

ГЛОСАРІЙ ФІЗИЧНИХ ТЕРМІНІВ ПРОФЕСІЙНОГО СПРЯМУВАННЯ

*70 термінів за п'ятьма змістовими модулями. Навчально-методичне видання для
самостійної роботи*

Дисципліна: Фізика (ОК7)

Галузь знань: J — Транспорт та послуги

Спеціальність: J8 — Автомобільний транспорт

Освітньо-професійна програма: «Обслуговування та ремонт автомобілів і двигунів»

Освітньо-професійний ступінь: фаховий молодший бакалавр

ЯК КОРИСТУВАТИСЯ ЦИМ ГЛОСАРІЄМ

Це не перелік означень для механічного заучування. Проблема більшості технічних словників у тому, що після прочитання означення термін залишається таким самим незрозумілим, як був. Тут кожне поняття розкрито у трьох вимірах:

Визначення. Як поняття формулюється у фізиці — коротко й точно, з математичним записом там, де він потрібен.

В автомобільному транспорті. Де саме це працює у вашій майбутній роботі: у двигуні, трансмісії, підвісці, гальмах, електрообладнанні, на діагностичному стенді.

На що зважати. Типова помилка, характерна несправність або практичний нюанс, через який розрахунок чи діагноз виявляється хибним.

Терміни згруповано за п'ятьма змістовими модулями курсу в тому порядку, у якому вони з'являються в конспекті лекцій. Користуйтеся глосарієм під час підготовки до модульних контролів, виконання самостійної роботи та оформлення розрахунків — точність термінології входить до критеріїв оцінювання.

МОДУЛЬ I. МЕХАНІКА ТА ОСНОВИ ГІДРОСТАТИКИ

АБСОЛЮТНА І ВІДНОСНА ПОХИБКА

Визначення. Абсолютна похибка Δx — модуль різниці між вимірним і дійсним значенням, має розмірність самої величини. Відносна похибка $\varepsilon = \Delta x/x \cdot 100\%$ показує якість вимірювання.

В автомобільному транспорті. Визначає, скільки цифр у результаті мають фізичний зміст. Похибка 1 мм несуттєва для колісної бази, але неприпустима для зазору в замку поршневого кільця чи овальності шийки колінчастого вала.

На що зважати. Похибку округлюють до однієї значущої цифри, результат — до того самого розряду. У непрямих вимірюваннях відносні похибки множників додаються, а величина у квадраті подвоює свій внесок.

СИСТЕМАТИЧНА ПОХИБКА

Визначення. Похибка, що повторюється від вимірювання до вимірювання й зміщує результат в один бік.

В автомобільному транспорті. Розкалібрований динамометричний ключ, «зістарений» шинний манометр, неврахований опір щупів мультиметра, спідометр після встановлення шин іншого розміру.

На що зважати. Повторення вимірювання її не усуває. Усувають повіркою приладу, введенням поправки або порівнянням з еталоном.

КЛАС ТОЧНОСТІ ПРИЛАДУ

Визначення. Зведена похибка приладу у відсотках від межі вимірювання: $\Delta x = K \cdot x_{\text{межа}} / 100$.

В автомобільному транспорті. Манометр класу 2,5 з межею 6 бар має похибку 0,15 бар на всій шкалі. Для тиску 2,2 бар у шині це близько 7 % — прилад «не бачить» недокачування на 0,15 бар.

На що зважати. *Робоче значення має припадати приблизно на дві третини шкали. Манометр з межею 16 бар для шин легкового автомобіля непридатний, навіть якщо він точного класу.*

ПРИСКОРЕННЯ

Визначення. Векторна величина, що дорівнює швидкості зміни швидкості: $a = \Delta v / \Delta t$, одиниця м/с².

В автомобільному транспорті. Характеризує динаміку розгону (0–100 км/год за 10 с — це близько 2,8 м/с²) та ефективність гальм: норматив сповільнення перевіряють на гальмівному стенді.

На що зважати. *Швидкість у км/год перед підстановкою ділять на 3,6. Сповільнення — це прискорення, напрямлене проти швидкості; у формулах гальмування його беруть за модулем.*

ГАЛЬМІВНИЙ ШЛЯХ

Визначення. Відстань, яку проходить автомобіль від початку дії гальм до зупинки: $s = v^2 / (2a)$; за граничного зчеплення $s = v^2 / (2\phi g)$.

В автомобільному транспорті. Основний показник гальмівних властивостей і безпеки руху, який перевіряють під час технічного контролю й використовують в автотехнічній експертизі.

На що зважати. *Шлях пропорційний квадрату швидкості: 1,5 раза швидше — у 2,25 раза довше. Зупинний шлях більший за гальмівний на відстань, пройдену за час реакції водія і спрацювання приводу.*

ДОЦЕНТРОВЕ ПРИСКОРЕННЯ

Визначення. Прискорення тіла, що рухається по колу, напрямлене до центра: $a = v^2 / R = \omega^2 R$.

В автомобільному транспорті. На повороті його забезпечує лише бічна сила зчеплення шин з дорогою. Системи курсової стійкості контролюють бічне прискорення за сигналом датчика.

На що зважати. *Залежність від швидкості квадратична: зниження швидкості на повороті вдвічі зменшує потрібне зчеплення вчетверо.*

ПЕРЕДАТОЧНЕ ЧИСЛО

Визначення. Відношення кутових швидкостей ведучої і веденої ланок передачі: $u = \omega_1 / \omega_2 = z_2 / z_1$.

