

### Тема 17 Екологічні аспекти функціонування транспорту

#### План теми

1. Види впливу об'єктів транспорту на навколишнє природне середовище .....	1
2. Основні забруднювачі на транспорті .....	7
3. Автомобільний транспорт як джерело забруднення навколишнього природного середовища .....	8
4 Вплив рухомого складу автотранспорту на навколишнє природне середовище .....	11

#### 1. Види впливу об'єктів транспорту на навколишнє природне середовище

Законодавством встановлено, що підприємства транспорту несуть відповідальність за шкоду, заподіяну навколишньому природному середовищу. Вони зобов'язані забезпечувати безпеку життя і здоров'я громадян, безпеку експлуатації транспортних засобів, охорону навколишнього природного середовища (ст. 13, 16 Закону України «Про транспорт»).

Об'єкти транспорту здійснюють як позитивний, так і негативний вплив на екосистеми. З одного боку, вони своєю діяльністю порушують принципи функціонування екосистем. Унаслідок транспортної діяльності екосистеми можуть деградувати і втрачати стійкість. На сьогодні частку транспортної галузі у загальному антропогенному забрудненні навколишнього середовища оцінюють майже у 40 %. Це більше, ніж будь-якої іншої галузі промисловості. З іншого боку, транспорт забезпечує переміщення людей та матеріальних цінностей, чим забезпечує комфортабельніші умови життєдіяльності.

Транспортні засоби є джерелом підвищеної небезпеки для життя і здоров'я людей через можливі дорожньо-транспортні пригоди, шкідливі

## Основи теорії систем і управління

2

викиди, транспортний дискомфорт, споживання природних ресурсів.

Водночас, транспортні засоби спричинюють позитивні соціально-економічні та морально-психологічні ефекти.

До позитивних впливів транспортного засобу можна віднести:

- розвиток торгівлі, політичних, культурних зв'язків, розширення контактів;
- стимулювання науково-технічного прогресу та сприяння створенню додаткових робочих місць;
- участь у виробничих процесах і, як наслідок, скорочення інноваційних циклів при виробництві товарів;
- надання відчуття свободи й незалежності індивіду;
- розширення можливостей для життя у сприятливих умовах;
- збільшення життєвого простору окремого індивіда;
- підвищення доступності соціально-побутових послуг для споживачів;
- задоволення потреби споживачів у широкому асортименті товарів;
- надання відчуття радості від комфорту і зручностей за несприятливих погодних умов.

До негативних впливів транспортного засобу відносять:

- порушення газової і енергетичної рівноваги в атмосфері;
- виснаження ресурсів атмосфери, корисних копалини, прісної води;
- знищення живих організмів в дорожньо-транспортних пригодах;
- отруєння біологічних ресурсів, зокрема рослин, тварин та людини;
- посилення стресових навантажень учасників руху;
- зменшення життєвого простору за рахунок відчуження територій;
- скорочення біологічної продуктивності ландшафтів;
- порушення гармонії міської забудови і сільського ландшафту.

Навколишнє природне середовище (НПС) зазнає впливу не тільки від транспортних засобів, але й від усього транспортного комплексу. Основні

### 3

види впливу транспортного комплексу на навколишнє середовище наведено у презентації.

Серед найголовніших видів впливу транспортного комплексу можна назвати:

- відчуження площ територій під шляхопроводи та об'єкти транспортної інфраструктури, ерозійні процеси, осушення, вирубування лісів, кар'єрна розробка будівельних матеріалів;

- споживання природних ресурсів; серед них: нафтопродукти та природний газ для виробництва палива та мастильних матеріалів; вода для систем охолодження, для миття транспортних засобів, для виробничих і побутових потреб транспортних підприємств; повітря для забезпечення процесів спалювання палива;

- технологічне і транспортне забруднення шкідливими речовинами, шумом, вібраціями, надлишковою теплою, електромагнітними та іонізуючими випромінюваннями навколишнього середовища (повітря, води, ґрунту, біоти) підприємствами транспорту і дорожнього господарства, дорогами як лінійними спорудами (транспортними потоками).

Заходи, що дають змогу зменшити негативний вплив транспортного комплексу на навколишнє середовище:

- вдосконалення нормативно-правової бази для забезпечення екологічної безпеки (стійкого розвитку) промисловості й транспорту;

- створення екологічно безпечних конструкцій об'єктів транспорту, експлуатаційних, конструкційних, будівельних матеріалів, технологій їх виробництва;

- розробка ресурсозберігаючих технологій захисту навколишнього середовища від транспортних забруднень;

## Основи теорії систем і управління

Таблиця 1

4

Класифікація впливів різних видів транспорту на компоненти біосфери

Об'єкти впливу				
Атмосфера	Гідросфера	Літосфера	Флора і фауна	Людина
<b>Автомобільний транспорт</b>				
Забруднення повітря викидами $C_xH_y$ , $NO_x$ , $C$ , $CO$ , $CO_2$	Засолення і мінералізація вод, їх забруднення нафтопродуктами	Засолення ґрунтів, їх забруднення органічними мастилами, розчинниками	Порушення ґрунтового покриву, забруднення придорожніх смуг	Скорочення тривалості життя, онкологічні захворювання та захворювання органів дихання
<b>Залізничний транспорт</b>				
Забруднення повітря викидами $C_xH_y$ , $NO_x$ , $C$ , $CO$ , $SO_2$ , золи, пилу	Забруднення вод нафтопродуктами, смолами, фенолами, важкими металами	Забруднення ґрунтів нафтопродуктами, неочищеними стоками, розчинниками	Знищення лісів та сільгоспугідь, перешкоджання шляхам міграції тварин	Зменшення професійного довголіття, хронічні професійні захворювання
<b>Водний транспорт</b>				
Забруднення повітря викидами $C_xH_y$ , $NO_x$ , $C$ , $CO$ , $SO_2$	Забруднення вод нафтовмісними стоками, госп-побутовими стоками твердими та харчовими відходами	Забруднення прибережних смуг нафтою, нафтопродуктами та органічними відходами	Зниження біопродуктивності морів та річок	Професійні захворювання
<b>Повітряний транспорт</b>				
Забруднення повітря викидами $C_xH_y$ , $NO_x$ , $C$ , $CO$ , $SO_2$ , твердих частинок	Забруднення вод нафтопродуктами	Забруднення ґрунтів біля аеродромів нафтопродуктами, органічними та неорганічними викидами	Зменшення чисельності фауни	Захворювання органів слуху, професійні захворювання
<b>Трубопровідний транспорт</b>				
Забруднення повітря газоподібними органічними викидами	Забруднення вод органічними речовинами, що перекачуються	Забруднення ґрунтів продуктами, що перекачуються та продуктами корозії труб	Руйнація геобіоценозів, перешкоджання шляхам міграції тварин	Отруєння речовинами, що перекачуються, професійні захворювання через шумові навантаження

- розробка алгоритмів і технічних засобів моніторингу навколишнього середовища на транспортних об'єктах і прилеглих до них територіях, методів управління транспортними потоками для збільшення пропускної спроможності дорожньої і вулично-дорожньої мережі у великих містах;
- удосконалення системи управління природоохоронною діяльністю на транспорті.

