



Міністерство освіти і науки України

**ДЕРЖАВНИЙ
БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет мехатроніки та інжинірингу

Кафедра обладнання та інжинірингу переробних і харчових
виробництв

Методичні вказівки до виконання графічного завдання з інженерної
та комп'ютерної графіки за темою:

**Правила нанесення розмірів
на кресленнях деталей**

Затверджено рішенням Науково-
методичної ради ФМІ ДБТУ
(протокол №7 від 26.06.2024)

Харків

2024

Схвалено на засіданні кафедри
обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв
Протокол № 12_від 18.04.2024 р.

Рецензенти:

В.М., Власовець д.т.н., проф., в. о. завідувача кафедри
машинобудування Львівського національного університету
природокористування.

С.А. Шевченко, канд. техн. наук, доц. Державного
біотехнологічного університету.

Методичні вказівки до виконання графічного завдання з інженерної
та комп'ютерної графіки за темою «Правила нанесення розмірів на
кресленнях деталей»; Держ. біотехнол. ун-т ; уклад.: А.М. Міленін,
Т.Ю. Мітяшкіна. – Харків:, 2024.– 22 с.

*Методичні вказівки розроблені для виконання студентами графічних
завдань з дисциплін «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» та
«Нарисна геометрія та архітектурна графіка».*

*Методичні вказівки призначені для студентів технічних та архітектурних
спеціальностей.*

УДК 681.513.2(072)

Відповідальний за випуск: А.М. Міленін, канд. техн. наук

© Міленін А.М., Мітяшкіна Т.Ю., 2024

© ДБТУ, 2024

1. ОСНОВНІ ВИДИ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ

Існують наступні основні види механічної обробки деталей: **точіння, стругання, свердління, фрезерування, протягування і шліфування.**

При **точенні** головний рух обертальний - здійснює заготовка, а рух подачі - поступальний здійснює різець уздовж осі заготовки або перпендикулярно осі заготовки. Точіння застосовують для обробки тіл обертання (валів, втулок, дисків, заготовок зубчастих коліс та ін.).

При **струганні** головним рухом різання є прямолінійний рух стругального різця, а подачею - переміщенню заготовки в напрямі, перпендикулярному руху різання. За допомогою стругання можна отримувати плоскі і нескладні фасонні поверхні.

При **свердлінні** заготовка, за звичай, нерухома, а свердло або інший інструмент для обробки отвору (зенкер, розгортки) отримують обертальний рух і подачу.

Фрезерування відбувається при одночасному швидкому обертання багатозубого інструменту (фрези) і повільному переміщенню заготовки. Фрезерування використовують частіше стругання через високу продуктивність і універсальність. Фрезеруванням можна виготовляти також різьбові поверхні і тіла обертання.

Протягування здійснюється при прямолінійному або обертальному русі багатозубого ріжучого інструменту (протяжки) щодо заготівлі. Рух подачі відсутній, а подача забезпечується конструкцією протяжки. Протягуванням можна виготовляти отвори і зовнішньої поверхні різноманітної форми.

Шліфування виконують при швидкому обертанні різального інструменту (шліфувального круга) і відносно повільному обертанні заготовки. Поздовжньої подачею є зворотно-поступальний рух заготовки уздовж своєї осі. Шліфування забезпечує одержання поверхонь тіл обертання, фасонних і плоских поверхонь з високою точністю і малою шорсткістю. Шліфування застосовують для обробки деталей в загартованому стані. При виготовленні деталей з високою точністю і класом чистоти оброблених поверхонь після попередньої або чистової обробки застосовують **оздоблювальну обробку** (доведення).

Після чорнової точіння, фрезерування, стругання виходить шорсткість поверхонь від 100 до 6,3 мкм; після чистового точіння, фрезерування, стругання, свердління - від 12,5 до 1,6 мкм; після шліфування, розгортання, протягування - від 1,6 до 0,2; після доводочних операцій - від 0,4 до 0,01 мкм.

2. КОРОТКІ ВІДОМОСТІ ПРО БАЗИ В МАШІНОБУДУВАННІ

Конструктивний елемент деталі, від якого ведеться відлік розмірів деталі, називається *базою*. Це може бути поверхню або лінія (осьова, центрова).

