

Конспект лекцій

ЛЕКЦІЯ 1

Вступ

У багатьох галузях народного господарства виробничі процеси здійснюються машинами. Сучасні машини багаторазово підвищують продуктивність фізичної і розумової праці людини. Машини настільки міцно ввійшли в життя суспільства, що в даний час важко знайти такий предмет або продукт споживання, який був би виготовлений або доставлений до місця споживання без допомоги машин. Без машин неможливий сучасний розвиток науки, медицини, мистецтва які потребують сучасних інструментів і матеріалів, були б не можливі швидкі темпи будівництва, а також не могли б задовольнятися споживчі потреби населення в предметах широкого споживання.

Конструкції машин неперервно вдосконалюються згідно з вимогами експлуатації та виробництва, а також на основі можливостей, що виявляються з розвитком науково-технічних досліджень, з появою нових матеріалів і способів надання їм потрібних форм та властивостей.

Машиною називається механічний пристрій, виконуючий рух для перетворення енергії, матеріалів або інформації з метою заміни або полегшення фізичної і розумової праці людини.

В залежності від функціонального призначення машини діляться на класи: *машини-двигуни* – енергетичні машини призначенні для перетворення любого вида енергії в механічну (ДВЗ, електродвигуни і т.п.); *технологічні машини*, призначенні для змінювання розмірів, форми, властивостей або стану предмета (металорізальні верстати, преси, машини харчової та хімічної промисловості); *транспортні машини*, призначенні для переміщення людей, вантажів (автомобілі, ескалатори, транспортери, підйомні крани і т.п.); *обчислювальні машини* ЕОМ, комп'ютери, тощо.

Метою курсу "Основи конструювання автомобіля" є вивчення будови машини, принцип роботи, розрахунки і проектування деталей машин, вузлів і механізмів транспортних засобів. Вивчаються кінематичні розрахунки, основи розрахунків на міцність і жорсткість, методи конструювання, раціональний вибір матеріалів і способи з'єднання деталей.

Задача курсу "Основи конструювання автомобіля" : отримати знання з методики проведення розрахунку і конструювання деталей, складальних одиниць колісних транспортних засобів для заданих умов та режимів їх роботи; вивчити методи, правила і норми проектування машинобудівних об'єктів за критеріями виготовлення надійних і економічних конструкцій.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ПРО ПРОЕКТУВАННЯ ТА КОНСТРУЮВАННЯ МАШИН

Інженерне проектування – це неперервний процес, у якому наукова і технічна інформація використовується для створення нового приводу, машини або системи, що дають суспільству певну користь.

Конструювання – створення конкретної однозначної конструкції об'єкта згідно з проектом. Конструкція – це будова, взаємне розміщення частин і елементів будь-якого предмета, машини, приладу, яка визначається його призначенням. Конструкція передбачає спосіб з'єднання, взаємодію частин, а також матеріал, з якого виготовляються окремі елементи. Конструювання базується на результатах проектування й уточнює всі інженерні рішення, прийняті при проектуванні.

Проектування і конструювання мають одну мету – створення нового виробу, який ще не існує або існує в іншій формі і має інші розміри. (перестановка складових частин, заміна їх іншими елементами чи надання їм іншої форми).

Основні етапи створення технічних об'єктів

Процес створення нової машини, приладу або споруди можна розділити на ряд етапів. Це дозволяє контролювати і затверджувати проекти на різних стадіях їхньої розробки.

Практикою вироблена така послідовність проектування і конструювання:

Технічна пропозиція – початкова стадія проектування, яка є відповіддю проектувальника на поставлену задачу, вимоги й обмеження, що наведені в технічному завданні. Запропоновані один або кілька варіантів об'єкта ретельно обґрунтовуються з використанням для цього теоретичних розрахунків і аналізу, а також практичного досвіду.

Ескізний проект. На цьому етапі проводиться конструкторське опрацювання оптимального варіанта до рівня принципових конструкторських рішень, які дають загальне уявлення про будову і принцип роботи об'єкта. У ескізному проекті закладаються основи *використання типових стандартизованих і уніфікованих складових частин технічного об'єкта*.