Екологічні обмеження необхідно враховувати на всіх етапах життєвого циклу об'єктів транспорту (обґрунтування інвестицій, проектування, виготовлення, будівництво, реконструкція, ремонт, експлуатація, демонтаж), створення дорожньо-транспортної техніки, а також під час оцінювання перспектив розвитку транспортної системи. Ці обмеження особливо значущі на природоохоронних, урбанізованих територіях.

Коло проблем і шляхи їх вирішення знаходяться у сфері раціонального використання природних ресурсів, захисту атмосфери, водойм та водотоків, ґрунту, селітебних територій та місць проживання тварин від негативного впливу транспортного комплексу, створення замкнених промислово-утилізаційних технологій у транспортній галузі.

Принципово природа дії видів транспорту на навколишнє середовище практично однакова, як однакові методи їх вивчення.

Найбільш енергоємним сьогодні в Україні є автомобільний транспорт, що споживає 83 % палива усієї транспортної галузі. На другому місці – залізничний транспорт (10,5 %), на третьому – водний (6,5%). Розподіл споживання моторного палива за галузями транспорту наведено в таблиці 3.2.

У країнах ЄС дещо інша картина. На першому місці за споживанням палива так само автомобільний транспорт (84,4 %), проте на другому місці знаходиться повітряний транспорт (11,1 %), на третьому місці залізничний (лише 2,5 %), і на четвертому – водний (2 %).

Аналізуючи обсяги викидів шкідливих речовин різними видами транспорту, можна дійти висновку, що найбільша частка у викидах належить

## Основи теорії систем і управління

6

також автомобільному транспорту (64 %). Приблизний розподіл викидів за видами транспорту в абсолютних одиницях (маса, т) та у відсотках наведено табл. 3.3.

*Таблиця 3.2*

Розподіл споживання моторного палива в Україні за галузями транспорту (без урахування повітряного та трубопровідного)

Вид палива	Вид транспорту, т			Разом
	Автомо більний	Залізнич ний	Водний	
Бензин	4236175	39851	9915	4285941
Дизельне паливо	149000	713600	323275	2523875
Зріджений нафтовий газ	38777	2741	–	41518
Стиснений природний газ	161498	2023	12571	176092
Керосин	171	1021	161	1353
Інші види	174	–	128747	128921
Усього	5926795	756236	474669	7157700
%	83	10,5	6,5	100

*Таблиця 3.3*

Викиди основних шкідливих речовин за галузями транспорту (без врахування повітряного та трубопровідного)

Шкідливі речовини		Вид транспорту, т			Разом
		Автомо більний	Залізнич ний	Водний	
CO	т	1452477	33578	15453	1501508
	%	96,7	2,2	1,1	100
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	т	273644	6998	3838	284480
	%	96,2	2,46	1,34	100
NO <sub>x</sub>	т	130125	16233	30429	176787
	%	73,6	9,2	17,2	100
C	т	10325	2735	2424	15184
	%	66,7	17,7	15,6	100
SO <sub>2</sub>	т	10002	3578	2039	15619
	%	64	22,9	13,1	100

### 2. Основні забруднювачі на транспорті

7

Діяльність транспортних підприємств пов'язана з виконанням процесів перевезення, вантажно-розвантажувальних робіт, зберіганням вантажів та виконанням робіт з технічного обслуговування пересувного складу та шляхів сполучення.

Основними споживачами природних ресурсів і забруднювачами навколишнього середовища є транспортні засоби. Наприклад, один вантажний автомобіль, пробігаючи за рік біля 15 тис. км, спалює 1,8 т бензину, для отримання якого слід переробити 3 т нафти. Для спалювання цієї кількості бензину витрачається біля 27 т повітря (5,6 т кисню).

Процеси технічного обслуговування і ремонту рухомого складу також потребують енергетичних затрат і пов'язані зі значним водоспоживанням, викидом забруднюючих речовин в атмосферу, водойми та утворенням інших відходів, у тому числі токсичних.

Для виконання технічного обслуговування транспортних засобів задіюють різні дільниці, де використовують різне обладнання. При цьому обладнання, верстати, засоби механізації, котельні тощо є стаціонарними джерелами викидів забруднюючих речовин. Склад викидів під час здійснення технологічних процесів з технічного обслуговування транспортних засобів наведено в презентації.

Під час багатьох технологічних процесів утворюються стічні води. Склад та кількість цих вод різні. Вони утворюються в результаті миття рухомого складу, очищення вузлів і деталей у спеціальних мийних машинах, під час ремонту акумуляторних батарей, гальванічної та механічної обробки деталей, гідравлічних випробовувань різних ємностей тощо.

Ремонтні роботи супроводжуються також забрудненням ґрунтів, накопиченням відходів технологічних процесів поблизу виробничих дільниць.

Під час будівництва шляхів сполучення та об'єктів інфраструктури транспортної галузі відбувається порушення природних ландшафтів,

8

видалення з природних екосистем ґрунту, води, мінеральних речовин, необхідних для їх нормального функціонування, відбувається втручання у рослинний і тваринний світ.

Для збереження природного різноманіття усі види втручання в екосистеми й порушення їх нормального функціонування не повинні виходити за межі здатності цих екосистем до самовідновлення. В іншому разі екосистеми деградують і можуть навіть повністю зникати..

**План теми**

### **3. Автомобільний транспорт як джерело забруднення навколишнього природного середовища**

Позитивні й негативні аспекти функціонування автомобіля протягом багатьох років формували вимоги до його конструкції. Ці вимоги змінювалися в часі під впливом різних чинників. Так, наприклад, у 50-ті роки минулого століття основні вимоги стосувалися підвищення комфорту. Це був час автомобілів великих габаритних розмірів з могутніми швидкохідними карбюраторними двигунами, з широким використанням автоматичних трансмісій і електричних сервоприводів.

Протягом 60-х років основну увагу почали приділяти безпеці пасажирів. Автомобілі розвивалися у напрямі підвищення безпеки їх конструкції під час фронтального зіткнення.

Наприкінці 60-х та на початку 70-х років основним пріоритетом стало зменшення викидів  $\text{CO}$ ,  $\text{C}_x\text{H}_y$ ,  $\text{NO}_x$  та сажі з відпрацьованими газами двигуна. Це пов'язане з запровадженням у багатьох країнах світу обмежень на викиди токсичних речовин з відпрацьованими газами.

