

Шифр: «Якість»

ОЦІНКА ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ ЗА РАХУНОК ВИЗНАЧЕННЯ
ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	3
ВСТУП.....	4
1. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ	5
2. РОЗРОБКА МОДЕЛІ ОЦІНКИ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ АВТОМОБІЛІВ	15
ВИСНОВКИ	29
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	30

АНОТАЦІЯ

Відсутність якісних легкових автомобілів, вироблених в Україні, є однією з основних причин низької конкурентоспроможності автотранспортних засобів. Якість легкових автомобілів визначається рядом показників характеризують вагові та габаритні параметри, надійність, безпеку, вартість та інше. Таким чином, проблема оцінки і вибору користувачем легкового автомобіля на етапі експлуатації вирішена не повністю, що визначає актуальність даної теми.

Метою роботи є підвищення ефективності оцінки показників якості автомобілів за рахунок кількісної їх оцінки на етапі експлуатації.

Вирішення поставленої задачі було виконано з використанням системного підходу та раціонального поєднання теоретичних і експериментальних досліджень, узагальнення та аналізу відомих наукових результатів, а також використання математичного моделювання, математичної статистики.

В роботі запропонована система методичних аспектів використання розроблених методів оцінки показників якості автомобілів на етапі експлуатації. Система включає математичні моделі оцінки показників якості легкових автомобілів на етапі експлуатації і дозволяє виконати інтегральну і диференціальну оцінку показників якості автомобілів, яка враховує рівень науково-технічних рішень на етапі експлуатації, а також обґрунтовано вибір раціонального варіанту рухомого складу користувачем.

Наукова новизна полягає в методі визначення показників якості автомобілів на етапі експлуатації, які на відміну від відомих, оцінюють легкові автомобілі за енергетичними параметрами

Ключові слова: АВТОМОБІЛЬ, ЕЛЕКТРОМОБІЛЬ, ГІБРИДНИЙ АВТОМОБІЛЬ, МЕТОД, ЯКІСТЬ, СИЛОВА УСТАНОВКА, ПОКАЗНИК, ФУНКЦІОНАЛЬНА СТАБІЛЬНІСТЬ

ВСТУП

В останні роки змінились вимоги у споживачів в процесі вибору легкового автомобіля. Це пов'язано з тим, що в умовах експлуатації автомобілі мають більш жорсткі вимоги в плані паливної економічності, безпеки руху, екологічності, періодичності та вартості технічного обслуговування і ремонту. Це зумовлює необхідність придбання автомобілів, що володіють високою якістю і пристосованістю до умов експлуатації в Україні.

Зміна клімату, погіршення екології і забруднення навколишнього середовища – проблеми, які потребують активного рішення. Відповідно Паризького рішення по клімату, розглянуто обмеження глобального потепління в межах 2°C (по відношенню до показників доіндустріальної епохи). Таким чином, використання електромобілів та гібридних автомобілів дозволяє знайти рішення в боротьбі зі зміною клімату, а також покращенню чистоти повітря в містах.

Електромобілі та гібридні автомобілі в Україні мають все більшу популярність. Разом зі зростом кількості більш екологічно чистих транспортних засобів зростає актуальність питання про те, наскільки електромобілі і гібридні автомобілі мають перевагу відповідно до базових автомобілів, та які мають перспективи у майбутньому.

Наявність специфічних властивостей легкових автомобілів дозволяє використовувати їх в умовах, при яких застосування іншої моделі автомобіля є менш доцільним. Визначення техніко-експлуатаційних властивостей та якості автомобілів в цілому дозволяє вибирати той, який найкращим чином відповідає вимогам користувача для даних умов експлуатації, дає можливість розробляти оптимальні методи підтримки в експлуатації властивостей, закладених при проектуванні і виробництві автомобілів. Ця обставина особливо важлива при виборі або придбанні легкового автомобіля для експлуатації в умовах України.

1. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

В умовах, коли технічна складність виробів зростає, так само як запити споживачів і обсяг пропозиції на ринку, виникає необхідність у точному визначенні рівня якості конкретного продукту.

Для оцінки рівня якості продукції необхідно визначити її властивості. Властивості продукції можуть бути охарактеризовані якісно та кількісно. Якісні характеристики – це колір, форма, дизайн і т.п. Якісні характеристики мають вирішальне значення для формування споживчих переваг. Кількісні – це показники якості, тобто сукупність певних внутрішньовидових властивостей, які виражені за допомогою фізичних величин і одиниць їх вимірювання, які зазвичай нормуються.

Показник якості продукції – характеристика одного або декількох властивостей продукції, які складають її якість, певна на кількісній або якісній шкалою. Вони кількісно характеризують придатність продукції задовольняти ті чи інші потреби.

Показник якості розглядається стосовно до певних умов створення продукції, її експлуатації або споживання.

Показники якості можуть бути безрозмірними, або мати різні одиниці вимірювання. По відношенню к властивостям показники якості можуть бути одиничними та комплексними.

Одиничний показник якості товару відноситься тільки до одного з його властивостей, наприклад, витрата палива або швидкість руху. До поодиноких показників можна віднести також напрацювання автомобіля на відмову, вантажопідйомність та ін.

Комплексний показник характеризує сукупність властивостей, які складають якість продукції. Різновид комплексного показника є інтегральний показник якості

$$I_n = E / B_{cv} \quad (1.1)$$

де E – сумарний корисний ефект від експлуатації (наприклад, пробіг автомобіля за термін служби до капітального ремонту);

B_{cv} – сумарні витрати на створення і експлуатацію продукції (автомобіля і т.п.).

У порівняльній оцінці якості товару використовуються базові показники, що характеризують якість продукції, прийнятої за еталон. При чому за базові показники можуть бути прийняті показники якості кращих зразків вітчизняного та зарубіжного виробництва, або показники перспективних зразків, визначених дослідним шляхом.

Відношення показників якості до відповідного базового показника характеризує відносний показник якості автомобіля. Однак зіставлення якості товару з потребами на цей товар не завжди представляється можливим, оскільки потреби суспільства постійно зростають.

На рис. 1.1 наведено класифікацію методів визначення показників якості автомобілів.