Технічний проект виконується після ескізного проектування і містить сукупність конструкторських документів, які відображають повне технічне розв'язування проблеми. У технічному проекті повинні бути розв'язані всі питання забезпечення високого технічного рівня створюваного об'єкта в процесі його виготовлення, складання, випробування та експлуатації.

Робоча конструкторська документація потрібна для забезпечення можливості виготовлення дослідного зразка або початкової серії спроектованого виробу.

Види виробів та їхні характеристики

Поняття «виріб» має широкий діапазон значень. До поняття «виріб» належать і технічні об'єкти.

Технічним об'єктом називають створений людиною реально існуючий пристрій, призначений для задоволення певної потреби.

Під виробом розуміють усі об'єкти матеріального виробництва і їхні складові частини: різні машини, апарати, прилади, ручні знаряддя праці та ін. Стандарт установлює такі види виробів: деталі, складальні одиниці, комплекси, комплекти.

Деталь – виріб, виготовлений із матеріалу однієї марки без використання складальних операцій або з використанням місцевих з'єднувальних операцій (зварювання, паяння, склеювання), чи виконанням декоративного або захисного покриття. Приклади деталей такі: вал, виготовлений з одного матеріалу; трубка, виготовлена зварюванням аркушового матеріалу; гайка, покрита хромом.

Складальна одиниця – виріб, складові частини якого підлягають з'єднанню між собою на підприємстві за допомогою складальних операцій (згинчування, зварювання, паяння, пресування тощо). До складальних одиниць також відносять: вироби, для яких конструкцією передбачене розбирання на складові частини, наприклад для зручності монтажу, контролю, обслуговування; сукупність складальних одиниць або деталей, які мають загальне функціональне призначення, наприклад двигун чи колесо в автомобілі.

Комплекс – виріб, який складається з кількох окремих виробів, не зв'язаних на підприємстві, яке його виготовляє, складальними операціями, але призначених для виконання взаємопов'язаних експлуатаційних функцій. Приклади комплексів такі: цех–автомат для виготовлення певних виробів; роботизована ділянка для термообробки деталей.

Комплект – кілька виробів загального функціонального призначення допоміжного характеру, не з'єднаних на підприємстві складальними операціями. Приклади такі: комплект запасних частин; комплект інструментів; комплект вимірювальної апаратури.

Види і комплектність конструкторських документів

Види і комплектність конструкторських документів на виробі всіх галузей промисловості встановлює ДСТУ ГОСТ 2.104:2006.

До конструкторських документів належать графічні і текстові документи, які визначають склад і будову виробу і вміщують потрібні дані для його виготовлення, контролю, приймання, експлуатації і ремонту. Наведені деякі види конструкторських документів.

Креслення деталі – графічний документ, який містить зображення деталі й інші дані для її виготовлення і контролю.

Складальне креслення – графічний документ, який містить зображення складальної одиниці й інші дані, потрібні для її складання (виготовлення) і контролю.

Креслення загального вигляду – графічний документ, який визначає конструкцію виробу та взаємодію його основних складових частин і пояснює принцип роботи виробу.

Габаритне креслення – графічний документ, в якому дається контурне (спрощене) зображення виробу з габаритними, монтажними і приєднувальними розмірами.

Схема – графічний документ, на якому у вигляді умовних зображень або позначень показані складові частини виробу і зв'язки між ними. Схеми бувають кінематичні, гідравлічні, пневматичні, електричні та ін.

Специфікація – текстовий документ, який визначає склад складальної одиниці, комплексу чи комплекту.

Пояснювальна записка – текстовий документ, який містить опис будови і принципу дії спроектованого виробу, а також обґрунтування технічних і техніко-економічних рішень, прийнятих при розробці виробу.

Розрахунок – текстовий документ, який містить розрахунки параметрів і характерних величин виробу, наприклад кінематичний розрахунок, розрахунок розмірних ланцюгів, розрахунок на міцність та ін.

Інструкція – текстовий документ, який містить вказівки і правила для виготовлення або експлуатації виробу.

Для різних стадій, або етапів, проектування та конструювання технічних об'єктів обов'язковою є розробка тих чи інших конструкторських документів. Більш детальна потрібна номенклатура конструкторських документів на виробі інших галузей промисловості наведена у відповідних стандартах. Ця номенклатура повинна узгоджуватись із замовником проектних робіт.

