінювання рівня сировинного еквівалента

З врахуванням неоновлюваності природних ресурсів і росту темпів потреби в них найважливішого значення набуває проблема збільшення сировинного еквівалента вторинних ресурсів, що у перспективі повинний стати одним з головних показників економічності виробництва.

Тому одним з актуальних питань підвищення ефективності використання вторинних ресурсів на АТП є розробка і застосування відповідних показників, що оцінюють рівень сировинного еквівалента цих ресурсів. Основою можливості застосування вторинних ресурсів замість первинних служить еквівалентність споживчих властивостей, що оцінюється показником еквівалентності цих властивостей. Як такий показник застосовується коефіцієнт еквівалентності споживчих властивостей  $E$ :

$$E = Q_n / Q_o, \quad (9.4)$$

де  $Q_n$  – кількість продукції з первинної сировини або матеріалів, рівноцінне за споживчими властивостями кількості продукції з відходів;

$Q_o$  – кількість продукції з відходів або з частковим використанням відходів у вигляді домішки.

Так, коефіцієнт еквівалентності споживчих властивостей відновлення покришок як відходів споживання підприємств автотранспорту стосовно нового (з урахуванням рівноцінності, наприклад, при пробігу 45% від нової) складе 0,45, тобто 100 відновлених покришок еквівалентні за споживчими властивостями 45 новим покришкам розглянутого типорозміру.

Аналогічно показник еквівалентності споживчих властивостей може бути визначений для інших рециркульованих відходів споживання підприємств автотранспорту – відновлених агрегатів, вузлів і деталей, регенованих олив, антифризів, електролітів і т. д.

Між коефіцієнтом еквівалентності споживчих властивостей і ефективністю використання вторинних ресурсів існує прямий зв'язок. Чим вище цей показник, тим вища ефективність використання вторинних ресурсів, що втягуються в господарський оборот, і більші обсяги заміни первинних ресурсів. Тому пошук і розробка нових способів і методів підвищення показника еквівалентності споживчих властивостей використовуваних вторинних ресурсів – найважливіші задачі фахівців підприємств і організацій автотранспорту.

Важливо тут і розширення масштабів залучення вторинних ресурсів у господарський обіг за вже існуючими технологіями.

Характерно, що за багатьма відходами споживання і виробництва підприємств автотранспорту й інших галузей народного господарства коефіцієнт еквівалентності має порівняно велике значення. Наприклад, рівну еквівалентність споживчих властивостей ( $E = 1$ ) має вода, що зливається із систем охолодження, велика частина виготовлених зі зношених деталей інших виробів, металовідходи й інші відходи виробництва різних галузей народного господарства. Крім того, споживчі властивості деяких видів вторинної сировини після відновлення можуть бути вищі тих же властивостей аналогічних первинних ресурсів. Коефіцієнт еквівалентності споживчих властивостей відновлених деталей автомобілів прогресивними способами і методами (плазмове напилювання) може досягати 1,5...2,0 і більше в порівнянні з новими деталями, виготовленими традиційно.

У більшості випадків еквівалентність споживчих властивостей агрегатів, вузлів, приладів і деталей автомобілів, застосовуваних для виготовлення різних технічних засобів і пристроїв за принципом агрегування, однакова або вища споживчих властивостей оригінальних або покупних комплектуючих виробів.

Другим оцінним показником ефективності використання вторинних ресурсів є коефіцієнт взаємозамінності  $K_{\text{в}}$ , який визначають з виразу:

$$K_{\text{в}} = H_{\text{в}} / H_{\text{п}}, \quad (9.5)$$

де  $H_{\text{п}}$  – питома витрата (або норма витрати) первинної сировини на виробництво одиниці даного виду продукції;

$H_{\text{в}}$  – питома витрата (або норма витрати) вторинної сировини на виробництво одиниці даного виду продукції.

В цій залежності прийнято, що коефіцієнт еквівалентності споживчих властивостей дорівнює одиниці.

