

6 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6. ВИПРОБУВАННЯ АВТОМОБІЛЯ НА ШУМНІСТЬ

6.1 Ціль роботи

6.1.1 Ознайомитися з впливом шуму автомобіля на здоров'я і діяльність людини.

6.1.2 Ознайомитися з методикою визначення шуму автомобіля.

6.1.3 Придбати практичні навички виміру шуму нерухомого транспортного засобу.

6.2 Загальні відомості

У процесі експлуатації автомобілів виникає шум, що заважає людині чи дратує його. Шум в автомобілі виникає двох видів: шум, що впливає на водія і пасажирів (так названий внутрішній шум) і зовнішній шум, що робить несприятливий вплив на навколишнє середовище.

Узагалі, під шумом розуміють комплекс звуків (чистих тонів), різної інтенсивності і частоти, що знаходяться в безладному сполученні.

Роботи лікарів-гігієністів у нашій країні і за рубежом показали, що шум впливає на органи слуху людини і може привести до повної чи часткової втрати його, порушує зорово-рухову координацію, роботу серцево-судинної системи, травного тракту й інших функцій, важливих для життя і діяльності людини. При регулярному і тривалому впливі шуму в людей виникають часті головні болі, гіпертонічні і склеротичні явища, різні неврози і т.д.

Підвищення зниження шуму знижує продуктивність праці й обумовлює цілий ряд інших шкідливих явищ в організмі.

Звукові коливання сприймаються людським вухом, якщо їх частота знаходиться в інтервалі частот від 16-20 Гц до 20 кГц. Звуки (шуми) чутного діапазону поділяють на низькочастотні (до 300-400 Гц), середньочастотні (від 300-400 Гц до 800-1000 Гц).

Збільшення частоти звуку суб'єктивно сприймається як зростання висоти його тону. При цьому вухо людини відзначає зміна частоти не на якусь кількість одиниць (Гц), а в якусь кількість разів.

Ця особливість слуху людини обумовлює застосування при побудові графіків логарифмічного масштабу шкали частот.

Смуга частот, у якого верхня границя в два рази більше, ніж нижня, називається октавою. Частотні смуги, рівні октаві, напівоктаві і третині октави, знаходять широке застосування при акустичних вимірах.

В Україні розроблені і діють санітарні норми і правила по обмеженню шуму. В даний час вимір рівнів шуму для нерухомих і рухомих транспортних засобів наближається до вимог Е/ЕСЕ/324.

Велику роботу в цьому напрямку веде Міжнародна організація по стандартизації (ISO). Відповідно до рекомендацій ISO прийнято вважати, що шум не робить травмовані дії на орган слуху, що працює в тому випадку, якщо його спектр не перевищує в жодній із крапок так називану криву №80. Ця крива проводиться по крапках, що відповідає припустимому значенню рівня звукового тиску в октавних смугах зі середньгеометричними частотами (табл. 6.1).

Таблиця 6.1 - Параметри кривої №80 ISO

Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
дБ	99	92	86	83	80	77	76	74

Загальний шум, створюваний автомобілем, обумовлений взаємодією численних його джерел. Основні джерела шуму рухомого автомобіля - це двигун і його системи, різні агрегати і допоміжне устаткування, вібрація елементів кузова, а також потоки повітря, що обтікають кузов, шини.

Усі джерела шуму автомобіля можна підрозділити на наступні групи: джерела аерогазодинамічного, механічного, гідромеханічного й електричного походження.

Шум, видаваний окремими механізмами автомобіля при роботі, і загальний шум, створюваний автомобілем при русі по дорогах різних типів, є, з однієї сторони показником досконалості конструкції і якості, виготовлення автомобіля, а з іншої - одним з істотних факторів його комфортабельності.

ДСТУ встановлені норми, що обмежує припустимий рівень шуму і визначені методи його виміру. Вимір рівнів шуму для нерухомих і рухомих транспортних засобів максимально наближено до вимог Е/ЕСЕ/324. Вимірюється шум для транспортного засобу, який знаходиться в русі та для транспортного засобу, який

знаходиться в нерухомому стані. У залежності від розв'язуваних задач розрізняють акустичні випробування автомобілів оцінні, діагностичні і спеціальні.