Все різноманіття поверхонь зводиться до наступних чотирьох:

- **основні поверхні**, якими визначається положення деталі у виробі;
- **допоміжні поверхні**, які визначають положення, приєднується до даної деталі, щодо;
- **виконавчі поверхні**, за допомогою яких деталь виконує своє функціональне призначення;
- **вільні поверхні**, не мають зіткнення з поверхнями інших деталей. Залежно від призначення розрізняють такі бази:
- **конструктивні** - бази, що використовуються для визначення положення елементів:
 - а) деталі в деталі;
 - б) деталі в складальній одиниці; в) складальній одиниці у виробі;
- **технологічні** - бази, що використовуються для визначення положення заготовки або виробу при виготовленні або ремонті;
- **вимірвальні** - бази, що використовуються для визначення відносного положення заготовки або виробу і засобів зміни.

3. СИСТЕМА НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ

Вибір системи нанесення розмірів відноситься до одного з найскладніших етапів роботи розробника. Пояснюється це наявністю великого числа спільно розв'язуваних конструкторських і технологічних завдань. Основна умова, яка повинна бути виконана при цьому - найбільш простий процес виготовлення деталі при найменшій вартості її виготовлення.

Системи нанесення розмірів від різних баз мають свої особливості. Система нанесення розмірів від конструкторських баз відрізняється тим, що всі розміри на кресленні наносять від поверхонь, які визначають положення деталі у зібраному і працюючому механізмі. В цьому випадку не пов'язують нанесення розмірів з питаннями виготовлення деталі. Переваги нанесення розмірів від конструкторських баз:

- а) наявність на кресленнях коротких розмірних ланцюгів, що підвищує точність і якість виробу;
- б) полегшення перевірки, розрахунку та ув'язки розмірів, як деталі, так і всього виробу;
- в) підвищення терміну придатності креслення, тому що в ньому не відображені вимоги часто мінливої технології.

Недоліки нанесення розмірів від конструкторських баз:

- а) необхідність додатково готувати технологічну документацію для обробки деталі, тому що креслення не відображає вимог технології;
- б) зростання числа контрольно-вимірювальних операцій, тому що замовник приймає виготовлену деталь не за технологічним, а по конструкторському кресленням.

Система нанесення розмірів від технологічних баз характеризується тим, що всі розміри на кресленні проставляють від поверхонь, що визначають положення деталі при обробці. В цьому випадку пов'язують нанесення розмірів з питаннями виготовлення деталі.

Переваги нанесення розмірів від технологічних баз:

- а) в постановці розмірів відображені виробничі вимоги, що полегшує виготовлення деталі;
- б) не потрібно переліку розмірів і допусків, тобто відпадає необхідність в спеціальній технологічній документації;
- в) спрощується конструкція ріжучого і вимірювального інструмента;
- г) виготовлення деталі і контрольно-вимірювальні операції проводяться по одному і тому ж кресленням.

Недоліки нанесення розмірів від технологічних баз:

- а) деяка ускладненість в перевірці і ув'язці розмірів в деталі і в виробі;

- б) скорочення терміну придатності креслення, тому що необхідна його коригування при зміні технології;
- в) слабе віддзеркалення на кресленні конструктивних особливостей виробу. Деталь може мати кілька конструктивних баз (рис. 1), причому одну з них вважають основною, а решта - допоміжними.

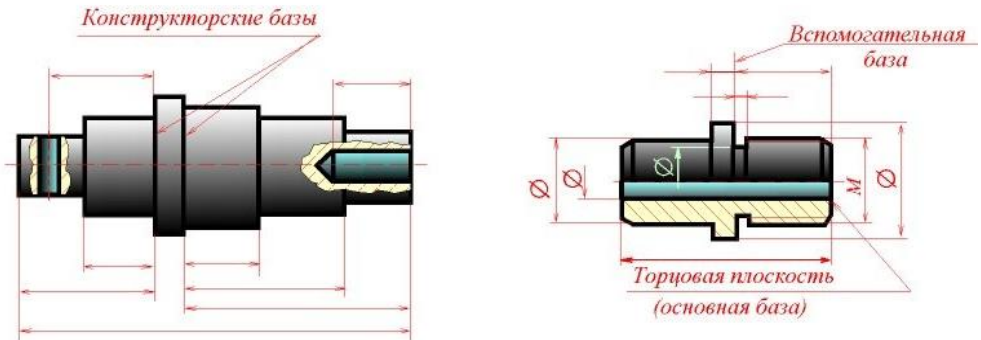


Рис. 1.