Наприкінці 70-х – на початку 80-х років пріоритет змістився в бік підвищення паливної економічності. Це, своєю чергою, пов'язане зі світовими нафтовими кризами.



З середини 80-х років і до середини 90-х зміну пріоритетів диктувало загострення конкурентної боротьби між виробниками. Спочатку на перший план вийшли вимоги покращення швидкісних властивостей, а потім – підвищення комфортабельності й пасивної безпеки конструкції за рахунок впровадження електронного управління силовими агрегатами й трансмісією, кондиціонерів, нових методів розрахунку і проектування.

Наприкінці 90-х років на перший план вийшли вимоги підвищення безпеки за рахунок використання антиблокувальних систем нового покоління, суміщених із засобами запобігання зіткнення, бортовими навігаційними системами, іншими інтелектуальними технологіями на базі розвитку автомобільної мікроелектроніки й інформатики. З'явилася технічна можливість зменшити безпечну відстань між рухомими транспортними засобами, інформувати водіїв про можливі перешкоди на маршруті, оптимізувати режими руху відповідно до ситуації, яка складається на дорозі.

З початком нинішнього століття на перший план вийшли вимоги мінімізації споживання викопних вуглеводневих палив за забезпечення високої транспортної ефективності, необхідного рівня безпеки виконання транспортних послуг, транспортного комфорту, шкідливості дії на навколишнє середовище.

Автотранспорт – один із чинників забруднення повітря. Викиди газів на вулицях можуть погано вплинути на загальний стан здоров'я суспільства. Ба більше: дорожній рух – це джерело викидів тонко-дисперсних та дуже тонко-дисперсних часток у містах. Чимало наукових досліджень свідчать, що ці частки суттєво впливають на здоров'я людей.

Транспортна мережа в Україні доволі густа, кількість та активність автотранспорту в містах великі, й шкоду докільню він завдає дуже відчутну. Основні причини цього – застарілі конструкції двигунів, використовуване паливо (бензин, а не газ чи інші, менш токсичні речовини) та погана організація руху, особливо в містах, на перехрестях. У відпрацьованих газах,

що їх викидають наші автомобілі, виявлено близько 280 різних шкідливих речовин, серед яких особливу небезпеку становлять канцерогенні бенз(а)пірени, оксиди азоту, свинець, ртуть, альдегіди, оксиди вуглецю й сірки, сажа, вуглеводні.

На сьогодні викиди забруднювальних речовин автомобільним транспортом у середньому за рік становлять близько 5,5 млн т, це біля 39 % усього обсягу шкідливих викидів в Україні.

Лева частина забруднень припадає на великі міста. У деяких з них відсоток забруднення повітря вихлопними газами часом досягає 70-90 % загального рівня забруднень. Однією з серйозних проблем є те, що більш як 20% автотранспортних засобів експлуатується в Україні з перевищенням встановлених нормативів умісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах.

Підприємства технічного обслуговування автомобілів: автозаправні станції (АЗС), станції технічного обслуговування (СТО), пункти огляду автомобілів тощо, які знаходяться в придорожній смузі, – суттєво забруднюють навколишнє середовище нафтопродуктами (бензином, дизельним паливом, трансмісійними й моторними мастилами), консистентними змащувальними оливами, промивальними рідинами. Обсяг відпрацьованих мастил, що часто викидають під час їх заміни, залежно від типу автомобіля і його технічного стану може становити 13 – 33 % від витрати свіжих мастил.

Під час зовнішнього миття автомобілів частинки різних нафтопродуктів, що знаходяться на поверхнях деталей, вузлів і агрегатів, змиті водою, потрапляють у ґрунт і водойми. За відсутності спеціально обладнаних мийних установок з очищенням власниками автомобілів зазвичай миють свої авто стихійно, біля придорожніх водойм чи просто на узбіччях. При цьому вода після миття потрапляє у поверхневі водойми або у ґрунтові потоки взагалі без жодного очищення, суттєво шкодячи навколишньому середовищу. Тому в

багатьох країнах Європи стихійне миття автомобілів (поза спеціально обладнаними майданчиками) заборонено законодавчо.

### План теми

#### 4 Вплив рухомого складу автотранспорту на навколишнє природне середовище

Специфікою рухомих джерел забруднення, тобто автомобілів є:

- високі темпи зростання чисельності рухомого складу порівняно із зростанням кількості стаціонарних джерел;
- просторова розосередженість автотранспорту;
- безпосередня близькість до житлових районів (автотранспорт часто заповнює усі місцеві проїзди й двори житлової забудови);
- вища токсичність викидів рухомого складу автотранспорту у порівнянні з викидами стаціонарних джерел;
- складність технічної реалізації засобів захисту від забруднень на рухомих джерелах;
- низьке розташування джерел забруднення, внаслідок чого відпрацьовані гази автотранспорту накопичуються біля поверхні землі в зоні дихання людей і гірше розсіюються у порівнянні з промисловими викидами і викидами від стаціонарних джерел, які, як правило, мають димові й вентиляційні труби значної висоти.

Автотранспорт створює в містах обширні зони із стійким перевищенням санітарно-гігієнічних нормативів забруднення повітря.

Під час роботи двигуна внутрішнього згоряння виділяють три основних джерела утворення.

- відпрацьовані гази;
- картерні гази;
- випаровування пального з системи живлення.

Джерелами випаровування пального у паливній системі є переважно карбюратор і паливний бак. При цьому у бензинових двигунів випаровування суттєвіші. Дизельне пальне має меншу здатність випаровуватися, а паливна система дизельних двигунів більш герметична.

Випаровування бензину в автомобілі відбуваються і в неробочому стані. Внутрішня порожнина бензобака автомобіля завжди сполучається з атмосферою для підтримки тиску усередині бака на рівні атмосферного. Це необхідно для нормальної роботи всієї системи живлення двигуна, але водночас створює умови для випаровування легких фракцій бензину й забруднення ними повітря.

Картерні гази, як і випаровування з системи живлення, містять переважно вуглеводні. Ці гази утворюються шляхом надходження у картер паливо-повітряних сумішей через нещільності циліндро-поршневої системи з камер згоряння, де вони змішуються з парами мастил, що випаровуються зі стінок циліндрів. Їх кількість у двигуні зростає зі збільшенням зношення. Крім того, вона залежить від умов руху й режиму роботи двигуна. Більшість сучасних автомобільних двигунів обладнані спеціальною системою вентиляції картера з подаванням видалених із нього газів назад у циліндри двигуна, де вони згорають. Тому, принаймні для дизельних двигунів, основним джерелом шкідливих викидів в атмосферу під час роботи є відпрацьовані гази. Проте в режимі холостого ходу система вентиляції газів картерів працює менш ефективно, що погіршує екологічні показники автомобілів.