В автомобільному транспорті. Коробка передач і головна передача перетворюють частоту обертання й крутний момент двигуна; загальне передаточне число трансмісії дорівнює їх добутку.

На що зважати. *Передача, що зменшує частоту обертання в u разів, збільшує момент майже в u разів (з урахуванням ККД), але потужність не збільшує.*

КОЕФІЦІЄНТ ЗЧЕПЛЕННЯ

Визначення. Відношення найбільшої дотичної сили, яку колесо може передати дорозі, до нормального навантаження на колесо: $\phi = F_{z\phi} / N$.

В автомобільному транспорті. Обмежує і силу тяги, і гальмівну силу, і бічну силу на повороті. Сухий асфальт 0,7–0,8, мокрий 0,4–0,5, сніг 0,2–0,3, лід 0,05–0,1.

На що зважати. *Заблоковане колесо, що ковзає, має менше зчеплення і не тримає бічної сили. Саме на цьому ґрунтується робота АБС, яка утримує проковзування в межах близько 10–20 %.*

ОПІР КОЧЕННЮ

Визначення. Сила опору, що виникає під час кочення колеса через деформацію шини й дороги: $F_f = f \cdot m \cdot g$, де f — коефіцієнт опору коченню.

В автомобільному транспорті. Для легкових шин на асфальті $f = 0,012\text{--}0,018$. Опір коченню — головна складова втрат на малих швидкостях і одна з причин перевитрати палива.

На що зважати. Недостатній тиск у шині збільшує деформацію й коефіцієнт f , а отже, витрату палива, нагрівання та зношування шини.

АЕРОДИНАМІЧНИЙ ОПІР

Визначення. Сила опору повітря руху тіла: $F_v = \frac{1}{2} \cdot c_x \cdot \rho \cdot S \cdot v^2$, де c_x — коефіцієнт лобового опору, S — площа лобового перерізу.

В автомобільному транспорті. Визначає витрату палива на трасі. Для легкових автомобілів $c_x = 0,25\text{--}0,35$, для вантажівок і автобусів — $0,6\text{--}0,9$; обтічники кабін, закриті днища знижують c_x .

На що зважати. Сила зростає з квадратом швидкості, а потужність на її подолання — з кубом. Багажник на даху й відчинені вікна помітно збільшують витрату палива.

ІМПУЛЬС СИЛИ

Визначення. Добуток сили на час її дії, що дорівнює зміні імпульсу тіла: $F \cdot \Delta t = \Delta(mv)$.

В автомобільному транспорті. Фізична основа пасивної безпеки: зони програмованої деформації, реміні з натягувачами й обмежувачами зусилля, подушки безпеки подовжують час удару і зменшують середню силу.

На що зважати. Зміну імпульсу під час зіткнення задають маса і швидкість, змінити її неможливо — можна лише розтягнути в часі. Жорсткий кузов «без вм'ятин» небезпечніший для пасажирів.

КРУТНИЙ МОМЕНТ

Визначення. Момент сил, що обертає вал: $M = F \cdot l$. Потужність обертального руху $P = M \cdot \omega = M \cdot \pi n / 30$.

В автомобільному транспорті. Разом із потужністю утворює зовнішню швидкісну характеристику двигуна. Момент затягування різьбових з'єднань задають у Н·м і контролюють динамометричним ключем.

На що зважати. Н·м моменту і джоуль роботи мають однакову розмірність, але це різні величини. Подовження ключа трубою збільшує момент неконтрольовано й загрожує зривом різьби.

КОЕФІЦІЄНТ КОРИСНОЇ ДІЇ (ККД)

Визначення. Відношення корисної роботи (потужності) до витраченої. Безрозмірна величина, завжди менша за одиницю.

В автомобільному транспорті. Ефективний ККД двигуна $0,25\text{--}0,45$, ККД механічної трансмісії $0,85\text{--}0,92$, ККД тягового електродвигуна близько $0,9$.

На що зважати. ККД послідовних механізмів перемножуються: двигун $0,3$ і трансмісія $0,9$ дають $0,27$ енергії палива на колесах.

ЦЕНТР МАС

Визначення. Точка, у якій під час розрахунку поступального руху можна вважати зосередженою всю масу тіла; у полі тяжіння збігається з центром тяжіння.

В автомобільному транспорті. Його положення визначає розподіл ваги по осях, перерозподіл навантаження під час гальмування ($\Delta R = m \cdot a \cdot h / L$) і стійкість проти перекидання.

На що зважати. Вантаж на даху й неправильне розміщення вантажу в кузові піднімають центр мас і зміщують його; у вантажівок і автобусів це може зробити перекидання ймовірнішим за занос.

МЕХАНІЧНЕ НАПРУЖЕННЯ. ЗАКОН ГУКА

Визначення. Напруження $\sigma = F/S$ — сила на одиницю площі перерізу. У межах пружності $\sigma = E \cdot \varepsilon$, де ε — відносна деформація, E — модуль Юнга (сталь близько $2,1 \cdot 10^{11}$ Па). Для пружного елемента $F = k \cdot x$.

В автомобільному транспорті. Розрахунок болтів головки блока, пружин і ресор підвіски, торсіонів, шатунів. Жорсткість пружини визначає статичний прогин і частоту коливань кузова.

На що зважати. Жорсткість залежить не лише від матеріалу, а й від геометрії. «Просідання» пружин з віком — це залишкова пластична деформація і втрата жорсткості.

ГРАНИЦЯ ТЕКУЧОСТІ

Визначення. Напруження, за якого матеріал починає пластично деформуватися без помітного збільшення навантаження.