На рис. 1 (праворуч) надано приклад правильного нанесення розмірів, з введенням для зручності проставляння і вимірювання розмірів, допоміжної бази.

Зазвичай прагнуть до того, щоб конструктивні бази були використані в якості технологічних. Може бути застосована комбінована система нанесення розмірів: одна частина розмірів наносяться від конструктивних баз, інша - від технологічних. Нанесення розмірів від конструктивних баз обмежують. Найбільш повно задовольняє вимогам виробництва нанесення розмірів від технологічних баз.

У навчальній практиці при виконанні ескізів з натури найчастіше використовують технологічні бази, тому що положення деталі у виробі, як правило, невідомо. На рис. 1 при нанесенні розмірів втулки в якості основної технологічної бази прийнятий правий торець деталі. Розміри нанесені так, що, користуючись ними, легко виготовити деталь. Крім основної бази, використані також допоміжні бази, що дозволяють найбільш просто і точно проконтролювати розміри, задані на кресленні.

4. МЕТОДИ НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ

Ланцюговий метод - розміри наносять по одній лінії, ланцюжком, один за одним (розміри $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$ на рис. 2); за технологічну прийнята торцева поверхня вала. Метод характеризується поступовим накопиченням сумарної похибки при виготовленні окремих елементів деталі. Значна сумарна похибка може привести до непридатності виготовленої деталі.

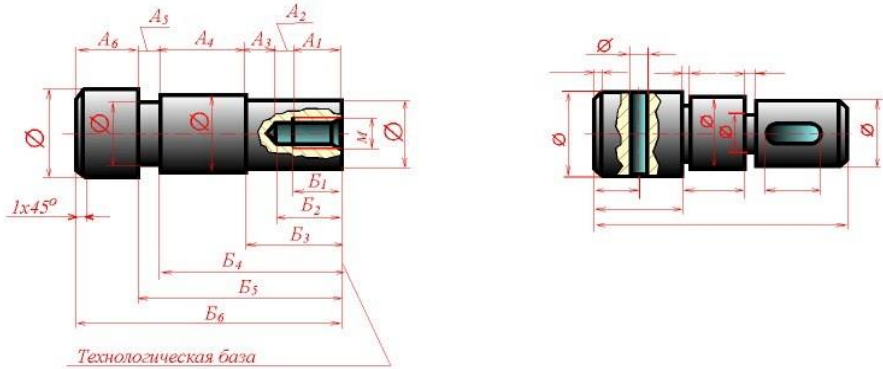


Рис. 2.

КООРДИНАТНИЙ МЕТОД- всі розміри наносять від однієї і тієї ж базової поверхні (розміри B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 і B_6 на рис. 2). Цей метод відрізняється значною точністю виготовлення деталі. При нанесенні розмірів цим методом необхідно враховувати підвищення вартості виготовлення деталі.

КОМБІНОВАНИЙ МЕТОД- нанесення розмірів здійснюється ланцюговим і координатним методами одночасно (рис. 2 праворуч). Цей метод більш оптимальний. Він дозволяє виготовляти більш точно ті елементи деталі, які цього вимагають.

5. КРЕСЛЕННЯ ВАЛА

Розглянемо докладніше креслення вала (рис. 3). Для циліндричної поверхні (діаметр "40") задані підвищені вимоги до шорсткості поверхні. Така умова дає право зробити висновок, що це сполучається поверхню і найбільш відповідальний елемент.

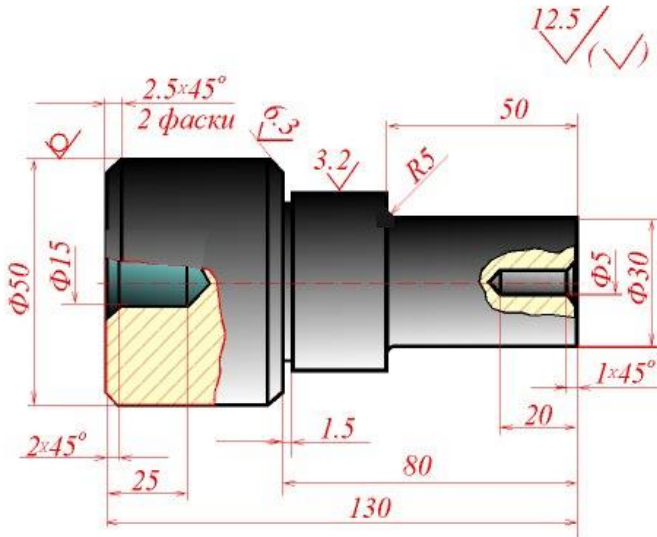


Рис. 3.