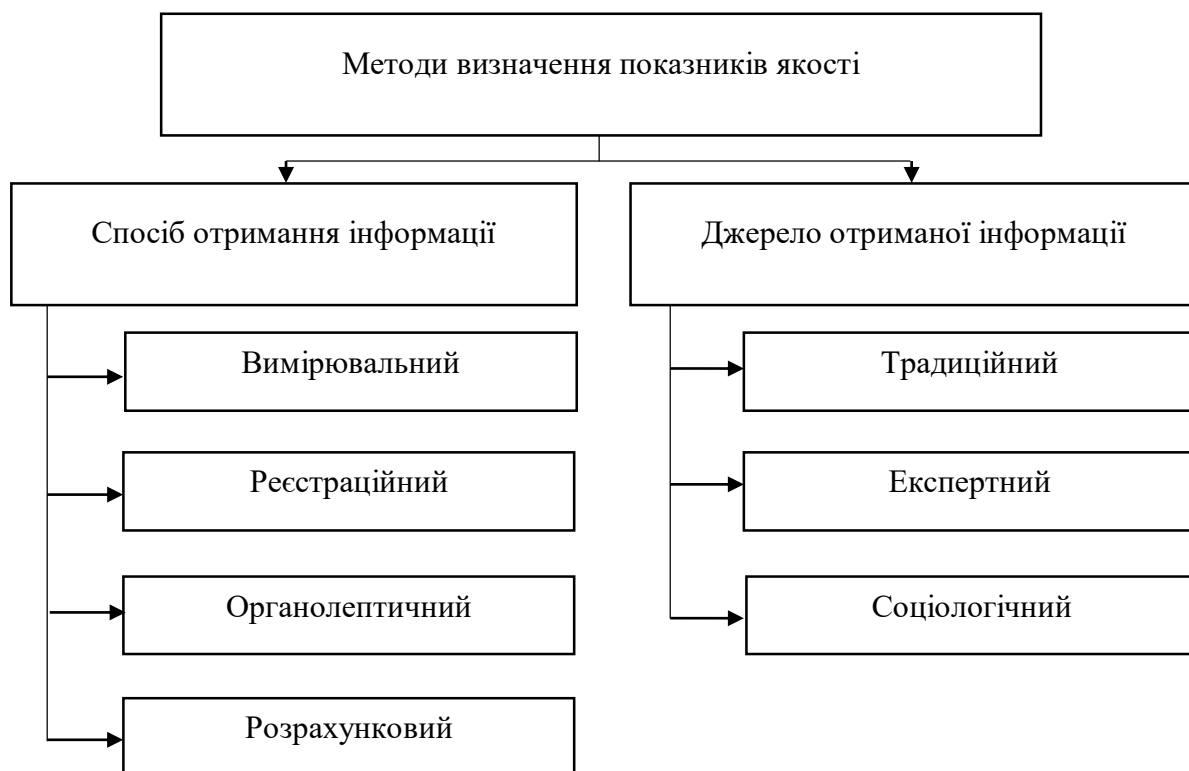


Рисунок 1.1 – Класифікація методів визначення показників якості автомобілів

В основі класифікації методів оцінки якості товару лежить спосіб отримання і сприйняття інформації. Таким чином, розрізняють наступні методи: розрахунковий, вимірювальний, органолептичний та реєстраційний.

Розрахунковий метод передбачає використання теоретичних або отриманих дослідним шляхом знань. Як правило, застосовується він на етапі проектування (створення концепції) продукту. Метод дає можливість зробити висновки про продуктивність та безвідмовності товару, а також оцінити його ергономічні та естетичні характеристики.

Застосування вимірювального методу неможливо без спеціальних технічних засобів (вимірювальних приладів). Отримані в результаті досліджень показники порівнюються з нормативними. Таким чином можна визначити вологість, швидкість, масу, силу струму, температуру, кількість обертів. Органолептичний метод залучає органи чуття. Відповідно, точну оцінку за допомогою даного методу можуть проводити тільки фахівці, що володіють високою чутливістю та необхідними навичками.

За допомогою реєстраційного методу збираються дані про можливі витрати, зокрема будь-яких подій, факти відмови на випробувальному етапі. Метод допомагає визначити показники стандартизації і уніфікації.

Таким чином, аналіз властивостей і можливостей продукту може проводитися за допомогою найрізноманітніших способів. Заходи з оцінки та поліпшення якості на всіх етапах виробництва – запорука успішності бізнесу.

Рівень якості визначається відношенням узагальненого показника якості оцінюваної продукції $Q_{оц}$ до узагальненого показника якості базового зразка $Q_{баз}$, тобто

$$K = Q_{оц} / Q_{баз} \quad (1.2)$$

Вся складність комплексної оцінки полягає в об'єктивному знаходженні узагальненого показника.

Існують різні варіанти методу.

1. Коли можна виділити головний показник, що характеризує основне призначення автомобіля і встановити функціональну залежність цього головного показника від інших одиничних показників

$$Q = f(n, P_i, Y_i) \quad (1.3)$$

де n – число одиничних показників;

P_i – i -й одиничний показник;

Y_i – коефіцієнт при i -му одиничному показнику.

Вид залежності може визначатися будь-яким з можливих методів, в тому числі і експертним. Головним показником може бути, наприклад, продуктивність автомобілів, ресурс, питома собівартість і ін.

У якості узагальненого може використовуватися інтегральний показник якості, який показує величину корисного ефекту від експлуатації або споживання автомобілів, що припадає на кожну гривню сумарних витрат на їх створення, експлуатацію або споживання.

2. У тих випадках, коли неможливо побудувати функціональну залежність, виходячи з основного призначення автомобілю, застосовують зважені середньоарифметичні показники. При цьому узагальнений показник обчислюється за рівнянням

$$Q = \sum_{i=1}^n m_i \cdot \frac{P_i}{n} \quad (1.4)$$

де m_i – коефіцієнт вагомості i -го показника.

При цьому повинна дотримуватися умова

$$Q = \sum_{i=1}^n m_i = 1 \quad (1.5)$$

Коефіцієнти вагомості m_i встановлюються організаціями по стандартизації на певний період часу експертним методом шляхом опитування певного числа експертів, якими, виходячи з умов експлуатації автомобіля, призначаються бали значущості кожного параметра P_i . На підставі бальної оцінки значущості параметрів визначаються коефіцієнти m_i .

Диференціальний і комплексний методи оцінки рівня якості автомобілів не завжди вирішують поставлені завдання. При оцінці автомобілів, що мають широку номенклатуру показників якості, за допомогою диференціального методу практично неможливо зробити узагальнюючий висновок, а використання тільки одного комплексного методу не дозволяє об'єктивно врахувати всі значимі властивості автомобіля, що оцінюється.

Змішаний метод оцінки рівня якості поєднує диференціальний і комплексний методи. Найбільш важливі властивості оцінюють диференціальним методом, інші властивості об'єднують в групи і оцінюють комплексним методом. Змішаний метод застосовують зазвичай при атестації автомобілів.

Для зведеної оцінки рівня якості автомобілів розраховують «коефіцієнт якості», що дорівнює добутку приватних показників якості (коефіцієнтів), що характеризують відхилення фактичного значення кожного контрольованого параметра від значень, встановлених стандартами або прийнятих за еталон. Зведений коефіцієнт знаходять за рівнянням:

$$K_{\text{зв}} = \prod_{i=1}^n K_i = K_1 \cdot K_2 \cdot \dots \cdot K_n, \quad (1.6)$$

де $K_{\text{зв}}$ – зведений коефіцієнт якості;

K_i – приватні показники якості;

Π – знак добутку.

У свою чергу приватні показники визначається за рівнянням:

$$K_i = K_{\text{ф}} / K_{\text{е}} \quad (1.7)$$

де $K_{\text{ф}}$ – фактичний рівень якості;

$K_{\text{е}}$ – рівень кращого зразка (еталона).

При комплексній оцінці якості автомобілів може бути також використаний середній зважений арифметичний показник, коли усереднюють вихідні відносні показники K_i порівняно мало відрізняються один від одного

$$K_{\text{зв}} = \sum_{i=1} K_i \cdot W_i \quad (1.8)$$

де $K_{\text{зв}}$ – зведений коефіцієнт якості;

K_i – приватний відносний показник якості;

W_i – коефіцієнти вагомості показників (визначаються експертно).

Якщо величина зведеного показника якості буде більше одиниці, то можна зробити висновок, що даний зразок продукції краще за якістю базового зразка.

