

ПРАКТИЧНА РОБОТА 5

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ ДЕТАЛІ

Мета роботи - ознайомлення студентів з існуючими методами оцінки технологічності деталі, практичне освоєння якісної і кількісної оцінки технологічності деталі. Освоєння методики відпрацювання деталі на технологічність.

5.1 Підготовка до виконання роботи

Для проведення роботи необхідно мати: мікрокалькулятор, креслення деталі, довідкову і навчальну літературу (див. список літератури).

5.2 Способи оцінки технологічності

Аналізують технологічність деталі після визначення типу виробництва. Види і показники технологічності конструкції регламентує ГОСТ 18831-73, а правила відпрацювання конструкції виробу і перелік обов'язкових показників технологічності – ГОСТ 14.201-73.

Оцінка технологічності конструкції може бути двох видів: якісною і кількісною.

Якісна оцінка характеризує технологічність конструкції узагальнено на підставі досвіду виконавця і виконується як попередня. Якісну оцінку технологічності деталі роблять з урахуванням матеріалу, геометричної форми, якості поверхонь, за встановленими розмірами та можливими способами одержання заготовок.

Кількісна оцінка технологічності конструкції виражається числовими показниками як абсолютними, так і відносними. При цьому встановлюють показники базової деталі і деталі, отриманої після відпрацювання її на технологічність: за коефіцієнтом використання матеріалу, за точністю обробки, за шорсткістю, за трудомісткістю виготовлення, за технологічною собівартістю.

5.2.1 Якісна оцінка технологічності конструкції деталі

При проведенні якісної оцінки виконують аналіз конструкції деталі за такими напрямками:

1 За технологічністю деталі, за матеріалом, з якого вона виготовляється. З'ясовують оброблюваність, вартість і дефіцитність матеріалу, можливість заміни його на більш міцний, але більш легкий матеріал, можливість підвищення фізико-механічних властивостей.

2 За геометричною формою поверхні. З'ясовують раціональність вибору форм поверхонь і їх якості з урахуванням можливості застосування високопродуктивного устаткування й інструменту. Прагнуть замінити складні форми поверхонь на більш прості: площини, зовнішні і внутрішні циліндри, конуси, гвинтові поверхні.

3 За можливістю збільшення кількості поверхонь на деталі, що не піддаються механічній обробці.

4 За можливістю зміни форми деталі, яка б дозволяла вибрати найбільш вигідний розкрій матеріалу і можливість використання відходів для виготовлення інших деталей.

5 За оцінкою технологічності конструкції, за встановленням розмірів. Проводять аналіз правильності встановлення розмірів на кресленні деталі. З'ясовують можливість сполучення технологічних і вимірювальних баз за рахунок нового проставлення розмірів.

6 За правильністю обґрунтування прийнятих значень припустимих граничних відхилень розмірів деталей. Розміри, що визначають неробочі поверхні, можуть мати широкі допуски, а самі поверхні - велику шорсткість.

7 За технологічністю заготовки. Знаходять найбільш раціональний спосіб одержання заготовки для даних умов, прагнуть до максимально можливого наближення її форм і розмірів до форми і розмірів готової деталі за умови забезпечення технологічності подальшого механічного оброблення заготовки.

Якісна оцінка технологічності конструкції характеризується такими показниками: добре – погано,

припустимо - неприпустимо (відповідно до ГОСТу 14.201-83).

6.2.2 Вимоги за технологічністю

1 Вимоги за технологічністю до конструктивних елементів деталей

Оброблювані площини не рекомендується виконувати суцільними для зменшення часу оброблення, витрат інструменту й електроенергії для підвищення точності оброблення.

Оброблювані поверхні виступів і приливків необхідно розташовувати в одній площині. Цим досягається можливість оброблення за один прохід торцевими фрезами, чи шліфуванням, полегшується контроль отриманого розміру.

У східчастих отворах найбільш точний ступінь рекомендується робити наскрізно для зниження трудомісткості оброблення, спрощення конструкції інструменту.

При свердленні отворів необхідно, щоб були забезпечені перпендикулярний вхід і вихід інструменту, що знижує ризик поломки інструменту, підвищує продуктивність оброблення і зменшує відхилення осі оброблюваного отвору.

Варто уникати в конструкції деталі глухих шліцьових отворів для забезпечення можливості оброблення отворів продуктивними методами (наприклад, протяганням).

Глухі нарізні отвори повинні мати або канавки, або збіг різі для підвищення якості нарізки, поліпшення умов роботи інструмента.