Основною базою вала служить права торцева площина, від якої проставлені всі лінійні розміри. Розмір "40" для зручності вимірювань проставлений від допоміжної бази - лівої торцевої площини.

Проставлені конструктором на кресленні розміри є одночасно і конструктивними, тобто відповідають вимогам конструкції, і технологічними, що відповідають вимогам технологічного процесу виготовлення деталі. Додаткові зображення контурів заготовки та інструменту, наведені на рис. 3, полегшують з'ясування нанесених розмірів. Обґрунтувати нанесення розмірів в зв'язку з технологічним процесом виготовлення вала можна в даному випадку дуже просто:

1. Для виготовлення вала, як це видно з креслення (мал. 3), треба взяти пруток діаметром 50 мм.

2. Після підрізання торця вал обточити з діаметра "50" до діаметру "40,5" на довжині 80 мм (припуск 0,5 на діаметр заданий для виконання розміру діаметра "40" з відповідними граничними відхиленнями, але після виконання інших операцій).

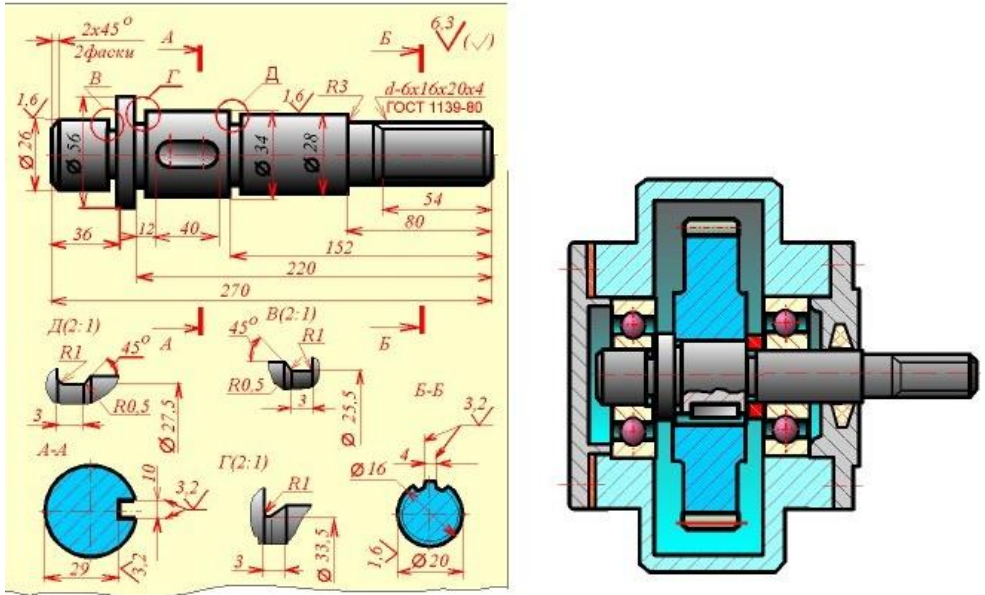


Рис. 4.

3. Потім обточити вал на довжині 50 мм з діаметра 40,5 мм до діаметра 30 мм.

4. Виконати проточку шириною 1,5 мм до діаметра 36 мм.

5. Свердлити отвір діаметром 5 мм на глибину 20 мм і т.д.

Свердління отвори з лівого кінця вала виконується з другої установки. В процесі виготовлення і приймання деталі все згадані лінійні діаметра легко контролювати від основної бази - торцевої площині. Ці ж діаметра служать для установки різців при настоянці револьверного верстата. Очевидно, що при обробці вала одночасно декількома різцями перекреслювати креслення не потрібно. На рис. 4 виконано креслення валика, що входить в складальну одиницю.

6. КОНСТРУКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ ДЕТАЛЕЙ

Зубчасте (шліцьове) з'єднання - з'єднання вала і втулки, здійснюване за допомогою зубів (шліців) і западин (пазів), виконаних на валу і в отворі втулки.