Необхідність застосування методів математичної статистики при оцінці якості автомобілів обумовлена тим, що в більшості випадків їх значення є випадковими величинами внаслідок впливу численних випадкових чинників в процесі виробництва і експлуатації автомобілів. У зв'язку з цим в практиці оцінки якості автомобілів виникає ряд характерних статистичних задач: встановити характер і причину відмінності показників якості порівнюваних варіантів автомобілів; визначити коефіцієнт кореляції (ймовірнісної зв'язку) між показниками якості автомобілів; визначити параметри залежності досліджуваного показника якості автомобіля від численних характеристик факторів, що впливають на нього; визначити вплив різних чинників на зміну якості автомобілів; визначити точність і стійкість технологічного процесу та їх вплив на закон розподілу, який формує процес якості автомобілів.

Для вирішення цих та інших подібних завдань оцінки якості автомобілів застосовуються методи теорії ймовірностей і математичної статистики, серед яких найбільш характерними є: точкове та інтервальне оцінювання параметрів розподілу показників якості; перевірка гіпотез; дисперсійний аналіз; кореляційний аналіз; регресійний аналіз; аналіз часових рядів, послідовностей процесів і ін.

Точкове та інтервальне оцінювання параметрів закону розподілу випадкових величин якості автомобілів добре ілюструється оцінкою таких показників, як напрацювання до відмови неремонтованих систем та механізмів, термін збереження автомобілів, характеристики міцності матеріалів при різних способах навантаження, міцність на пробій ізоляційних матеріалів і т.п.

Статистична оцінка (точкова і інтервальна) зазначеної якості автомобілів в значній мірі залежить від вибору виду закону розподілу, який визначається характером фізико-хімічних процесів в структурі агрегатів. Виявлення і

обґрунтування закону розподілу якості автомобілів викликає необхідність проведення статистичних досліджень.

Подолання цих труднощів дозволяє здійснити узагальнений метод оцінки якості автомобілів, що складається в формуванні узагальненого показника якості, що об'єднує в єдиний всі одиничні і комплексні показники за певним алгоритмом або правилом. При цьому можуть бути використані різні алгоритми формування узагальненого показника якості: адитивний, мультиплікативний, метод оптимальної класифікації або таксономії і ін.

При позначеннях: q_i і q_{i_H} – відповідно абсолютні і нормовані значення i -го одиничного показника; n – кількість врахованих одиничних показників; b_i – коефіцієнт вагомості i -го одиничного показника – формування узагальненого показника якості може будуватися по алгоритмам:

– адитивному (середньозваженому)

$$Q = \sum_{i=1}^n b_i q_{i_H} ; \quad (1.9)$$

– гармонійно середньозваженому

$$Q = 1 / \sum_{i=1}^n \frac{b_i}{q_{i_H}} ; \quad (1.10)$$

– при загальній умові

$$\sum_{i=1}^n b_i = 1 \quad \sum_{i=1}^n b_i = 1 ; \quad (1.11)$$

– мультиплікативного

$$Q = \prod_{i=1}^n q_i^{b_i} \quad (2.12)$$

У виразі (2.9) при коефіцієнті вагомості ставиться знак «+», якщо при збільшенні i -го показника якість автомобіля поліпшується, а знак «–» якщо погіршується, тобто узагальнений показник представляється у вигляді дробу, в чисельнику якого стоять показники, при збільшенні яких якість підвищується, а в знаменнику при зменшенні яких якість підвищується.

Основним і загальним недоліком усіх наведених алгоритмів є переважний вплив на величину узагальненого показника одного або декількох одиничних показників при їх екстремальних (значно більших або значно менших, ніж у інших) значень, тобто формування узагальненого показника в основному за рахунок одного або декількох одиничних (наприклад, досить спрямувати до нуля значення одного з показників, що стоять в знаменнику дробу, при знаку «–» при коефіцієнті вагомості в вираженні (1.10), як різко спрямовується в i величина узагальненого показника. Цей недолік можна подолати, якщо обмежити значення кожного одиничного показника деякими, що впливають з інтересів споживача, межами.

Проект робочої документації (РД) розглядає якість автомобілів за такими властивостями: експлуатаційні, соціальні (що включають дорожню і екологічну безпеку) естетичні, але не зачіпає престижність, особливості виконання транспортної роботи і носить лише оцінку єдиних показників якості та узагальнену оцінку. У роботі представлена група властивостей легкових автомобілів дозволяє оцінити їх якості. До них відносяться продуктивність, рівень шкідливих викидів, витрата палива, рух, безпека, технологічність, естетичність, уніфікація, патентно-правові, транспортний. В якості головних техніко-експлуатаційних властивостей, що визначають якість легкового автомобіля, відрізняють: вагові та габаритні, паливна економічність, пасажиромісткість, динамічність, маневреність, прохідність, безпека, екологічність, надійність, ціна та ін.

Комплексна оцінка споживчої якості автомобілів шляхом об'єднання окремих показників конкурентоспроможності легкових автомобілів експертним методом. У роботі інтегральним показником оцінки якості легкових автомобілів прийняті питомі витрати на 1 км пробігу

$$K = (B_v + B_e) / L_{кр} \quad (1.13)$$

де B_v – вартість автомобіля, грн;

B_e – витрати на експлуатацію автомобіля до списання, грн;

$L_{кр}$ – пробіг автомобіля до списання, км.

Для оцінки якості автомобіля використовуються узагальнення (мультиплікативний) критерій, який визначається як добуток значень показника i -го властивості автомобіля. У цьому випадку має місце необґрунтована компенсація одного показника іншим, а також не враховується значимість цих показників.

У періодичних виданнях з автомобільної тематики представляють результати узагальнень оцінки якості легкових автомобілів за методикою, яка передбачає набір показників, що характеризують якість досліджуваних автомобілів, розглядання показників якості на основі ДСТУ, РД, ТУ або набору показників, які важливі для споживачів (ціна, технічні дані, надійність і т.п.) і безпосередню оцінку якості.

Оцінка якості виконується таким чином:

- проводиться оцінка фізичних параметрів за сукупністю показників якості досліджуваного автомобіля;
- експерти виставляють бали фізичними показниками, що відображають їх думку про величину якості;
- проводиться оцінка показників, що мають тільки якісну оцінку;
- експертами ставитися кожному з показників якості коефіцієнт значимості, який характеризує важливість фактору для споживача, тобто внесок у загальну оцінку якості.

У висновку проводиться оцінка якості автомобілів згідно індуктивного критерію

$$V_j = \sum_{n=1}^m \sum_{i=1}^m K_{inj} \cdot V_{inj} \quad (1.14)$$

де i, n, j – відповідно індекси показника якості розглянутого автомобіля, експерта, який бере участь в оцінці та автомобіля, що підлягає оцінці якості;

K_{inj} – коефіцієнт значимості;

V_{inj} – бали з фізичних показників.

Автомобіль пропонує кращі якості при максимальному значенні оцінки V_{inj} . Недоліком даної методики є довільна оцінка кількісного показника в балах,

яка залежить від суб'єктивної оцінки експерта. У цьому випадку оцінка якості є суб'єктивними залежить від кваліфікації та думок експертів.

При оцінці якості легкових автомобілів попередньо формується набір показників споживчих властивостей розділених на групи: дизайн, ергономіка, їздові якості, їздовий комфорт, комфорт салону.