В автомобільному транспорті. Болти, затягнуті за кутом повороту «в зону текучості», дістають залишкове подовження; тому заводські інструкції забороняють використовувати їх повторно.

На що зважати. Перевищення границі текучості не завжди видно оком: деталь може виглядати цілою, але вже бути подовженою чи вигнутою і працювати інакше.

ВТОМА МАТЕРІАЛУ

Визначення. Руйнування за багаторазових змінних навантажень, значно менших від границі міцності.

В автомобільному транспорті. Так ламаються пружини, листи ресор, піввісі, колінчасті вали, кронштейни вихлопної системи. Злам має гладку зону повільного росту тріщини і зернисту зону остаточного руйнування.

На що зважати. Тріщина зароджується в концентраторі напружень: подрятині, корозійній виразці, гострому переході перерізу. Корозія пружин і забоїни на валах різко скорочують їхній ресурс.

ЗАКОН ПАСКАЛЯ

Визначення. Тиск, прикладений до рідини в замкненому об'ємі, передається без змін у кожному її точці.

В автомобільному транспорті. Основа гідроприводу гальм і зчеплення, гідравлічних домкратів і підйомників, гідропідсилювача керма: $F_2/F_1 = S_2/S_1$.

На що зважати. Виграш у силі оплачується програшем у переміщенні. Повітря в системі стискається, педалі стає «м'якою» — тому після ремонту гальма прокачують.

ЗАКОН АРХІМЕДА. АРЕОМЕТР

Визначення. На тіло, занурене в рідину, діє виштовхувальна сила, що дорівнює вазі витісненої рідини: $F_A = \rho \cdot g \cdot V$.

В автомобільному транспорті. Ареометр — поплавець, глибина занурення якого залежить від густини рідини. Ним вимірюють густину електроліту (ступінь зарядженості батареї) та антифризу (температуру замерзання).

На що зважати. Густина рідини залежить від температури, тому покази ареометра приводять до 25 °C за таблицею поправок. Кислотний ареометр після роботи промивають.

МОДУЛЬ II. МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА І ТЕРМОДИНАМІКА

АБСОЛЮТНА ТЕМПЕРАТУРА

Визначення. Температура за шкалою Кельвіна, міра середньої кінетичної енергії молекул:
 $T = t + 273$.

В автомобільному транспорті. Використовується в усіх газових законах: розрахунок тиску в шинах, наповнення циліндрів, температури наприкінці стиснення.

На що зважати. Підстановка градусів Цельсія в газові закони — одна з найчастіших помилок: нагрівання «від 20 до 40 °C» не подвоює тиск.

АБСОЛЮТНИЙ І НАДЛИШКОВИЙ ТИСК

Визначення. Абсолютний тиск відраховують від нуля (вакууму), надлишковий — від атмосферного: $p_{\text{абс}} = p_{\text{надл}} + p_{\text{атм}}$, $p_{\text{атм}} \approx 1$ бар.

В автомобільному транспорті. Шинний манометр і манометр тиску мастила показують надлишковий тиск, датчик абсолютного тиску у впускному колекторі (MAP) — абсолютний.

На що зважати. У рівняння стану газу підставляють лише абсолютний тиск. Шина «2,2 бар» у газових законах — це 3,2 бар.

РІВНЯННЯ СТАНУ ІДЕАЛЬНОГО ГАЗУ

Визначення. Рівняння Менделєєва — Клапейрона: $pV = (m/M) \cdot R \cdot T$, $R = 8,31$ Дж/(моль·К). Для сталої маси $pV/T = \text{const}$.

В автомобільному транспорті. Пояснює зміну тиску в шинах з температурою, вплив температури й тиску на масу повітря в циліндрі, роботу наддуву й інтеркулера.

На що зважати. Тиск у шинах перевіряють на холодних шинах. Після поїздки тиск зростає закономірно, і «скидати» його не можна.

СТУПІНЬ СТИСНЕННЯ

Визначення. Відношення повного об'єму циліндра до об'єму камери згоряння: $\varepsilon = (V_h + V_c)/V_c$.

В автомобільному транспорті. Для бензинових двигунів 9–12, для дизелів 15–22. Визначає температуру наприкінці стиснення і термічний ККД циклу.

На що зважати. Нагар у камері згоряння і фрезерування головки блока зменшують V_c і підвищують ступінь стиснення — зростає схильність до детонації.

АДІАБАТНИЙ ПРОЦЕС

Визначення. Процес без теплообміну з навколишнім середовищем: $pV^\gamma = \text{const}$, $T \cdot V^{\gamma-1} = \text{const}$; для повітря $\gamma \approx 1,4$.

В автомобільному транспорті. Такти стиснення й розширення настільки швидкі, що наближено адіабатні. Температура після стиснення $T_2 = T_1 \cdot \varepsilon^{\gamma-1}$ — у дизелі близько 700–800 °C, достатньо для самозаймання палива.

На що зважати. Під час адіабатного стиснення температура зростає без підведення теплоти — за рахунок роботи поршня. Холодні стінки на пуску відбирають теплоту, тому дизелю потрібні свічки розжарювання.

ПЕРШИЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМІКИ

Визначення. Закон збереження енергії для теплових процесів: $Q = \Delta U + A$.

В автомобільному транспорті. Основа аналізу робочого циклу двигуна: теплота згоряння йде на нагрівання газів і роботу розширення; енергетичний баланс двигуна й системи охолодження.