Відпрацьовані гази утворюються унаслідок спалювання пального в камерах згоряння двигуна. Хімічний склад продуктів згоряння залежить від багатьох чинників. Серед основних – вид пального, його якість, спосіб спалювання в двигуні, технічний стан двигуна, його режим роботи тощо.

До складу органічної маси палива нафтового походження входять переважно такі хімічні елементи: вуглець, водень, кисень, азот і сірка. Негорюча частина палива включає вологу й мінеральні домішки. Продуктами

повного згоряння такого палива є переважно вуглекислий газ, водяна пара й діоксид сірки. При неповному згорянні за недостатньої кількості кисню замість вуглекислого газу утворюється чадний газ.

Технічний стан двигуна також безпосередньо впливає на екологічні показники відпрацьованих газів. Так, викиди бензинового двигуна з неправильно відрегульованим запаленням і карбюратором можуть містити монооксид вуглецю в кількостях, що перевищують нормативи в 2-3 рази.

Найбільш несприятливими режимами роботи двигуна є робота на малих швидкостях і робота в режимі «холостого ходу». За таких режимів роботи в складі продуктів згоряння вміст багатьох забруднюючих речовин значно перевищує їх вміст під час навантажених режимів роботи.

### *Шум на автотранспорті.*

Автомобіль, який працює абсолютно безшумно, може бути не менш небезпечний, ніж занадто шумний. За відсутності адекватного шуму водій, особливо недосвідчений, може не відчувати швидкості автомобіля, резервів його потужності, тобто втрачати зворотній зв'язок під час водіння. Це небезпечно й для пішоходів, адже останні можуть не почути автомобіля, який наближається і, отже, не відчувати небезпеку.

Шум, що створюється автотранспортним засобом, складається з таких основних складових: шуму двигуна, шуму агрегатів автомобіля, шуму кузова, шуму додаткового обладнання, шуму шин, аеродинамічного шуму потоків повітря під час руху. При цьому шум автомобіля поділяють на види. Механічний – шум, який спричиняють корпусні деталі та агрегати самого автомобіля та його двигуна; шум, що спричиняють процеси згоряння в двигуні. Аеродинамічний – шум, що виникає під час руху газоповітряної суміші у камеру згоряння та продуктів згоряння з камери, у процесі взаємодії лопатей вентилятора з повітрям тощо.

*Виділяють зовнішній шум автомобіля і внутрішній шум автомобіля.*

Зовнішній шум – це одне з джерел шумового забруднення населених територій. У багатьох містах внесок автомобільного транспорту в загальний шумовий фон становить до 80 %. Для обмеження рівня шумового фону зовнішній шум автомобілів нормують.

Середні величини інтенсивності зовнішнього шуму становлять:

- легкові автомобілі – 70 - 80 дБА;
- автобуси – 80 - 85 дБА;
- вантажні автомобілі – 85 - 95 дБА;
- мотоцикли – 85 - 100 дБА;
- трамваї – 75 - 95 дБА.

Рівень шуму істотно змінюється в залежності від типу двигуна, технічного стану автомобіля, режиму й швидкості руху, навантаженості автомобіля, інтенсивності руху тощо. Змінюються також основні джерела шуму. Так, якщо за швидкості руху 75 - 80 км/год та повної завантаженості автомобіля основним джерелом шуму є двигун, то за швидкості 80 - 100 км/год основний шум створюють автомобільні шини.

Шум від транспортного потоку суттєво залежить від його швидкості. Приблизна залежність показана на рис. 1.

Характеристика шуму дуже суттєво залежить від типу автотранспортного засобу. При цьому дизельні двигуни створюють більше шуму. Так, вантажний автомобіль із дизельним двигуном на усіх режимах роботи створює більше шуму, ніж легковий автомобіль, у середньому на 15 дБА. На рівень шуму окрім типу двигуна й швидкості руху суттєво впливають строк служби автомобіля і стан дорожнього покриття. Середня різниця рівнів шуму залежно від цих чинників у діапазоні швидкостей 50 – 100 км/год можна оцінити у 3 – 5 дБА.

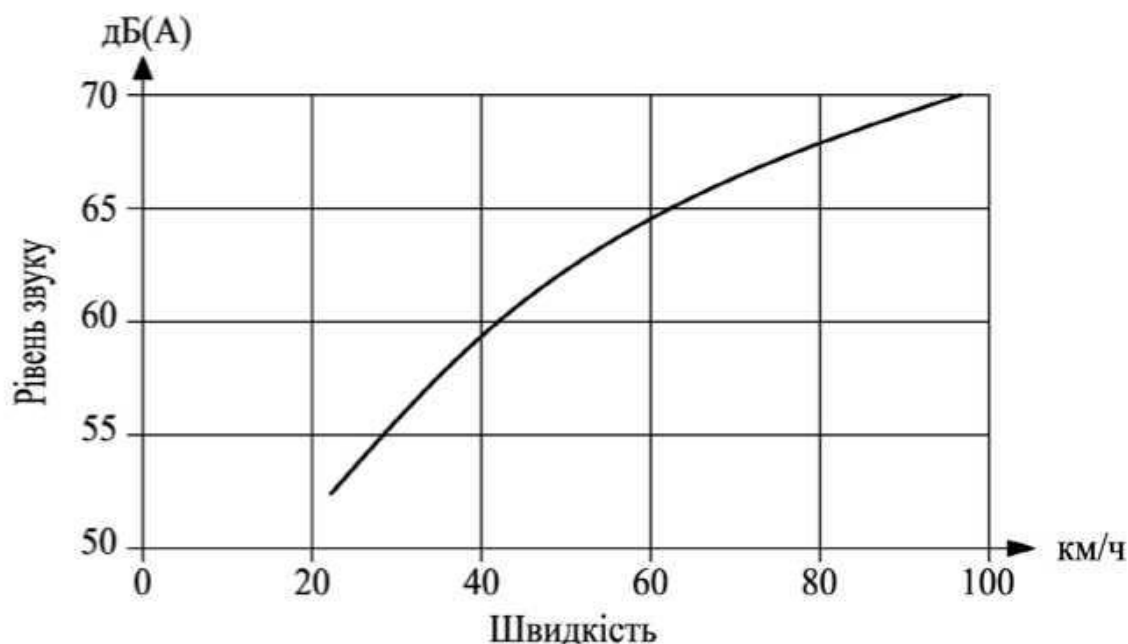


Рис. 1 Залежність еквівалентного рівня звуку від швидкості транспортного потоку

Оскільки транспортний потік утворюють окремі автомобілі, він, як і будь-яке джерело шуму складається з багатьох дрібних джерел. Тому й підпорядковується тим самим закономірностям, які характеризують цикл руху окремо взятого автотранспортного засобу. Тобто шум транспортного потоку можна поділити на шум холостого ходу, шум зрушування з місця та прискорення, шум усталеного руху, шум сповільнення та зупинки.