Загальні вимоги до машин та їхніх елементів

Якість машин, приладів та інших технічних об'єктів, а також їхніх окремих складальних одиниць і деталей залежить від деяких загальних вимог, які повинен задовольняти створюваний об'єкт. Розглянемо загальні вимоги, які треба брати до уваги на всіх етапах і стадіях проектування та конструювання машин.

Роботоздатність – поняття, що визначає такий стан машини або довільної її складальної одиниці чи деталі, при якому вона здатна виконувати задані функції з параметрами щодо вимог технічної документації із збереженням міцності, незмінності форми і розмірів, стійкості проти спрацювання, потрібної жорсткості, тепло- і вібростійкості. Ці показники роботоздатності, порушення яких спричинює вихід з ладу машини чи деталі, називають критеріями роботоздатності.

Роботоздатність деталей машин забезпечується наданням їм відповідних розмірів і форм, раціональним добром матеріалів для виготовлення їх з використанням зміцнюючих технологій, застосуванням антикорозійного

захисту і відповідного змащування. Роботоздатність машин та їхніх деталей може бути оцінена розрахунком або експериментально.

Високі експлуатаційні показники машини оцінюють існуючими зразками подібних машин. При збереженні або зменшенні маси і габаритних розмірів нова машина повинна забезпечувати більш високі продуктивність і ККД, менше споживання енергії, підвищену точність, менші затрати праці на обслуговування і ремонт тощо. Всього цього можна досягнути вдосконаленням конструктивної схеми машини, раціональним вибором основних параметрів і конструктивних форм, використанням автоматичних систем для регулювання і керування машиною та забезпеченням оптимізації робочого режиму.

Висока надійність – властивість машини, складальної одиниці або деталі виконувати задані функції, зберігаючи при цьому свої експлуатаційні показники в допустимих межах, протягом наперед заданого проміжку часу. Показником надійності може бути ймовірність безвідказної роботи машини в призначеному інтервалі часу. Чим ближче ймовірність безвідмовної роботи до одиниці, тим вище надійність конструкції.

Безпечність в експлуатації характеризує придатність конструкції машини до нормальної експлуатації протягом визначеного технічною документацією строку служби без аварійних руйнувань, небезпечних для обслуговуючого персоналу, виробничого обладнання, а також інших суміжних об'єктів.

Технологічність і економічність конструкції машини чи деталі – це найбільша простота і найменші матеріальні затрати при виготовленні. При розробці проекту треба надавати виробу такі конструктивні форми і розміри, а також використовувати для його виготовлення такі матеріали і методи їхньої обробки, які забезпечували б мінімальну масу і витрати матеріалу, найбільш спрощене і економне виробництво з урахуванням загального обсягу виготовлення виробів.

Екологічність машини – здатність її виконувати свої функції без шкідливого впливу на навколишнє середовище. Екологічність при проектуванні і конструюванні досягається такими заходами використанням технологічно чистих джерел енергії, запобіганням шкідливого забруднення виробничих приміщень, нейтралізацією продуктів робочого процесу машини, відповідною герметизацією робочих об'ємів машини, використанням матеріалів для деталей із урахуванням можливості їх утилізації після виходу з ладу, забезпеченням виконання функції машини з низьким рівнем шуму та вібрації.

Усі ці вимоги в значній мірі взаємопов'язані, і лише повне задоволення їх дає можливість досягнути високої якості машин при проектуванні і конструюванні.

Розрахунки при проектуванні і конструюванні

Проектування і конструювання машин нерозривно пов'язані з розрахунками, за допомогою яких встановлюються технічна характеристика, кінематичні параметри, розміри і форма навантажених деталей, запас міцності, довговічність для всіх умов експлуатації і для всіх навантажень. Розрахунки і конструювання поєднані між собою. Ці творчі процеси завжди коректують і доповнюють один одного. Розрахунки вказують шлях, за яким треба рухатися в напрямі найкращого технічного результату.