Кожна підгрупа оцінюється показниками при заздалегідь обумовленій максимальній сумарній кількості балів, які присвоюється експертом за даними показниками. Показники в підгрупі мають різні число балів обмежуючись лише сумою по підгрупі.

Зазначені недоліки свідчать про те, що існує можливість необ'єктивної оцінки важливості одних показників щодо інших, що може вплинути у підсумку на кінцевий результат оцінки якості автомобілів.

Підсумкова оцінка встановлюється підсумовуванням отриманих оцінок. Відносна корисність $P(a)$ встановлюється за рівнянням

$$P(a) = \sum_{i=1}^n U(W_i) \quad (1.15)$$

де $U(W_i)$ – корисність показника W_i .

К недолікам цієї методики слід віднести те, що не враховуються технічні дані автомобілів та їх вагомість, малий набір показників, кількість призначуваних балів встановлюємо граничне значення одержуваних оцінок.

2. РОЗРОБКА МОДЕЛІ ОЦІНКИ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ АВТОМОБІЛІВ

Оцінка показників якості автомобілів на етапі експлуатації дозволяє виявити шляхи більш повного використання закладених і передбачених нормативно-технічною документацією властивостей, а також організувати збір інформації в період експлуатації, необхідної для автовиробників, технологів і конструкторів.

Якість і економічність сучасних автомобілів повинні оцінюватися технологічними і конструктивними характеристиками цих автомобілів в залежності від термінів їх виготовлення. Критерій часу в створенні нових конструкцій об'єктивно необхідний при оцінці якості автомобілів і повинен зменшуватися в зв'язку з різким скороченням термінів морального зносу обладнання, високими темпами технічного озброєння промисловості та необхідністю зниження собівартості автомобілів. Під якістю автомобілів розуміють сукупність властивостей і показників, що визначають їх придатність для задоволення певних потреб відповідно до призначення. Вона залежить від технічного рівня машинобудування і його окремих галузей, що визначається великим числом факторів: досконалістю конструкцій автомобілів, якістю застосовуваних матеріалів, рівнем технології і засобів виробництва, рівнем стандартизації та ін. Для оцінки якостей автомобілів розроблені показники якості. Найбільш ефективними показниками якості машин і механізмів є їх експлуатаційні показники. Експлуатаційні показники – це показники, що визначають якість виконання виробом заданих функцій.

Важливим критерієм оцінки якості автомобілів під час експлуатації є функціональна стабільність систем і агрегатів, які обумовлюють здатність виконувати задані функції, зберігаючи свої експлуатаційні показники в заданих межах протягом необхідного часу або напрацювання. Від функціональної стабільності автомобіля, його здатності працювати тривалий час без відмовчастих зупинок на профілактичні огляди і на ремонт, трудомісткості ремонту, а

також від повсякденної готовності автомобіля до роботи залежать витрати часу і коштів на обслуговування і ремонт при експлуатації. Надійність – властивість виробу виконувати задані функції, зберігаючи свої експлуатаційні показники в заданих межах протягом необхідного проміжку часу або напрацювання. Показниками надійності є безвідмовність, ремонтпридатність, збереженість, а також довговічність його частин. Для цих показників диференційний метод оцінки якості автомобілів виявляється неприйнятним і слід використовувати інтегральний, як викладено вище.

Інтенсивна експлуатація сучасних автомобілів, їх автоматизація та насиченість різноманітними механізмами і керуючими пристроями, висока безпека яких повинна бути забезпечена протягом усього періоду експлуатації, пред'являють великі вимоги до показників надійності і довговічності як до одних з головних при оцінці якості автомобілів.

В основу створення нових автомобілів покладені висока надійність, економічність і екологічність. Надійність характеризуються терміном служби автомобіля. Поліпшення економічності досягається за рахунок скорочення маси і розмірів автомобілів, поліпшення аеродинамічних характеристик, скорочення всіх видів механічних втрат, застосування комп'ютеризованих систем контролю і управління силовими агрегатами, контролю швидкості руху і т.п. Вимоги зручностей при проведенні технічного обслуговування і ремонту, високої надійності, економічності і екологічності є основними при оцінці якості автомобілів. Якісний і надійний автомобіль коштує дорожче. Це компенсується в процесі його використання, так як підтримання його працездатного стану буде витрачено менше коштів, в нього закладено великий ресурс безвідмовної роботи систем, механізмів і конструктивних елементів. Чим надійніше автомобіль, тим довше буде виконувати задані функції, зберігаючи при цьому експлуатаційні показники в установлених межах протягом необхідного проміжку часу в різних умовах експлуатації.

У різних умовах експлуатації автомобілі з різним рівнем надійності потребують на підтримку працездатності стану різних матеріальних і трудових

витрат. Тому при оцінці якості конкретного автомобіля необхідно враховувати його функціональну стабільність на етапі експлуатації.

Якість автомобіля з урахуванням його функціональної стабільності та енергоємності експлуатації в різних умовах роботи оцінюється з позиції періодичності виконання технічних впливів, енерговитрат і вартості робіт по технічному обслуговуванню та ремонту.

Критерій, що оцінює функціональну стабільність автомобіля, визначається за рівнянням

$$K_H = \frac{0,01 H_{л.min} \cdot C_T \cdot L_{ГАР}}{K_6 \cdot C_{авт}} \quad (2.1)$$

де K_6 – коефіцієнт, що враховує зовнішні умови роботи автомобіля;

$C_{авт}$ – вартість нового автомобіля, грн;

C_T – вартість одного літра палива, грн;

$H_{л.min}$ – мінімальна витрата палива автомобілем, л/100 км;

$L_{ГАР}$ – гарантійний пробіг автомобіля, км.

Для визначення мінімальної витрати палива автомобілем доцільно вибирати режими роботи двигуна, при яких значення питомої витрати палива мінімальні, тобто $g_e = g_{emin}$. При такому режимі значення середнього ефективного тиску дорівнює $P_e = 0,5 P_{emax}$, а швидкість обертання колінвалу становить $n = 0,6 n_{max}$, тоді потужність двигуна $N_{дв} = 0,3 \cdot N_{max}$, при якій питома витрата буде мінімальна. Крім того, слід прийняти швидкість руху автомобіля, яка буде відповідна найбільшому ресурсу автомобіля, тобто $V_a = 0,5 \cdot V_{max}$, отже

$$H_{л.min} = \frac{N_{max} \cdot g_{emin}}{0,038 \rho_T \cdot V_{max}} \quad (2.2)$$

ρ_T – питома вага палива, кг/л;

N_{max} – максимальна потужність двигуна, кВт.

Таким чином, критерій який оцінює функціональну стабільність автомобіля з ДВЗ

$$K_H = \frac{0,079 N_{max} \cdot g_{emin} \cdot C_T \cdot L_{ГАР}}{C_{авт} \cdot \rho_T \cdot V_a} = \frac{A}{V_a} \quad (2.3)$$

$$\text{де } A = \frac{0,079 N_{max} \cdot g_{emin} \cdot C_T \cdot L_{ГАР}}{C_{авт} \cdot \rho_T}.$$

Коефіцієнт зовнішніх умов слід приймати для автомобілів з ДВЗ та електромобілів рівним

$$K_B = \frac{V_a}{0,3V_{max}}, \quad (2.4)$$

для гібридних автомобілів

$$K_B = \frac{V_a}{0,2V_{max}} \quad (2.5)$$

Критерій, який оцінює функціональну стабільність гібридних автомобілів складе

$$K_H^2 = \frac{20 N_{max} \cdot g_{emin} \cdot C_T \cdot L_{ГАР}}{C_{авт} \cdot \rho_T \cdot V_{max} \cdot V_a} = C/V_a \quad (2.6)$$

$$\text{де } C = \frac{20 N_{max} \cdot g_{emin} \cdot C_T \cdot L_{ГАР}}{C_{авт} \cdot \rho_T \cdot V_{max}}.$$

З наведених рівнянь випливає, що для конкретного базового або гібридного автомобіля критерій функціональної стабільності залежить від швидкості руху.