Як шумові характеристики встановлюються:

- рівні звуку L_A у дБ(А) - основна характеристика;
- рівні звукового тиску L у дБ в октавних смугах зі середньгеометричними частотами від 125 до 8000 Гц;
- рівень звукової потужності L_P дБ в октавних смугах зі середньгеометричними частотами від 125 до 8000 Гц;
- корегований рівень звукової потужності L_{PA} в дБ(А) використовується при зіставленні різних по конструкції автомобільних двигунів.

Інтенсивність звукового тиску змінюється в дуже широких межах, тому на практиці її виражають у логарифмічних відносних одиницях (дБ):

$$L = 20 \lg (p/p_0),$$

де p_0 - граничне значення звукового тиску

$$p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па},$$

p - середньоквадратичне значення звукового тиску в крапці виміру, Па.

Якщо вимірюваний рівень звуку перевищує гранично припустиме значення чи виникла необхідність у спектральному аналізі, то вимірюють октавний спектр рівнів звукового тиску.

6.3 Завдання на підготовку до лабораторної роботи

При підготовці до лабораторної роботи необхідно вивчити методи визначення шумових характеристик при оцінних, діагностичних і спеціальних акустичних випробуваннях, приведених у Правилах №51-01:1983, JDT ЕЭК ООН і ДСТУ UN/ECE.R51-01:2002.

6.3.1 Оцінні випробування служать для порівняння різних моделей автомобілів за рівнем випромінюваного шуму і для визначення його відповідності існуючим міжнародним і державним стандартам.

Перед випробуванням необхідно перевірити технічний стан автомобіля, вибрати і розмітити вимірювальну ділянку дороги, перевірити справність і градування вимірювальних приладів. Автомобіль, призначений для випробувань повинний бути технічно

справним, відрегульований, обкачений і укомплектований відповідно до нормативно-технічної документації. Шини не повинні мати ушкоджень, знос їх не повинний перевищувати 30% висоти рисунку протектора.

Випробування проводять на прямій, гладкій і сухій ділянках асфальтобетонної дороги: у радіусі 50м від місця вимірів не повинно бути яких-небудь перешкод (будинку, дерева і т.д.), що відбивають звукову хвилю; швидкість вітру - не більш 1,5м/с; відсутність атмосферних опадів; позитивна температура навколишнього повітря, нормальний атмосферний тиск. На вимірювальну апаратуру не повинне робити впливу магнітне поле. Рівень навколишнього шумового фону повинний бути на 10 і більш децибел нижче вимірюваного рівня. Усі кватирки і вікна автомобіля повинні бути закриті, опалювальні і кліматичні установки включені, а заслінки для розподілу повітряного потоку встановлені в положення, що відповідає максимальному шуму від них.

6.3.2 Зовнішній шум транспортного засобу оцінюють при їхньому інтенсивному розгоні на другій передачі (якщо коробка передач має чотири і менш ступені). Мірна ділянка дороги довжиною 20м розмічають відповідно до схеми, приведеної на рис. 7.1. Лінії А-А' і Б-Б' обмежують вимірювальну ділянку, лінія СС' є осью руху автомобіля. На лінії РР' встановлені мікрофони шумоміра на висоті $1,2 \pm 0,1$ м над ґрунтом на відстані $7,5 \pm 0,2$ м від центральної осі транспортного засобу, яка вимірюється по перпендикуляру РР' до цієї осі.

С кожної сторони транспортного засобу здійснюється по меншій мірі два виміри.

