

# ТЕХНІЧНА ДІАГНОСТИКА

## 1. Основні поняття технічної діагностики

**Діагностика** – це галузь науки, яка вивчає різноманітні стани технічного об'єкту, має методики визначення стану технічного об'єкту в даний момент часу, оцінку стану в минулому і майбутньому.

**Технічний стан** машини (вузла, агрегату) оцінюється параметрами, які поділяються на структурні і діагностичні.

**Структурний параметр** – фізична величина, яка безпосередньо характеризує технічний стан (працездатність) машини (наприклад, розміри сполучених деталей і зазори між ними); її визначають прямими вимірами.

**Діагностичний параметр** – фізична величина, яка опосередковано характеризує стан машини (наприклад, кількість газів, що прориваються в картер, потужність двигуна, угар масла, стуки і т.д.); її контролюють за допомогою засобів діагностики. Діагностичні параметри відображають зміну структурних.

Між структурними і відповідними їм діагностичними параметрами існує певна кількісна зв'язків. Наприклад, величина зазорів в сполученнях циліндропоршневих груп (ЦПГ) діагностується за кількістю газів, які прориваються в картер, і чаду картерного масла; величина зазорів в підшипниках колінчатого вала – по тиску в масляній магістралі; ступінь розрідженості акумуляторної батареї – по щільності електроліту.

Кількісною мірою параметрів стану (структурних і діагностичних) є їх значення, які можуть бути номінальними, допустимими, граничними і поточними (рис. 1.1).

**Номінальне значення параметру** відповідає значенню, яке встановлено розрахунком, і гарантується виробником у відповідності до ТУ. Номінальне значення спостерігається у нових і капітально відремонтованих складових частин.

**Допустиме значення** (відхилення) параметра – граничне його значення, при якому складову частину машини після контролю допускають до експлуатації без операцій технічного обслуговування або ремонту. Це значення приводять в технічній документації на обслуговування і ремонт машин. При допустимому значенні параметра складова частина машини надійно працює до наступного планового контролю.

**Граничне значення параметра** – найбільше або найменше значення параметра, яке може мати працездатна складова частина. При цьому подальша експлуатація складової частини або машини в цілому без проведення ремонту неприпустима через різке збільшення інтенсивності зношування сполучень, надмірного зниження економічності машини або порушення вимог безпеки.