Критерій функціональної стабільності електромобілів з урахуванням зовнішніх умов експлуатації складе

$$K_H^e = \frac{2,7 E_{АКБ} \cdot C_e \cdot L_{ГАР} \cdot V_{max}}{C_{авт} \cdot L_3 \cdot V_a} = B/V_a \quad (2.7)$$

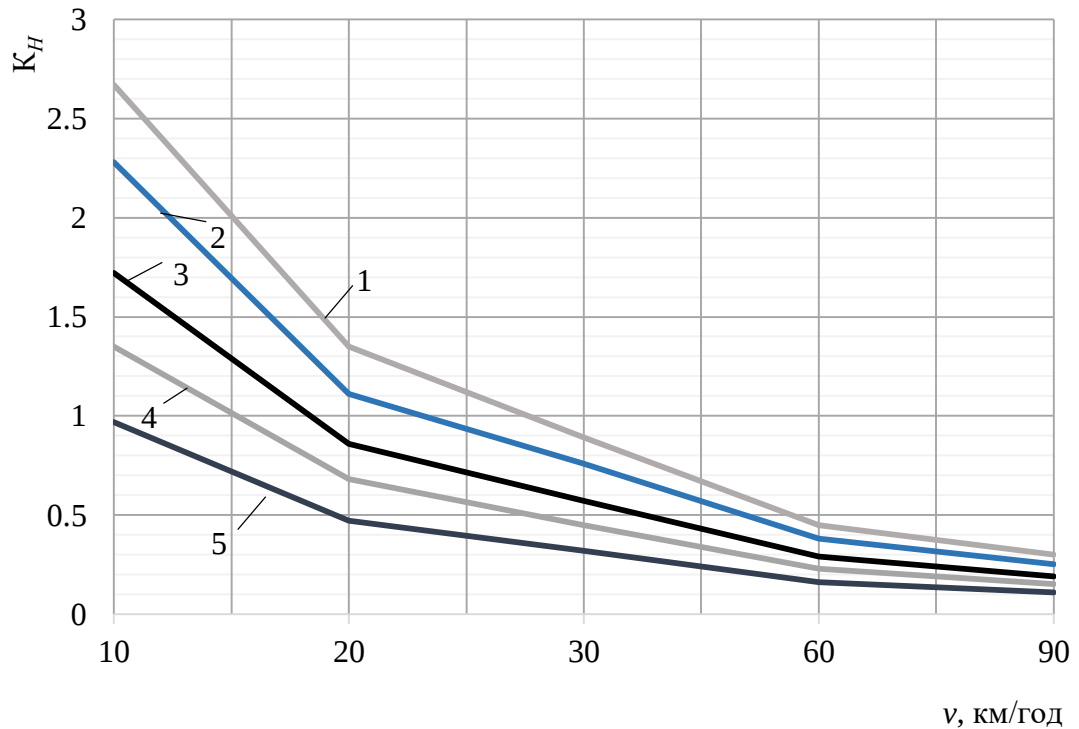
$$\text{де } B = \frac{E_{АКБ} \cdot C_e \cdot L_{ГАР}}{0,3 L_3 \cdot V_{max} \cdot C_{авт}};$$

L_3 – запас ходу на електротязі, км;

$E_{АКБ}$ – ємність батареї, кВт·год

C_e – вартість одного кВт·год.

На рисунку 2.1 показано зміну критерію функціональної стабільності автомобіля з ДВЗ, гібридних та електромобілів в залежності від середньої швидкості руху автомобіля.



1 - Lanos Sens; 2 – Mitsubishi Lancer; 3 – Chevrolet Aveo;
4 – Toyota Prius; 5 – Nissan Leaf;

Рисунок 2.1 – Зміна критерію функціональної стабільності автомобіля з ДВЗ, гібридних та електромобілів в залежності від середньої швидкості руху автомобіля

Для визначення інтегрального показника автомобіля необхідно визначити значення критерію оцінки якості комфорту. У період динамічного зростання високо конкурентного автомобільного ринку постійно підвищується рівень комфорту як водія, так і пасажирів. Це досягається за рахунок поліпшення конструкції автомобіля, тобто розмірів салону, багажника, колії коліс та колісної бази, а також рівня шуму та температури в салоні. Отже, кількісно критерій комфорту можна визначити з рівняння

$$K_{\phi} = \frac{L_{\phi}}{L_k \cdot L_{\text{опт}}} \cdot \frac{K_k \cdot Y_{\text{ш}}}{Y_{\text{ш max}}}, \quad (2.8)$$

де L_{ϕ} , L_k – відповідно база і колія коліс автомобіля, м;

$L_{\text{опт}}$ – оптимальне співвідношення бази і колії коліс автомобіля, які дорівнюють значенню 1,6;

K_k – коефіцієнт що враховує наявність кондиціонера $K_k = 0,9$, а клімат-контроля $K_k = 0,8$;

$Y_{ш}$ – рівень шуму в салоні при русі автомобіля, дБ;

$Y_{ш \text{ max}}$ – найбільше значення рівня шуму в салоні, яке становить $Y_{ш \text{ max}} = 80$ дБ.

Таким чином, рівняння визначення критерію комфорту матиме вигляд

$$K_{\phi} = \frac{L_6 \cdot K_k \cdot Y_{ш}}{128 L_k} \quad (2.9)$$

де $Y_{ш} = z + 0,2V_a$ для автомобілів з ДВЗ $z = 40$, а для електромобілів і гібридних $z=30$.

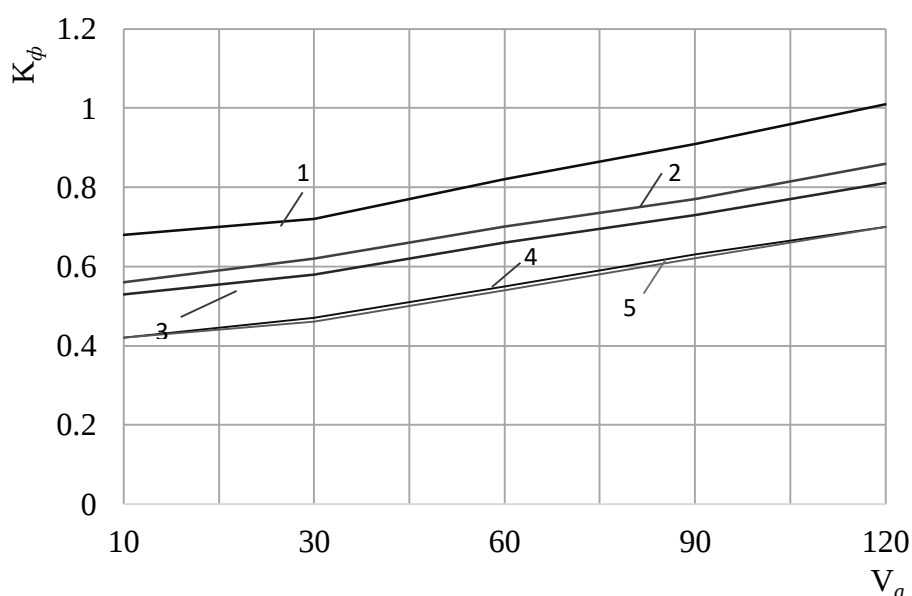
Однак, більшість наукових робіт, виконаних в цій області відносяться, в основному, до розвитку теорії автомобіля – наукової основи його розрахунку та проектування. В них розроблені залежності між конструктивними параметрами автомобіля і процесами його руху, які виражені математично або графічно, що дозволяють оцінювати технічний рівень і якість автомобіля по значеннях показників окремих експлуатаційних властивостей.

