

1 ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ КОНСТРУЮВАННЯ МАШИН

1.1 Етапи створення машин

Сучасне виробництво передбачає використання у всіх його галузях всіляких механічних систем, які розділяються на машини, машинні установки (агрегати), механізми, механічні пристосування і прибори.

Основою кожної машин є механізми, які є дуже різноманітні: одні з них уявляють з себе тільки поєднання твердих тіл, інші мають у своєму складі гідравлічні, пневматичні, електричні тощо.

Визначення машини і механізму та їх класифікація були надані в курсу дисципліни «Теорія механізмів і машин».

Деталі, вузли, машини виготовляють за кресленнями, виконаним на основі *проектів* - сукупності розрахунків, графічних матеріалів та пояснень до них, призначених для обґрунтування та визначення параметрів конструкції (кінематичних, динамічних, геометричних та ін.), її продуктивності, економічної ефективності.

Правила, порядок розробки, оформлення й обліку цих документів встановлює комплекс державних стандартів – Єдина система конструкторської документації (ЄСКД), розроблена в 70-і роки ХХ ст.

У машинобудуванні прийняті певні стандарти, які впорядковують конструкторську і технологічну документацію, а також підготовку виробництва, знижують їх трудомісткість і підвищують продуктивність інженерно-технічної праці. До них відносяться Єдина система конструкторської документації (ЄСКД) - містить більше 100 ГОСТ.

Відповідно до ГОСТ 2.102 до *конструкторських документів* відносяться графічні та текстові документи, які окремо або в сукупності визначають склад і будову виробу, містять необхідні дані для його розробки, виготовлення, контролю, експлуатації, ремонту і утилізації.

Номенклатуру конструкторських документів, що розробляються на виріб, визначають в сукупності два фактори:

- вид виробу за ГОСТ 2.101-68;
- стадія розробки конструкторської документації.

1.1.1 Види виробів

Відповідно до ЄСКД *виробом* називають будь-який предмет або набір предметів виробництва, що підлягають виготовленню на підприємстві. Усі вироби можна розділити на наступні чотири види: деталі, складальні одиниці, комплекси, комплекти.

Деталь — виріб, виготовлений з одного шматка однорідного по найменуванню і марці матеріалу без застосування складальних операцій, наприклад валик з одного шматка металу. До деталей також відносять вироби, виготовлені з одного шматка матеріалу з застосуванням місцевої пайки, зварювання, склейки, зшивки і т.д. Прикладом такої деталі є коробка, зігнута з одного шматка листового матеріалу, стінки якої з'єднані зварюванням. До деталей відносять усі зазначені вироби, піддані покриттю (фарбування, хромування), хоча для виконання покриття потрібно вже інший матеріал.

Складальна одиниця — виріб, що складається з двох чи більш складових частин, з'єднаних між собою на підприємстві - виготовлювачі складальними операціями (згвинчуванням, клепою, зварюванням, зчленуванням, зшивкою, укладанням і т.п.). Прикладом складальних одиниць є коробка, виготовлена з декількох шматків матеріалу, з'єднаних зварюванням. До складальних одиниць відносять вироби з пластмаси, що мають арматуру, виготовлену з іншого матеріалу. До складу складальної одиниці можуть входити деталі, інші складальні одиниці і комплекти.

Комплекс — два чи більш специфіковані вироби, не з'єднані на підприємстві - виготовлювачі, але призначені для виконання взаємозалежних експлуатаційних функцій. Кожне з виробів, що входять у комплекс, має служити для виконання однієї чи декількох основних функцій, установлених для всього комплексу. Прикладом комплексу є перетворювач, що складається з блоку трансформатора, блоку випрямляча і блоку фільтра.

Комплект — два чи більш вироби, не з'єднані на підприємстві-виготовлювачі, але мають загальне експлуатаційне призначення допоміжного характеру, наприклад комплект запасних частин, комплект інструмента і приладдя і т.п.

1.1.2 Стадії розробки конструкторської документації

Щоб створити сучасну машину, потрібно знати:

- деталі та вузли, з яких складається машина (назва деталі, її призначення, конструктивні варіанти й особливості);
- умови надійної роботи деталей та вузлів, види та причини їх відмов, основні критерії працездатного стану;

- алгоритм розрахунку та послідовність конструювання, включаючи основи автоматизованого проектування.

Проектування – це процес створення нового пристрою або машини.