У проектуванні використовують такі види розрахунків: геометричні (розрахунок розмірних ланцюгів, координат, зазорів); кінематичні (розрахунок переміщень, швидкостей, прискорень, передаточних чисел кінематичних ланцюгів та ін.); динамічні (розрахунок навантажень деталей і їхніх змін у часі); розрахунки на міцність та жорсткість (визначення напружень та деформацій елементів машини в робочих режимах); енергетичні (розрахунки затрат енергії, параметрів енергетичного балансу); техніко-економічні (розрахунки продуктивності, вартості, ефективності використання). Якщо кінематичні і геометричні розрахунки, а також розрахунки на міцність та жорсткість відповідальних елементів машини виконуються з достатньою точністю, то

інші розрахунки на початковому етапі більш або менш умовні. Це пояснюється тим, що в процесі проектування і конструювання деякі дані, які використовуються в розрахунках, є попередніми і в деякій мірі наближеними. На кінцевій стадії проектування і конструювання всі потрібні види розрахунків повинні виконуватись із достатньою точністю.

Той чи інший розрахунок треба виконувати за такою схемою: а) підбір вихідних даних для розрахунку; б) складання розрахункової схеми; в) визначення основних критеріїв роботоздатності об'єкта розрахунку; г) безпосереднє виконання розрахунку; д) формулювання висновків і заключень.

Розрахунки на міцність та жорсткість залежно від їх місця в усьому процесі проектування і конструювання поділяють на проектні та перевірочні.

Проектні розрахунки використовують для визначення вихідних розмірів деталей чи їхніх елементів, до того ж ці розрахунки в більшості ві падків виконують за спрощеними методиками. Розміри, здобуті в проектному розрахунку, – це основа для вибору форми деталі та її конструктивних елементів і подальшої ув'язки з іншими деталями в конкретному вузлі машини. Інколи доцільно вибирати конструктивну форму і розміри деяких деталей машин, керуючись досвідом проектної роботи або беручи до уваги відомі подібні елементи машини, що перевірені в експлуатації.

Перевірочні розрахунки є обов'язковими і найбільш точними. Вони виконуються за потрібними критеріями роботоздатності на кінцевих етапах проектування і конструювання для всіх відповідальних деталей машин. Якщо форма і розміри деталі не відповідають критеріям міцності чи жорсткості, то змінюють її розміри або конструкцію і повторюють розрахунок. Для деталей високого ступеня відповідальності або деталей складної форми з точно не встановленим характером навантаження доцільно проводити експериментальну перевірку розрахунків.

НАВАНТАЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ МАШИН

Загальні відомості про навантаження

Навантаження, які діють на окремі елементи машини, поділяють на корисні та власні (шкідливі).

К о р и с н і н а в а н т а ж е н н я сприяють реалізації машиною виробничого процесу.

В л а с н і н а в а н т а ж е н н я неминуче супроводжують роботу машини і в основному складаються із власної ваги окремих ланок, динамічних сил, сил тертя в з'єднаннях і місцевих сил, спричинених концентрацією навантаження на поверхні контакту деталей. Природно, що не всі сили власної ваги і динамічні сили шкідливі. В машинах ударної (молотах) і вібраційної дії динамічні навантаження використовують для здійснення корисного робочого процесу. Власна вага може також виконувати позитивну роль (наприклад, противага в підйомно–транспортних машинах) або здійснювати робочі функції (у гиревих приладах часу).

За характером зміни в часі навантаження в машинах поділяють на постійні і змінні.

П о с т і й н і н а в а н т а ж е н н я – це в більшості випадків сили тиску рідини або газу, навантаження від початкового попереднього напруження деталей при їх з'єднанні в процесі складання, а також власна вага. До цих же навантажень належать і постійні протягом значного періоду або циклу роботи навантаження, характерні для робочого режиму експлуатації машини. Власна вага має основне значення в транспортних і підйомно–транспортних машинах, в установках для буріння глибоких свердловин та інших машинах. Такі навантаження суттєві для опор важких зрівноважених роторів.

З м і н н і н а в а н т а ж е н н я можуть бути спричинені нерівномірністю робочого процесу в машинах–двигунах (наприклад, у двигунах внутрішнього згорання); внутрішньою динамікою роботи

(запуск у роботу, гальмування, реверсування, неврівноваженість, неточність виготовлення); зміною робочого процесу машини через збільшення чи зменшення сил корисного опору та ін.