Бажано передбачати наскрізні нарізні отвори для забезпечення роботи інструмента на прохід, підвищення продуктивності і поліпшення умов роботи, тому що поліпшується відвід одержуваної стружки.

Необхідно уникати похилого розташування осей отворів для спрощення конструкції пристосування, можливості одночасного оброблення й інших отворів з рівнобічним розташуванням осей, зниження трудомісткості оброблення.

2 Вимоги за технологічністю до литих заготовок з чавуну і сталі

Товщина стінок виливка повинна бути однаковою, без різких переходів тонкостінних частин у товстостінні. Це необхідно для одержання однорідної структури виливка і зменшення внутрішніх напружень в ньому.

Конструкція заготовки повинна передбачати просте рознімання форми.

Поверхні виливка, які розташовані перпендикулярно до площини рознімання моделі, повинні мати конструктивні ливарні ухили, щоб при вийманні моделей з форм останні не руйнувалися.

3 Вимоги за технологічністю до штампованих та кованих заготовок

На кресленнях заготовки повинно бути забезпечено: відсутність різких переходів у поперечних перерізах і посилення перетинів у вигинах; виконання переходів від одного перетину до іншого по дугах відносно великих радіусів; заокруглення гострих ребер.

Штамповки повинні мати ухили поверхонь, перпендикулярні до площини рознімання штампа. Величини ухилів для зовнішніх поверхонь беруть від 1:10 до 1:7; для внутрішніх – від 1:7 до 1:5. Чим точніше штамповка, тим величина ухилу менша.

4 Вимоги за технологічністю до корпусних деталей

При аналізі визначають: чи допускає конструкція оброблення площин на прохід і що заважає такому обробленню; чи можна обробляти отвори одночасно на багатошпиндельних верстатах; чи дозволяє форма отворів розточувати їх на прохід з однієї чи двох сторін; чи вільний доступ інструмента до оброблюваних поверхонь; чи потрібне підрізування торців маточин із внутрішніх сторін виливка і чи можна його уникнути; чи є глухі отвори і чи можна їх замінити наскрізними; чи є оброблювані площини, розташовані під тупими і гострими кутами, і чи можна їх замінити площинами, розташованими паралельно, чи перпендикулярно один до одного; чи є отвори, розташовані не під прямим кутом до площини входу і виходу і чи можливо змінити ці елементи; чи достатня жорсткість деталі, чи не обмежить вона режими різання; чи є в конструкції деталі достатні за розмірами базові поверхні, якщо ні, то яким чином варто вибрати допоміжні бази; наскільки просте одержання заготовки, чи правильно обрані елементи конструкції, що обумовлюють одержання заготовки.

5 Вимоги за технологічністю до деталей типу вал

Для валів визначають: чи можна обробляти поверхні прохідними різцями; чи зменшуються до кінців діаметральні розміри шийок вала; чи можна зменшити діаметри фланців чи буртиків, або виключити їх взагалі і як це вплине на коефіцієнт використання металу; чи можна замінити закриті шпонкові канавки відкритими, які оброблюються більш продуктивними інструментами – дисковими фрезами; чи мають поперечні канавки форму і розміри, придатні для оброблення на гідрокопіювальних верстатах; чи допускає жорсткість вала одержати високу точність обробки (жорсткість вала недостатня, якщо для одержання точності 6 - 8-го квалітетів відношення його довжини до діаметра більше 10 - 12; для валів, виготовлених за більш низькими квалітетами точності, це відношення може дорівнювати 15; при багаторізцевій обробці це співвідношення варто зменшити до 10).

5.2.3 Кількісна оцінка технологічності конструкції деталі

Оцінка технологічності конструкції за кількісними показниками визначається за ГОСТом 14.205-83.

Після проведення відпрацювання конструкції деталі на технологічність роблять підрахунок кількісних показників технологічності. При цьому встановлюють однойменні показники технологічності як за базовим варіантом деталі, так і після відпрацювання її на технологічність. Після цього визначають відносні приватні показники технологічності.

1 Рівень технологічності конструкції за точністю оброблення

$$K_{т.о} = T_{б.ср} / T_{д.ср}, \quad (5.1)$$

де $T_{б.ср}$, $T_{д.ср}$ - базовий і досягнутий середній квалітет точності усіх (чи групи порівнюваних) поверхонь деталі;

$$T_{д.ср} = \sum T_i n_i / \sum n_i, \quad (5.2)$$

де T_i - квалітет точності i -го розміру поверхонь;
 n_i - число розмірів відповідного квалітета точності.