Проектування передуює конструюванню і передбачає пошук науково обґрунтованих, технічно здійснених і доцільних рішень. Проектування машин виконується на підставі технічного завдання.

Проектування машин виконують у кілька стадій, встановлених ГОСТ 2.103-68 наведених в табл.1.1. Він узагальнює досвід, накопичений в передових країнах з проектування машин, приладів і апаратів.

Таблиця 1.1 - Основні етапи створення технічних об'єктів

<i>Основні етапи створення технічних об'єктів</i>	<i>Види виробів</i>
Технічна пропозиція (за ДСТ 2.118-73)	Деталі
Ескізний проект (за ДСТ 2.119-73)	Складові одиниці
Технічний проект (за ДСТ 2.120-73)	Комплекти
Робоча конструкторська документація для виготовлення виробу	Комплекси

Документація, що отримується в результаті проектування, називається *проект*ом.

Конструювання – це процес створення конкретної однозначної конструкції згідно з проектною документацією. Конструкція об'єкту розкриває його будову, відображує взаємне розміщення окремих його елементів, способи їхнього з'єднання, розкриває взаємодію частин об'єкту. Результатом конструювання є повний комплект конструкторських документів, необхідних для виготовлення, випробування та експлуатації виробу.

До термінів конструкторської документації також відносяться наступні поняття:

Схема – складові частини виробу у вигляді умовних зображень або позначень і зв'язку між ними;

Ескізування – процес створення ескізу, попереднього малюнка або начерку, що фіксує задум і містить основні обриси створюваного об'єкта;

Компонування – розташування основних деталей, вузлів, складальних одиниць майбутнього об'єкта;

Розрахунок – чисельне визначення зусиль, напружень і деформацій у деталях, установлення умов їх нормальної роботи; виконується в міру необхідності на кожному етапі конструювання;

Креслення - точне графічне зображення об'єкта, що містить повну інформацію про його форму, розміри й основні технічні умови виготовлення;

Пояснювальна записка - текстовий документ (ГОСТ 2.102-2013), що містить опис пристрою й принципу дії виробу, а також технічні характеристики, економічне обґрунтування, розрахунки, вказівки по підготовці виробу до експлуатації.

Специфікація - текстовий табличний документ, що визначає склад виробу (ГОСТ 2.102-2013).

1.2. Класифікація типових деталей машин

Наука про деталі машин формувалася на протязі багатьох століть у зв'язку з появою певного виду машин.

В машинах кількість деталей обчислюється сотнями і тисячами. Незважаючи на різне конструктивне оформлення і призначення машин, більшість деталей і складальних одиниць (вузлів) в них є загальними (типовими). Загальними називають деталі, які зустрічаються практично в будь-якій машині і незалежно від призначення машини виконують однакові функції.

Не існує абсолютної, повної і завершені класифікації всіх існуючих деталей машин, оскільки конструкції їх різноманітні і, до того ж, постійно розробляються нові.

Для зручності вивчення основних відомостей, необхідних для правильного виконання окремих деталей та вузлів, а також машини в цілому, всі деталі та вузли загального призначення класифікують за принципом їх роботи, сприйняття і передачі навантажень. Одна із найпоширеніших (але не єдино можлива) класифікація деталей та вузлів загального призначення надана на рис.1.1.

Особливі групи становлять:

- пристрої для захисту елементів від забруднень (ущільнення, кожухи, кришки) і змазування (форсунки, штуцери, жиклери, трубопроводи);
- пружні елементи (пружини, ресори, амортизатори).

Деталі (вузли), які використовують тільки в окремих типах машин (лопатки, турбіни, коле часті вали та ін.) називають *деталлями спеціального призначення* і вони є об'єктами вивчення відповідних спеціальних дисциплін.

Рамки навчального курсу не дозволяють вивчити всі різновиди деталей машин і всі нюанси проектування. Однак знання, принаймні, типових деталей і загальних принципів конструювання машин дає інженерові надійний фундамент і потужний інструмент для виконання проектних робіт практично будь якої складності.