Шум також значною мірою залежить від інтенсивності транспортного потоку та його складу. Приблизну залежність рівня шуму від цих параметрів показано на рис. 2.

Попри те, що здебільшого шини автомобіля стають головним джерелом шуму за швидкостей більше 80 км/год, для деяких типів і моделей автомобілів, а також залежно від їх технічного стану, шум, спричинений шинами, переважає вже за швидкості 50 - 60 км/год. Шум від шин виникає внаслідок обтікання їх повітряним потоком, стиснення й видалення повітря в межах зони контакту з покриттям, вібрації шини. Для більшості легкових автомобілів

середнього й високого класу тільки за великих прискорень на першій та другій передачах переважає шум двигуна і системи випуску відпрацьованих газів.

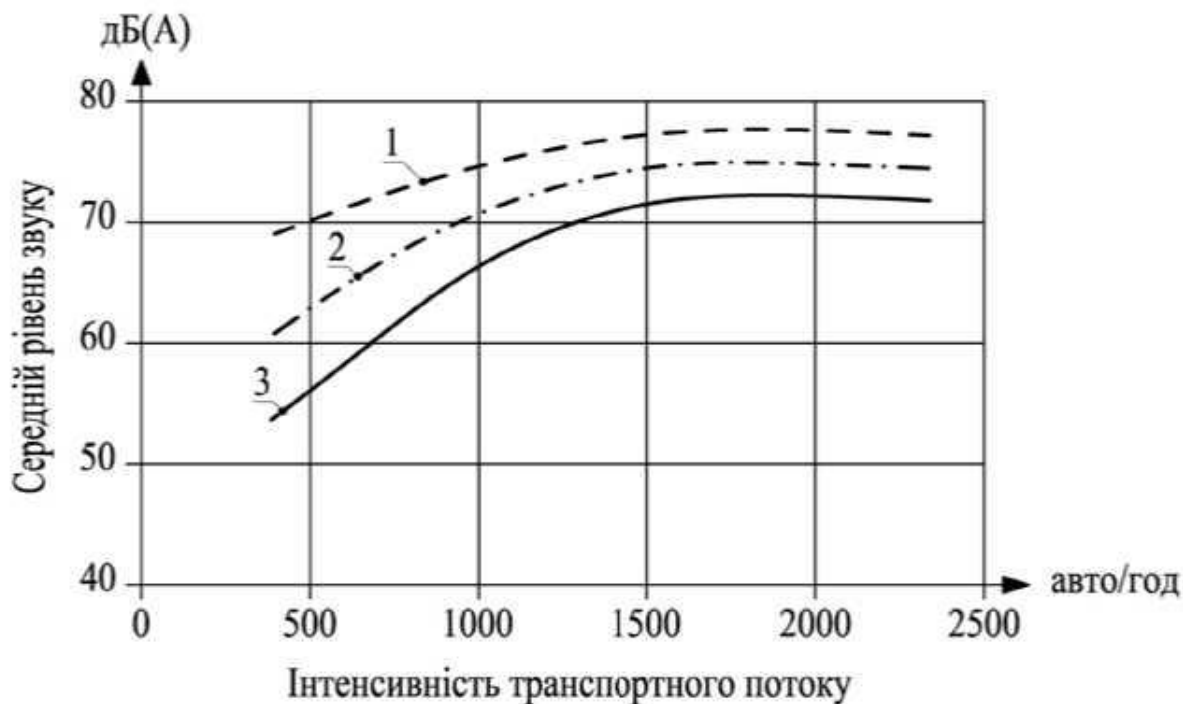


Рис. 2 Залежність середнього рівня звуку від інтенсивності та складу транспортного потоку 1 – вантажний транспортний потік (понад 60 % вантажних автомобілів); 2 – змішаний транспортний потік (33 – 35%); 3 – легковий транспортний потік (15 – 20%).

На рівень шуму значною мірою впливає конструкція шин, ступінь їх зношеності, швидкість руху автомобіля. Різницю у рівнях звуку, що її спричинюють «найбільш шумні» і «найбільш тихі» шини, можна оцінити у 20 дБА. За швидкості руху автомобіля 40 км/год рівні шуму відповідно досягають 90 і 70 дБА. Конструкція малюнка протектора шини може змінювати рівень шуму в діапазоні від 63 до 90 дБА за однакових умов руху (однакової швидкості та однакового стану дорожнього покриття).

У таблиці 3 наведено рівні шуму, які створюють шини різного типу під час руху малолітражного легкового автомобіля з різною швидкістю. З таблиці



видно, що вплив типу шин на збільшення рівня зовнішнього шуму автомобіля збільшується за зростання швидкості руху.

Таблиця 3

Вплив типу шин і швидкості руху на рівень зовнішнього шуму малолітражного легкового автомобіля на гладенькому асфальтобетонному покритті

Тип шин	Швидкість руху, км/год		
	60	80	100
ІН-251	70,7	71,4	77,4
2x2-70 Мішлен	70,5	74,0	76,6
Альфа 20-20п (з гладеньким протектором)	68,2	70,9	72,1
ЕХ-85	72,5	75,5	77,3

Вплив шорсткості поверхні дорожніх покриттів на зовнішній шум автотранспортних засобів вивчено досить докладно. Збільшення шорсткості сприяє збільшенню рівня звукового тиску, однак ступінь впливу цього чинника різна для різних типів транспортних засобів. Для вантажних автомобілів цей вплив незначний, адже основними джерелами шуму у них є двигун і трансмісія. Для легкових автомобілів цей вплив помітніший, особливо за високих швидкостей руху. Найменша величина поправки до рівня звукового тиску, яку спричиняє шорсткість покриття, спостерігається за висоти виступів покриття близько 1 мм (див. рис. 4). Зменшення та збільшення висоти виступів спричинює зростання поправки. Проте, починаючи з висоти

виступів 2 мм це зростання сповільнюється, а починаючи з висоти 4 мм практично припиняється.

