

Лекція 1.5

Контроль креслення деталі на технологічність

Перед проектуванням чи вдосконаленням ТП конструкція виробу (складальної одиниці, деталі) повинна бути проаналізована з метою виявлення недоліків її конструкції за тими даними, які містяться у кресленнях та технічних вимогах, а також можливого покращання її технологічності.

Технологічність конструкції деталі – це сукупність властивостей її конструкції, які визначають пристосованість цієї деталі для досягнення оптимальних витрат ресурсів (праці, засобів, матеріалів та часу) у процесах виготовлення, експлуатації та ремонту для заданих показників якості, обсягу випуску та умов виконання робіт без шкоди для її службового призначення.

ТК можна характеризувати властивість конструкції, що виявляється в оптимальних затратах праці, засобів, матеріалів при її виробництві, експлуатації, ремонті та утилізації.

Відпрацювання конструкції деталі на технологічність є складною задачею, що потребує комплексного рішення.

Стандартизація та уніфікація конструкції виробів дозволяє оптимізувати номенклатуру виробів та дає значну економічну ефективність при проектуванні, виробництві та експлуатації.

Стандартною вважається деталь, конструкція якої регламентована державними чи галузевими стандартами. **Оригінальною** вважається деталь, конструкція якої регламентована стандартом підприємства. Виробничі особливості конкретного підприємства часто диктують свої умови, в цьому випадку необхідно казати про практично досяжну технологічність. Виконавцями при відпрацюванні конструкції виробів на технологічність є розробники конструкторської та технологічної документації.

Технологічність конструкції включає в себе наступні основні поняття: виробнича технологічність конструкції виробів; ремонтна; експлуатаційна.

Виробнича технологічність конструкції виробів – властивість конструкції, що дозволяє виготовити та зібрати її в умовах даного виробництва з найменшими затратами праці та матеріалів при забезпеченні заданої якості.

Ремонтна технологічність – властивість конструкції, що дозволяє ремонтувати її в умовах даного виробництва з найменшими затратами праці та матеріалів.

Експлуатаційна технологічність – властивість конструкції, що забезпечує більш довге зберігання її заданих експлуатаційних властивостей.

Технологічність конструкції визначається технологічним контролем креслень та аналізом конструкції деталі (складальної одиниці).

Технологічний контроль креслень зводиться до їх ретельного вивчення. Робочі креслення оброблюваних деталей повинні містити всі необхідні дані, які давали б

повну уяву про деталь, тобто усі проекції, розрізи й перетини, які абсолютно чітко й однозначно пояснюють конфігурацію деталі і можливі способи отримання заготовки, а також усі необхідні дані про матеріал деталі, термічну обробку, масу тощо.

На кресленні повинні бути вказані всі розміри з необхідними відхиленнями, шорсткість оброблюваних поверхонь, допустимі відхилення від правильних геометричних форм і взаємного розташування поверхонь.

Проставляння розмірів і допусків на кресленні деталі повинні: відтворювати вимоги, які висуваються до цієї деталі, враховуючи її службове призначення; забезпечувати можливість її виготовлення максимально простими технологічними методами.

На кресленні обов'язково потрібно проставляти розміри з'єднань і розміри, які входять у розмірні ланцюги. Інші розміри проставляють, виходячи з умови забезпечення можливості виготовлення.

Кількість розмірів на кресленні повинна бути достатньою для виготовлення і контролю деталі. Для кожної деталі існує цілком визначена кількість розмірів, які становлять її повну розмірну характеристику. Можна по-різному змінювати проставлення розмірів, але їхня необхідна кількість для конкретної деталі є постійною.

Кожен розмір потрібно наводити на кресленні лише один раз.

Проставлення розмірів повинно бути таким, щоб під час виготовлення деталі найточніший її розмір мав найменшу нагромаджену похибку. ***Для цього застосовують ланцюговий, координатний і комбінований методи проставлення.***

При ***ланцюговому методі розміри проставляють послідовно (ланцюгом)*** (рис. 1, а). При такому проставленні похибка отримання кожного розміру не залежить від похибок отримання попередніх розмірів, що є основною перевагою цього методу. Тому його застосовують для проставлення розмірів на міжосьових розмірах, ступінчастих деталях тощо.