2 Рівень технологічності конструкції за шорсткістю поверхні

$$K_{ш} = Ш_{б.ср} / Ш_{д.ср}, \quad (5.3)$$

де $Ш_{б.ср}$, $Ш_{д.ср}$ - базова і досягнута середня шорсткість усіх (чи групи порівнюваних) оброблюваних поверхонь;

$$Ш_{д.ср} = \frac{\sum Ш_i n_i}{\sum n_i}, \quad (5.4)$$

де $Ш_i$ - шорсткість поверхні Ra в мкм;
 $n_{ш}$ - число поверхонь відповідної шорсткості.

3 Коефіцієнт використання матеріалу

$$K_{в.м} = M_d / M_з, \quad (5.5)$$

де M_d - маса готової деталі, кг;
 $M_з$ - маса матеріалу, що витрачається на виготовлення деталі (маса заготовки), кг.

4 Рівень технологічності конструкції за використанням матеріалу

$$K_{р.в} = K_{б.в.м} / K_{д.в.м}, \quad (5.6)$$

де $K_{б.в.м}$, $K_{д.в.м}$ - відповідно базовий і досягнутий коефіцієнти використання матеріалу.

Значення коефіцієнта використання матеріалу і рівня технологічності конструкції за використанням матеріалу розраховують після вибору методу одержання заготовки і визначення загальних припусків на механічне оброблення.

5 Рівень технологічності конструкції за трудомісткістю виготовлення

$$K_{т.в} = T_d / T_{б.д}, \quad (5.7)$$

де T_d і $T_{б.д}$ - відповідно досягнута і базова трудомісткість виготовлення деталі;

$$T_d = \sum_{i=1}^p t_{шi},$$

де $t_{шi}$ - штучний час i -ї операції, хв;
 p - кількість технологічних операцій.

6 Рівень технологічності конструкції за технологічною собівартістю

$$K_{т.с} = C_{д.т.с} / C_{б.т.с}, \quad (5.8)$$

де $C_{д.т.с}$, $C_{б.т.с}$ - відповідно досягнута і базова технологічна собівартість деталі;

$$C_{т.с} = C_m + C_z + C_{об}, \quad (5.9)$$

де C_m - вартість вихідного матеріалу, грн;
 C_z - вартість одержання заготовки, грн;
 $C_{об}$ - вартість механічного оброблення заготовки, грн.

При розрахунку елементів витрат, що у базовому і досягнутому варіанті мають однакові числові значення, у технологічну собівартість їх не вносять.

5.3 Порядок виконання роботи

Ознайомитися з існуючими методами оцінки технологічності конструкції деталі.

Одержати у викладача креслення деталі й умови її оброблення (тип виробництва).

Провести якісну оцінку технологічності конструкції деталі.

Дати свої пропозиції щодо збільшення технологічності деталі.

Провести кількісну оцінку технологічності конструкції деталі.

Дати ескіз деталі базового варіанта і деталі зі змінами після відпрацювання на технологічність.

Оформити звіт і захистити роботу у викладача.

5.4 Зміст і оформлення звіту

Умови обробки заготовки.

Ескіз деталі за базовим варіантом.

Ескіз деталі після відпрацювання на технологічність.

Аналіз конструкції деталі щодо визначення якісних оцінок технологічності.

Розрахунок кількісних оцінок технологічності за зміненими конструктивними елементами деталі.

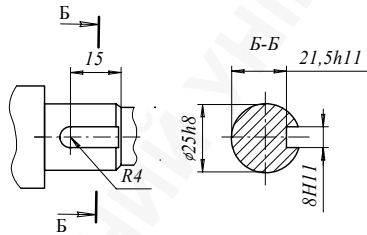
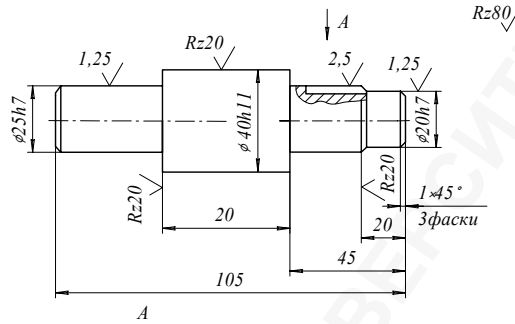
Висновки з роботи.

5.5 Приклад виконання аналізу технологічності деталі типу вал

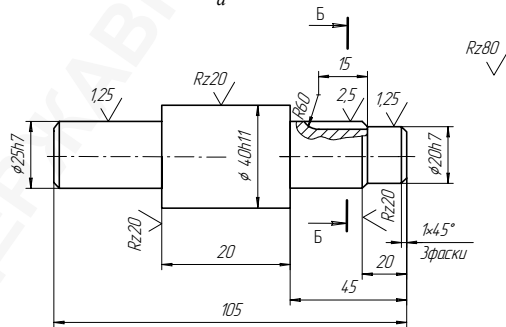
Вихідні дані: креслення валу (рисунк 6.1 а), що виготовляють шляхом оброблення заготовки з прокату. Виробництво дрібносерійне.