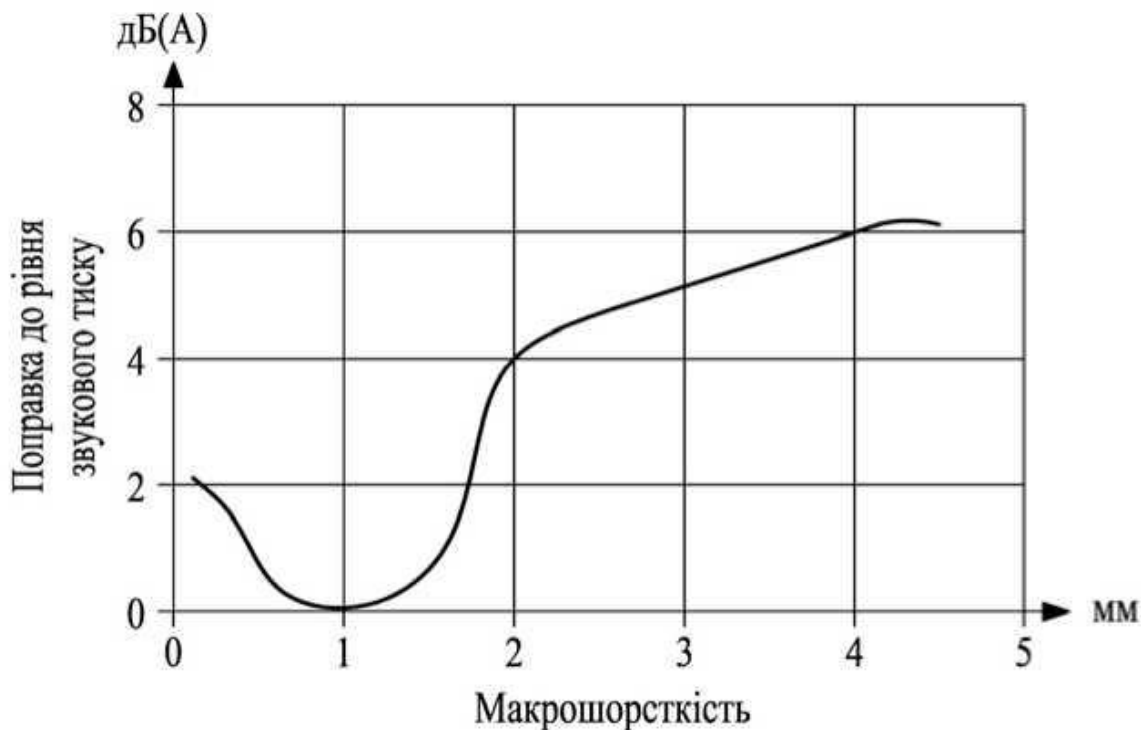


Рис 4. Поправка до рівня звукового тиску, що спричиняється шинами легкового автомобіля на покриттях з різною шорсткістю поверхні

Така залежність справедлива практично для всіх типів покриттів у сухому й мокрому їх стані. При цьому слід зазначити, що зволоження покриття підвищує рівень транспортного шуму не менше, а в багатьох випадках і більше, ніж підвищення шорсткості дорожнього покриття (табл. 5).

Органи слуху людини є найчутливішими до діапазону частот від 1000 до 3000 Гц. Збільшення шорсткості покриття призводить до більшого зростання рівнів звукового тиску саме в діапазоні частот вище 1000 Гц. Залежність показано на рис. 6.

Таблиця 5

Вплив типу і шорсткості дорожнього покриття на рівень транспортного шуму

Тип покриття	Шорсткість, мм	Стан покриття за рівнем вологи	Рівень звукового тиску, дБА, при швидкості руху автомобіля, км/год		
			80	100	120
Дрібнозернистий асфальтобетон	0,3-0,43	Сухо	72	75	78
	0,3-0,34	Мокро	77,5	80	82
Асфальтобетон типу «наждачний папір»	0,3-0,6	Сухо	75	78	81
	0,3-0,6	Мокро	83	84	86,5
Бруківка	0,3-0,8	Сухо	81	85	–
	0,3-0,8	Мокро	81	85	–
Цементобетон: - з насічками глибиною, мм - без насічок	1,2–1,8	Сухо	75	78	83,5
	1,5–3,0	Мокро	79,5	83,5	86
	–	Мокро	81	83	84
Шорстка поверхня, оброблена щебенем розміром 10-14 мм	2,5–3,0	Сухо	78	81	84
	2,5–3,0	Мокро	81,5	84	86

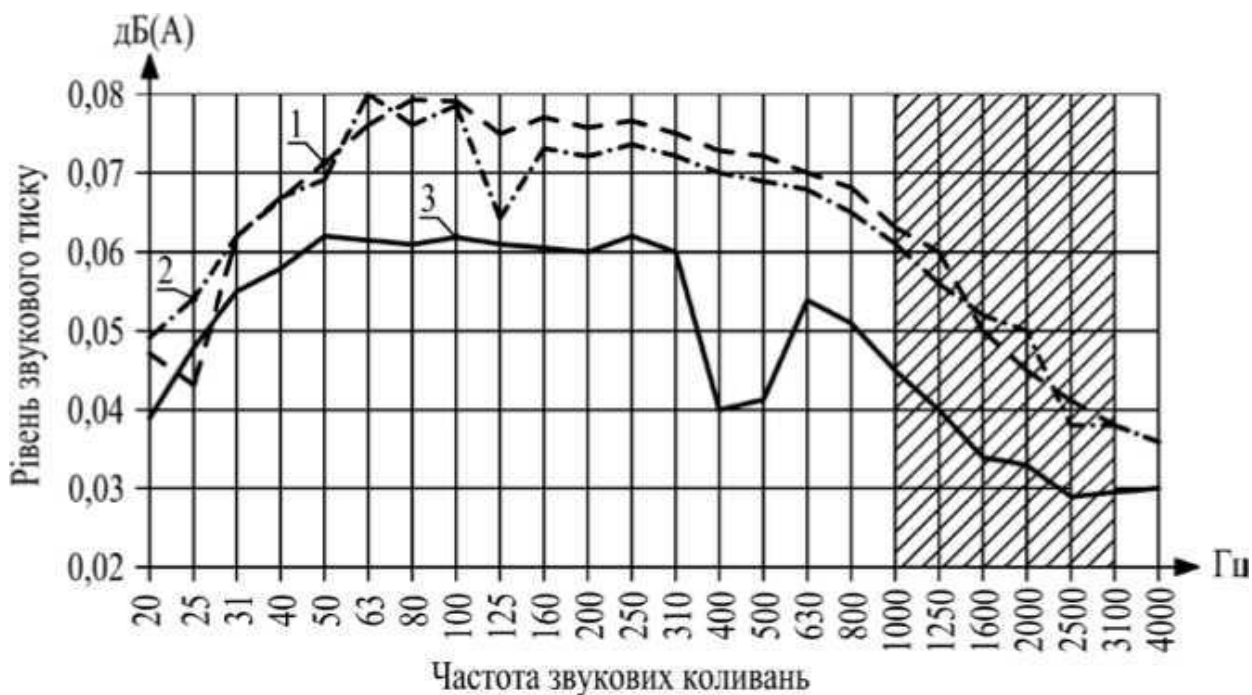


Рис. 6. Спектр шуму від мікроавтобуса з динамометричним причепом при швидкості 60 км/год: 1 – спектр шуму на шорсткому ( $D_{ср} = 3,8$  мм) покритті

при працюючому двигуні; 2 – те саме при накаті; 3 – спектр шуму на гладенькому ( $D_{cp} < 0,3$  мм) покритті при накаті

Рівень шуму істотно залежить також від величини мікронерівностей поверхонь покриттів, особливо за високих швидкостей руху, коли саме шини визначають рівень шуму від легкових автомобілів (табл. 6).