Змінні навантаження можуть бути стаціонарними або нестаціонарними. Нестаціонарні – це навантаження із змінними параметрами (амплітудою і частотою). Значна кількість машин працює в умовах нестаціонарного навантаження їхніх елементів.

Розглянемо навантаження, які діють у широко розповсюджених машинах – автомобілях і металообробних верстатах.

Зміна навантаження деталей автомобіля може бути спричинена завантаженням кузова (часткова чи повна), поздовжнім профілем дороги (піднімання, опускання чи горизонтальні ділянки), видом та якістю покриття дороги, режимом руху автомобіля (гальмування, зупинка чи процес набирання швидкості) та ін.

Універсальні металообробні верстати, які становлять значну більшість парку верстатів, можуть працювати так: на обдиранні чи на кінцевих фінішних операціях; в умовах індивідуального чи серійного виробництва; обробляти великогабаритні чи дрібні деталі з різних матеріалів. При цьому характерними є часті запуски чи зупинки двигуна, використання різних інструментів, зміна різальних властивостей інструментів тощо. Обертові моменти на шпинделі таких верстатів можуть змінюватись у сотні разів.

На практиці машини з постійним навантаженням зустрічаються рідко. До них належать машини з постійним робочим режимом роботи (наприклад, насосні станції) або машини, в яких рідко змінюється робоче навантаження до 20 % від номінального.

Розподіл навантаження в часі та типові режими навантаження елементів машин

Навантаження елементів машини може бути постійним у часі або змінюватись у широких межах протягом усього періоду експлуатації машини. Покажемо можливий характер зміни навантаження у вигляді графіків, побудованих у системі координат навантаження F (або обертовий момент T) – час t .

На рис. 2.1, а зображений графік постійного навантаження. В момент пуску машини навантаження F спочатку швидко зростає, а потім практично залишається постійним протягом значного часу, набуваючи номінального значення $F_{ном}$, яке є вихідним для виконання розрахунків на міцність.

Для багатьох машин характерним є змінне навантаження протягом усього періоду експлуатації (рис. 2.1, б).

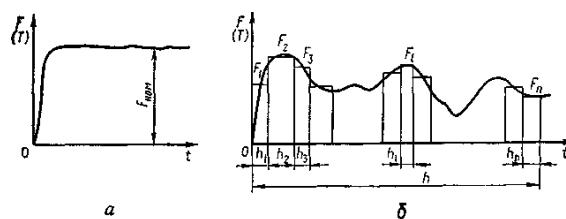


Рис. 2.1. Зміна навантаження в часі

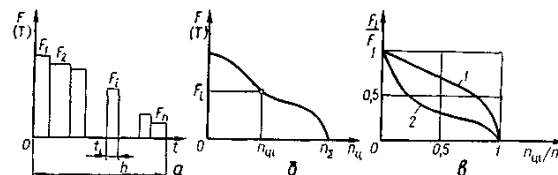


Рис. 2.2. Циклограми навантаження елементів машин

Щоб оцінити інтенсивність такого складного режиму навантаження і зробити кількісне порівняння різних режимів навантаження елементів машини, треба поділити весь строк служби h на окремі періоди роботи, або цикли h_i , протягом яких навантаження F наближено зберігається постійним. Якщо впорядкувати всі цикли роботи

машини за зменшенням навантаження, то можна здобути циклограму навантаження елементів машини протягом заданого періоду її експлуатації (рис.2.2 а). Тривалість циклу роботи машини з однаковими навантаженнями можна гранично зменшити, що дозволить характеризувати режим навантаження більш точно. У цьому разі матимемо не ступеневий, а плавний характер циклограми навантаження, до того ж її можна побудувати в системі координат навантаження F – число циклів n_{Σ} появи навантаження даного рівня (рис. 2.2, б). Навантаження різних рівнів відбувається за сумарне число циклів n_{Σ} роботи машини. За циклограмою на рис 2.2, б можна стверджувати, що навантаження рівня F_i з'являється $n_{\Sigma i}$ разів протягом усього періоду експлуатації машини.