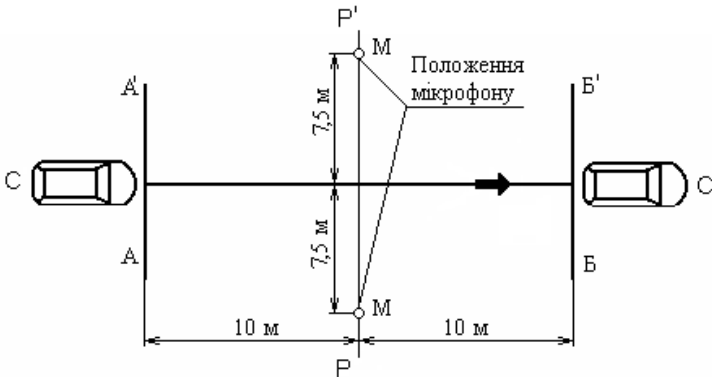


Рисунок 6.1 - Схема розмітки ділянки дороги при вимірі зовнішнього шуму

До мірної ділянки автомобіль, оснащений механічною коробкою передач чи автоматичною коробкою передач з ручним перемикачем керування, наближається з постійною швидкістю, що відповідає найменшій з наступних: $0,75 n_{ном}$ ($n_{ном}$ - номінальна частота обертання колінчастого вала двигуна) або 50 км/ч. У момент перетинання початкової лінії мірної ділянки А-А педаль керування дросельною заслінкою чи подачею палива різко переміщують у положення, при якому забезпечується максимальна його подача. Після перетинання кінцевої лінії мірної ділянки Б-Б педаль різко переводять у положення, що відповідає мінімальній подачі палива.

Відмічений при кожному вимірюванні шум є результатом виміру.

Транспортні засоби категорії M_1 та N_1 (додаток Б), обладнані коробкою передач з чотирма або менше передачами, повинні випробовуватися на другій передачі.

Транспортні засоби категорії M_1 та N_1 , обладнані коробкою передач з більш чим чотирма передніми передачами, випробовуються послідовно на другій та третій передачах. Далі розраховується середнє значення рівнів звуку, зареєстрованих у цих двох умовах.

Транспортні засоби, які не відносяться до категорій M_1 та N_1 , з кількістю передніх передач рівним x (з урахуванням передачі, які отримані за допомогою допоміжної трансмісії або багато приводної

осі), випробовуються з послідовним вмиканням передач, передаточне число яких рівно або більше $x/2$. Слід відмічати ті умови, при яких було отримано найбільший рівень шуму.

Транспортний засіб з автоматичною коробкою передач повинно бути приблизно до лінії AA' з різними постійними швидкостями в 30, 40, 50 км/ч або зі швидкістю рівною $\frac{3}{4}$ максимальної швидкості руху по дорозі, якщо цей показник є більш низьким. Вимірювання проводяться в умовах, при яких відмічається максимальний шум.

Рівень шуму, який здійснюється рухомими транспортними засобами, не повинні перевищувати значення, наведені в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Межові рівні шуму транспортних засобів, які знаходяться в русі

	Категорія транспортних засобів	Межові величини, дБ(А)
1	Транспортні засоби категорії M_1	80 дБ(А)
2	Транспортні засоби категорії M_2 , максимальна вага не більше 3,5 т.	81 дБ(А)
3	Транспортні засоби категорії M_2 , максимальна вага більше 3,5 т. та транспортні засоби категорії M_3	82 дБ(А)
4	Транспортні засоби категорії M_2 і M_3 з двигуном потужністю 147 кВт (ЄЕК) і більше	85 дБ(А)
5	Транспортні засоби категорії N_1	81 дБ(А)
6	Транспортні засоби категорії N_2 і N_3	86 дБ(А)
7	Транспортні засоби категорії N_3 з двигуном потужністю 147 кВт (ЄЕК) і більше	88 дБ(А)

6.3.3 Рівень внутрішнього шуму оцінюють рівнем звуку в децибелах (дБ(А)). Припустимі рівні внутрішнього шуму дослідних зразків проєктованих автомобілів, регламентовані ДЕРЖСТАНДАРТ 27435-87, наведені в табл. 6.3.