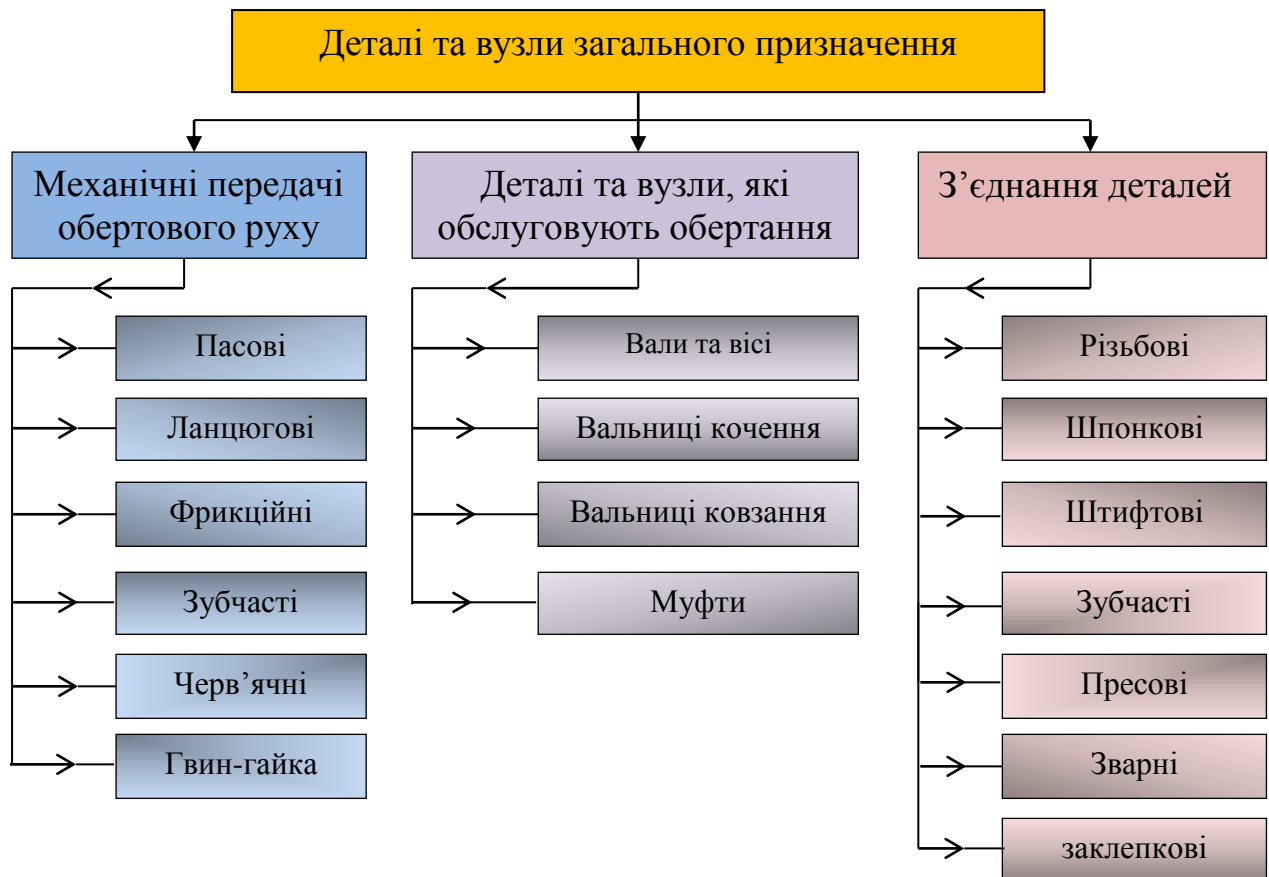


Рисунок 1.1 - Класифікація деталей та вузлів загального призначення.

1.3 Критерії якості деталей і вузлів машин

Якість - це сукупність властивостей виробу, що визначають ступінь його придатності для використання за призначенням.

Система умов, що дозволяють оцінити ступінь придатності, називається критеріями якості. За допомогою критеріїв якості вирішується основна мета проектування - визначення форми, розмірів і матеріалу деталі.

Всі критерії якості можна поділити на 3 групи: критерії працездатності; критерії надійності; критерії економічності.

Якість машини, тобто її максимальна відповідність всім вимогам, неможлива без безустанної уваги інженера на всіх стадіях "життя" машини. Якість закладається на стадії проектування, забезпечується на стадії виробництва й підтримується в процесі експлуатації.

1.3.1 Критерії роботоздатності деталей машин

Роботоздатність – комплексне поняття, що визначає такий стан машини при якому вона здатна виконувати задані функції з параметрами, закладеними в технічній документації.

Для оцінки роботоздатності деталі використовують такі критерії:

- *міцність* – здатність деталі опиратися навантаженню без поломок і поверхневих ушкоджень;
- *жорсткість* – здатність деталі опиратися зміні форми та розмірів під впливом сил;
- *зносостійкість* – здатність матеріалу деталі опиратися стиранню поверхні;
- *теплостійкість* – здатність деталі працювати у визначеному діапазоні температур;
- *вібростійкість* – здатність деталі працювати у заданому діапазоні режимів навантаження без недопустимих коливань.