Проводимо якісну оцінку технологічності деталі відповідно до вимог за технологічністю до деталей типу вал.

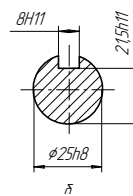
Виходячи з умов роботи, у виробі виявили, що вал установлюється діаметрами 25h7 і 20h7 у підшипниках корпусу. На діаметрі 25h8 установлюється шестірня, а діаметр 40h11 є вільним. Шпонковий паз шириною 8H11 є закритим з одного боку в плані, що змушує обробляти його шпонковою кінцевою фрезою, тобто малопродуктивним методом. З цього аналізу креслення можна зробити висновок, що без збитку для експлуатаційних характеристик деталі в її конструкцію можна внести зміни, наведені у таблиці 6.1.



a



Б-Б



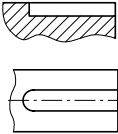
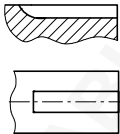
Б

Рисунок 5.1 - Креслення деталі: а – базовий варіант; б – варіант після відпрацювання на технологічність

На рисунку 5.1 б подане креслення деталі після відпрацювання базового варіанта на технологічність.

Виходячи з умов, заготовка для деталі застосована з прокату. Хоча більш доцільно для дрібносерійного виробництва застосувати заготовку ковану, що зменшить припуски і кількість використаного металу без збитку для якості деталі.

Таблиця 5.1 - Зміни у кресленні та їх наслідки

Було	Стало	До чого призведе зміна у кресленні
$\phi 40h11 \text{ }^{Rz20}\sqrt{}$	$\phi 40h11 \text{ }^{Rz80}\sqrt{}$	Поверхня $\phi 40$ буде обробляться одноразовим точінням замість чорнового та чистового
		Шпонкова канавка буде обробляться дисковою фрезою замість шпонкової кінцевої, що у два рази продуктивніше

Проводимо кількісну оцінку технологічності. Виходячи з прийнятих змін в кресленні, можна визначити такі показники технологічності:

1 Рівень технологічності конструкції за точністю оброблення.

Базовий варіант:
варіант:

Досягнутий

$$T_{б,ср} = \frac{7 \cdot 2 + 8 \cdot 1 + 11 \cdot 1}{2 + 1 + 1} = 8,25; \quad T_{д,ср} = \frac{7 \cdot 2 + 8 \cdot 1 + 14 \cdot 1}{2 + 1 + 1} = 9;$$

$$K_{т.о} = 8,25/9 = 0,92.$$

2 Рівень технологічності за шорсткістю поверхні.

Базовий варіант:
$$\text{Ш}_{\text{б.ср}} = \frac{1,25 \cdot 2 + 2,5 \cdot 1 + 5 \cdot 1}{2 + 1 + 1} = 2,5.$$

Досягнутий варіант:

$$\text{Ш}_{\text{д.ср}} = \frac{1,25 \cdot 2 + 2,5 \cdot 1 + 10 \cdot 1}{2 + 1 + 1} = 3,75.$$

$$K_{\text{ш}} = 2,5 / 3,75 = 0,67.$$

Примітка. Перед розрахунком параметрів шорсткості R_a та R_z перевести шорсткість в мкм за критерієм R_a

3 Коефіцієнт використання матеріалу.

Базовий варіант:
варіант:

Досягнутий

$$K_{\text{б.в.м}} = M_{\text{д.б}} / M_{\text{з.д}}$$

$$K_{\text{д.в.м}} = M_{\text{д.д}} /$$

Згідно з кресленням, маса заготовки кованої визначається як добуток кожний об'єму заготовки та питомої торцеві ваги металу . При цьому припуск на діаметр ($\varnothing 40$) і на торцеві поверхні взятий 5 мм.