На практиці можна використовувати циклограми навантаження, що побудовані в системі координат відносних величин F_i/F (T_i/T) і $n_{\Sigma i}/n_{\Sigma}$. Такі циклограми показані на рис.2.2,в. Вони побудовані для різних режимів навантаження елементів машини і дозволяють характеризувати відносну інтенсивність цих режимів. Так, режим за графіком 1 є більш інтенсивним, ніж режим навантаження за графіком 2, бо для режиму 1 переважають навантаження більш високого рівня.

Побудова циклограми навантаження елементів конкретної машини – дуже складний і трудомісткий процес. Для цього треба зареєструвати неперервний характер зміни навантаження протягом значного періоду експлуатації машини. Така реєстрація виконується спеціальною апаратурою із записом навантаження на магнітну стрічку або за осцилограмами. Подальша статистична обробка зареєстрованих навантажень дозволяє побудувати циклограму навантаження конкретної деталі.

У нашій країні і за кордоном стосовно технологічних і транспортних машин, таких як металообробні верстати, автомобілі, трактори, гірничі і підійомно–транспортні машини, екскаватори, сільськогосподарська техніка та ін., проведене вивчення навантажень у функції часу і накопичена деяка узагальнена інформація про діючі навантаження. Це дало можливість дістати типові режими навантаження машин за відомими із курсу теорії ймовірностей законами розподілу випадкових величин.

На рис. 2.3 наведені графіки типових режимів навантаження машин, що побудовані в системі відносних координат F_i/F і $n_{\Sigma i}/n_{\Sigma}$. Тут взято такі позначення: П – постійний режим навантаження; В – важкий режим; СР – середній рівноймовірний режим; СН – середній нормальний режим, Л – легкий режим навантаження.

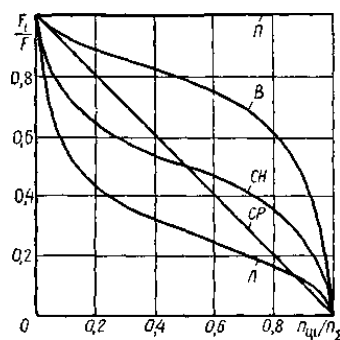


Рис. 2.3. Графіки типових режимів навантаження елементів машин

Для важкого режиму характерний високий рівень навантаження протягом значного періоду експлуатації машини, а для легкого режиму – низький рівень навантаження протягом цього ж періоду.

Гірничі машини здебільшого експлуатуються при важкому режимі навантаження, а транспортні – при середньому рівноймовірному або середньому нормальному. Для металообробних верстатів характерним є легкий режим навантаження. Різні види підійомно–транспортного обладнання можуть працювати на режимах навантаження від легкого до важкого.

Постійний режим є найнапруженішим, бо машина протягом практично всього періоду її експлуатації знаходиться під дією постійного номінального навантаження. За постійний режим навантаження можна брати такий режим, за яким навантаження елементів змінюється у межах до 20 % від номінального $F_{\text{ном}}$. На практиці постійний режим навантаження зустрічається значно рідше, ніж інші.

При побудові графіків типових режимів навантаження F є максимальним, довгочасно діючим. Довгочасно діючими навантаженнями називають такі навантаження із їхнього загального спектра, сумарне число появи яких $n_d \geq 5 \cdot 10^4$. Максимальні навантаження F_{max} для яких число появи за час експлуатації машини $n_d < 5 \cdot 10^4$, вважають короткочасно діючими і при розрахунку деталей на втому до уваги не беруть. За цими навантаженнями виконують розрахунки деталей на статичну міцність. Відповідність режиму навантаження тієї чи іншої машини або деталі одному з типових режимів на рис.2.3 встановлюється за подібністю форми графіків і за середнім значенням навантаження. За розрахунковий треба брати типовий режим, який найбільш близький до фактичного в області навантажень високого рівня.

Шляхи зменшення навантаження елементів машин

Для зменшення навантажень, що діють у машинах на окремі деталі, можна рекомендувати деякі заходи. Навантаження, що спричинені власною вагою, можуть бути суттєво зменшені раціональним вибором матеріалів. Наприклад, для слабонавантажених деталей замість сталей та чавуну можна використовувати легкі сплави або пластмаси. Масу відповідальних та сильнонавантажених деталей можна зменшити вибором міцніших матеріалів, які забезпечують менші розміри деталей.