Таблиця 6.3 - Припустимі рівні внутрішнього шуму дослідних зразків проєктованих автомобілів

Тип автомобіля	Рівні звуку дБ(А) автомобілів, виробництво яких почато	
	до 01.01.91 р.	с 01.01.91 р.
1	2	3
Легкові й вантажопасажирські автомобілі	80	78
Вантажні автомобілі й автопоїзди для міжнародних і міжміських перевезень	82	80
Інші вантажні автомобілі й автопоїзди	84	82

Продовження таблиці 6.3

1	2	3
Автобуси з переднім розташуванням двигуна:		
- робочі місця водія;	82	80
- пасажирське приміщення	81	80
Автобуси з іншим розташуванням двигуна:		
- робоче місце водія;	78	78
- пасажирське приміщення (крім міського автобуса);	82	80
- пасажирське приміщення міського автобуса	84	82

Допускається збільшення внутрішнього шуму:

- повнопривідних легкових і вантажопасажирських автомобілів на 2 дБ(А);
- для автобусів з переднім розташуванням двигуна, виробництво яких почато до 01.01.89 р., допускається збільшення рівнів шуму на 2 дБ(А);
- для серійних автомобілів при випробуваннях в обсязі гарантованого пробігу не повинні перевищувати більш ніж на 1 дБ(А) значень, наведених у таблиці 7.3.

Вимір внутрішнього рівня шуму варто проводити в наступних місцях:

- у сидіння водія;
- у сидіння водія, а також над останнім рядом сидінь (у сидіння, розташованого ближче до поздовжньої осі симетрії автомобіля) в автомобілі із числом місць для сидіння не більше дев'яти;
- у сидіння водія, а також над першим (за сидінням водія) і останнім рядами сидінь в автомобілі із числом місць для сидіння більше дев'яти;
- додатково над середнім рядом сидінь за сидінням водія в автомобілі із числом рядів для сидіння більше трьох.

При виборі місць виміру відкидні сидіння до уваги не приймають. У випадку розташування сидінь уздовж борта автомобіля вимірювальні місця розташовують у поздовжній площині симетрії автомобіля. В автомобілях, де відсутні місця для сидіння, вимірюють у місцях для проїзду стоячи на висоті $1,6 \pm 0,1$ м від підлоги в передній середній і задній частинах пасажирського приміщення. У місцях, призначених для лежачих пасажирів, виміри виконують на висоті $0,15 \pm 0,02$ м над серединою подушки.

Вимір рівня внутрішнього шуму виконують при розгоні автомобіля на вищій передачі до швидкості 120 км/год або швидкості,

що відповідає $0,9 n_{e \text{ ном}}$ номінальна частота обертання вала двигуна. Із двох зазначених швидкостей при випробуваннях вибирають меншу. Якщо при частоті обертання $0,9 n_{e \text{ ном}}$ швидкість автомобіля перевищує 120 км/год, шум вимірюють на більшій низькій передачі, але не нижче третьої, якщо коробка має чотири або більше передач і не нижче другої, якщо коробка передач має менше чотирьох передач.

Початкова швидкість розгону на обраній передачі повинна бути порівняна найменшій допустимій швидкості, але не нижче швидкості, що відповідає $0,45 n_{e \text{ ном}}$. Якщо на обраній передачі при частоті обертання колінчатого вала $0,9 n_{e \text{ ном}}$ швидкість перевищує 120 км/год, початкова швидкість повинна бути дорівнює 60 км/ч.

Вимір внутрішнього шуму дослідних зразків автомобілів з бензиновими двигунами виконують при русі з постійними швидкостями на вищій передачі в діапазоні швидкостей від початкової, порівняної 60 км/год або 40% від максимальної швидкості, до кінцевої, порівняної 120 км/год 80% від максимальної швидкості. Із зазначених швидкостей при випробуваннях вибирають найменшу. Випробування проводять не менш чим при п'яти значеннях швидкості з оточенням до 5 км/год: початкової, кінцевої й трьох проміжних з рівними інтервалами між ними.

Рівні внутрішнього шуму на дослідних зразках автомобілів з дизельними двигунами визначають у нерухомому стані на холостому ході двигуна у двох режимах: при мінімальній частоті обертання вала двигуна й при прискоренні, коли частота обертання вала двигуна зростає від мінімальної до максимальної.

6.3.4 Вимірювання шуму, яке здійснюється нерухомими транспортними засобами.