*Внутрішній шум є важливим показником, адже впливає на комфорт і безпеку водіння автомобіля.*

Вимірювання внутрішнього шуму проводять під час розгону автомобіля поблизу крісла водія на висоті  $0,6 \pm 0,05$  м над рівнем сидіння. Якщо автомобіль має місця для пасажирів позаду крісла водія, додатково вимірюють внутрішній шум над останнім рядом крісел. Якщо місць для сидіння в автомобілі більше дев'яти, додатково вимірюють цей показник над першим місцем за кріслом водія та над останнім рядом крісел. Якщо рядів крісел більше ніж 3 (не враховуючи крісло водія) вимірюють ще й над середнім рядом крісел.

Таблиця 6

Залежність рівня шуму легкового малолітражного автомобіля від глибини нерівностей на поверхні дорожнього покриття (шорстка зношена поверхня) при швидкості руху від 60 до 100 км/год

Глибина нерівностей, мм		Рівень звуку дБА					
		шина ИН-251			шина EX-85		
		60 км/год	80 км/год	100 км/год	60 км/год	80 км/год	100 км/год
Шорсткість	0,6	75,7	73,4	77,4	77,5	77,6	77,3
	2,4	77,0	79,2	78,0	78,2	78,9	79,0
	4,1	77,6	77,0	78,6	78,0	79,4	81,2
Нерівності	4,4	77,5	75,0	81,6	75,9	79,4	76,4
	6,8	81,0	84,0	84,8	80,0	85,1	86,4
	7,8	77,0	83,0	82,7	78,3	82,4	83,3

Середні величини інтенсивності внутрішнього шуму становлять:

- легкові автомобілі – 74 - 80 дБА;
- автобуси – 76 - 83 дБА;
- вантажні автомобілі – 80 - 84 дБА.

*Вібрації на автотранспорті.*

Під час руху автомобіля виникають коливання, спричинені нерівностями дороги, а також неврівноваженими силами двигуна й трансмісії, які здійснюють обертальні або зворотно-поступальні рухи. Ці коливання передаються на раму, кузов автомобіля і через полотно дороги на елементи придорожного простору. Тому розрізняють два види впливу вібрацій:

- вплив на водія і пасажирів автомобіля;
- вплив на навколишні об'єкти.

Вплив вібрації на людину викликає ряд негативних змін у її органах і системах:

- зміна ритму й частоти дихання;
- зміна артеріального тиску;
- зниження гостроти зору, особливо бінокулярного;
- порушення діяльності нервової системи;
- зниження концентрації уваги.

Колівання з частотою близькою до 40 Гц викликають у людини неприємні відчуття. Найбільшої шкоди завдають коливання, частоти яких близькі до резонансних частот окремих органів і систем.

Параметри коливань в автомобілі (амплітуда, частота, прискорення) є переважно випадковими. Рівень вібрації залежить переважно від швидкості руху, нерівності дорожнього покриття та конструктивних особливостей підвіски автомобіля.

При конструюванні автомобілів значну увагу приділяють підвісці автомобіля. Коливання всередині автомобіля за всіма параметрами намагаються наблизити до тих, які відносно легко переносить людина. Проте

забезпечити необхідні параметри вібрації тільки за рахунок конструкції підвіски неможливо. Найменший рівень вібрацій, викликаних взаємодією коліс автомобіля з дорожнім покриттям, є між колесами автомобіля (всередині колісної бази). При конструюванні пасажирських транспортних засобів саме там намагаються розміщувати сидіння.

Вібрації, що виникають під час взаємодії коліс із покриттям, передаються через полотно дороги у навколишнє середовище у вигляді хвиль, що затухають. При цьому передача вібрації відбувається через ґрунт далі на будівлі й споруди. Рівень вібрації при цьому залежить від інтенсивності транспортного потоку, швидкості руху, складу транспортного потоку, нерівності дорожнього покриття. Передача вібрації на навколишні споруди залежить від ґрунту, його щільності, вологості, ступеня однорідності й гранулометричного складу. Ці самі параметри визначають і частоту коливань (це в середньому 10 – 25 Гц).

Для підвищення безпеки руху автомобілів на мокрих дорогах широко практикується використання шорстких поверхневих шарів проїзних частин. Це покращує зчеплення автомобільних шин з дорогою. Намагання забезпечити тривалий термін експлуатації доріг призводить до застосування в будівництві доріг щебеню з розміром зерен до 25 мм і більше. Унаслідок зношування нерівності досягають значних розмірів. Через те, що ширина цих нерівностей мала (до 100 мм), при взаємодії з шинами вони спричиняють значні коливання, які характеризуються частотами більше 15 – 17 Гц практично за всіх реальних швидкостей руху автомобіля. Тобто вони є високочастотними.

Шини та підвіска не можуть повністю погасити віброколивання. За висоти виступів макрошорсткості 1 – 3 мм (залежно від швидкості руху) відбувається гасіння віброколивань за рахунок демпфуючих якостей шин. За більшої висоти виступів гасіння коливань здійснює підвіска автомобіля та подушка сидіння водія та пасажирів. Якщо нерівності досягають 5 – 7 мм і

більше, шини та підвіска вже не можуть погасити віброколювання, і рівень вібрації в салоні автомобіля, як правило, перевищує максимально допустимі межі за санітарними нормами

Для зменшення вібрацій, що їх спричинюють двигун і трансмісія, ефективними методами є конструктивне збільшення жорсткості валів, їх балансування, покращення зчеплення зубчастих коліс у передачах, застосування амортизаторів та гнучких вставок, уникнення резонансних частот, застосування поглиначів вібрацій (нанесення на віброуючі деталі різних покриттів, які здатні поглинати енергію механічних коливань і перетворювати її на теплову.

### *Електромагнітне випромінювання автомобілів.*

Автомобільний транспорт є порівняно малопотужним джерелом електромагнітних випромінювань. Проте збільшення кількості автомобілів на території житлової забудови призводить до того, що їх внесок у загальний фон електромагнітного випромінювання стає помітним. На сьогодні значного поширення набуває електротранспорт, зокрема, з'являються електромобілі. Вже сьогодні електромагнітне поле на 20–30% території міст формується унаслідок або з урахуванням автомобільного руху.

Електромагнітні хвилі, що виникають унаслідок руху транспортних засобів, перешкоджають теле- і радіотрансляції. Для нормального існування живих організмів необхідний певний рівень електромагнітного випромінювання. Електромагнітні поля з високою щільністю енергії можуть мати шкідливий вплив безпосередньо на організм людини.

Ступінь впливу електромагнітних випромінювань визначається кількістю енергії, що ним переноситься. Залежно від виду тканини й характеру випромінювання (частоти або довжини хвилі) частка поглиненої енергії електромагнітного випромінювання може коливатися від 20 до 100 %. Поглинена тканинами енергія перетворюється на теплову.