Оцінка ефективності АТЗ, як відомо, здійснюється за допомогою обґрунтованої системи наступних показників: одиничних, узагальнених, комплексних і інтегральних. Причому технічний рівень АТЗ традиційно оцінюється за допомогою показників експлуатаційних властивостей в порівнянні з автомобілем – аналогом, а якість – в порівнянні з нормованими показниками. Отже, в основі визначення ступеня досконалості конструкції автомобіля лежить оцінка його експлуатаційних властивостей.

У більшості опублікованих робіт автори не ставили перед собою завдань, спрямованих на підвищення ефективності функціонування автомобіля в загальній системі автомобільного транспорту. Зазвичай розглядався вплив якогось окремо взятого параметра на деякі показники експлуатаційних властивостей. Тим часом, автомобіль є складної технічної підсистемою загальної

системи «автомобільний транспорт». Тому необхідно розглядати в сукупності як його конструктивні параметри, так і його експлуатаційні показники, які досить повно характеризують ефективність автомобіля в загальному транспортному процесі, що відповідає сучасній концепції розвитку автомобільного транспорту взагалі і розвитку легкового автомобільного транспорту.

На рис. 2.2 наведені зміни критерію комфорту автомобілів в залежності від середньої швидкості руху.



1 - Lanos Sens; 2 – Chevrolet Aveo; 3 – Mitsubishi Lancer;
4 – Toyota Prius; 5 – Nissan Leaf

Рисунок 2.2 – Зміна критерію комфорту від середньої швидкості руху автомобіля

Для повної науково обґрунтованої оцінки технічної досконалості конструкції автомобіля, вибору його технічних і конструктивних параметрів і тим більше, для їх оптимізації необхідна всебічна оцінка пристосованості всіх елементів конструкції автомобіля не тільки до руху, але і до всіх інших процесів, з яких складається його експлуатація – необхідна оцінка, що заснована на вивченні як експлуатаційних, так і споживчих властивостей автомобіля.

Такий підхід має місце і при вирішенні проблеми вибору оптимальних параметрів автомобіля (автопоїзда). За критерієм приведених витрат на перевезення з використанням прийнятої методики можна оцінювати будь-які суттєві зміни в конструкції АТЗ, так як при цьому змінюються і відповідні експлуатаційні властивості. Однак, це можливо лише при оцінці рівня тих АТЗ, для яких розроблені укрупнені нормативи. Але ці нормативи розробляються на основі результатів експлуатації, а отже, при оцінці технічного рівня нових АТЗ цей метод мало придатний. Тому в автомобільній промисловості технічний рівень нових АТЗ оцінюють за комплексом показників основних експлуатаційних властивостей. Якщо більшість показників перевершує або поступається не більше ніж на 10 % показниками аналога, робиться висновок про відповідність конструкції АТЗ сучасним вимогам. Як аналог приймаються, як правило, кілька кращих виробів вітчизняного або зарубіжного виробництва.

Критерій якості технічних рішень визначається на підставі аналізу значень показників автомобіля, які оцінюють за відповідних показників аналогів, які відображають кращі світові тенденції їх розвитку. До значень показників оцінюваного автомобіля відносяться: витрата палива, маса автомобіля, час розгону до 100 км/год, максимальна швидкість. Виходячи зі сказаного вище, критерій оцінки якості технічних рішень для автомобілів з ДВЗ і гібридною силовою установкою можна визначити так

$$K_T = \frac{0,036 H_{min} \cdot t_p \cdot \rho_T \cdot V_{max}}{G_a} \quad , \quad (2.10)$$

а для електромобілів критерій оцінки якості технічних рішень

$$K_T^e = \frac{0,324 E_{AKB} \cdot t_p \cdot \rho_T \cdot V_{max}}{L_3 \cdot G_a} \quad (2.11)$$

Зміни критерію оцінки якості наведено на рис. 2.3

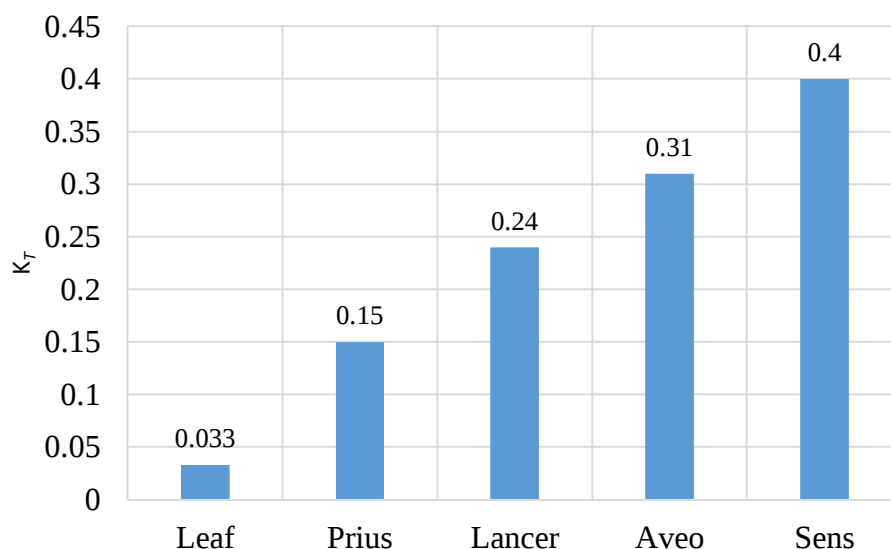


Рисунок 2.3 – Зміна критерію оцінки якості технічних рішень по маркам автомобілів

У ряді публікацій не без підстави оцінку ефективності АТЗ в заданих умовах експлуатації пропонується визначати (на додаток до розрахунку наведених витрат) по трудомісткості, матеріаломісткості і енергоємності перевезень. Енергоємність є ні що інше, як кількість енергії, витраченої на одиницю виконаної роботи. Для автомобіля це буде витрата палива на одиницю транспортної роботи. Правда, в цьому випадку відсутня оцінка ефективності АТЗ за показниками його експлуатаційних властивостей.

Екологічну безпеку автомобілів можна оцінити шляхом комплексного аналізу ряду техніко-екологічних проблем, включаючи закономірності утворення токсичних і канцерогенних речовин, техногенне забруднення атмосфери, дослідження паливо-екологічних показників двигунів, конструктивні і функціональні методи поліпшення паливо-екологічних показників, методи розрахунку рівнів викидів шкідливих речовин в атмосферу в різних умовах роботи і оцінки збитку від забруднення атмосфери.