При координатному методі розміри проставляють від однієї бази (рис. 1, б). Тому точність будь-якого з координатних розмірів не залежить від точності виконання інших розмірів. Цим методом користуються, якщо необхідно точно розташувати елементи деталі щодо баз. Недоліком цього методу є деяке збільшення похибки між суміжними елементами деталі.

Комбінований метод проставлення розмірів є поєднанням ланцюгового і координатного методів (рис. 1, в). Його використовують для зменшення похибки відповідальних розмірів.

Проставляючи розміри, необхідно враховувати технологію обробки деталі, зокрема призначення і використання технологічних баз. У цьому контексті варто пам'ятати і про те, що зміна характеру виробництва (наприклад, заміна універсального металорізального устаткування на спеціальний з автоматичним отриманням заданого розміру) здебільшого також спричиняє зміну технологічних баз.

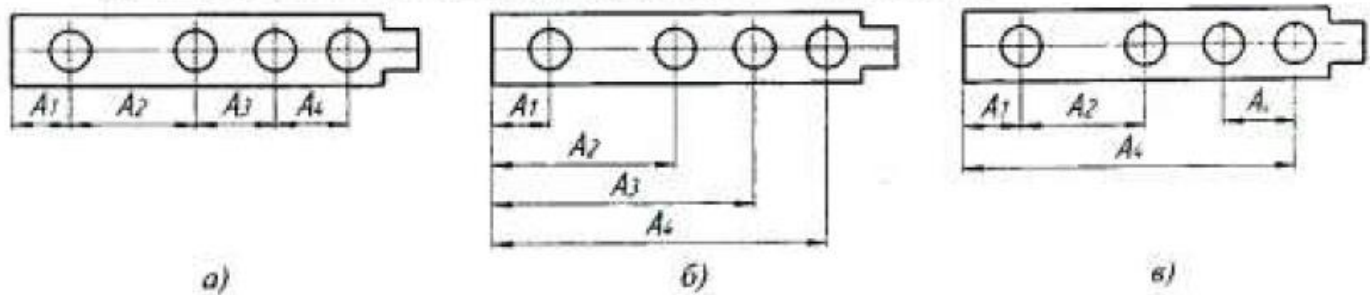


Рисунок 1 – Схеми різних методів постановки розмірів

На кресленні розміри повинні бути проставлені так, щоб їх безпосередньо отримували під час обробки деталі без зміни технологічних баз і перерахунку допусків. За будь-якої початкової заданої на кресленні системи розмірів, розробляючи ТП чи його здійснюючи, бази проставлення розмірів можна змінювати відповідно до прийнятого методу обробки деталі і технологічних баз. Проте за необхідності збереження заданих на кресленні допусків це завжди призводить до зменшення допусків на обробку. Технологічним у цьому разі є проставлення розмірів, яке передбачає умови виконання ТП й отже, усуває необхідність обробки деталі за істотно зменшених технологічних допусків.

Загальними вимогами до технологічності конструкції деталі є такі:

- конструкція деталі повинна складатися зі стандартних й уніфікованих конструкційних елементів;
- фізико-хімічні та механічні властивості матеріалу деталі, її форма та розміри, а також параметри її точності та шорсткості повинні відповідати вимогам технології виготовлення;
- деталь повинна мати просту і правильну геометричну форму, що полегшує її базування під час механічної обробки, а також спрощує отримання заготовки;
- деталь повинна бути виготовлена зі стандартної чи уніфікованої заготовки;
- конструкція деталі повинна забезпечувати можливість застосування типових ТП її виготовлення;
- деталь повинна мати стандартні базові поверхні для початкової та подальшої обробки;
- обробка поверхонь деталі за можливості повинна забезпечуватися на прохід і допускати застосування високопродуктивного устаткування;
- конструкція деталі повинна давати змогу використовувати граничні калібри для контролю поверхонь та не вимагати застосування унікальних вимірювальних пристроїв та інструментів.

Окрім ***аналізу конструкції*** деталі на технологічність виконують ще й ***відпрацювання її на технологічність***, яке полягає в тому, що у конструкцію деталі вносять зміни, що дають можливість зменшити собівартість її виготовлення.

Якщо таких змін не можна зробити, то визначають елементи, які виконано у різних нетехнологічних варіантах, обов'язково вказуючи, чому ці варіанти є нетехнологічними.