На що зважати. Будь-який пристрій, що обіцяє «економію палива» без зміни фізичних процесів, має пояснити, звідки береться енергія. Відсутність пояснення — ознака шахрайства.

ПИТОМА ТЕПЛОЄМНІСТЬ

Визначення. Кількість теплоти, потрібна для нагрівання 1 кг речовини на 1 К: $Q = c \cdot m \cdot \Delta t$, одиниця Дж/(кг·К).

В автомобільному транспорті. Вода — 4190, антифриз — 3400–3600, моторне мастило — близько 2000 Дж/(кг·К). Від теплоємності залежить, скільки рідини потрібно прокачати для відведення теплоти.

На що зважати. *Висококонцентрований антифриз має меншу теплоємність, ніж розчин 50/50, і гірше відводить теплоту. «Більше концентрату» не означає «краще».*

ТЕПЛОТА ЗГОРЯННЯ ПАЛИВА

Визначення. Кількість теплоти, що виділяється під час повного згоряння 1 кг палива: $Q = q \cdot m$.

В автомобільному транспорті. Бензин — близько 44 МДж/кг, дизпаливо — 42,5, пропан-бутан — 46, метан — близько 50 МДж/кг. Використовується в розрахунках ККД і теплового балансу двигуна.

На що зважати. *Паливо купують літрами, а теплота залежить від маси. Літр дизпалива через більшу густину містить на 10 % більше енергії, ніж літр бензину.*

ДЕТОНАЦІЯ

Визначення. Вибухоподібне самозаймання частини суміші попереду фронту полум'я з утворенням ударних хвиль тиску.

В автомобільному транспорті. Проявляється дзвінким металевим стуком, спричиняє прогорання поршнів і прокладки. Датчик детонації фіксує характерні коливання блока, і блок керування зменшує кут випередження запалювання.

На що зважати. *Причини — бензин із нижчим октановим числом, перегрів, нагар, завеликий кут випередження. Детонацію не слід плутати з калільним запалюванням від розжарених деталей.*

ОКТАНОВЕ ТА ЦЕТАНОВЕ ЧИСЛА

Визначення. Октанове число характеризує стійкість бензину до детонації; цетанове — здатність дизельного палива швидко самозайматися.

В автомобільному транспорті. Двигун з вищим ступенем стиснення потребує бензину з вищим октановим числом. Низьке цетанове число дає затримку займання і «жорстку» роботу дизеля.

На що зважати. *Властивості протилежні: бензин має погано самозайматися, дизпаливо — добре. Тому бензин у дизельному паливі й навпаки неприпустимі.*

ДРУГИЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМІКИ. ЦИКЛ КАРНО

Визначення. Теплота не може повністю перетворитися на роботу в циклічному процесі; частину обов'язково віддають холодильнику. Граничний ККД $\eta_K = 1 - T_2/T_1$.

В автомобільному транспорті. Пояснює, чому двигун внутрішнього згоряння в принципі не може мати ККД 100 %: холодильник — атмосфера і система охолодження.

На що зважати. *Низький ККД двигуна — не «недолік конструкції», а обмеження природи. Реальні цикли Отто і Дизеля мають ККД ще нижчий за цикл Карно.*

ЕФЕКТИВНИЙ ККД ДВИГУНА

Визначення. Частка теплоти палива, що перетворюється на роботу на колінчастому валу: $\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m = 3600/(g_e \cdot q)$, g_e — питома витрата палива, г/(кВт·год).

В автомобільному транспорті. Бензинові двигуни — 0,25–0,35, дизелі — 0,35–0,45. Порівнюється за питомою витратою палива на моторному стенді.

На що зважати. *Ефективний ККД залежить від режиму: найвищий він у зоні середніх обертів і великих навантажень, на холостому ході дорівнює нулю, бо корисної роботи немає.*

ТЕПЛОВИЙ БАЛАНС ДВИГУНА

Визначення. Розподіл теплоти згоряння палива на корисну роботу і втрати: з відпрацьованими газами, у систему охолодження, на тертя та інші.

В автомобільному транспорті. Орієнтовно: робота 25–40 %, гази 30–40 %, охолодження 20–30 %, інші 5–10 %. Звідси потужність, яку має відводити система охолодження.

На що зважати. *Опалювач салону живиться теплотою, яку двигун і так мусить позбутися. В електромобілі таких втрат мало, тому взимку опалення скорочує запас ходу.*

ТЕПЛОПРОВІДНІСТЬ

Визначення. Перенесення теплоти через речовину без руху самої речовини: $Q/t = \lambda \cdot S \cdot \Delta T / \delta$ (закон Фур'є).

В автомобільному транспорті. Визначає тепловідведення від камери згоряння через стінки гільзи й головки, роботу радіатора, вибір матеріалів поршнів (алюміній).

На що зважати. *Накип (λ близько 1–2 Вт/(м·К)) і масляні відкладення в сорочці охолодження мають дуже малу теплопровідність: 1 мм накипу погіршує тепловідведення відчутніше, ніж кілька сантиметрів чавуну.*

КОНВЕКЦІЯ

Визначення. Перенесення теплоти потоками рідини чи газу: $Q/t = \alpha \cdot S \cdot \Delta T$, α — коефіцієнт тепловіддачі.

В автомобільному транспорті. Насос охолоджувальної рідини, вентилятор радіатора, набігаючий потік повітря — засоби вимушеної конвекції.