Вимірювання на транспортному засобі, що зупинився, слід проводити в місті, яке не здійснює значного впливу на звукове поле. Любий відкритий простір вважається містом, яке придатне для проведення випробувань, якщо воно являє собою рівну площадку, покриту бетоном, асфальтом або іншим твердим матеріалом, який має високу відбиваючу здатність, за виключенням ґрунтових або інших земляних поверхонь, на яких можна накреслити прямокутник, сторони якого розташовані на відстані не менше трьох метрів від кінця транспортного засобу і в нутрі якого немає помітних перепон. При вимірюванні вихлопних шумів двигуна необхідно забезпечувати, щоб транспортний засіб знаходився на відстані не менше 1 м від краю мостової.

В час випробування на випробувальній площадці не повинні бути особи, які не зайняті в експерименті, присутність яких може здійснити вплив на показання приборів.

Рівень шуму навколишнього середовища в кожній точці вимірювання повинен бути по меншій мірі на 10 дБ(А) нижче рівнів, які отримані в час проведення випробувань в тих же точках.

В кожній точці вимірювання проводяться не менше трьох разів. Вимірювання враховуються вірними в тому випадку, якщо різниця між показниками, які отримані в результаті трьох вимірювань, які слідує один за одним, не перевищує 2 дБ(А). Результатом вимірювань враховується найбільше значення, яке отримане в результаті цих трьох вимірювань.

При проведенні експерименту транспортний засіб розташовується в центрі випробувальної площадки, при цьому ричав перемикач коробки передач знаходиться в нейтральному положенні і зчеплення увімкнено. Перед кожною серією вимірювань двигун повинен працювати в нормальному експлуатаційному режимі.

При вимірюванні шуму поблизу вихлопної труби мікрофон повинен розташовуватися над рівнем ґрунту на висоті розташування вихлопної труби, однак мінімальне розташування повинно бути 0,2м.

Мікрофон повинен бути спрямований до отвору виходу газу і розташований на відстані 0,5 від нього (рис. 7.2).

Ось максимальної чутливості мікрофону повинна бути паралельна ґрунту і складати кут $45^{\circ} \pm 10^{\circ}$ з вертикальною площиною, яка проходить через потік газів.

У випадку, якщо система вихлопу обладнана декількома вихлопними трубами, відстань між якими складає не більше 0,3м, проводиться тільки одне вимірювання. Розташування мікрофону визначається вихлопною трубою, яка розташована близько до кінця транспортного засобу або, якщо такої труби немає, то трубою, яка найбільш вище розташована над ґрунтом.

При випробуванні двигун повинен працювати з постійним числом обертів, рівним $\frac{3}{4}$ від числа обертів при максимальній потужності. При досягненні постійного числа обертів дросельна заслінка швидко вертається в положення, яке відповідає холостому ходу. Вимірювання рівня шуму здійснюється на протязі часу роботи двигуна, який складається з короткочасного періоду роботи при постійному числі обертів і всього періоду вповільнення, при цьому

результатом вимірювання враховується величина, яка відповідає максимальному показнику шумоміру.

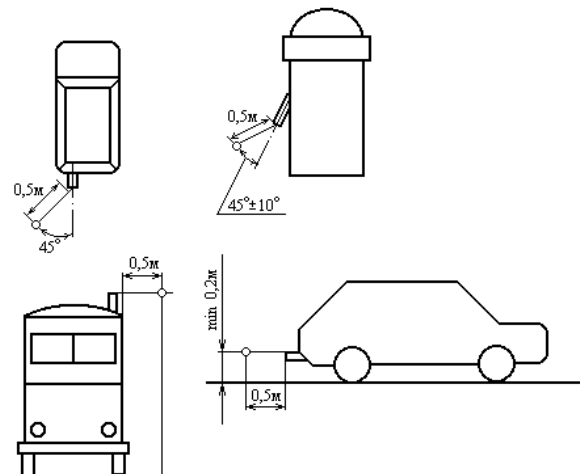


Рисунок 6.2 - Схема розташування мікрофонів при вимірі рівня шуму нерухомого транспортного засобу

Рівень шуму, який здійснюється шинами транспортних засобів не повинен перевищувати межі, вказаних в табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Межові рівні шуму

