

3. Иванов М. Н. Детали машин. Курсовое проектирование / М. Н. Иванов, В. Н. Иванов. – М. : 1975. – 120 с.
4. Решетов Д. Н. Детали машин / Д. Н. Решетов. – М.: Машиностроение, 1989.– 324 с.
5. Заблонський К. І. Деталі машин / К. І. Заблонський. – АстроПринт, 1999. – 213 с.
6. Дунаев П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. – М.: Высшая школа, 1985. – 124 с.

УДК 621.01

ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ КОНСТРУЮВАННЯ МАШИН І МЕХАНІЗМІВ

Мардзявко В.А., студент гр. Ен 2/1

Миколаївський національний аграрний університет

Науковий керівник к.т.н., доц. Иванов Г.О., стар. викл. Степанов С.М.

Анотація

Наведені основні критерії якості машин. Розглянути основні принципи конструювання деталей машин: вибір раціональної кінематичної схеми, відсутність надлишкових зв'язків, визначення оптимального скроку служби машини, мінімальна вага, складання компоновка, покращення внутрішніх умов роботи деталей.

Annotation

Basic criteria for quality machines. To consider the basic principles construisant of machine parts: the rational choice of the kinematic scheme, the lack of redundant links, the definition of the optimum period of the machine, minimum weight, skladany layout, improve internal environment details.

1. Шляхи підвищення якості машин при конструюванні.

Конструйована машина – елемент існуючої системи і визначення її експлуатаційних показників здійснюється у взаємозв'язку з навколишнім середовищем і всього технологічного процесу. Значення того або іншого критерію для даної деталі залежить від її функціонального призначення і умов роботи.

Основними критеріями якості машин є наступні показники:

продуктивність – об'єм корисної роботи за одиницю часу. Для робочих машин (машин – знарядь) таким показником є продуктивність;

надійність – вона забезпечується перш за все за рахунок приведення конструктивних рішень у відповідність з навантаженнями, характером взаємодії ланок, можливостями матеріалів. Елементи конструкції повинні бути розраховані на однаковий ресурс: технологічність виготовлення, збірки і ремонту при мінімальних витратах на виготовлення і

ремонт. Це повинно досягатися шляхом максимального використування прогресивних технологій. Забезпечення доступу і можливість застосування механізованого інструменту при збірці та ремонті;

стандартизація та уніфікація дозволяють оцінити ступінь використання стандартизованих виробів і від попередніх моделей, що добре зарекомендували себе в роботі. Рівень уніфікації показує частоту використання деталей, що мають однакову форму і розміри;

естетичні показники відображають відповідність машини вимогам і тенденціям технічної естетики.

До них відносяться: зовнішнє оформлення, обробка, забарвлення, компоновка, композиція, пластика форм, відповідність середовищу, стилю та ін. При створенні машин повинна бути витримано єдність технічного і художнього задуму;

патентно-правові показники дозволяють оцінити ступінь оновлення технічних рішень, використаних в конкретній машині, їх патентну чистоту і патентний захист;

ергономічні показники відображають відповідність параметрів органів керування психофізичним і антропометричним даним оператора, зручність обслуговування, рівень вібрацій і звукової потужності;

металоємність характеризує застосування профільного прокату, заміна чорних і кольорових металів на пластмаси і композитні матеріали;

рентабельність машини – це оптова ціна, повна собівартість, тобто швидке відшкодування всіх витрат на виготовлення, експлуатацію і принесення прибутку;

екологічність машини характеризує систему людина-машина-середовище з погляду рівня шкідливих дій експлуатованих машин на природу;

безпека характеризує особливості конструкції машини, забезпечуючи безпечні умови експлуатації для обслуговуючого персоналу.

2. Основні принципи конструювання машин.

Відомо, що створення нової машини є інженерним містецтвом.

Кожна конструкторська думка має множество рішень і задача заключається в тому, щоб знайти найбільш правильне рішення зі всіх точок зору.

При цьому економічний ефект повинен мати місце в будь-якому конструкторському рішенні.

Таким чином, основні принципи конструювання, про які повинен пом'ятати конструктор, створюючи нову машину, такі.

Вибір раціональної кінематичної схеми. Частіше забивають, що дивовижні відкриття вчених в більшості випадків можуть бути реалізовані лише за допомогою конструктора.

При виборі кінематичної схеми конструктору представляється великий простір для творчості сумісно з використанням накопиченого досвіду.

Однак, вибір раціональної кінематичної схеми производится з обов'язковим виконанням наступних умов:

- а) кінематичний ланцюг повинен бути, по можливості, мінімальних розмірів;
- б) число ланок кінематичного ланцюга повинно бути мінімальним;
- в) кінематичний ланцюг не повинен мати надлишкових (избыточных) зв'язків.