**Поточне значення параметра** – значення параметра в кожний конкретний момент часу.

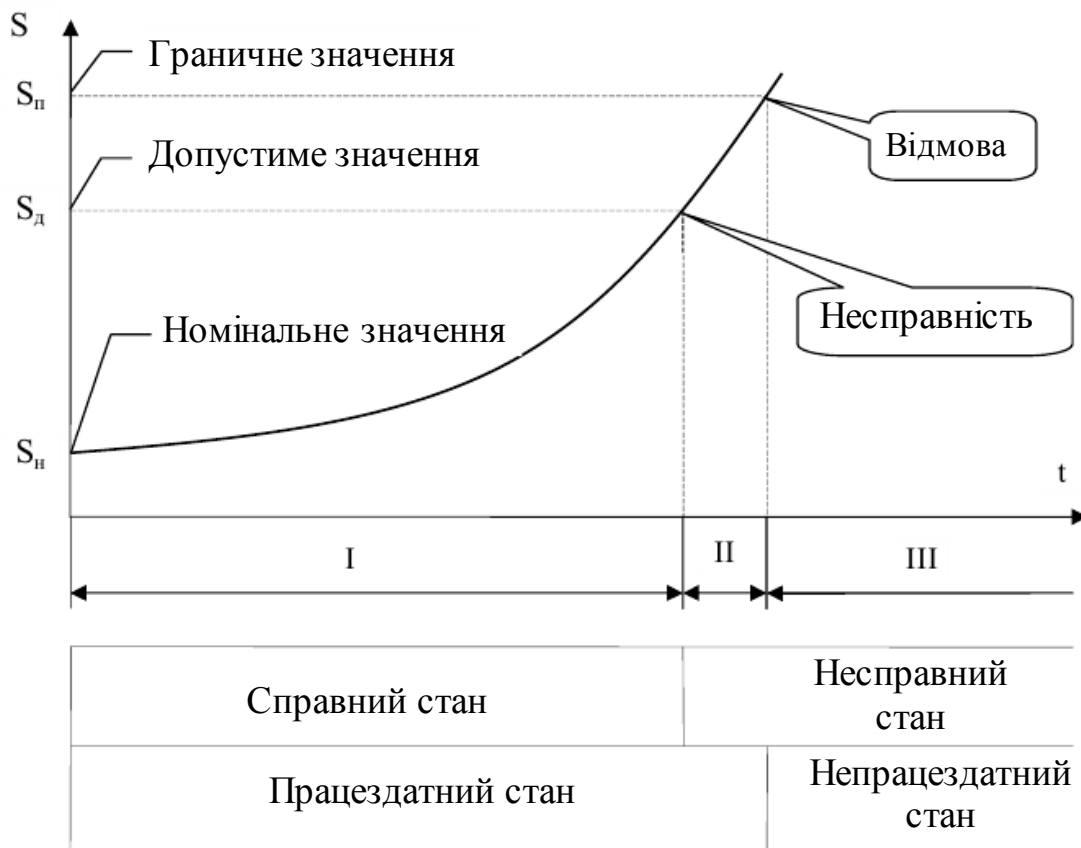


Рис. 1.1 – Визначення понять номінальне, допустиме, граничне значення параметра: I – працездатний і справний стан; II – передвідмовний (працездатний, але несправний) стан; III – непрацездатний (відповідно несправний) стан

*Граничні значення* параметрів стану в залежності від того, на підставі яких критеріїв (ознак) вони встановлюються, поділяються на три групи:

- технічні;
- техніко-економічні;
- технологічні (якісні).

*Технічні критерії* (ознаки) характеризують граничний стан складових частин, коли вони не можуть більше виконувати свої функції через технічні причини (наприклад, граничне збільшення кроку ланцюга понад 40% номінального значення призводить до її прослизання на зірочках і спадання) або коли подальша експлуатація об'єкта призведе до аварійної відмови (наприклад, робота при граничному тиску масла в магістралі призводить до виходу дизеля з ладу).

*Техніко-економічні критерії*, що характеризують граничний стан, вказують на зниження ефективності використання об'єкта внаслідок зміни технічного стану (наприклад, при граничному зносі ЦПГ чад картерного масла збільшується більш ніж на 3,5%, що вказує на недоцільність роботи на такому двигуні).

*Технологічні критерії* характеризують різке погіршення якості виконання робіт з причини граничного стану робочих органів машин.

*За обсягом і характером інформації* діагностичні параметри поділяються:

- а) на загальні (інтегральні);
- б) поелементні.

Загальні параметри – це параметри, що характеризують технічний стан об'єкта в цілому. Вони в більшості випадків не дають відомостей про конкретну несправність машини.

Стосовно до автомобільного транспорту до них відносяться: потужність на ведучих колесах, потужність двигуна, витрата палива, гальмівний шлях, вібрація, шум і т.д.

Поелементні параметри – це параметри, які вказують на цілком конкретну несправність вузла або механізму машини.

## **2. Завдання технічної діагностики**

Основними завданнями технічного діагностування є:

- встановлення виду та обсягу робіт по ТО машини після виконання нею певного напрацювання;
- визначення залишкового ресурсу машини і ступеня її готовності до виконання механізованих робіт;
- здійснення контролю якості профілактичних операцій при проведенні ТО;
- виявлення причин і характеру несправностей, що виникають в процесі використання машини.

Головним завданням технічної діагностики є визначення технічного стану об'єкта (машини) в необхідний момент часу. При вирішенні цього завдання, в залежності від моменту часу, при якому потрібно визначити технічний стан машини, розрізняють три взаємопов'язаних і доповнюючих один одного напрямки:

- технічна діагностика, тобто визначення технічного стану машини, в якому вона знаходиться зараз;
- технічна прогностика, тобто наукове передбачення технічного стану машини, в якому вона виявиться в деякий майбутній момент;
- технічна генетика, тобто визначення технічного стану машини, в якому вона перебувала в певний момент часу в минулому (в технічній літературі часто замість терміна «технічна генетика» використовується термін «ретроспекція»).

*Впровадження технічної діагностики дозволяє:*

- зберегти оптимальні робочі характеристики машини протягом всього терміну служби;
- в 2 ... 2,5 рази знизити простої автомобілів та інших машин з причини технічних несправностей за рахунок попередження відмов;
- в 1,3 ... 1,5 рази збільшити міжремонтне напрацювання складальних одиниць і агрегатів машин;
- ліквідувати передчасні розбирання агрегатів і вузлів і тим самим зменшити інтенсивність зношування деталей, сполучень;
- повністю використовувати міжремонтний ресурс машин, їх вузлів і агрегатів, що забезпечить різке скорочення витрат запасних частин;

- визначити якість ТО і ремонту машини без її розбирання;
- зменшити витрату палива і коштів на утримання техніки.