Категорія транспортних засобів	Межові величини, дБ(А)
1	2
Транспортні засоби для перевезень пасажирів, які можуть мати не більше дев'яти сидячих місць, включно місце водія	77
Транспортні засоби для перевезень пасажирів, мають більше дев'яти сидячих місць, включно місце водія, максимальна дозволена вага яких не перевищує 3,5т.:	
- з двигуном потужністю менше 150 кВт (ЄЕК);	80
- з двигуном потужністю 150 кВт (ЄЕК) або більше.	83
Транспортні засоби для перевезень пасажирів, мають більше дев'яти сидячих місць, включно місце водія; транспортні засоби для перевезень вантажів:	
- з максимальною дозволеною вагою, яка не перевищує 2т.;	78
- з максимальною дозволеною вагою, яка перевищує 2т., але не перевищує 3,5т.	79

Продовження таблиці 6.4

1	2
Транспортні засоби для перевезень вантажів, які мають максимальну дозовану масу вище 3,5т.:	
- з двигуном потужністю менше 75 кВт (ЄЕК);	81
- з двигуном потужністю 75 кВт (ЄЕК) або більше, але менше 150 кВт (ЄЕК);	83
- з двигуном потужністю 150 кВт (ЄЕК) або більше.	84

У лабораторній роботі визначаємо рівень шуму, який здійснюється нерухомим транспортним засобом. Результати вимірювань заносимо до протоколу випробувань.

Протокол результатів випробувань

1. Дата проведення вимірів.
2. Місце проведення випробувань, організація.
3. Атмосферні умови (температура, барометричний тиск, напрямок і швидкість повітря).
4. Коротка технічна характеристика автомобіля:
 - тип автомобіля;
 - рік випуску;
 - пробіг автомобіля до початку випробувань;
 - технічний стан автомобіля;
 - тип і стан дорожнього покриття;
 - максимальна потужність двигуна (брутто) кВт;
 - частота обертання, яка відповідає максимальній потужності, хв^{-1} ;
 - частота обертання при холостих обертах двигуна, хв^{-1} ;
 - висота вихлопної труби від поверхні площадки.

Таблиця 6.5 - Результати вимірювань рівня шуму нерухомого транспортного засобу і вимірів внутрішнього шуму автомобіля

№ п/п досліді	Величина шумового фону, дБ(А)	Частота обертання кол. валу $\frac{3}{4}$ від частоти при N_{max} , хв^{-1}	Рівень шуму при частоті $\frac{3}{4}$ N_{max} , хв^{-1}	Рівні шуму при сповільненні частоти до обертів холостого ходу			Кінцевий результат виміру рівня шуму, дБ(А)
				замір 1 дБ(А)	замір 2 дБ(А)	замір 3 дБ(А)	
1							
2							
3							

Контрольні питання для самоперевірки і контролю підготовленості студентів до роботи

1. Що розуміється під шумом?
2. Який вплив робить шум на організм людини?
3. Якими документами регламентуються максимально припустимі рівні шуму?
4. Основні джерела шуму транспортного засобу.
5. Які фізичні величини прийняті для оцінки шумових характеристик?
6. Що таке крива №80?
7. На які групи підрозділяються джерела шуму на транспортному засобі?
8. Які види випробувань розрізняють при акустичних випробуваннях транспортного засобу?
9. Які задачі ставляться при випробуванні транспортного засобу на зовнішній шум?
10. На яких швидкісних режимах проводяться випробування на зовнішній шум?
11. У яких точках установлюють мікрофон шумоміра при випробуваннях на зовнішній шум?
12. Як враховується вплив шумового фону на результати вимірів?
13. Які прилади застосовуються для оцінки звукового тиску й аналізу частотного складу шуму?
14. На яких режимах проводяться випробування нерухомого транспортного засобу?

Матеріали, інструмент, пристосування, устаткування

1. Випробовуваний автомобіль.
2. Шумомір Ш-71 з мікрофоном МД-68.
3. Термометр.
4. Барометр.
5. Анемометр.
6. Мірний інструмент.
7. Технічний довідник до характеристик транспортних засобів.

6.4 Порядок виконання лабораторної роботи

6.4.1 Використовуючи технічний довідник визначити частоту колінчатого валу при $\frac{3}{4} N_{max}$.