Припуск заготовки на діаметр і на 5-7 мм.

$$M_{\text{з.б}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} l \cdot \gamma,$$

де l – довжина заготовки, дм,

γ - питома вага сталі, дорівнює 7,8 кг/дм³;
 D – діаметр заготовки, дм.

$$M_{3,6} = \frac{3,14 \cdot 0,45^2 \cdot 1,1 \cdot 7,8}{4} = 1,364 \text{ кг.}$$

$$M_{3,д} = (0,3^2 \cdot 0,45 + 0,45^2 \cdot 0,2 + 0,3^2 \cdot 0,5) \cdot \frac{3,14 \cdot 7,8}{4} = 0,77 \text{ кг.}$$

$$M_{д,д} = M_{д,б} = \left(\frac{3,14 \cdot 0,25^2 \cdot 0,4}{4} + \frac{3,14 \cdot 0,4^2 \cdot 0,2}{4} + \frac{3,14 \cdot 0,25^2 \cdot 0,25}{4} + \frac{3,14 \cdot 0,2^2 \cdot 0,2}{4} \right) 7,8 = 0,494 \text{ кг.}$$

$$K_{д,в.м} = 0,494 / 0,77 = 0,642.$$

$$K_{б,в.м} = 0,494 / 1,364 = 0,362.$$

4 Рівень технологічності за використанням матеріалу

$$K_{р.в} = K_{б,в.м} / K_{д,в.м} = 0,362 / 0,642 = 0,564.$$

5 Рівень технологічності конструкції за трудомісткістю виготовлення.

Беремо наближені формули для розрахунку основного техно-логічного часу для оброблення змінених поверхонь ($\varnothing 40$) та шпонкового паза [6, с.146].

Базовий варіант
 варіант

Досягнутий

Чорнове точіння поверхні
 точіння

Одноразове

$\varnothing 40$ мм.

$$t_{ш} = 0,17 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} \text{ хв,}$$

$$t_{ш} = 0,17 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3}$$

$$\text{хв.} = 0,136 \text{ хв.}$$

де d, l – діаметр та
довжина обробки в мм;
 $t_{ш1} = 0,17 \cdot 40 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 0,136$ хв.

Для чистової обробки по 11-му
квалітету ($\varnothing 40$)
 $t_{ш2} = 0,1 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} \text{ хв} = 0,1 \cdot 40 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 0,08$ хв,
 $t_{ш} = t_{ш1} + t_{ш2} = 0,136 + 0,08 = 0,216$ хв.

При фрезеруванні шпонкового
паза кінцевою фрезою
 $t_{ш}^{\phi} = 8 \cdot l \cdot 10^{-3} \text{ хв},$
 $4 \cdot 19 \cdot 10^{-3} =$
де l – довжина шпонкового паза, мм,
 $t_{ш}^{\phi} = 8 \cdot 19 \cdot 10^{-3} = 0,152$ хв.

$T_{б.д} = t_{ш} + t_{ш}^{\phi} = 0,216 + 0,152 = 0,368$ хв.
 $0,136 + 0,076 =$

При фрезеруванні
дисковою фрезою
 $t_{ш}^{\phi} = 4 \cdot l \cdot 10^{-3} \text{ хв} =$

$= 0,076$ хв.

$T_{д} = t_{ш} + t_{ш}^{\phi} =$

$= 0,212$ хв.

$$K_{т.в} = T_{д} / T_{б.д} = 0,212 / 0,368 = 0,576.$$

Контрольні запитання

- 1 Що таке якісна оцінка технологічності деталі?
- 2 Що таке кількісна оцінка технологічності деталі?
- 3 За якими показниками визначають кількісну оцінку технологічності деталі?
- 4 Вимоги за технологічністю до корпусних деталей.
- 5 Вимоги за технологічністю до деталей типу вал.
- 6 Вимоги за технологічністю до кованих заготовок.
- 7 Вимоги за технологічністю до виливка.
- 8 Як визначити рівень технологічності конструкції за точністю оброблення?

9 Як визначити рівень технологічності конструкції за шорсткістю поверхні?

10 Як визначити коефіцієнт використання металу?

11 Як визначити рівень технологічності конструкції за використанням матеріалу?

12 Як визначити рівень технологічності конструкції за трудомісткістю виготовлення деталі?

13 Як визначити рівень технологічності за собівартістю оброблення?

Список літератури

1. Кораблев П.А. Точность обработки на металлорежущих станках в приборостроении. – М.: Машгиз, 1962. – 221 с.

2. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. – М.: Машиностроение, 1985. - Т.1. – 656 с.

3. Ишуткин В.И. Технологическая надежность системы СПИД.- М.: Машиностроение, 1973. – 186 с.

4. Бабук В.В. и др. Дипломное проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Вышэйш. шк., 1979. – 464 с.

5. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. - М.: Машиностроение, 1985. - Т.2. - 496 с.

6. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - Минск: Вышэйш. шк., 1983. - 256 с.

7. Руденко П.А. Проектирование технологических процессов в машиностроении. - Киев: Вища шк. Головное изд-во, 1985. - 256 с.