При оцінці якості автомобілів необхідно орієнтуватися на встановлені вимоги до максимальних викидів шкідливих речовин у відпрацьованих газах. Уряди європейських країн на початку 90-х років минулого століття почали

розробляти систему заходів для поліпшення екологічної безпеки та паливної економічності автомобілів. Виробників автомобілів і автомобільних двигунів зобов'язали поетапно вдосконалювати свою продукцію з метою зменшення шкідливих викидів у вихлопних газах. Установлені вимоги до максимальних викидів ДВЗ отримали назву «Євро» (залежно від ступеня жорсткості вимог).

На відміну від американських європейські стандарти наразі не регулюють викиди «парникового» вуглекислого газу (CO_2). Норми Євро 5 і Євро 6 вимагають від виробників випускати ТЗ з викидом шкідливих часток РМ (твердих або рідких часток), що не перевищує 5 мг/км. За оксидами азоту (NO_x – нітрооксидів) для дизелів встановлено норму 180 мг/км (Євро 5) і 80 мг/км (Євро 6).

У країнах ЄС контроль екологічних параметрів автомобілів здійснюється при проходженні технічних оглядів, з обов'язковою сплатою екологічного платежу всіма власниками ТЗ. Під час експлуатації автомобілі підлягають екологічному огляду, із виданням зеленого талона на спеціально атестованих пунктах (майстернях, станціях техобслуговування). 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.

Основною трудностю визначення показника якості екологічної безпеки і сумарної токсичності полягає в тому, що всі шкідливі компоненти впливають одночасно і небезпека одного посилюється присутністю іншого. Критерій сумарною токсичності є багатовимірним вектором, якій важко висловити одним числом.

Ефектом сумації дій мають практично всі шкідливі речовини відпрацьованих газів. У зв'язку з цим оцінити якість екологічної безпеки автомобіля можна істотно спростити, якщо прийняти за базову норму стандарту (Євро-6) оксид азоту (NO_x) рівній 0,06 г/км для бензинових і 0,08 г/км для дизельних двигунів, а витрату палива прийняти в розрахунку мінімальну. Тоді

розрахункові вирази визначення якості екологічної безпеки можна записати як для автомобілів з двигуном внутрішнього згоряння (ДВЗ) (2.12), так для гібридних автомобілів (2.13)

$$K_e = \frac{0,0033 H_{л.min} \cdot V_{max}}{K_{NO_x} \cdot V_a}, \quad (2.12)$$

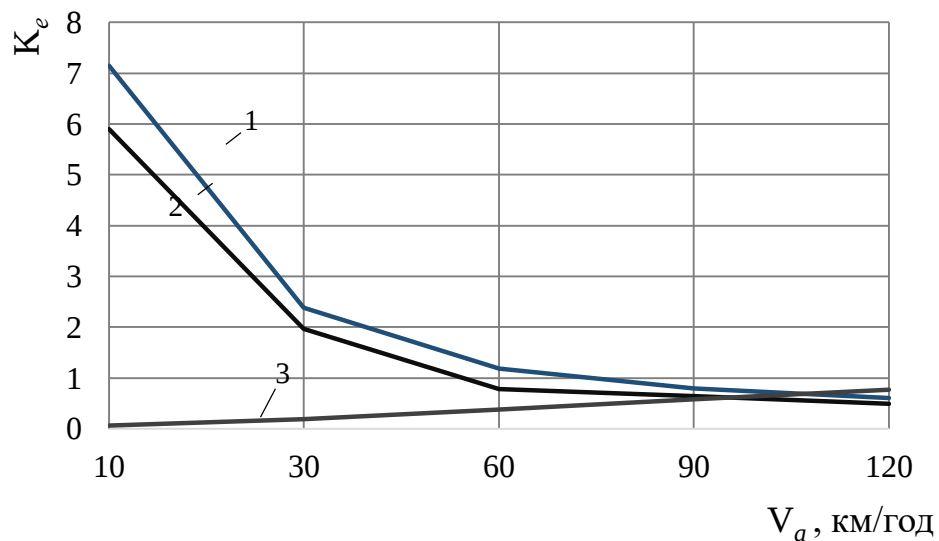
де K_{NO_x} – допустима норма оксиду азоту за стандартом (Євро-6), г/км.

$$K_e = \frac{0,0275 H_{л.min} \cdot N_e \cdot V_a}{K_{NO_x} \cdot V_{max} \cdot N_{ДВЗ}} \quad (2.13)$$

де N_e – потужність електродвигуна, кВт;

$N_{ДВЗ}$ – потужність ДВЗ, кВт.

Зміна критерію екологічної безпеки від середньої швидкості руху автомобілів наведені на рисунку 2.4.



1– Mitsubishi Lancer; 2 – Chevrolet Aveo; 3 – Toyota Prius

Рисунок 2.4 – Залежність критерію екологічної безпеки від середньої швидкості руху автомобіля

Під безпекою автомобіля мається на увазі система конструктивних особливостей, що характеризує їх пристосованість до руху без аварій і зниженню числа дорожньо-транспортних пригод. Безпека автомобіля характеризується

гальмівними якостями, габаритами і наявністю додаткових опцій, що забезпечують безпечні умови роботи водія.

Активна безпека руху автомобіля багато в чому залежить від конструкції гальмівних систем, які мають значний вплив на швидкість руху автомобіля в різних умовах експлуатації та на ефективність роботи автомобіля в цілому.

В теорії автомобіля для оцінки гальмівних властивостей використовується ряд показників: максимальне уповільнення, гальмівний шлях, час спрацювання гальмівних механізмів, падіння ефективності внаслідок тривалої роботи (нагрівання), діапазон і алгоритм зміни гальмівних зусиль.

Ці показники визначаються конструкцією систем та механізмів автомобіля. Хоча уповільнення автомобіля залежить від конструкції та справності гальмівних механізмів, також на нього впливає стан шин та амортизаторів (з несправними амортизаторами колесо не може на нерівностях зберігати постійний контакт з дорогою).

Коефіцієнт зчеплення з поверхнею залежить від шин та стану дорожнього покриття. На величину уповільнення впливає тип шин (зимова або літня), ширина та малюнок протектора, ступінь його зносу. В ході тестувань різних шин було встановлено, що гальмівний шлях одних та тих же машин з шинами різних виробників може відрізнятись на кілька метрів.

Вираз для розрахунку гальмівного шляху автомобіля

$$S_T = \frac{k_p}{254 \cdot \varphi_{зч}} \cdot v_0^2, \quad (2.14)$$

де S_T – гальмівний шлях, м;

k_p – гальмівний коефіцієнт;

V_0 – швидкість на початку гальмування, км/год;

$\varphi_{зч}$ – коефіцієнт зчеплення з дорогою.

В технічній характеристиці автомобіля приводиться значення гальмівного шляху до повної зупинки при швидкості 100 км/год по сухій дорозі. В таблиці 2.1 наведені значення гальмівного шляху по різним маркам автомобілів.