На що зважати. *Тепловіддача різко падає зі зменшенням швидкості потоку. Тому в заторі двигун перегрівається через несправний вентилятор, а на трасі працює нормально.*

ТЕМПЕРАТУРА КИПІННЯ І ТИСК

Визначення. Кипіння настає, коли тиск насиченої пари зрівнюється із зовнішнім тиском, тому температура кипіння зростає з тиском.

В автомобільному транспорті. Кришка розширювального бачка утримує надлишковий тиск 1,0–1,5 бар, і рідина кипить за 115–125 °С. Зволожена гальмівна рідина кипить значно нижче за суху.

На що зважати. *Кришку гарячого двигуна відкривати не можна: тиск падає, перегріта рідина миттєво закипає і викидається. Несправний клапан кришки — прихована причина перегріву.*

ТЕПЛОВЕ РОЗШИРЕННЯ. ТЕПЛОВИЙ ЗАЗОР

Визначення. Зміна розмірів тіл під час нагрівання: $\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta t$. Для сталі $\alpha \approx 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, для алюмінію $\approx 23 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

В автомобільному транспорті. Монтажні зазори між поршнем і циліндром, теплові зазори в приводі клапанів, гаряча посадка вінця маховика, розширювальний бачок системи охолодження.

На що зважати. *Зазори регулюють на холодному двигуні за паспортом. Без теплового зазору клапан на гарячому двигуні не закриється щільно і прогорить.*

В'ЯЗКІСТЬ

Визначення. Внутрішнє тертя між шарами рідини: $F = \eta \cdot S \cdot \Delta v / \Delta y$. Кінематична в'язкість $\nu = \eta / \rho$, мм²/с.

В автомобільному транспорті. Головна властивість моторних і трансмісійних мастил. У маркуванні SAE, наприклад 5W-30, перше число відповідає холодному пуску, друге — в'язкості за 100 °С.

На що зважати. *В'язкість різко спадає з нагріванням. Найбільше зношування — у перші секунди холодного пуску, а розрідження мастила паливом переводить підшипники в граничний режим мащення.*

МОДУЛЬ III. ЕЛЕКТРИКА І МАГНЕТИЗМ

ПОТЕНЦІАЛ І НАПРУГА. «МАСА»

Визначення. Потенціал — енергетична характеристика електричного поля; напруга — різниця потенціалів між двома точками: $U = A/q$, одиниця вольт.

В автомобільному транспорті. В автомобілі за нуль потенціалу беруть «масу» — кузов, з'єднаний з мінусом батареї. Усі напруги бортової мережі вимірюють відносно маси.

На що зважати. Окислений чи ослаблений провід маси зміщує «нуль» вузла: датчики передають хибні сигнали, виникають «дивні» несправності, не пов'язані між собою.

ЕЛЕКТРОЄМНІСТЬ. КОНДЕНСАТОР

Визначення. Здатність провідника накопичувати заряд: $C = q/U$, одиниця фарад. Плоский конденсатор $C = \epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot S/d$; енергія $W = CU^2/2$.

В автомобільному транспорті. Конденсатори згладжують пульсації й поглинають перешкоди в блоках керування та генераторі; ємнісні датчики вимірюють рівень палива, вологість, присутність пасажирів.

На що зважати. Конденсатор великої ємності тримає заряд після вимкнення живлення — перед ремонтом блоків і ксенонових модулів його розряджають.

ЕРС І ВНУТРІШНІЙ ОПІР

Визначення. ЕРС — робота сторонніх сил із переміщення одиничного заряду всередині джерела. Закон Ома для повного кола: $I = E/(R + r)$; напруга на затискачах $U = E - I \cdot r$.

В автомобільному транспорті. Пояснює «просідання» напруги акумулятора під час пуску: 12,6 В без навантаження і 9–10 В під стартером — норма.

На що зважати. Внутрішній опір зростає на морозі й зі зношенням батареї. Батарея може показувати нормальну напругу спокою, але не тримати навантаження — тому її перевіряють навантажувальною вилкою або тестером.

ПИТОМІЙ ОПІР. ПЕРЕРІЗ ПРОВОДУ

Визначення. Опір провідника $R = \rho \cdot l/S$; для міді $\rho = 0,0175 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$. Опір металів зростає з температурою: $R = R_0(1 + \alpha \cdot \Delta t)$.

В автомобільному транспорті. Переріз проводу вибирають за струмом і довжиною лінії, щоб спад напруги не перевищував допустимого. Стартерні проводи мають переріз 16–35 мм² і більше.

На що зважати. У 24-вольтовій мережі за тієї самої потужності струм удвічі менший, а втрати в проводах — учетверо. Холодна нитка лампи має опір у 10–15 разів менший, ніж гаряча.

ПЕРЕХІДНИЙ ОПІР

Визначення. Додатковий опір у місці з'єднання двох провідників, зумовлений окисною плівкою, малою площею дотику, недостатнім зусиллям затягування.

В автомобільному транспорті. Окислена клемма з опором 0,01 Ом за пускового струму 200 А «з'їдає» 2 В і розсіює 400 Вт теплоти — стартер крутить мляво, клемма оплавляється.

На що зважати. Перехідний опір не виявляється вимірюванням опору мультиметром без струму; його виявляють за спадом напруги на з'єднанні під навантаженням.

ЗАКОН ДЖОУЛЯ — ЛЕНЦА. ЗАПОБІЖНИК

Визначення. Кількість теплоти, що виділяється в провіднику зі струмом: $Q = I^2 \cdot R \cdot t$.