Якщо він менший або більший одиниці, тобто є розходження в споживчих властивостях одиниці продукції, то  $K_{\text{в}}$  повинен збільшуватися на коефіцієнт еквівалентності споживчих властивостей і формула прийме вигляд:

$$K_{\text{в}} = (H_{\text{п}} / H_{\text{в}})E. \quad (9.6)$$

Чим вищий коефіцієнт взаємозамінності, тим більша ефективність використання вторинного ресурсу даної номенклатури і більший обсяг заміни аналогічного первинного ресурсу. Він є більш інтегрованим оцінним показником сировинного еквівалента вторинних ресурсів.

Коефіцієнти взаємозамінності застосовуються в процесі керування використанням матеріальних ресурсів. При невиконанні АТП затверджених завдань зі збирання, заготівлення та використання відходів за встановленою номенклатурою зменшується постачання відповідних видів первинної сировини, матеріалів або виробів.

Відповідно до методики кількість первинної сировини, на яку зменшується постачання, визначається з урахуванням коефіцієнта взаємозамінності (табл. 9.1).

Таблиця 9.1 – Використання вторинних ресурсів в господарстві

Вторинні ресурси і відходи	Напрямок використання в народному господарстві	Найменування матеріалів, що замінюються	Коефіцієнт взаємозамінності
Покришки зношенні: - придатні до відновлення	Поновлення нового протектора	Покришки	0,40...0,50
- утильні	Регенерація, виготовлення гумової крихти	Синтетичний каучук	0,33
Відпрацьовані нафтопродукти	Регенерація відпрацьованих олив	Моторна індустріальна олива	0,80
	Використання в технологічних процесах	Рідини для змащування	1,0
	Використання як котельного пального	Мазут	1,0
Відходи: - гумові	Виробництво гумотехнічних виробів	Синтетичний каучук	0,50
- гумотканинні	Виробництво гумотехнічних виробів	Синтетичний каучук	0,40
- макулатура	Виробництво паперу, картону	Деревина	3,50
- полімерна вторинна сировина	Теж саме з полімерів	Первинна полімерна сировина	0,70...1,0
- текстильні вторинні матеріали	Теж саме з нетканинних матеріалів: войлока, пряжі, паперу	Натуральні волокна	0,60...1,0
Брухт: - чорних металів	Теж саме зі сталі	Чавун	0,90
- кольорових металів	Теж саме з кольорових металів	Кольорові метали	0,90
- відходи деревини	Теж саме з пального Регенерація	Дрова паливні	0,64
	Теж саме з ДСП	Деревина	0,88
Зола і золошлакові відходи котельень	Теж саме з бетону	Цемент	0,30

Наприклад, при невиконанні встановленого завдання по здачі зношених покришок на відновлення нового протектора на 30 од. постачання нових шин зменшується на 12 од. ( $30 \times 0,4$ ). При нездачі на регенерацію 2 т моторного відпрацьованого мастила постачання свіжого моторного мастила зменшується на 1,6 т ( $2 \times 0,8$ ).

З урахуванням значної номенклатури відходів споживання на АТП і з метою посилення впливу економічного механізму на збільшення обсягів залучення вторинних ресурсів у господарський оборот коефіцієнти взаємозамінності (крім перерахованих у табл. 9.1) повинні визначатися за всіма видами матеріальних ресурсів АТП.

Крім коефіцієнтів еквівалентності споживчих властивостей і взаємозамінності доцільно користуватися коефіцієнтом рівня агрегування  $K_a$ , що оцінює ступінь використання автомобільних і інших агрегатів, вузлів, приладів і деталей у виробі, виготовлених за принципом агрегування.

Він визначається за формулою:

$$K_a = M_a / M_v, \quad (9.7)$$

де  $M_a$  – загальна маса агрегатів, вузлів, приладів і деталей, застосовуваних у виробі за принципом агрегування, кг;

$M_v$  – загальна маса виробу, кг.

Наприклад, щодо одноосового бортового причепа показник  $K_a$  складає 0,75.

З досвіду АТП значення коефіцієнта рівня агрегування при створенні засобів механізації, пристосувань, інструмента, оснащення може бути доведене до 0,85...1,00.