Найбільше поширений в машинобудуванні отримали зубчасті з'єднання з прямобічним, евольвентним і трикутним профілями зубів.

1. На складальному кресленні діаметра прямобочного зубчастого з'єднання вказується умовним позначенням по ГОСТ 1139 - 80 * на полиці лінії-виноски від зовнішнього діаметра з'єднання (рис .. 5).



Рис. 5.

Умовне позначення містить букву, що позначає поверхню центрування, число зубів і номінальні діаметра d , D і b . Після відповідного діаметра повинно слідувати позначення посадки. На навчальних кресленнях посадки допускається не проставляти. Зазначене на рис .. 5 умовне позначення зубчастого з'єднання $d - 6 \times 28 \times 34 \times 7$ ГОСТ 1 139 - 80 * розшифровується наступним чином: прямобічне шлицецьове з'єднання середньої серії з центруванням по внутрішньому діаметру d , з числом зубів $z = 6$, внутрішнім діаметром $d = 28$ мм, зовнішнім діаметром $D = 34$ мм, шириною зуба $b = 7$ мм.

На рис. 6 наведено приклад виконання робочого креслення валу з шліцями прямобічного профілю та відповідної втулки.

У поздовжньому зображенні вала вказують довжину l зубів повного профілю до сбіга і повну довжину зубів L . Обов'язково вказівку розміру фасок по торцевих поверхнях як втулки, так і вала. Діаметр D_1 фасок на торцях втулки рекомендується вибирати на $1 \dots 2$ мм більше зовнішнього діаметра D .

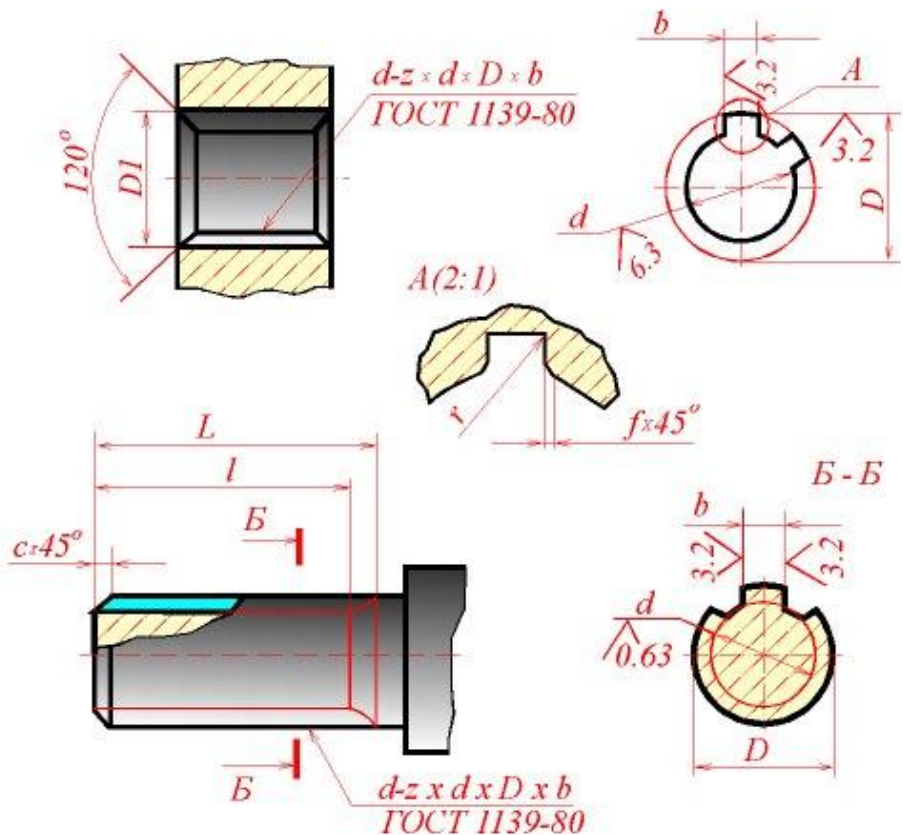


Рис.6.

Розмір фаски "с" на торці шліцьового вала (рис. 6) не нормується і вибирається з конструктивних або технологічних міркувань. Фаска може бути як більше, так і менше висоти шліца. Крім цього, на поздовжньому зображенні шліцьового вала або втулки вказується (на полиці лінії-виноски) умовне позначення по ГОСТ 1139-80*. Як і на складальному кресленні, умовне позначення включає в себе буквене позначення поверхні центрування, число зубів і номінальні діаметра $d \times D \times b$.