Навантаження, що виникають від початкового попереднього напружування деталей при складанні їх, можна обмежити за допомогою активного контролю цих навантажень. Наприклад, затяжку болто вого з'єднання треба здійснювати ключем граничного моменту, а напресовування деталей – контрольованим зусиллям. Навантаження, що виникають від зміни температурних умов експлуатації машини, можна зменшити деякими конструктивними заходами.

Значної уваги слід надавати зменшенню динамічних навантажень, що можна досягти зниженням рівня чи запобіганням появи зовнішніх та внутрішніх збурюючих факторів, вдосконаленням схеми машини в динамічному відношенні, використанням спеціальних пружних демпферів та гасіїв коливань, запобіжних пристроїв.

Збурюючі фактори можна зменшити перш за все використанням двигунів із постійним робочим процесом (електродвигуни, турбіни) або забезпеченням неперервних та рівномірних робочих процесів машин. У машинобудуванні має місце закономірна тенденція переходу на машини неперервної дії: поршневі насоси замінюють відцентровими, стругальні верстати – фрезерними, замість ковшових екскаваторів застосовують роторні та ін.

Динамічні навантаження в машинах можна зменшити використанням пружних, фрикційних та запобіжних муфт, підвищенням точності виготовлення деталей, динамічним балансуванням обертових елементів.

Основні механічні характеристики матеріалів

Основні механічні характеристики машинобудівних матеріалів потрібні конструктору для виконання розрахунків роботоздатності деталей машин, а деякі з них використовують для призначення технології виготовлення деталей. Механічні характеристики матеріалів визначають лабораторними випробуваннями зразків матеріалів і наводять у відповідній довідковій літературі.

До основних механічних характеристик матеріалів належать такі:

границя міцності σ_B , МПа – напруження в зразку матеріалу при найбільшому розтягальному навантаженні, якому передують руйнування зразка;

границя текучості σ_T , МПа – найбільше напруження, при якому зразок деформується без значного збільшення розтягального навантаження;

границя витривалості σ_R , МПа – найбільше напруження, при якому зразок витримує без руйнування задану кількість циклів зміни напруження, що вибирають за базу випробувань;

відносне видовження δ , % – відношення приросту розрахункової довжини зразка після розриву до його початкової розрахункової довжини;

модуль пружності для розтягу E , МПа, або зсуву G , МПа – відношення напруження до відповідної йому відносної деформації зразка в границях справедливості закону Гука;

коефіцієнт Пуассона μ – відношення відносної поперечної деформації зразка до відносної його поздовжньої деформації (за абсолютним значенням);

твердість (НВ – за Брінеллем; HRA, HRB, HRC – за Роквеллом; HV – за Віккерсом) – умовна величина, виміряна відповідними приладами (твердомірами), яка характеризує опір заглиблювання в поверхню матеріалу стандартного індентора (сталевій кульки, вершин алмазних конуса чи піраміди).

Границя міцності не може бути універсальним показником для вибору матеріалу тієї чи іншої деталі. У практиці конструювання машин слід враховувати весь комплекс умов, в яких повинні працювати окремі деталі, а також найдоцільнішу технологію виготовлення їх. Узагальнену інформацію про придатність матеріалу для тієї чи іншої деталі можуть дати перелічені вище механічні характеристики, а також деякі інші, такі як коефіцієнт тертя, теплопровідність, коефіцієнт лінійного розширення.

Твердість матеріалу – дуже важливий показник, оскільки багато механічних характеристик можуть бути обчислені через твердість, а визначення твердості не вимагає руйнування виробу і може бути легко виконане за допомогою стандартних приладів. Переведення одиниць твердості, добутих на відповідних приладах, можна здійснити за допомогою графіків (рис. 3.2).

Між механічними характеристиками машинобудівних матеріалів експериментально встановлено деякий взаємозв'язок. Наприклад, знаючи границю міцності матеріалу σ_B , можна наближено оцінити границю витривалості σ_R цього матеріалу. Залежності для наближеного визначення границь витривалості деяких конструкційних матеріалів