Як відомо, механізми можуть бути статично визначеними, тобто без надлишкових зв'язків і статично невизначеними з присутністю надлишкових зв'язків.

Так, наприклад, вал на трьох опорах - статично визначена система з одним надлишковим (зайвим) зв'язком.

Відсутність надлишкових зв'язків говорить о раціональній конструкції механізму і такі механізми дозволяють розширити допуски на виготовлення, зменшити трудомісткість монтажу, здешевити виробництво і підвищити надійність машин.

В окремих випадках спрощується конструкція і підвищується міцність.

Особливо важливо те, що робота статично визначених механізмів не порушується при зміні розмірів ланок в процесі експлуатації. Ланки мають підвищену навантажувальну здібність. В них менше сили тертя.

У механізмах з надлишковими зв'язками зусилля, що передаються, залежать від деформації ланок. Допустими величини деформації дуже малі.

З технологічної точки зору особливо важко виконати точно розміри ланок, коли ланки складаються із декількох деталей і при їх з'єднанні допуски можуть складатися.

Тому важливо вибрати схему механізму так, щоб умови до точності ланок були невеличкі.

Ось декілька прикладів раціональних механізмів:

1. Шліцьове з'єднання, яке дає можливість осьового зміщення.
2. Вальниці кочення самовстановлюючи, що допускають ізлом валів.
3. Шестірні шевронної передачі повинні мати можливість осьової гри.
4. Вал в осьовому напрямку слід фіксувати тільки на одній вальниці.
5. Довгі вали слід виконувати розрізними, зєдную їх частини за допомогою подвійних карданів.
6. Вальниці при малих навантаженнях і коротких вкладишах можна розглядати як кінематичні пари III класу.

Ітак, раціонально спроектований механізм, це механізм без надлишкових зв'язків, повинен збиратися без натягів, даже коли в розмірах ланок є відхил від номіналу, тобто коли деяку ланку розрізати, то кінематика раціонального механізму забезпечує можливість з'єднання його знову без натягів.

Визначення оптимального строку служби машини. Визначення оптимального строку служби машини може бути проведено, орієнтуюсь на собівартість одиниці продукції або якусь умовну роботу машини протягом строку служби до повної амортизації.

Собівартість одиниці продукції на будь-якому циклі експлуатації повинна бути не вище собівартості експлуатації нової машини.

Тільки у цьому випадку експлуатація машини не буде збитковою.

Аналіз собівартості продукції на різних стадіях експлуатації дозволяє визначити строки і кількість капітальних ремонтів.

Для правильного призначення строків служби окремих деталей необхідно всі деталі розподіляти на ті, що зношуються, і на ті, що не зношуються. Перші – на ті, що відновлюються, і на ті, що замінюються.

Деталі, що зношуються, необхідно розподіляти на групи з приблизно однаковими строками служби, що кратні найменшому.

Наприклад, загальний строк служби визначений і призначений у 100 тис. годин, а із досвіду експлуатації або розрахунком визначений найменший технологічно можливий строк служби деталі в 20 тис. годин. Тоді всі деталі розбиваємо на 5 груп зі строками 20, 40, 60, 80 і 100 тис. годин і зупиняти машину для ремонту потребується через кожні 20 тис. годин. Відсіля можна зробити висновок о строках проведення середнього і капітального ремонтів.

Мінімальна вага. Зниження ваги особливо важливе для транспортних машин, і, з точки зору ваги, кожна конструкція є компромісом між бажанням створити машину довговічну і в той же час легку і дешеву. Зниження ваги веде к зменшенню динамічних зусиль.

Існує декілька шляхів зменшення ваги:

1.Змінення кінематичної схеми конструкції або форми деталі. Навприклад, навісні сільськогосподарські орудія знижують металемність в 1,5 рази. Порожнисті вали дають знижку ваги до 40 %.

2.Зменшення товщини стінок, корпусів станин і т.п. за рахунок ребер і кращої технології виготовлення

3.Перехід від металів до пластичних мас (пірокерман, фторопласт, капрон і т.п.).

4.Встановлення різного роду запобіжників. Це головний резерв зниження ваги машин.

Складання компоновка. Згідно цьому принципу машини повинні відповідати умовам ремонтної технології: легкості доступу до будь-якої складаної одиниці, вільному витягненні деталей і заміні їх, можливості паралельної збірки.

Вся конструкція машин повинна состоять із окремих блоків і складаних одиниць. Це дає можливість до широкої кооперації при виготовленні і модернізації машини.

Вибір матеріалу (принцип місцевої якості). Принцип місцевої якості є одним із основних керуючих принципів при виборі матеріалів для деталей, призначення термічної обробки і при конструктивному оформленні.

До різних поверхонь і об'ємів деталей машин пред'являються різні умови: зносостійкість, контактна або об'ємна міцність, жорсткість або піддатливість, опір корозії.