Повне позначення повинно включати в себе також поля допусків номінальних розмірів, наприклад:

d - 8 x 36e8 x 40a11 x 7f8.

На навчальних кресленнях поля допусків не вказуються.

У поперечному перерізі вала або втулки вказують номінальні діаметра d , D , b , а також в збільшеному масштабі за допомогою виносного елемента уточнюють конфігурацію шліца (на валу) або шліцьового паза (на втулці). Кути пазів втулки і валу виконують по радіусах (рис. 6), а на кутах зубів роблять фаски з катетом, більшим, ніж відповідний радіус.

Величину фаски f і радіусу закруглення r вибирають за таблицями стандарту. Обов'язково вказується шорсткість робочих поверхонь. .

На кресленнях евольвентного шліцьового вала, втулки і їх з'єднання вказують умовне позначення на полиці лінії-виноски (рис. 5). Умовне позначення включає в себе величину номінального діаметра з'єднання D , величину модуля m , посадку (на складальному кресленні) або допуск на діаметра (на робочому кресленні), а також номер стандарту (ГОСТ 6033 - 80 *). Число зубів в умовному позначенні не вказують, так як воно визначено значеннями D і m . Наприклад, для з'єднання з номінальним (зовнішнім) діаметром $D = 50$ мм і модулем $m = 2$ мм умовне позначення матиме вигляд:

- при центруванні по зовнішньому діаметру: $50 \times H7 / h6 \times 2$ ГОСТ 6033 - 80;

- при центруванні по внутрішньому діаметру: $50 \times 2 \times H7 / h6$ ГОСТ 6033 - 80;

- при центруванні по бічних сторонах: $50 \times 2 \times 9H / 9g$ ГОСТ 6033 - 80.

У перших двох випадках (при центруванні по одному з діаметрів) вказані відхилення діаметра (поля допусків) відповідних циліндричних поверхонь втулки і валу, а при центруванні по бічних сторонах вказані ступінь точності ширини паза втулки і товщини зуба вала. На навчальних кресленнях допуски і посадки в умовному позначенні не вказуються.

На рис. 7 і рис. 8 показані робочі креслення евольвентних шліцьових вала і втулки з центруванні по бокових поверхнях при плоскій формі дна западини. На поздовжньому зображенні, крім умовного позначення, обов'язково вказують довжину l зубів повного профілю і повну довжину L .