### 3. Вибір діагностичних параметрів

Вибір діагностичних параметрів здійснюють, як правило, на стадії проектування діагностичної системи, коли відомий об'єкт діагностування і необхідне рішення, за якими параметрами доцільно оцінювати зміну його технічного стану в експлуатації. З метою обґрунтованого вибору діагностичних параметрів системи попередньо встановлюють характер їх зв'язків з параметрами технічного стану (рис. 3.1).

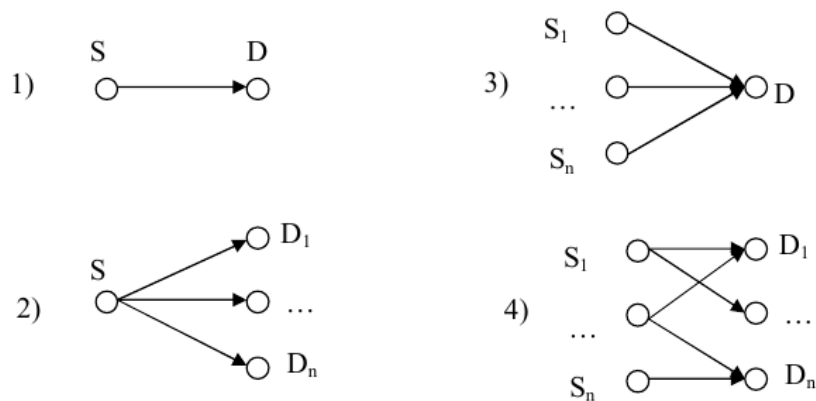


Рис. 3.1. Форми зв'язків структурних і діагностичних параметрів:  
1 – одиничної; 2 – множинної; 3 – невизначеної; 4 – змішаної (комбінованої)

Діагностичними можуть бути параметри, які відносяться до 1-й і (або) 2-ої групи. Параметри 3-ої і 4-ої груп не відповідають умові однозначності і можуть бути використані тільки в якості інтегральних діагностичних показників.

Діагностичні параметри повинні мати наступні властивості (задовольняти основним вимогам):

**1) Однозначність.** Передбачає дотримання умови, коли кожному значенню структурного або функціонального параметра відповідає одне-єдине значення діагностичного параметра.

Так, параметри кривих 1 і 2 (рис. 3.2) не відповідають критерію однозначності.

**2) Стабільність.** Встановлює можливу величину відхилення діагностичного параметра від свого середнього значення, що характеризує розсіювання параметра при незмінних значеннях структурних параметрів і умов їх вимірювання. Чим менше розсіювання, тим вища стабільність. Відбувається це в основному через помилку методу діагностування. Нестабільність діагностичного параметра знижує вірогідність оцінки об'єкта діагностики.

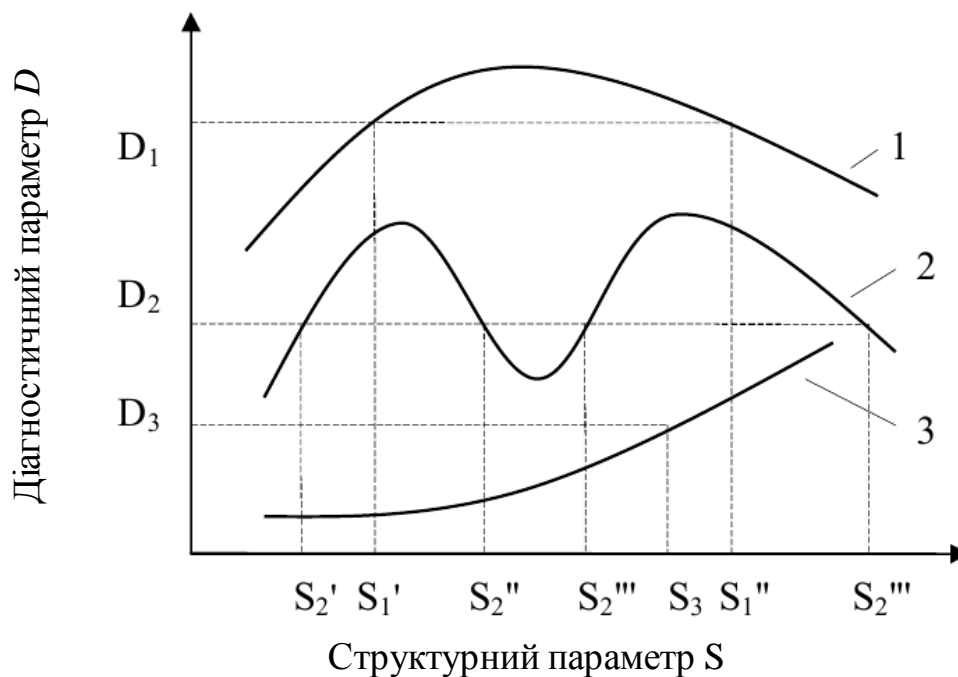


Рис. 3.2 – Вимога однозначності до діагностичних параметрів:  
1, 2 – криві неоднозначної залежності; 3 – крива однозначної залежності

На рис. 3.3 діагностичний параметр № 1 стабільніший, ніж діагностичний параметр № 2 ( $\Delta D_1 < \Delta D_2$ ).