Таблиця 2.1 – Гальмівний шлях автомобілів

Марка автомобілів	Гальмівний шлях, м
BMW M3 GTS	32,6
Lexus LFA	33,3
Porsche 911 Carrera	33,8
Mitsubishi Lancer	39
Chevrolet Aveo	41
Toyota Prius	39

Як видно з таблиці 2.1 довжина гальмівного шляху різна. Очевидно, гальмівний коефіцієнт може характеризувати якість гальмівних властивостей автомобіля при різній швидкості руху та дорожніх умовах. Виконавши перетворення рівняння (2.14) отримаємо:

$$k_p = 0,025 S_T \cdot \varphi_{зч} \quad (2.15)$$

Таким чином, гальмівний коефіцієнт може бути прийнятий узагальнюючим показником активної безпеки автомобілів.

Пасивна безпека – це сукупність конструктивних та експлуатаційних властивостей автомобіля, спрямованих на зниження тяжкості дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Системи пасивної безпеки спрацьовують при зіткненні, коли активні системи безпеки не змогли допомогти водієві уникнути зіткнення. Включає в себе наступні елементи: ремені безпеки; натягувачі ременів безпеки; активні підголовники; подушки безпеки; безпечна конструкція кузова; аварійний розмикач акумуляторної батареї; ряд інших пристроїв (дитячі системи безпеки та ін.).

Узагальнюючим показником пасивної безпеки може бути прийнято кількість зірок отриманих в рейтингу безпеки EuroNCAP Європейської програми перевірки пасивної безпеки серійних легкових автомобілів.

Таким чином, узагальнюючим критерієм оцінки безпеки автомобілів може бути визначений з наступного рівняння

$$K_6 = \frac{1,8S_T}{n_3 \cdot S_{T\min}}, \quad (2.16)$$

де n_3 – кількість зірок отриманих в оціночному рейтингу краш-тестів;

S_T – гальмівний шлях при швидкості 100 км/год, м;

S_{Tmin} – найменший гальмівний шлях серед усіх учасників експерименту автомобілів, м.

Чисельні значення критерію оцінки якості безпеки приведені на рисунку 2.9

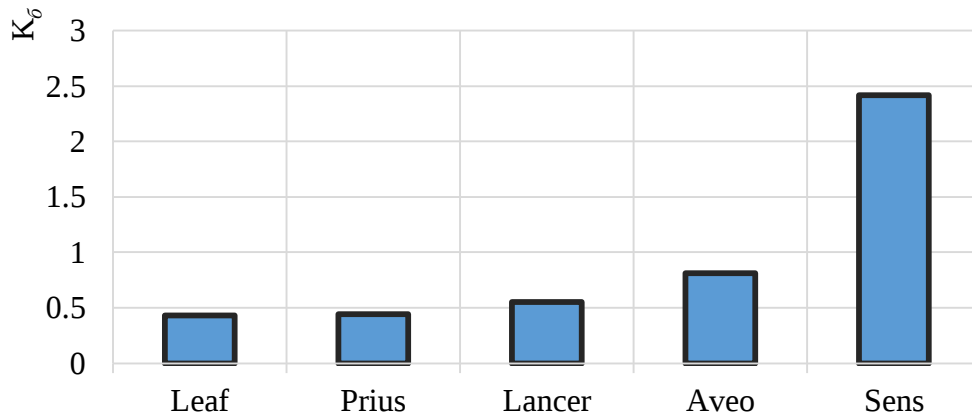


Рисунок 2.5 – Зміни критерію оцінки якості безпеки по маркам автомобілів

Проблему перетворення багатокритеріальної задачі оцінки якості в однокритеріальних можна вирішити способом формування інтегрального показника. Знаючи параметри оцінюваного автомобіля та значення показників якості можна розрахувати інтегральний показник

$$K_I = K_{\phi} + K_n + K_{\sigma} + K_e + K_m \rightarrow \min. \quad (2.17)$$

$$K_I = \sum_{i=0} K_i \rightarrow \min \quad (2.18)$$

З рівняння виходить, що чим менше інтегральний показник, то тим вище якість легкового автомобіля. Викладено принципи та методика інтегральної оцінки якості автомобілів за показниками комфорту, функціональної стабільності, безпеки, технічних рішень та екологічності. Сукупність показників визначає рівень якості використовуваних автомобілів в країні.

ВИСНОВКИ

На основі проведеного аналізу відомих досліджень виконано оцінювання експертних методів якості автомобілів в залежності від умов експлуатації. Встановлено, що експертні методи оцінки якості легкових автомобілів залежить від компетентності експертів і не в повній мірі відповідають сучасним вимогам та потребують покращення

Комплексна система структури показників якості легкових автомобілів залежить від енергетичних параметрів та технічних рішень в їх конструкції. Вона дозволяє оцінювати та прогнозувати зміну якості автомобілів в залежності від умов експлуатації. Критерії оцінки якості комфорту, надійності та екологічної безпеки залежать від середньої швидкості руху автомобіля, а технічних рішень і безпеки від конструкції автомобіля. Зі збільшенням середньої швидкості інтегральний показник якості базових автомобілів зменшується, а гібридних і електромобілів має мінімум при середній швидкості 50-70 км/год

Обґрунтовано та розроблено принципи і методики: системного відбору і показників якості, їх зіставлення та вимірювання на диференційованому рівні; формування інтегрального критерію оцінки якості та конкурентоспроможності автомобіля.

Виконані дослідження і використанні методи оцінки якості дозволяють забезпечити отримання оперативної інформації про особливості експлуатації в умовах України, на основі якої, для виробників автомобільної техніки створюються необхідні умови і можливості спрямовані на вдосконалення конструкції автомобілів, підняття іміджу марки автомобілів та збільшення обсягу продаж.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бажинов А.В. Электропривод для конверсионного автомобиля / А.В. Бажинов, В.Я. Двадненко, Хаким Мауш // Автомобильный транспорт. – 2012. № 30. – С. 7–12.
2. Automotive & Transportation. Gear up for safety and success in the automotive & transportation industry. TÜV SÜD: website. URL: <https://www.tuv-sud.com/industries/automotive-transportation>.
3. Бажинов О.В., Биков О.М., Серіков Г.С. Электричні системи автотранспортних засобів: лабораторний практикум . Харків, 2012. 260 с.
4. Никитин В. И., Калмыков В.И., Смирнов О.П. Надежность систем электроснабжения автомобилей. *Вестник ХГАДТУ*. 2000. № 12, 13. С. 214–217.
5. Вадзинский Р.Н. Статистические вычисления в среде Excel. Библиотека пользователя / Р.Н. Вадзинский. – СПб.: Питер, 2008. – 608 с.
6. Мишин В.И. Управление качеством: учебное пособие для вузов. Москва: Юнити – Дана, 2006. 303 с.
7. Иванов А.М. Оценка эффективности и качества автомобилей при рыночной экономике. Сборник научных трудов МАДИ (ГТУ). 2002. С. 4–11.
8. Гібридні автомобілі: монографія. / Бажинов О.В., Смирнов О.П., Серіков С.А. та ін. Харків, ХНАДУ, 2008. 327 с.
9. Синергетичний автомобіль. Теорія і практика / Бажинов О.В., Смирнов О.П., Серіков С.А., Двадненко В.Я. Харків: ХНАДУ, 2011. 236 с.
10. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов по специальности "Автомобили и автомоб. хоз-во" / под ред. Е. С. Кузнецова . – 4-е изд., пе-рераб. и доп. - М. : Наука , 2004 . - 535 с. : ил