В тій час, коли умови роботи деталей не були такими напруженими, вдавалося обмежитися компромісним рішенням, тобто використовували матеріал, який задовольняє не всім умовам. Зараз такі половинчасті рішення є неприємними.

Наприклад, до матеріалу лопатей гідротурбін пред'являються умови міцності і корозійної стійкості. Тобто, лопаті необхідно виготовляти із нержавіючої сталі, однак це невігедно. Рішення – лопаті виготавливть із вуглецевої сталі, облицювання листами із нержавіючої сталі.

Відомо, що (7-10) % всього металу, що виробляється в державі, теряється внаслідок корозії, а тонкошарові пластмасові покриття, що наносяться на метал, дають можливість значно підвищити довговічність виробів із металу і знизити корозію.

Таким чином, вибір матеріалу можливий тільки на основі ретельного аналізу роботи деталі і среди, в якій експлуатується машина.

Найбільш неблагоприятні для обробки в'язкі аустенітні сталі. Сталі мартенситної структури оброблюються добре.

Перспективні вимоги до матеріалів:

1. Загальне підвищення міцності металічних матеріалів.
2. Підвищення опору розповсюдженню тріщин утомності.
3. Створення особливо міцних матеріалів.
4. Застосування композитних матеріалів як средства зниження чутності до концентрації напружень.
5. Внедріння армованих деталей.

Висока технологічність. Для оцінки якості знов сконструйованої машини введено поняття технологічності, яке є одним з основних показників якості конструювання.

Технологічність – поняття комплексне, оскільки повинне враховувати вимоги виготовлення, ремонту і експлуатації.

В правильно сконструйованій машині деталі повинні бути виконані з точністю, що забезпечує збірку і надійність роботи при комплектації будь-якими деталями, що поступають зі складу готової продукції.

Якість збірки залежить від кваліфікації персоналу: чим гірше сконструйована машина, тим вища повинна бути кваліфікація складальника і, навпаки, при грамотно сконструйованій машині кваліфікація складальника може бути низькою.

При збірці для визначення правильності положення деталей можуть застосовуватися контрольні штифти, які повинні розташовуватися не симетрично, інакше можна деталь поставити в переверненому вигляді. Застосування принципу байдужої збірки виключає можливість помилки і підвищує продуктивність складальних операцій, звільняючи складальника від витрати часу на вибір правильного положення деталі.

Необхідно уникати установки декількох деталей з натягом по одному діаметру. Необхідність проходження декілька деталей через посадочну поверхню ускладнює монтаж і демонтаж і викликає небезпеку пошкодження поверхонь.

Якщо збірка деталей автоматична, то доцільно застосовувати ступінчасті вали, оскільки збірка ведеться з одного боку вала.

Якщо збірка ручна, то її можна вести з двох сторін. В цьому випадку обробка вала і маточин (ступиц) спрощується, число номінальних розмірів, номенклатура ріжучого і вимірювального інструменту зменшується, а кожна деталь йде на своє посадочне місце без пошкодження сусідніх поверхонь.

Необхідно забезпечити зручне підведення монтажного інструменту і можливість застосування механізованого інструменту до кріпильних деталей. Головки болтів повинні бути зафіксовані від прокручування і випадання їх в осьовому напрямі. Найраціональнішим є застосування шпильок.

Система збірки має великий вплив на конструкцію машини та її технологічні і експлуатаційні характеристики. В машинах з поздовжньою і поперечною осями симетрії можливі дві основні системи збірки:

осьова, при якій деталі збираються в осьовому напрямі, і радіальна, при якій деталі збираються в поперечному (радіальному) напрямі. При виборі системи збірки слід враховувати зручність огляду, перевірки і регулювання складаних одиниць.

При осьовій збірці порожнини стику (роз'єм) перпендикулярні до поздовжньої осі. В цьому випадку відливання корпусу просте, механічна обробка зручна, оскільки оброблювані

поверхні мають циліндричну форму. Внутрішні порожнини добре ущільнюються. Вал входить в корпус в осьовому напрямі.

Осьову збірку доцільно застосовувати в тих випадках, коли для створення міцної і легкої конструкції (транспортні машини) можна піти на деякі експлуатаційні незручності.

Недоліки осьової збірки: збірка агрегатів складна, перевірка і регулювання осьових зазорів скрутна, утруднений огляд внутрішніх частин машини.

При радіальній збірці корпус складається з двох частин: корпусу (нижньої частини) і кришки (верхньої частини). Збірка і розбирання машини дуже зручна: можна відрегулювати осьові зазори, зручний огляд внутрішніх порожнин.

Проте ущільнення стику корпусу і кришки пов'язано з деякими утрудненнями.