**3) Чутливість.** Чутливість діагностичного параметра характеризується співвідношенням (рис. 3.4)

$$r = \frac{D_{npi} - D_{ni}}{S_{npi} - S_{ni}} = \frac{\Delta D}{\Delta S},$$

де  $D_{npi}$ ,  $D_{ni}$  – номінальне і максимальне значення діагностичного параметра;  
 $S_{npi}$ ,  $S_{ni}$  – номінальне і максимальне значення структурного параметра.

На рис. 3.2 діагностичний параметр № 1 більш чутливий, ніж діагностичний параметр № 2, тому що приріст першого діагностичного параметра ( $\Delta D_1$ ) більший, ніж приріст другого ( $\Delta D_2$ ) при одній і тій же зміні структурного параметра  $\Delta S$ . Властивість чутливості є важливою для оцінки якості діагностичного параметра і служить одним з основних критеріїв при виборі найбільш ефективного методу діагностування.

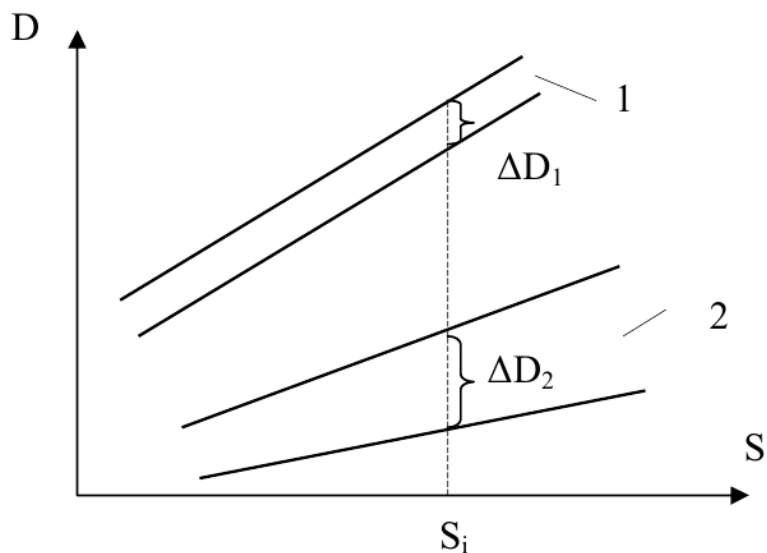


Рис. 3.3 – Вимога стабільності до діагностичних параметрів:  
 1 – більш стабільний діагностичний (рівний коридор розсіювання);  
 2 – менш стабільний діагностичний параметр (зростаючий коридор розсіювання)

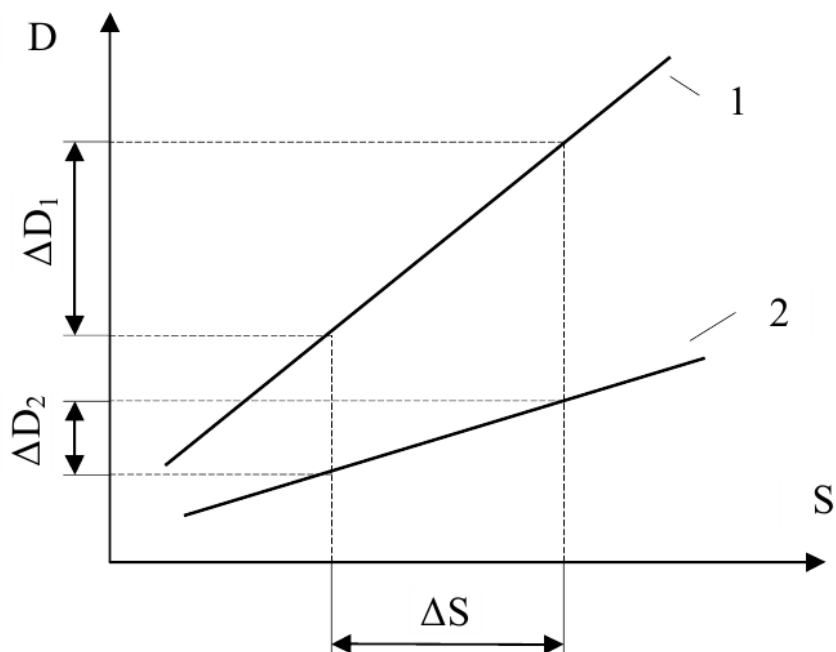


Рис. 3.4 – Вимога чутливості до діагностичних параметрів:  
 1 – більш чутливий діагностичний параметр;  
 2 – менш чутливий діагностичний параметр