Види та показники технологічності конструкції деталей наведені у ГОСТ 14.205-83, а правила забезпеченім їх технологічності – у ГОСТ 14.204-83. **Оцінка технологічності конструкції може бути якісною та кількісною.**

Якісне оцінювання ґрунтується на інженерно-візуальних методах і визначається такими показниками: добре – погано, припустимо – неприпустимо тощо.

Якісне оцінювання полягає у перевірці відповідності конструкції деталі вимогам, які забезпечують її технологічність під час отримання заготовки, механічної обробки та складання виробу.

Вимоги щодо забезпечення технологічності конструкції деталей, які підлягають механічній обробці, залежать від типу деталі та її геометричної форми.

Загалом аналіз технологічності доцільно виконувати у такій **послідовності**.

1 Здійснити технологічний контроль креслення деталі.

2 На основі вивчення умов роботи вузла (виробу), і враховуючи задану річну програму, проаналізувати можливість спрощення конструкції деталі; заміни її зварною, армованою чи збірною конструкцією; зменшення товщини стінок, припусків, напусків, а також доцільність заміни матеріалу.

Якщо зміна конструкції не диктується ринком збуту, не вносить значних результатів в економічні, виробничі та експлуатаційні показники, то непотрібно її проводити, так як це звичайно викликає підвищення затрат у виробництві, експлуатації та ремонті виробів.

3 Проаналізувати технологічне співвідношення параметрів шорсткості і точності виготовлення окремих поверхонь.

4 Оцінити технологічність обробки поверхонь:

– встановити, чи конструкція складається з уніфікованих елементів і чи можлива їх подальша уніфікація (різьба, канавки, виточки, розміри шліців, фаски тощо);

– встановити, чи забезпечується зручний вхід і вихід різальних інструментів, можливість одночасного оброблення декількох поверхонь тощо;

– встановити поверхні, які можна використати як технологічні бази, необхідність штучних баз тощо;

– визначити доцільність обробки важкодоступних поверхонь.

5 Встановити можливість застосування високопродуктивних методів обробки.

6 Встановити поверхні, які можуть бути використані під час базування, а також необхідність введення штучних баз. Визначити можливість суміщення технологічних і вимірювальних баз при витримуванні точних розмірів.

7 Визначити можливість прямих методів вимірювання заданих на кресленні розмірів.

8 Визначити необхідність додаткових технологічних операцій, зумовлених специфічними вимогами (наприклад, допустимі відхилення в масі деталі) і можливість

зміни цих вимог.

9 Передбачити в конструкціях деталей, що підлягають ТО, конструктивні елементи, які зменшують жолоблення деталей під час нагрівання й охолодження, і визначити, чи правильно вибрано матеріал деталі з урахуванням ТО.

10 Ввести інші показники, які виконавець вважає за доцільне розглянути.

11 Встановити дані для кількісного оцінювання технологічності деталі і записати їх у таблицю.

Загальні рекомендації для виконання аналізу технологічності окремих класифікаційних груп деталей

Для корпусних деталей визначають:

- чи допускає конструкція оброблення площин на прохід;
- чи є можливість одночасного оброблення отворів на багатошпиндельних верстатах з врахуванням відстаней між осями цих отворів;
- як форма отворів та взаємне їх розташування дає змогу оброблювати ці отвори: на прохід з одного установу чи з двох боків;
- чи є вільний доступ інструментів до оброблюваних поверхонь;
- чи потрібне оброблення торців маточин з внутрішніх сторін відливки і чи можна усунути таку обробку;
- чи є глухі отвори і чи можна їх замінити наскрізними;
- чи наявні оброблювані площини, які розташовані не під прямим кутом, і чи можна їх замінити площинами, розташованими паралельно чи перпендикулярно одна до одної;
- чи наявні отвори, що розташовані не під прямим кутом до площини входу і виходу, і чи можлива зміна цих елементів;
- чи достатня жорсткість деталі, чи не обмежує вона режими різання;
- чи наявні в конструкції деталі достатні за розмірами і відстанями базові поверхні; якщо ні, то як потрібно вибрати допоміжні бази;
- чи наявна в конструкції деталі внутрішня різьба великого діаметра і чи можливо замінити її іншими конструктивними елементами;
- наскільки простий спосіб отримання заготовки (відливки), чи правильно вибрані елементи конструкції, які обумовлюють виготовлення заготовки;

Для валів вказують:

- чи можна обробити поверхні прохідними різцями;
- чи зменшуються до кінців діаметральні розміри шийок вала;
- чи можна зменшити діаметр великих фланців чи буртів або усунути їх взагалі, і як це вплине на коефіцієнт використання металу;
- чи можна замінити закриті шпонкові канавки відкритими, які набагато продуктивніше обробляються дисковими фрезами;

– чи мають поперечні канавки форму і розміри, придатні для обробки на гідрокопіювальних верстатах;

– чи допускає жорсткість вала отримання високої точності обробки (жорсткість вала вважається недостатньою, якщо для отримання точності 6-9 квалітетів співвідношення його довжини l до діаметра d понад 10-12; для валів, виготовлених за нижчими квалітетами, це співвідношення може дорівнювати 15; у разі багатоінструментної обробки це співвідношення необхідно зменшити до 10);

Під час аналізу технологічності конструкції деталей, які містять елементи типу **зубчастих вінців**, потрібно визначити можливість високопродуктивних методів формоутворення зубчастого вінця із застосуванням пластичного деформування в нагрітому і холодному стані. Конструкція таких елементів повинна характеризуватися:

– простою формою центрального отвору ЗК, оскільки складні отвори значно ускладнюють обробку, зумовлюючи необхідність застосування револьверних верстатів і напівавтоматів;

– простою конфігурацією зовнішнього контуру ЗК (найтехнологічнішими є зубчасті колеса плоскої форми без виступаючих маточин);

– симетричним розташуванням перемички між маточиною і вінцем для ЗК, які підлягають то, як щодо вінця, так і відносно маточини; порушення цієї умови приводить до значних односторонніх викривлень під час то;

– правильною формою і розмірами канавок для виходу інструментів.

– можливістю багатоінструментальної обробки залежно від співвідношення діаметрів вінців і відстаней між ними.

Подібно аналізують технологічність і дня інших деталей, які мають аналогічні елементи конструкції.

Кількісна оцінка технологічності конструкції направлена на порівняння показників з еталоном в кількісному вираженні. Ця оцінка дозволяє сказати, наскільки один варіант відрізняється від іншого.

Кількісну оцінку технологічності конструкції виробів проводять по критеріям, що дозволяють оцінити фактично досягнуті показники технологічності виробу, порівнюючи їх з базовими показниками.

Вихідними даними для кількісного аналізу є: конструктивні елементи деталі, їх точність, шорсткість та уніфікованість. Дані для зручності необхідно занести до таблиці 1.

Вибір показників технологічності є важливим етапом кількісної оцінки виробу на технологічність. Державний стандарт рекомендує використовувати наступні показники технологічності конструкції виробів: трудомісткість виробів; питому матеріалоємність виробу; технологічну собівартість виробів; середню оперативну трудоемність виготовлення (ремонт) даного виду; середню оперативну вартість технічного обслуговування (ремонт) даного виду; середню оперативну тривалість технічного обслуговування (ремонт) даного виду; питому трудоемність

виготовлення виробів; трудоемність монтажу; коефіцієнт застосовуваності матеріалу; коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів; коефіцієнт збірності.

Необхідно застосовувати мінімальне, але достатнє для оцінки технологічності, число показників.

Таблиця 1 – Вихідні дані для кількісного аналізу

Найменування поверхні	Кількість поверхонь	Кількість уніфікованих поверхонь	Квалітет точності	Параметри шорсткості
-----------------------	---------------------	----------------------------------	-------------------	----------------------

Кількісно оцінити технологічність деталі.

Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів:

$$K_{y.e.} = \frac{Q_{y.e.}}{Q_3} > 0,6,$$

де $Q_{y.e.}$ – кількість уніфікованих елементів;

Q_3 – загальна кількість конструктивних елементів;

Коефіцієнт точності обробки:

$$K_{т.о.} = 1 - \frac{1}{A_{cp}} > 0,8,$$

де A_{cp} – середній квалітет точності;

$$A_{cp} = \frac{IT_1 + IT_2 + \dots + IT_n}{n},$$

де $IT_1, \dots, IT_n$ – квалітет точності;

n – кількість квалітетів точності.

Коефіцієнт шорсткості поверхонь:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}} < 0,32,$$

де B_{cp} – середня шорсткість поверхонь;

$$B_{cp} = \frac{Ra_1 + Ra_2 + \dots + Ra_m}{m},$$

де $Ra_1, \dots, Ra_m$ – параметр шорсткості;

m – загальна кількість параметрів шорсткості.