Поглинання енергії шкірним покривом не є надто небезпечним. Зайве тепло, в яке ця енергія перетворюється, відчувається як підвищення температури шкіри й інтенсивно випромінюється в навколишній простір. Поглинання енергії внутрішніми органами несе більшу небезпеку. Деякі органи – нирки, серце, мозок, очі – мають слабо виражений механізм терморегулювання. Збільшення температури цих органів навіть на  $1^{\circ}\text{C}$  може призвести до незворотних наслідків.

Результатом впливу електромагнітних випромінювань на організм в цілому є:

- швидка стомлюваність;
- біль у суглобах;
- головний біль у людей, виробнича діяльність яких пов'язана зі змінними електромагнітними полями;
- електромагнітні поля підвищеної напруженості здатні викликати у людини зоровий ефект миготіння й порушення орієнтації.

Інтенсивність електромагнітного випромінювання автотранспортного засобу визначають його конструктивні та експлуатаційні характеристики. Вона найбільше залежить від типу двигуна (дизельний чи карбюраторний) та компонування автомобіля. Суттєве значення також мають використання пластмасових або металевих крил, дахів, облицювання кузова, повітряних фільтрів; форма й розташування розподільника і котушки запалювання на двигуні і в моторному відділенні та інші чинники. Відіграють роль також технічний стан усіх вузлів і агрегатів, які формують електромагнітне поле автомобіля; наявність і стан струмопровідних перемичок між частинами кузова, стан поверхні кузова.

Основне джерело електромагнітних випромінювань в автомобілі – це система запалювання автомобіля (насамперед свічки, розподільник, високовольтні дроти) та прилади електричного живлення (генератори постійного і змінного струму, регулятори напруги, датчики тощо). Їх



називають первинними випромінювачами. Елементи кузова, деталі моторного відсіку, капот, дах, решітка радіатора – вторинні випромінювачі. У цілому автомобіль є контуром, власні характеристики індуктивності та ємності якого залежать від багатьох чинників і поки що мало вивчені.

Усі автомобілі можна умовно поділити на три групи:

- 1 карбюраторні з об'ємом двигуна до 3,0 л;
- 2 карбюраторні з об'ємом двигуна понад 3,0 л;
- 3 дизельні.

Дизельні двигуни мають значно меншу величину електромагнітного випромінювання. Якщо кількісно оцінити ступінь впливу на навколишнє середовище автомобілів кожної групи, то коефіцієнт приведення буде мати відповідно такі значення:  $K = 1$ ;  $K = 1,32$ ;  $K_3 = 0,2$ .

Для зменшення рівня випромінювання на етапі проектування намагаються підвищувати екрануючу здатність кузова автомобіля, встановлюють спеціальні вставки та з'єднання спеціальної конструкції для зменшення випромінювання крізь щілини між капотом і крилами автомобіля. У деяких автомобілях використовують спеціальне екранування усіх приладів системи запалювання.

*Забруднення продуктами зношування автотранспортних засобів.*

Під час руху автотранспортних засобів у навколишнє середовище викидаються продукти зношування, які утворюються переважно внаслідок тертя деталей між собою. Основні джерела такого забруднення: деталі двигуна та трансмісії, гальмівні колодки, шини.

Деталі двигуна автомобіля та його трансмісії під час роботи спрацьовуються. Для сповільнення цього процесу деталі змащують. Важливим моментом є те, що використовувати слід саме ті мастила, які рекомендовані для застосування саме для цього автомобіля.

Для виготовлення гальмівних колодок використовують азбест. Він має багато властивостей, які протягом тривалого часу робили його практично

незамінним. Це насамперед міцність та стійкість до стирання. Проте під час роботи гальмівних колодок, виготовлених із нього, унаслідок зношування утворюється азбестовий пил. Цей пил, потрапляючи в легені людини, накопичується там і викликає захворювання.

На сьогодні для виготовлення гальмівних колодок замість азбесту все частіше використовують композиційні матеріали, близькі до нього за властивостями. Сучасні композиційні матеріали мають більшу зносостійкість, ніж азбест і тому мають більший термін роботи та утворюють менше пилу. Їхнім недоліком є вища теплопровідність, ніж у азбесту.

Під час руху автотранспортних засобів по дорогах відбувається зношування автомобільних шин і стирання дорожніх покриттів. При стиранні шин відбувається забруднення придорожньої смуги переважно кадмієм, який додають до гуми для прискорення процесів вулканізації. Вміст кадмію значно збільшується при стиранні старих шин з відновленим протектором. Шорсткість поверхонь дорожніх покриттів сприяє абразивного зносу шин. Проте шорсткість, так само як і малюнок протектора шин, влаштовуються для підвищення безпеки руху автомобіля. Найінтенсивніше абразивне зношування відбувається при різкому гальмуванні. Але у разі виникнення аварійної ситуації важливіше запобігти скоєнню дорожньо-транспортної пригоди чи максимально пом'якшити її наслідки, а не зменшувати зношування шин.

Продукти зношування автомобільних шин становлять приблизно 1 % шкідливих викидів від автотранспортного засобу. При цьому вміст особливо шкідливих речовин у них значно вищий, ніж у інших викидах. Так, з продуктами зношення шин викидається: близько 50 % бенз(а)пірену, 100 % К-нітрозамінів, 70 % загального обсягу канцерогенів, 15 % твердих речовин. Близько 60 % частинок, що утворюються внаслідок зношення шин (шинний пил) настільки малі, що можуть глибоко проникати в легені людини.

Латексна гума, що входить до складу шинного пилу, може викликати алергічні реакції. Ці реакції проявляються у вигляді риніту (нежить),

кон'юнктивіту (сльозовиділення), кропивниці, бронхіальної астми. У деяких випадках шинний пил може навіть викликати анафілактичний шок.

До повного зношення протектора одного комплекту шин легкового автомобіля середнього класу (4 шини) в навколишнє середовище викидається в середньому біля 14 кг гумового пилу. До повного зношення шин вантажного автомобіля, який має 8 робочих шин, викидається біля 92 кг гумового пилу. Шини, відновлені методом вулканізації, зношуються приблизно удвічі швидше, ніж нові. Автотранспортне підприємство середнього розміру за рік викидає до 30 т гумового пилу. До складу цього пилу входить біля 10 % природного каучуку та близько 40 % синтетичного. Природний каучук, потрапляючи в навколишнє середовище (грунт) досить швидко розпадається і долучається до природного кругообігу вуглецю. Синтетичний каучук є стійкішим до розкладання.

Ефективними методами уповільнення зношування автомобільних шин є контроль тиску безпосередньо в шинах, контроль технічного стану автомобіля, зокрема розхилу коліс та їх сходження.