Коефіцієнт рівня агрегування – це показник, що враховується також при аналітичному визначенні обсягу ломутворення на АТП. Він показує, яка маса вторинних ресурсів входить в господарський обіг АТП і не повинна враховуватися в обсяги здачі агрегатів, вузлів і деталей у металобрухт.

### Контрольні запитання

1. Загальна схема ресурсного забезпечення системи експлуатації автотранспортних засобів та ресурсний баланс автотранспортного виробництва за фіксований період часу.
2. Ресурсний баланс відходів виробництва і відходів споживання.
3. Класифікація вторинних ресурсів і відходів.
4. Напрямки використання вторинних ресурсів.
5. Принцип агрегування. Відновлення роботоздатності зношених деталей та їх подальше використання.
6. Використання відпрацьованих газів автомобільних двигунів як вторинних ресурсів.
7. Організація повторного використання мастильних матеріалів.
8. Зношені автомобільні шини як джерело вторинних ресурсів.
9. Способи, які заощаджують енергію передпускового розігріву двигунів.
10. Показники оцінювання рівня сировинного еквівалента.
11. Класифікація вторинних енергетичних ресурсів автотранспорту.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гутаревич Ю. Ф. Екологія автомобільного транспорту / Гутаревич Ю. Ф. – К. : Основа, 2002 – 312 с.
2. Технічне обслуговування, ремонт та зберігання автотранспортних засобів / [Канарчук В. Е., Лудченко О. О., Курников І. П. та ін.] – К. : Вища школа, 1994. – 406 с.
3. Сафранов Т. А. Екологічні основи природокористування : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / Сафранов Т. А. – Львів : “Новий Світ-2000”, 2003. – 248 с.
4. Дьяков А. Б. Экологическая безопасность транспортных потоков / Дьяков А. Б. – М. : Транспорт, 1989. – 128с.
5. Ерохов В. И. Экологическая эксплуатация автомобилей / Ерохов В. И. – М. : ДОСААФ, 1985.
6. Білявський Г. О. Основи загальної екології / Білявський Г. О., Падун М. М., Фурдуй Р. С. – Київ : Либідь, 1993. – 234с.
7. Коноплянко В. И. Организация и безопасность дорожного движения / Коноплянко В. И. – М. : Транспорт, 1992. – 183с.
8. Климпуш О. Д. Экономия топлива на автомобильном транспорте / Климпуш О. Д., Рубцов В. А., Гутаревич Ю. Ф. – 1988. – 96с.
9. Філіппов А. З. Промислова екологія (транспорт) / Філіппов А. З. – 1995. – 82с.
10. Гутаревич Ю. Ф. Снижение вредных выбросов автомобиля в эксплуатационных условиях / Гутаревич Ю. Ф. – Киев : Выща шк., 1991. – 179с.
11. Говорущенко Н. Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте / Говорущенко Н. Я. – М. : Транспорт, 1990. – 135с.
12. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25 червня 1991 року № 1264-ХІІ. Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1264-12/page> (дата звернення 05.11.2012). – Назва з екрана.
13. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» 16 жовтня 1992 року № 2707-ХІІ. Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2707-12/page> (дата звернення 05.11.2012). – Назва з екрана.
14. Закон України „Про автомобільний транспорт” від 05.04.2001р. Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2344-14> (дата звернення 05.09.2012). – Назва з екрана.

## ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ ТЕРМІНІВ

Автомобіль (car).  
Автомобільна шина (tires).  
Азот (nitrogen).  
Акролеїн (acrolein).  
Активоване вугілля (activated carbon).  
Альтернативне паливо (alternative fuel).  
Альдегіди (aldehydes).  
Аміак (ammonia).  
Ароматичні вуглеводні (aromatic hydrocarbons).  
Атмосфера (atmosphere).  
Біогаз (biogas).  
Біодизель (biodiesel).  
Біоетанол (bioethanol).  
Біохімічне очищення (biochemical purification).  
Випаровування палива (fuel vaporization).  
Відпрацьовані гази (exhaust gases).  
Відходи (waste).  
Випари бензину (gasoline evaporation).  
Водень (hydrogen).  
Вторинне використання (recycling).  
Вуглеводні  $C_nH_m$  (hydrocarbons).  
Вуглець (carbon).  
Глушник (exhaust muffler).  
Гранично допустима концентрація (maximum allowable concentration).  
Дисперсні частинки (dispersed particles).  
Електромагнітне випромінювання (electromagnetic radiation).  
Електромагнітні хвилі (electromagnetic waves).  
Етанол (ethanol).  
Етилен (ethylene).  
Забруднення (pollution).  
Забруднення повітря (air pollution).  
Забруднюючі речовини (contaminant substances).  
Звук (sound).  
Звукова потужність (sound power).  
Зріджений нафтовий газ (liquefied petroleum gas).  
Інтенсивність звуку (intensity of sound).  
Інфрачервоне випромінювання (infrared radiation).  
Картерні гази (crankcase gases).  
Каталізатор (прискорювач реакцій) (catalyst).  
Каталітичний нейтралізатор (catalytic converter).  
Кисень (oxygen).  
Кислота (acid).



Людина розумна (homo sapiens).  
Металобрухт (metal scrap).  
Метанол (methanol).  
Навколишнє середовище (environment).  
Нефелометричний метод (метод фільтрації) (filtering method).  
Оксид азоту  $\text{NO}_x$  (nitric oxide).  
Оксид вуглецю  $\text{CO}$  (carbon monoxide).  
Охорона навколишнього середовища (guard of environment).  
Паливо (fuel).  
Паливовітряна суміш (fuel mixture).  
Поверхнево-активні речовини (surface active substances).  
Природні ресурси (natural resource).  
Рідкий азот ( $\text{LN}_2$ ) (liquid nitrogen).  
Рідинний нейтралізатор (liquid catalyst).  
Ріпакова олія (rapeseed oil).  
Ресурсне забезпечення (resource provision).  
Роторний двигун (rotary engine).  
Сажа (кіптява) (soot).  
Сажовий фільтр (particulate filter).  
Самопочуття (health).  
Синтетичний каучук (synthetic rubber).  
Система рекуперативного гальмування (regenerative braking).  
Системи уловлювання (capture system).  
Сірка (sulfur).  
Сірчистий газ  $\text{SO}_2$  (sulfur dioxide).  
Стічні води (effluents).  
Спиртове бродіння (alcoholic fermentation).  
Сполуки свинцю (lead compounds).  
Способи передпускового розігріву (prestarting heating methods).  
Теплопровідність (thermal conductivity).  
Термічна нейтралізація (thermal neutralization).  
Токсичні речовини (toxic substances).  
Транспорт (transport).  
Транспортні засоби з гнучким вибором палива (flexible-fuel vehicle).  
Транспортні засоби на двох видах палива (bi-fuel vehicle).  
Турбодиметричний метод (метод просвічування) (method translucence).  
Утилізація (utilization).  
Фільтруючий елемент (filter elements).  
Формальдегід (formaldehyde).  
Хімічні сполуки (compound).  
Хімічні реактиви (chemicals).  
Шкідлива речовина (ШП) (harmful substance).  
Шум (noise).  
Щільність потоку звукової потужності (flux density sound power).

19,20

Навчальне видання



Кужель Володимир Петрович  
Севостьянов Сергій Миколайович

# ЕКОЛОГІЯ ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Навчальний посібник

Редактор В. Дружиніна  
Коректор З. Поліщук

Оригінал-макет підготовлено С. Севостьяновим

Підписано до друку 12.08.2013 р.  
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman.  
Друк різнографічний. Ум. друк. арк. 6,6.  
Наклад 75 прим. Зам. № 2013-117.

Вінницький національний технічний університет,  
навчально-методичний відділ ВНТУ,  
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,  
ВНТУ, к. 2201.  
Тел. (0432) 59-87-36.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано у Вінницькому національному технічному університеті  
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі.  
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,  
ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Тел. (0432) 59-87-38.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.