Без виконання цих критеріїв неможлива нормальна робота деталей та вузлів машин, тому під час проектування залежно від умов роботи деталі проводяться розрахунки за одним або кількома критеріями.

Головним критерієм працездатності та розрахунку багатьох деталей машин є міцність. Невиконання умови міцності автоматично робить непотрібними всі інші вимоги й критерії якості машин. Неміцні деталі не можуть працювати. Дійсно, небагато коштує технологічна, жорстка, зносостійка, теплостійка, вібростійка, дешева в експлуатації, ремонтпридатна конструкція самого передового дизайну, якщо вона зламалася при першому ж навантаженні! До того ж, руйнування частин машини призводять не тільки до простоїв, але й до нещасних випадків.

1.3.2 Критерії економічності

Економічність – мінімальна вартість витрат на проектування, виготовлення та експлуатацію виробів.

Критеріями економічності є:

Продуктивність – досягнення економічного ефекту за рахунок здійснення більшої кількості операцій в одиницю часу;

Енергоємність - досягнення економічного ефекту за рахунок підвищення ККД:

Матеріаломісткість – досягнення економічного ефекту за рахунок мінімізації маси і габаритів виробу:

Основа економічності конструкції – її технологічність.

Технологічність – це пристосованість виробу до його виготовлення за допомогою передових технологій, тобто забезпечувати задані експлуатаційні показники при найменших затратах (часу, засобів, праці) на її створення в конкретних умовах даного виробництва. До основних напрямків забезпечення технологічності деталей слід віднести: окреслювання при конструюванні форм деталей простими поверхнями (циліндричними, конічними та ін.), найбільш зручними для обробки механічними і фізичними методами; використання для виготовлення деталей конструкційних матеріалів, які забезпечують використання маловідходних і ресурсозберігаючих технологій обробки (тиском, точні ливарні, лазерні, вибухом, зварюванням та ін.); раціональне використання системи допусків і посадок, обґрунтоване завдання технічних умов на виготовлення деталей.

Уніфікація і стандартизація – застосування найбільш раціональних форм і розмірів деталей і вузлів.

Досягнення економічного ефекту за рахунок забезпечення позитивного психологічного клімату при роботі людини з виробом називають *естетичністю*.

Досягнення економічного ефекту за рахунок відповідності машини фізіологічним і антропометричним особливостям людини (наприклад, більш зручне розташування важелів (тумблерів, кнопок) керування, розраховане на середнього людини і т.д.), називають *ергономікою*.

Досягнення економічного ефекту за рахунок позитивної взаємодії з навколишнім середовищем (наприклад, установка додаткових очисних агрегатів, безвідходне виробництво і т.д.) називають *екологічністю*.

1.3.3 Критерії надійності

Надійність – це властивість виробу виконувати протягом заданого часу свої функції, зберігаючи встановлені експлуатаційні показники в заданих межах.

Основними критеріями надійності є:

- *безвідмовність* (властивість виробу безупинно зберігати працездатність протягом заданого часу),
- *довговічність* (властивість виробу довго зберігати працездатність до настання граничного стану при дотриманні норм експлуатації.),

- *ремонтпридатність* (пристосованість виробу до попередження, виявлення та усунення відмов.),
- *збереженість* (властивості виробів зберігати експлуатаційні показники на час і після термінів зберігання.)

1.4 Загальні вимоги до машин та їх деталей

Оскільки людині властиво хотіти всього й відразу, то вимоги до машин різноманітні й часто суперечливі. Однак відомо, що повне задоволення всіх вимог - абсолютно нездійсненне завдання, тому завжди доводиться йти на компроміс, позначаючи головні вимоги й забезпечуючи відповідні їм критерії якості.

Відзначимо лише основні вимоги машин та їх деталей:

- висока надійність;
- високі експлуатаційні показники: продуктивність; ККД – коефіцієнт корисної дії, що характеризує втрати енергії; точність; безпека обслуговування; ступінь автоматизації та інші;
- технологічність;
- економічність.
- транспортабельність – можливість зручного транспортування машини;
- ергономічність;
- екологічність;
- естетичність.

Курс деталей машин концентрує увагу студентів на першій вимозі – надійності деталей та вузлів машин.