В автомобільному транспорті. Пояснює нагрівання проводів, контактів, обігріву скла та свічок розжарювання. На ньому ґрунтується плавкий запобіжник, що перегорає за небезпечного струму.

На що зважати. Заміна запобіжника на потужніший чи «жучок» знімає захист: у разі короткого замикання займається проводка. Теплота пропорційна квадрату струму.

ЕЛЕКТРОХІМІЧНА КОРОЗІЯ

Визначення. Руйнування металу внаслідок роботи гальванічної пари: два різні метали в електроліті (волога з солями) утворюють джерело струму, де руйнується активніший метал.

В автомобільному транспорті. Корозія сталі в місцях контакту з алюмінієм, окиснення клем і роз'ємів, корозія кузова взимку через дорожню сіль. Цинкування кузова захищає сталь: руйнується цинк.

На що зважати. Під час ремонту не з'єднують різні метали без ізоляційних шайб і ґрунтів; роз'єми захищають від вологи мастилами для контактів.

ЄМНІСТЬ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ

Визначення. Заряд, який батарея віддає під час розряду до допустимої напруги: $C_b = I \cdot t$, одиниця ампер-година; указується для 20-годинного режиму.

В автомобільному транспорті. Батарея 60 А·год здатна 20 годин віддавати 3 А. Для пуску важливий також струм холодного прокручування, що характеризує здатність віддавати великий струм на морозі.

На що зважати. Фактична ємність зменшується з ростом струму розряду й зниженням температури. Глибокі розряди прискорюють сульфатацію пластин і скорочують ресурс батареї.

ГУСТИНА ЕЛЕКТРОЛІТУ

Визначення. Маса одиниці об'єму розчину сірчаної кислоти; змінюється під час роботи, бо кислота витрачається на розрядження і відновлюється під час зарядження.

В автомобільному транспорті. Заряджена батарея — 1,27–1,28 г/см³, розряджена — 1,10–1,15 г/см³. Вимірюється ареометром, показує ступінь зарядженості кожної банки.

На що зважати. Розряджений електроліт — майже вода і на морозі замерзає, розриваючи корпус. Різниця густини між банками понад 0,02–0,03 г/см³ свідчить про несправність банки.

ЕЛЕКТРОННО-ДІРКОВИЙ ПЕРЕХІД. ДІОД

Визначення. Межа між напівпровідниками р- і n-типу, що має односторонню провідність: пропускає струм у прямому напрямку і майже не пропускає у зворотному.

В автомобільному транспорті. Діодний міст генератора випрямляє змінний струм; діоди захищають блоки керування від переполюсування й сплесків самоіндукції; світлодіоди — у фарах і ліхтарях.

На що зважати. Пробитий діод генератора знижує зарядний струм і дає пульсації напруги; «пробитий» у зворотному напрямку діод розряджає батарею на стоянці.

ТРАНЗИСТОР

Визначення. Напівпровідниковий прилад, у якому малий керувальний струм (або напруга на затворі) керує значно більшим струмом у головному колі.

В автомобільному транспорті. У блоках керування працює як електронний ключ: вмикає форсунки, котушки запалювання, реле, регулює струм збудження генератора.

На що зважати. Транзистор чутливий до перенапруги й перегріву. Коротке замикання в колі навантаження (форсунки, котушки) виводить з ладу вихідний каскад блока керування.

ТЕРМОРЕЗИСТОР

Визначення. Напівпровідниковий резистор, опір якого сильно залежить від температури. У NTC-терморезистора опір з нагріванням зменшується.

В автомобільному транспорті. Датчики температури охолоджувальної рідини, впускного повітря, мастила, палива. Блок керування за їхнім сигналом коригує подачу палива й запалювання.

На що зважати. Датчик перевіряють, порівнюючи вимірний опір з табличною залежністю від температури. Обрив дає блоку керування «дуже холодний двигун» — Perezбагачення суміші.

ЕФЕКТ ХОЛЛА

Визначення. Виникнення поперечної напруги в провідній пластинці зі струмом, розміщеній у магнітному полі, внаслідок дії сили Лоренца на носії заряду.

В автомобільному транспорті. Датчики положення розподільного вала, активні датчики частоти обертання коліс АБС, датчики положення педалі, датчики струму акумулятора.

На що зважати. На відміну від індуктивного, датчик Холла дає сигнал і на нерухомому валу, але потребує живлення. Його перевіряють за наявністю живлення і перемиканням вихідного сигналу, а не омметром.

РЕЛЕ. ЕЛЕКТРОМАГНІТ

Визначення. Реле — електромагнітний вимикач: струм в обмотці створює магнітне поле, що притягує якір і замикає силові контакти.

В автомобільному транспорті. Реле фар, вентилятора, паливного насоса; тягове реле стартера, що вводить шестерню в зачеплення і вмикає пусковий струм. Електромагнітні форсунки й клапани — теж електромагніти.

На що зважати. Клацання тягового реле без обертання стартера зазвичай означає обгорілі силові контакти або розряджену батарею, а не несправність обмотки.

ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ІНДУКЦІЯ. ПРАВИЛО ЛЕНЦА

Визначення. Виникнення ЕРС під час зміни магнітного потоку: $E = -N \cdot \Delta\Phi / \Delta t$. Індукційний струм протидіє зміні, що його спричинила (правило Ленца).

В автомобільному транспорті. Принцип дії генератора, індуктивних датчиків положення колінчастого вала і частоти обертання коліс, електромагнітних сповільнювачів.

На що зважати. Правило Ленца — наслідок закону збереження енергії: потужні споживачі навантажують генератор, а отже, двигун; блок керування підвищує оберти холостого ходу.