6.4.2 Привести шумомір Ш-71 у стан готовності до роботи, для цього:

- забезпечити прилад живлячою напругою;
- уключити прилад і натиснути кнопку «Бат», переконавшись, що стрілка приладу знаходиться в межах контрольного сектора;
- натиснути кнопку «Пр» і перевірити положення стрілки на шкалі приладу, вона повинна знаходитися на контрольній мітці;
- установити мікрофон, маючи на увазі, що приєднувальний роз'єм нерухомо закріплене до корпусу приладу;
- натиснути кнопку частотного коректора «А»;
- установити межі виміру, відповідно величині очікуваного сигналу; після чого прилад готовий до роботи.

6.4.3 Установити шумомір у точку виміру і замірити шумовий фон. Результати вимірів занести в таблицю.

6.4.4 По команді керівника занять водій починає запуск двигуна, прогріває його до робочої температури і встановлює частоту обертання колінчатого валу при $\frac{3}{4} N_{max}$. Після встановлення постійної частоти здійснюється замір рівня шуму, потім дросельна заслінка швидко повертається в положення, яке відповідає холостому ходу. В цей період здійснюється не менше трьох вимірів. Результати вимірювань заносяться в таблицю.

Кількість дослідів, при яких здійснюються вимірювання не менше трьох.

По закінченню вимірів живлення шумоміру вимикається.

6.5 Зміст звіту

У звіті за результатами роботи повинні бути приведені наступні дані:

- найменування роботи, мета і задачі;
- короткі теоретичні зведення;
- результати випробувань і обчислень;
- висновки.

Література: [1], с.49-54; [13], с.301-311; [15], с.2-41; [16], ДСТУ.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Автомобили: Испытания: Учебное пособие для вузов / В.М. Беляев, М.С. Высоцкий, Л.Х. Чилелес и др./ Под ред. А.И. Гришкевича, М.С. Высоцкого. – Мн.: Выш. Шк., 1991.-187с., ил.
2. Цимбалин В.Б., И.Н. Успенский, В.Н. Кравец и др. Испытания автомобилей. – М.: Машиностроение, 1978.-199с.
3. Левшина Е.С., Новицкий П.В. Электрические измерения физических величин (Измерительные преобразователи): Учеб. пособие для вузов. – Л.: Энергоатомиздат. Ленинград. отделение, 1983.-320с.
4. Макаров Р.А. и др. Тензометрия в машиностроении. Справочное пособие. – М.: Машиностроение, 1975.-288с.
5. Лихачев В.С. Испытание тракторов: Учебное пособие для вузов. – М.: Машиностроение, 1974.-288с.
6. Ю.П. Чижков, С.В. Акимов. Электрооборудование автомобилей: Учебник для вузов. – М.: «За рулем», 1999.-384с., ил.
7. Ю.И. Боровских. Электрооборудование автомобилей: Справочник инженера-механика. – М.: Издательство «Транспорт», 1991.-192с., ил.
8. Привод испытательного стенда с динамометром постоянного тока DS 736-4/V г. Всетин, Чехословакия, 1978.
9. И.В. Балабин, Б.А. Куров, С.А. Испытания автомобилей: Ученик для машиностроительных техникумов по специальности «Автомобилестроение»/ 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1988.-192с., ил.
10. Райков И.Я. Испытания двигателей внутреннего сгорания: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1975.-220с., ил.
11. Вырубов Д.Н., Иващенко Н.А., Ивин В.И. и др. Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей: Учебник для втузов по специальности «Двигатели внутреннего сгорания»/ Под ред. Орлина А.С., Круглова М.Г. - 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983.-372с., ил.
12. А.С. Литвинов, Я.Е. Фаробин. Автомобиль. Теория эксплуатационных свойств: Учебник для вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство». – М.: Машиностроение, 1989.-242с., ил.

13. В.Н. Кравец, Е.В. Горынин. Законодательные и потребительские требования к автомобилям: Учебное пособие Нижегород. гос. техн. ун-т. – Н. Новгород, 2000.-400с., ил.

14. Правила ЕЭК ООН №№ 15, 84, 101.

15. Шумомер Ш-71. Техническое описание, инструкция по эксплуатации. Ленинград, ВНИИ им. Попова.

16. ДСТУ UN/ECE R51-01:2002.