

4. ДІАГНОСТИЧНІ ПАРАМЕТРИ, ОСНОВНІ МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ТА НОРМУВАННЯ

4.1. Діагностичні параметри та їх основні характеристики

Діагностичний параметр – це фізична величина, яка має об'єктивну міру (кількісну чи якісну) і характеризує технічний стан об'єкта діагностування у цілому чи є складовою частиною такої оцінки, і може бути виміряна або визначена безпосередньо чи опосередковано.

Об'єктивна міра:

- **кількісна:** гальмівний шлях 14 м; пробивна напруга 9 кВ; тиск в шині 0,75 МПа; частота пробісків покажчика поворотів 1 Гц; тиск повітря у першому контур пневмопривода гальмі 0,72 МПа і т.ін.;

- **якісна:** покажчик поворотів працює або не працює; сигнальна лампа тиску повітря у третьому контурі пневмопривода гальмі горить або не горить (якщо не горить, а тиск у першому та другому контурах в нормі – це означає, що тиск і у третьому контурі в нормі; якщо горить – то це свідчить про відсутність повітря у третьому контурі через непрохідність секції потрійного захисного клапана; якщо горить і тиск у першому і другому контурі – на межі тиску захисту захисних клапанів – то це свідчить про наявність негерметичності пневмопривода).

Характеризує технічний стан:

- гальмівний шлях в нормі - характеризує ефективність гальмування, яка, в свою чергу, комплексно характеризує технічний стан привода і гальмівних механізмів;

- пробивна напруга в нормі – комплексно характеризує технічний стан переривача-розподільника, комутатора, проводу високої напруги; катушки запалювання, свічок та наконечників, зазорів між електродами свічки, рознощика та бокових електродів, тощо;

- тиск в шині характеризує тільки тиск в шині і не характеризує жорсткість шини чи її пошкодження або дефекти (внутрішні відшарування, неоднорідності стінок шини, так зване “яйце” і т.ін.);

Може бути виміряна або визначена безпосередньо чи опосередковано:

- гальмівний може бути виміряний безпосередньо як лінійне переміщення транспортного засобу у процесі гальмування (п'яте колесо оптичного типу) чи опосередковано (п'яте колесо контактного типу – за кількістю повних обертів колеса та кутом його повороту на останньому оберті);

- концентрація СО в газах, що відпрацювали, може бути виміряна за показниками поглинання інфрачервоних променів, або за температурою каталізатора, на якому відбувається опалювання СО і т.ін.

Діагностичні параметри поділяють на:

- параметри робочих процесів (потужність, гальмівний шлях, витрати палива);
- параметри супутніх процесів (вібрація, шуми, нагрівання);

- геометричні величини (зазори, вільний хід, кути встановлення коліс, розміри деталі).

Діагностичні параметри можуть бути:

- випадковими величинами, які можуть змінюватися стрибкоподібно, або приймати випадкові значення у певному діапазоні та бути розподіленими в цьому діапазоні за певним законом розподілу (обумовлені поломками, відказами, висока напруга на свічках запалювання і т.ін.);

(напр., обрив приводного ремня чи повертання вкладиша шийки колінчастого вала;);

- неперервними величинами (плавно змінюються в процесі експлуатації, припрацювання чи зношування);

- дискретними величинами (електричні сигнали комутатора, релейних пристроїв).

Для забезпечення належної достовірності та економічності діагностування діагностичні параметри повинні бути:

- чутливими;
- однозначними;
- стабільними;
- інформативними.

Чутливість діагностичного параметра визначається його відносним змінюванням в межах всього діапазону напрацювання на відказ.

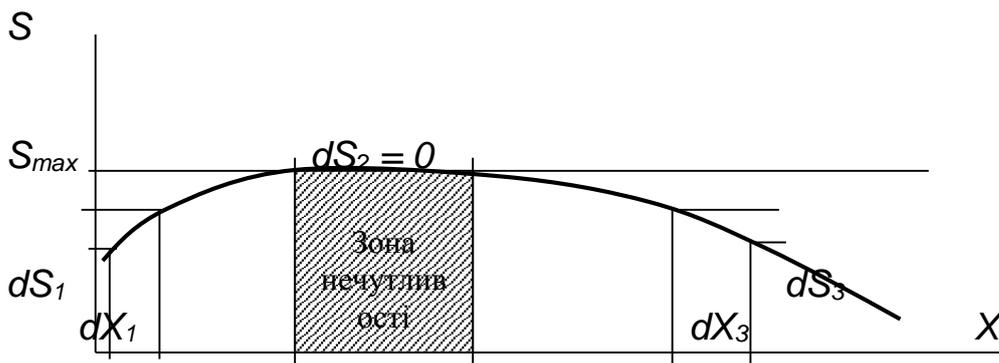
$$\Delta S = \left| \frac{S_z - S_H}{S_H} \right| = \left| \frac{S_z}{S_H} - 1 \right|, \quad (1)$$