САМОІНДУКЦІЯ

Визначення. Виникнення ЕРС у котушці під час зміни струму в ній самій: $E = -L \cdot \Delta I / \Delta t$. Енергія поля котушки $W = L \cdot I^2 / 2$.

В автомобільному транспорті. Корисна в котушці запалювання — дає сотні вольт на первинній обмотці в момент розриву. Шкідлива в обмотках реле і клапанів — сплеск пошкоджує транзистори.

На що зважати. Обмотки реле й електромагнітних клапанів шунтують діодами. Відключення батареї на працюючому двигуні загрожує електроніці сплеском напруги.

ТРАНСФОРМАТОР. КОТУШКА ЗАПАЛЮВАННЯ

Визначення. Пристрій для перетворення змінної напруги: $k = U_1 / U_2 = N_1 / N_2$. Працює лише на змінному або переривчастому струмі.

В автомобільному транспорті. Котушка запалювання — імпульсний підвищувальний трансформатор: після розриву первинного струму на вторинній обмотці виникає до 25–40 кВ для пробоя іскрового проміжку свічки.

На що зважати. Трансформатор не створює енергію: підвищуючи напругу, зменшує струм. Вторинне коло працюючої системи запалювання небезпечне для людини.

ДІЮЧЕ ЗНАЧЕННЯ ЗМІННОГО СТРУМУ

Визначення. Значення постійного струму, що виділяє в резисторі стільки ж теплоти, скільки змінний: $I = I_m / \sqrt{2}$, $U = U_m / \sqrt{2}$.

В автомобільному транспорті. Мультиметр у режимі змінної напруги показує діюче значення; ним оцінюють сигнали індуктивних датчиків і пульсації генератора.

На що зважати. Для несинусоїдальних сигналів (імпульси датчиків, ШІМ-керування) звичайний мультиметр показує неправильно — такі сигнали аналізують осцилографом.

МОДУЛЬ IV. КОЛИВАННЯ, ХВИЛІ ТА ОПТИКА

ВЛАСНА ЧАСТОТА КОЛИВАНЬ

Визначення. Частота вільних коливань системи: для пружинного маятника $\nu = (1/2\pi) \cdot \sqrt{k/m}$, або через статичний прогин $T = 2\pi \cdot \sqrt{x/g}$.

В автомобільному транспорті. Власна частота кузова на підвісці — 1–1,5 Гц, найкомфортніша для людини; частота неопідресореної маси колеса — близько 10–15 Гц.

На що зважати. Жорсткіша підвіска підвищує частоту: краща керованість, гірший комфорт. Додатковий вантаж знижує частоту коливань кузова.

РЕЗОНАНС

Визначення. Різке зростання амплітуди вимушених коливань, коли частота зовнішньої сили наближається до власної частоти системи.

В автомобільному транспорті. Вібрація керма в певному діапазоні швидкостей, втомні тріщини кронштейнів і вихлопної системи; корисний резонанс — у датчику детонації.

На що зважати. Способи боротьби: змінити жорсткість чи масу, збільшити згасання (демпфер, амортизатор), усунути збурювальну силу (балансування).

ЗГАСАННЯ. АМОРТИЗАТОР

Визначення. Зменшення амплітуди коливань через перетворення їхньої енергії на теплоту. Амортизатор — гідравлічний демпфер, що забезпечує згасання коливань підвіски.

В автомобільному транспорті. Без амортизаторів кузов довго розгойдується, а колесо на хвилястій дорозі відривається від дороги й втрачає зчеплення. Стан перевіряють на вібростенді.

На що зважати. Зношений амортизатор погіршує не лише комфорт, а й безпеку: подовжується гальмівний шлях на нерівній дорозі та погіршується стійкість на поворотах.

ДИСБАЛАНС

Визначення. Нерівномірний розподіл маси відносно осі обертання. Незрівноважена маса створює відцентрову силу $F = m \cdot \omega^2 \cdot r$, що змінює напрямок з частотою обертання.

В автомобільному транспорті. Дисбаланс коліс, карданних валів, маховика, колінчастого вала. Колеса балансують на верстаті, встановлюючи тягарці.

На що зважати. Сила зростає з квадратом частоти обертання: на високій швидкості навіть 20–30 г дисбалансу колеса відчуються на кермі й прискорюють зношування підвіски.

РІВЕНЬ ЗВУКУ. ДЕЦИБЕЛ

Визначення. Логарифмічна характеристика інтенсивності звуку: $L = 10 \cdot \lg(I/I_0)$, дБ.

В автомобільному транспорті. Шум у салоні на трасі — 65–75 дБ; шум на робочих місцях ремонтних цехів нормується. Рівень шуму автомобіля перевіряють під час сертифікації й технічного контролю.

На що зважати. Шкала нелінійна: +3 дБ — удвічі більша інтенсивність, +10 дБ — удесятеро. Тривала дія шуму понад 80 дБ потребує засобів захисту органів слуху.

УЛЬТРАЗВУК. ЕХОЛОКАЦІЯ

Визначення. Пружні хвилі частотою понад 20 кГц. Відстань до перешкоди за часом повернення відлуння: $s = v \cdot t/2$.

В автомобільному транспорті. Датчики паркування (близько 40 кГц), ультразвукові товщиноміри кузова й рами, дефектоскопи валів і зварних швів, ультразвукове очищення форсунок.