**4) Інформативність.** Оцінюється кількістю інформації про технічний стан об'єкта, який містить цей параметр:

$$I_i = H(S) - H_i,$$

де  $H_i$  – ентропія системи після проведення технічного діагностування;  
 $H(S)$  – повна ентропія системи.

$$H(S) = -\sum P_j \log P_j,$$

де  $P_j$  – імовірність виникнення в машині  $j$ -ої несправності, виявленої за допомогою діагностування.

Чим більше інформації про технічний стан системи міститься в діагностичному параметрі, тим менше буде ентропія системи  $H_i$  після діагностування, і отже, тим більше буде інформативність діагностичного параметра  $I_i$ .

**5) Технологічність.** Можливість вимірювання вихідного параметра з мінімальними витратами праці і коштів. Технологічність визначається зручністю підключення діагностичної апаратури, простотою вимірювання і обробки результатів вимірювання. Характеризується трудомісткістю і вартістю діагностування.

#### 4. Закономірності зміни параметрів стану в процесі експлуатації машин

В процесі експлуатації параметри технічного стану машин (а отже, і діагностичні параметри) змінюються відповідно до певних закономірностей. Характер цих закономірностей залежить від експлуатаційних факторів: режимів роботи механізмів, кліматичних умов, дорожніх умов, індивідуальних особливостей водіїв, прийнятої системи технічного обслуговування та ремонтів, характеру процесів зношування елементів і т.д. Закономірності зміни параметрів технічного стану основних елементів машин, як правило, можна віднести до одного з трьох типів (рис. 4.1).

У загальному вигляді з достатньою для вирішення практичних завдань точністю криві зміни параметрів у часі можна описати виразом:

$$Q = V \cdot t^\alpha + Q_0,$$

де  $Q_0$  – початкове значення параметра;  $V$  – коефіцієнт, що характеризує швидкість зміни параметра, що залежить від умов експлуатації та режимів роботи елемента;  $\alpha$  – показник ступеня, що залежить від матеріалу, конструкції і геометричних параметрів елементів; при  $\alpha = 1$  зміна параметра підпорядковується лінійній залежності, при  $\alpha > 1$  швидкість зміни параметра прогресивно зростає, при  $\alpha < 1$  – убуває. Показник ступеня  $\alpha$  для різних елементів машини наведено в табл. 4.1.

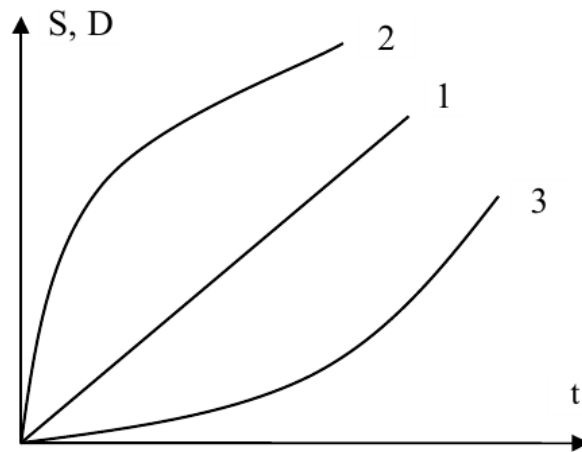


Рис. 4.1 – Основні типи закономірностей зміни параметрів технічного стану в процесі роботи машини: 1 – лінійна;  
 2 – залежність зміни параметру, із швидкістю, що убиває;  
 3 – залежність зі зростаючою швидкістю зміни параметру

Таблиця 4.1.

**Значення коефіцієнта  $\alpha$**

<b>Параметр</b>	<b>Значення <math>\alpha</math></b>
Чад картерного масла	2,0
Ефективна потужність двигуна	0,8
Знос накладок гальм і дисків муфт зчеплення	1,0
Знос зубів шестерень механічних передач	1,5
Запор між клапаном і коромислом механізму газорозподілу	1,0