де ΔS - відносне змінювання діагностичного параметра;

S_z - граничне значення параметра за наявності несправності;

S_H - номінальне значення діагностичного параметра.

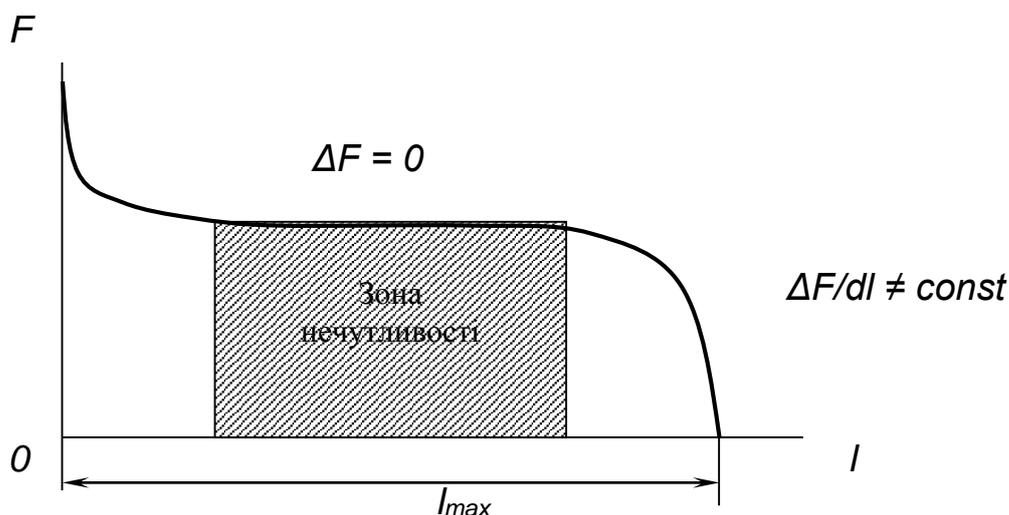
Однозначність діагностичного параметра означає відсутність екстремуму, тобто – переходу від зростання до спадання його значення чи навпаки.



$$\frac{dS_1}{dX_1} > 0, \text{ або } \frac{dS_3}{dX_3} < 0, \text{ тобто, повинно бути виконана умова: } \frac{dS_2}{dX_2} \neq 0$$

Стабільність діагностичного параметра визначається стабільністю його змінювання в межах всього діапазону напрацювання на відказ $\frac{dS_1}{dX_1} = const$

Наприклад, залежність сили F на штоку від ходу штока l гальмівної камери:



Висновок – за значенням гальмівної сили на колесі чи зусилля на штоку зазор між накладкою/барабаном визначити практично неможливо.

Інформативність діагностичного параметра може бути оцінена відносно - відношенням кількості несправностей, які впливають на цей параметр, до загальної кількості можливих несправностей, з точністю до яких забезпечується діагностування. (визначення цього терміна через поняття ентропії чи невизначеності в оцінці технічного стану можете знайти в рекомендованій літературі і я вам його не даватиму і не вимагатиму на залік).

Можливі такі системи діагностування, де відповідність чи невідповідність технічного стану об'єкта діагностування може бути оцінена за одним діагностичним параметром. Відносна інформативність такого параметра дорівнює одиниці

4.2. Нормування діагностичних параметрів

Технічний стан будь-якого об'єкта діагностування як у цілому, такі окремих його складових, можна оцінити кількісно, визначивши значення усіх діагностичних параметрів, які характеризують його технічний стан. Однак, кількісні оцінки незручні у користуванні на практиці.