На що зважати. Бруд, сніг, лід і фарба великої товщини на датчику паркування спотворюють сигнал. У формулі відстані час ділиться на два, бо звук проходить шлях туди й назад.

ПОВНЕ ВНУТРІШНЄ ВІДБИВАННЯ

Визначення. Повне відбивання світла від межі з оптично менш густим середовищем за кутів падіння, більших за граничний: $\sin \alpha_0 = n_2/n_1$.

В автомобільному транспорті. Датчик дощу, світловоди підсвічування панелей, оптичні шини передачі даних мультимедійних систем.

На що зважати. Датчик дощу реагує на зміну умови відбивання, тому заміна лобового скла чи неякісна наклейка в зоні датчика порушують його роботу.

СИЛА СВІТЛА. ОСВІТЛЕНІСТЬ

Визначення. Сила світла — світловий потік в одиниці тілесного кута, кандела. Освітленість — потік на одиницю площі, люкс; від точкового джерела $E = I \cdot \cos \alpha / r^2$.

В автомобільному транспорті. Характеристики фар, які контролюють під час технічного огляду; регулювання світлорозподілу ближнього світла на приладі з екраном.

На що зважати. Освітленість спадає обернено пропорційно квадрату відстані. Установлення в фару лампи, не передбаченої конструкцією, порушує світлорозподіл і осліплює зустрічних водіїв.

ФОТОЕФЕКТ

Визначення. Вибивання електронів з речовини під дією світла: $h \cdot \nu = A + m v^2 / 2$. Внутрішній фотоефект — зростання провідності напівпровідника під дією світла.

В автомобільному транспорті. Фотодіоди й фоторезистори датчиків освітленості (автоматичні фари), датчики сонячного навантаження клімат-контролю, матриці камер систем допомоги водієві.

На що зважати. Фотоефект визначається частотою світла, а не інтенсивністю: існує червона межа. Забруднене скло чи об'єктив «засліплює» оптичні датчики.

МОДУЛЬ V. АТОМНА ТА ЯДЕРНА ФІЗИКА

СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ

Визначення. Визначення хімічного складу речовини за спектром її випромінювання або поглинання; кожен елемент має унікальний лінійчастий спектр.

В автомобільному транспорті. Аналіз відпрацьованого мастила на вміст металів зношування (залізо, мідь, свинець, алюміній, хром) і пилу (кремній); газоаналізатори визначають CO, CO₂, вуглеводні за поглинанням ІЧ-випромінювання.

На що зважати. Інформативна не одна проба, а динаміка: різке зростання вмісту заліза й кремнію вказує на абразивне зношування через негерметичний повітряний тракт.

РЕНТГЕНІВСЬКЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ. ДЕФЕКТОСКОПІЯ

Визначення. Електромагнітне випромінювання з довжиною хвилі приблизно 10^{-8} – 10^{-12} м, що виникає під час різкого гальмування швидких електронів; має велику проникну здатність.

В автомобільному транспорті. Контроль литих деталей (колісних дисків, корпусів, головок блока) і відповідальних зварних швів на наявність раковин, пор, непроварів, тріщин.

На що зважати. Роботи виконують лише в захищених приміщеннях персоналом із допуском. Дефект, орієнтований уздовж променя, на знімку може бути погано помітним.

ЛАЗЕР

Визначення. Джерело когерентного монохроматичного випромінювання з малим розходженням пучка, заснованого на вимушеному випромінюванні атомів.

В автомобільному транспорті. Стенди розвал-сходження, лазерні далекоміри, лідари систем допомоги водієві, лазерне різання й зварювання кузовних деталей.

На що зважати. Лазерне випромінювання небезпечне для очей навіть у відбитому вигляді; дивитися в промінь і на дзеркальні відбиття заборонено.

ПЕРІОД НАПІВРОЗПАДУ

Визначення. Час, за який розпадається половина наявних ядер радіоактивного ізотопу: $N = N_0 \cdot 2^{-(t/T)}$.

В автомобільному транспорті. Визначає строк служби радіоізотопних товщиномірів і рівнемірів, тривалість безпеки від радіоактивного забруднення території й техніки.

На що зважати. Не змінюється ні нагріванням, ні тиском, ні хімічною обробкою. Через два періоди залишається чверть ядер, через три — восьма частина, а не нуль.

ПОГЛИНЕНА ТА ЕКВІВАЛЕНТНА ДОЗА

Визначення. Поглинена доза — енергія випромінювання, поглинена одиницею маси, грей (Гр = Дж/кг). Еквівалентна доза $H = D \cdot k$ враховує біологічну дію, зіверт.

В автомобільному транспорті. Основні величини дозиметричного контролю. Природний фон в Україні — зазвичай 0,10–0,20 мкЗв/год; дозиметр показує потужність еквівалентної дози.

На що зважати. Нормують саме еквівалентну дозу. Коефіцієнт якості альфа-випромінювання — 20, тому альфа-джерела найнебезпечніші при потраплянні всередину організму.

ПРИНЦИПИ РАДІАЦІЙНОГО ЗАХИСТУ

Визначення. Три способи зниження дози: захист часом, захист відстанню і захист екрануванням.

В автомобільному транспорті. Організація робіт поблизу джерел випромінювання; експлуатація техніки в зонах забруднення: герметизація кабіни, захист органів дихання, миття техніки, заміна й утилізація повітряних фільтрів і фільтра салону.

На що зважати. Захист відстанню найдієвіший: подвоєння відстані зменшує дозу вчетверо. Від альфа- і бета-забруднення головне — не допустити потрапляння пилу всередину організму.