

Лекція 4

Тема 2. Навантаження елементів машин

2.1. Класифікація навантажень

Навантаження, що сприймає деталь чи вузол в процесі експлуатації машини, називається *робочим*.

Робочі навантаження:

1. *корисні* – сприяють реалізації виробничого процесу; .

2. *власні* – вага, динамічні сили, сили тертя, місцеві контактні сили.

Не всі власні сили шкідливі. В машинах ударної на вібраційної дії сили ваги, інерції використовують для виконання корисної роботи.

За характером зміни в часі:

1. *постійне* (тиск рідини, газу, вага, тощо)

2. *змінне* – спричиняється нерівномірністю робочого процесу (в двигунах), зміна режиму роботи (запуск, гальмування, реверсування тощо), зміною величини сили корисного опору.

Змінне навантаження:

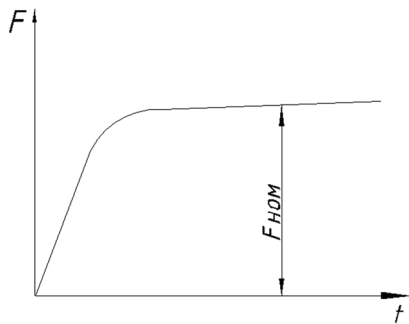
1. *стаціонарне* (стала амплітуда, частота);

2. *нестаціонарне* (змінюється амплітуда і частота)

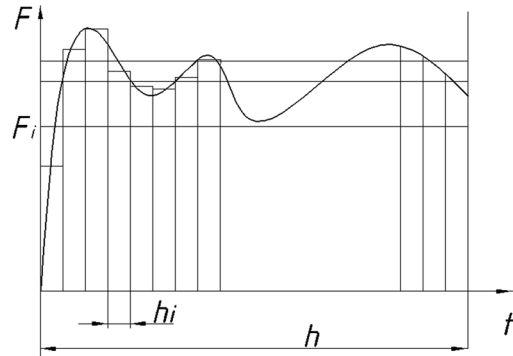
Більшість елементів машин піддається нестаціонарному навантаженню.

У зв'язку з змінним характером робочого навантаження вводиться поняття *номінального* навантаження, за яке приймають максимальне або найбільш тривало діюче навантаження. Вона вважається паспортною характеристикою машини.

2.2. Розподіл навантаження в часі. Циклограма навантаження



Постійне навантаження



Змінне навантаження

Щоб оцінити інтенсивність навантаження і зробити кількісне порівняння різних режимів, будують циклограму навантажень. Для цього розбивають весь строк служби h на окремі періоди – цикли Δh_i , протягом яких, вважають, навантаження не змінюється. Підраховують скільки циклів $n_{ци}$ з'являється певне навантаження F_i протягом усього періоду експлуатації машини і будують циклограму навантажень. Якщо тривалість циклу з однаковим навантаженням гранично зменшити – матимемо плавний характер циклограми.

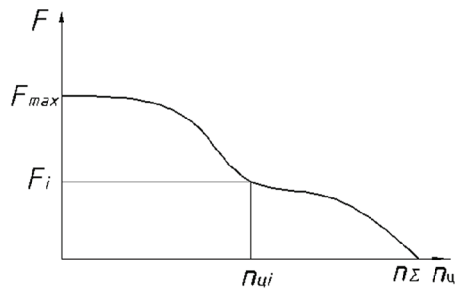
На практиці використовують циклограми навантажень, побудовані в системі відносних величин F_i/F_{max} , $n_{ци}/n_{\Sigma}$

Ці діаграми характеризують відносну інтенсивність режимів .

Так, показаний на рисунку режим 1 більш інтенсивний, чим 2.

Побудова циклограми для машин дуже складний і трудомісткий процес.

На основі аналізу циклограм навантажень різних машин визначені наступні типові режими і відповідні їм циклограми навантажень:



П - постійний режим навантаження (навантаження змінюється у межах до 20% від номінального $F_{ном}$);

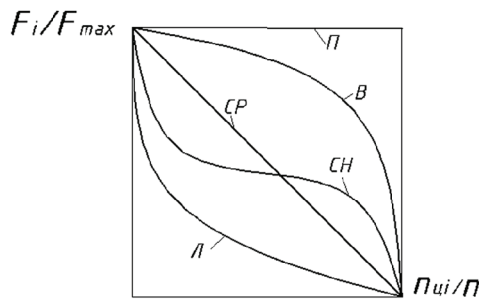
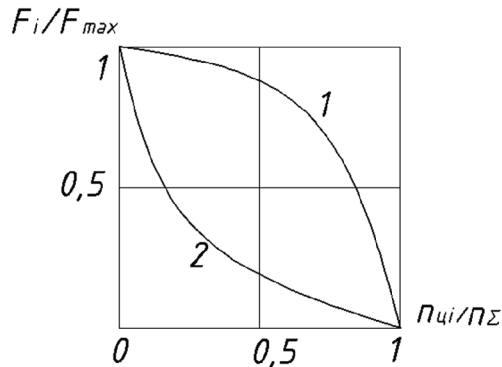
В – важкий;

СР – середній рівноймовірний;

СН – середній нормальний;

Л – легкий.

Відповідність режиму навантаження тієї чи іншої машини одному з типових режимів встановлюють за подібністю форми графіків.



2.3. Шляхи зменшення

навантаження елементів машин.

1.

2. Використання легких сплавів або пластмас, використання міцних матеріалів – зменшуються навантаження динамічні і спричинені власною вагою.

3. Зменшення динамічного навантаження за рахунок використання спеціальних пружних демпферів та гасіїв коливань (наприклад, пасова передача), динамічним балансуванням обертових деталей

4. Перехід на машини неперервної дії (електродвигуни, турбіни замість ДВЗ, відцентрові насоси замість поршневих)

2.4. Еквівалентне і розрахункове навантаження

Еквівалентним називається таке стале навантаження, яким можна замінити діюче змінне навантаження, вважаючи, що у відношенні відповідних критеріїв надійності вони еквівалентні.

Еквівалентне навантаження визначається за формулою

$$F_E = F_H * K_L,$$

F_H – номінальне навантаження;

K_L – коефіцієнт довговічності, що залежить від графіка зміни робочого навантаження і від того, яке навантаження взяте за номінальне.

Розрахункове навантаження – навантаження, за яким визначають розміри деталей. Залежить не тільки від величини і характеру зміни робочого навантаження але й від особливостей його передачі вздовж силового ланцюга:

$$F_P = F_E * K_D * K_K * K_Y;$$

K_D – коефіцієнт динамічності, враховує динамічність навантаження, пов'язане з нерівномірністю руху (пуском, гальмуванням, типом двигуна тощо);

K_k – коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаження по контактуючих поверхнях;

K_y – коефіцієнт, що враховує умови передачі навантаження (тертям, зачепленням і т.д.).

В попередніх спрощених розрахунках часто за розрахункове приймають номінальне навантаження.