На практиці для оцінки відповідності/невідповідності технічного стану об'єкта діагностування усю множину можливих технічних станів, у яких він може перебувати, розбивають на дві підмножини. Цей поділ носить

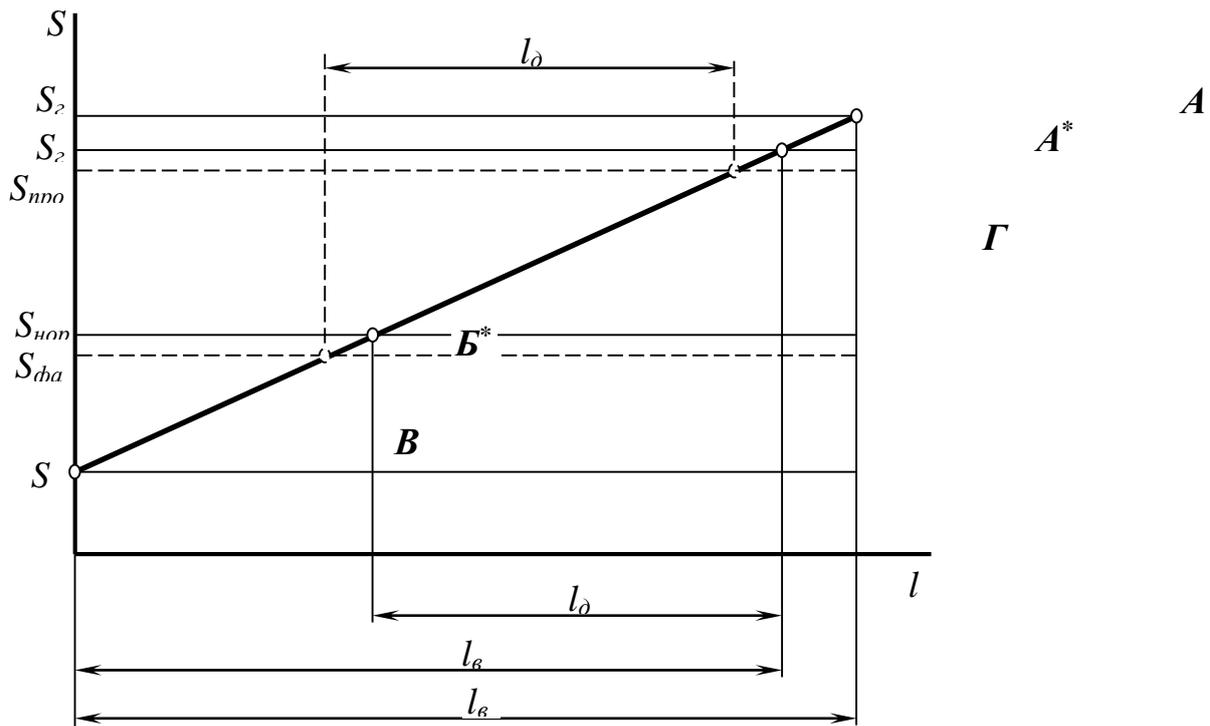
умовний характер і досягається шляхом **нормування значень діагностичних параметрів**.

Можливі такі якісні оцінки відповідності значень параметрів до нормативних вимог:

- більше норми;
- менше норми;
- значно більше норми;
- значно менше норми;
- не в нормі;
- дорівнює нулю;
- за межами діапазону нормативних значень і т.д.

Нормування діагностичних параметрів – досить складна задача. Розглянемо процес її вирішення на одному з прикладів:

Конструкцією забезпечується певне початкове значення нормативу S_n . У процесі експлуатації транспортного засобу відбуваються ряд процесів, які приводять до змінювання значення цього параметра і досягнення його граничного значення S_g . Припустимо, що процес змінювання параметра носить лінійний характер у функції пробігу автомобіля, який проілюстрований на рисунку:



Значення S_g , як правило, встановлюється нормативними документами (точка **A**). Під час вимірювання параметра можливі помилки, обумовлені похибками засобів вимірювальної техніки та методичної складової похибки вимірювань. Для їх врахування нормативне значення параметра встановлюють на рівні S_g^* (точка **A***). Часто розробники нормативних документів враховують можливі похибки в результаті визначення значень параметрів і встановлюють нормативи на рівні S_g^* .

Якщо виміряне значення параметра менше значення граничного S_2^* , то технічний стан за даним параметром оцінюють як задовільний.

Але це не гарантує відповідність технічного стану на протязі пробігу транспортного засобу на протязі пробігу між черговими ТО. Для гарантування відповідності технічного стану до нормативних вимог необхідно врахувати процес змінювання розгляданого параметра у процесі експлуатації (пробігу) l_0 . Для виконання цієї задачі встановлюється значення нормативне значення $S_{норм}$ (точка **Б**^{*}).