Пружні прокладки застосовувати не можна, щоб не порушити циліндричність посадочних гнізд підшипників, тому необхідне притирання поверхонь стику і застосування герметизуючих сумішів. Для огляду внутрішніх частин машини в корпусі необхідно передбачити оглядові лючки.

Стандартизація, нормалізація та уніфікація також відносяться до основних вимог технологічності деталей машин.

Покращення внутрішніх умов роботи деталей (методи зниження навантажень). При конструюванні слід враховувати такі фактори, як сили інерції, сили тертя, нерівномірність розподілу навантажень, форму деталей.

В останньому випадку мається на увазі концентрація місцевих напружень і способи їх зниження.

Вкажімо на деякі моменти, які слід мати на увазі при проектуванні:

а) динамічні навантаження можна знизити зменшенням зовнішнього збурення, удосконаленням схеми машини, застосуванням запобіжних пружних елементів і т.п.;

б) при розрахунку з'єднань з натягом необхідно перевіряти міцність маточин для даних посадок;

в) при різких інерційних навантаженнях особливо ефективно введення інерційних мас;

г) пружні муфти значно знижують динамічні впливи в машині, зменшую амплітуду коливання в декілька разів. Крім того, пружні муфти виконують функції демпфірування коливань, при цьому енергія удару розсівається за рахунок внутрішнього тертя в пружних елементах і тертя між окремими пружними елементами;

д) застосування активної і пасивної віброізоляції машин. Активна віброізоляція – ізоляція обладнання, яке є джерелом возмущення. Пасивна віброізоляція – ізоляція через основу;

е) зменшення концентрації навантаження, яка з'являється у результаті пружних деформацій, похибки виготовлення, тертя, нерівномірності зносу.

Наприклад, для зниження концентрації навантаження в нарізних (різьбових) з'єднаннях рекомендується корекція кроку. Крок гвинта виконується зменшеним на 1,25 %, що веде до рівномірного розподілу навантаження і збільшенню ресурсу у 6 разів;

ж) прогини валів визивають значні концентрації навантаження в підшипниках кочення і ковзання, зубчастих колесах.

Так, у підшипниках ковзання еюра тиску мастила різко змінюється. Кромочні тиски є однією із найбільш небезпечних причин виходу вальниць із ладу.

В зубчастих колесах змінюється характер розподілення навантаження по ширині зубчастого вінця.

Для зменшення концентрації навантаження в підшипниках ковзання застосовують вузькі підшипники з малим відношення $l/d = 0,4 - 0,5$.

Таким чином, в цілях покращення внутрішніх умов роботи деталей необхідно ізолювати складанні одиниці і деталі від сил інерції шляхом введення запобіжних пружних елементів або муфт, виключати пасивних зв'язків; переносити динамічні зусилля, що діють в механізмах, на менш відповідальні деталі та елементи, що легко замінюються; проектувати складанні одиниці рівноміцними по зносу; форма деталей повинна бути такої, щоб звести до мінімуму концентрацію місцевих напружень.

Красивий зовнішній вигляд і зручність в експлуатації. Красота повинна бути во всім – це входить в основні принципи конструювання.

Колір робить речі або “важкими” або “легкими”, “холодними” або “теплыми”. Він здатний підвищувати або знижувати робото здатність.

Коли припустити, що погляд верстатника тільки один раз за хвилину переходить з блискучої поверхні деталі на темний фон верстата, то при тривалості пристосування до нових умов протягом 5 секунд, витрата робочого часу складе за зміну 35 хвилин.

Так, практична сіра окраска краде від 10 до 30 % електроенергії, що витрачається на освітлення.

Долівки (особливо в складальних цехах) повинні бути світлими.

Машини, що конструюються, повинні відповідати умовам організації праці при їх обслуговуванні.

Умови роботи на машинах повинні бути благоприємними.

Конструктивні форми машини повинні відповідати зручності роботи.

Розміщення органів управління повинно бути раціональним – це умова диктується економією трудових рухів; фізичні зусилля, що прикладаються до робочих рукояток, педалям, повинні бути невеликими.

Напрямок руху рукоятки повинен відповідати напрямку руху елементів машин і т.п.

Література:

1. Пастушенко С. І. Курсове проектування деталей машин / С. І. Пастушенко, О. В. Гольдшмідт, В. Ф. Ярошенко. – К. : Аграрна освіта, 2003. – 240 с.
2. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунків деталей машин / В.Т.Павлице. – Львів: Афіша, 2003. – 560 с.
3. Іванов М.Н. Детали машин. Курсовое проектирование / М. Н. Іванов, В. Н. Іванов. – М. : 1975.
4. Решетов Д. Н. Детали машин / Д. Н. Решетов. – М.: Машиностроение, 1989.
5. Заблонський К. І. Деталі машин / К. І. Заблонський. – АстроПринт, 1999.
6. Дунаев П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. – М. : Высшая школа, 1985.