Припустимо, що у процесі діагностування, що виконувалось при черговому ТО, визначено значення параметра як $S_{факт}$, що менше від нормативного. Технічний стан за даним параметром оцінюється як задовільний. У процесі експлуатації він змінюється за цією ж лінійною залежністю і до моменту проходження чергового ТО може досягнути прогнозованого значення $S_{прогн}$ (точка **Г**). Це значення вважається незадовільним і транспортний засіб потребує регулювальних чи ремонтних робіт для доведення параметра до нормативного значення. Не обов'язково це значення повинне бути на рівні номінального. Такий процес з застосуванням нормативу $S_{норм}$ забезпечує підтримування технічного стану на рівні нормативних вимог S_2^* на всьому діапазоні пробігу між черговими ТО.

Реальні процеси змінювання технічного стану і діагностичних параметрів практично завжди носять нелінійний характер. Значення діагностичних параметрів носять випадковий характер в певних межах з певною імовірністю. Застосування теорії імовірності і математичної статистики для дослідження і вивчення характеру змінювання технічного стану і значень діагностичних параметрів дозволяє вирішувати розглянуті задачі з заданою імовірністю і достовірністю.

На сьогодні зазначені задачі на автомобільному транспорті практично не вирішуються. У процесі діагностування користуються нормативами, встановленими в державних стандартах, технічних умовах виробників транспортних засобів, установ, які займаються розробленням нормативних документів (Мінтранс України (АТП), Мінсільгосп (зараз Агропром), Укравто (СТО)). На ринку гаражного і контрольно-діагностичного обладнання України досить ходовим товаром є збірники нормативів заводів-виробників транспортних засобів. Як правило, ці нормативи встановлені з врахуванням процесів змінювання технічного стану і забезпечення його на задовільному рівні на протязі пробігу між черговими ТО. Часто у таких збірниках наведені некоректні дані. Кожен, хто серйозно займається питаннями нормування, повинен збирати статистичну інформацію і вміти її обробляти для практичного використання.

4.3. Методи прогнозування змінювання діагностичних параметрів та технічного стану

Методи прогнозування поділяються на три групи:

1. Метод експертних оцінок, суть яких зводиться до узагальнення, статистичної обробки і аналізу думок спеціалістів. (Гоголь)

2. Методи моделювання, що базуються на основних положеннях теорії подібності і складаються з формування моделі об'єкта дослідження, проведення експериментальних досліджень і перерахування добутих значень із моделі на натуральний об'єкт.

3. Статистичні методи, з яких найширше застосовується метод екстраполяції. У його основі лежить закономірності зміни прогнозованих параметрів у часі. Для опису цих закономірностей підбирають по можливості просту аналітичну функцію з мінімальною кількістю змінних.

Найбільш поширені методи статистичного моделювання, коли як базові матеріали використовують результати діагностування. У цьому разі прогноз треба розглядати як імовірнісну категорію.

У проблемі, що розглядається, найважливішим є прогнозування залишкового ресурсу. Найпростішим, наближеним методом його реалізації є лінійне прогнозування, коли зміну параметра залежно від напрацювання вважають лінійною. Залишковий ресурс визначають із виразу

$$t_{зал} = t \frac{P_z - P_{ноч}}{P_t - P_{ноч}} - 1$$

де $t_{зал}$ – залишковий ресурс в годинах напрацювання на відказ або в кілометрах пробігу;

t – напрацювання автомобіля (агрегату) з початку експлуатації або після ремонту чи технічного обслуговування (регулювання);

$P_{ноч}, P_z$ – відповідно початкове і граничне значення параметра;

P_t – значення параметра на момент діагностування.

Прогнозування може мати певні похибки, які можуть бути спричинені недостатньо повною статистичною інформацією, її неоднорідністю, низькою точністю вимірювальних інструментів і приладів, недосконалістю діагностичного обладнання, недостатньою точністю математичної моделі, низькою кваліфікацією діагноста, який збирає статистичні дані та здійснює прогнозування. Допустимі границі похибок визначають залежно від потрібної точності прогнозування.

Економічну оцінку прогнозування виконують на основі витрат матеріальних засобів на дослідження на період прогнозування. Дослідження включають збирання статистичної інформації, її оброблення та оцінку.

Ефективність прогнозування визначають за зміною показника надійності в результаті впровадження тих чи інших рекомендованих засобів її підвищення.