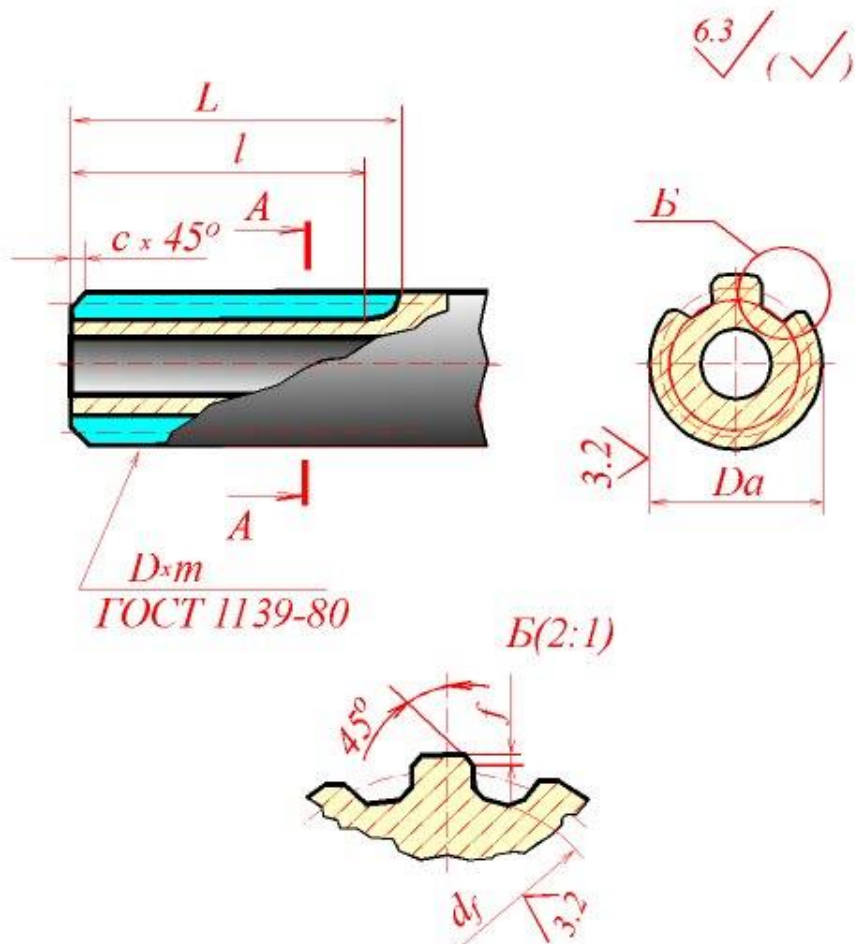


Рис. 7.

У поперечному розрізі слід проставити номінальні діаметри виступів і западин Da , df , da і величину фаски $f = 0,15 m$ поздовжньої кромки зуба. Номінальні діаметра шліцьових з'єднань містяться в ГОСТ 6033 - 80 *.

Крім діаметра, зазначених на рис. 7 і рис. 8, на робочих кресленнях поміщають дані про спосіб контролю зубчастих деталей евольвентного профілю (схему контролю). На навчальних кресленнях схема контролю не вказується.

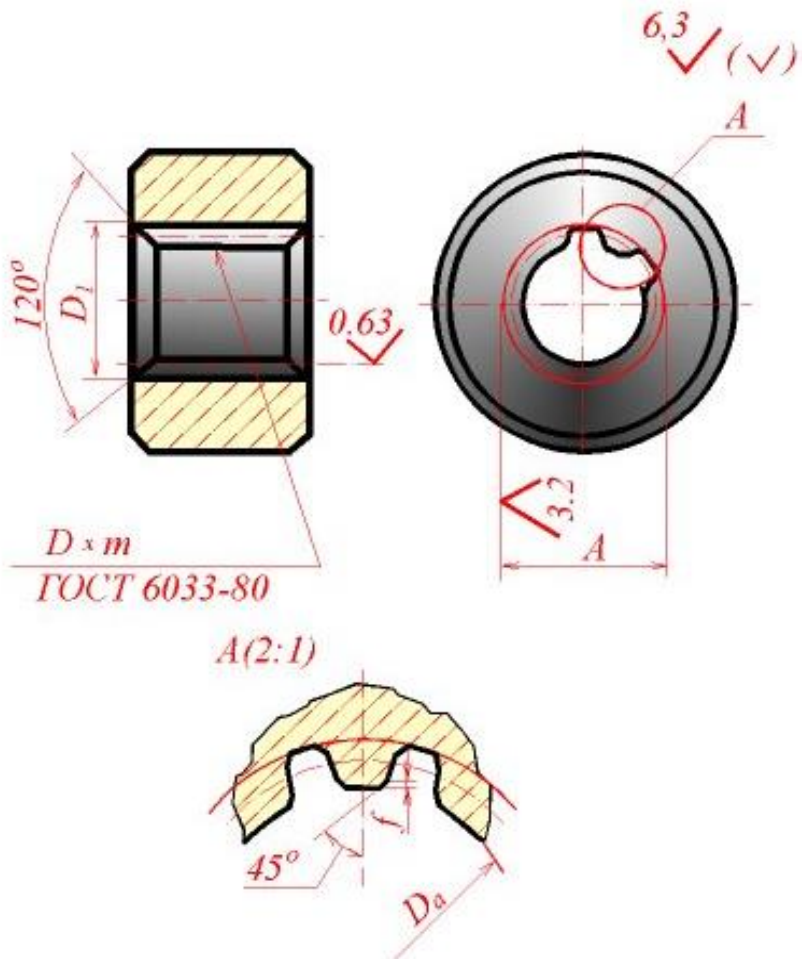


Рис. 8.

3. Зубчасті з'єднання з трикутним профілем не стандартизовані. На кресленні поміщують зображення профілю зуба з усіма необхідними розмірами. Наприклад оформлення робочого креслення шліцьового вала з трикутним профілем зубів показаний на рис .. 9. В умовному позначенні шліцьового з'єднання з трикутним профілем зубів призводять літери "Тр".

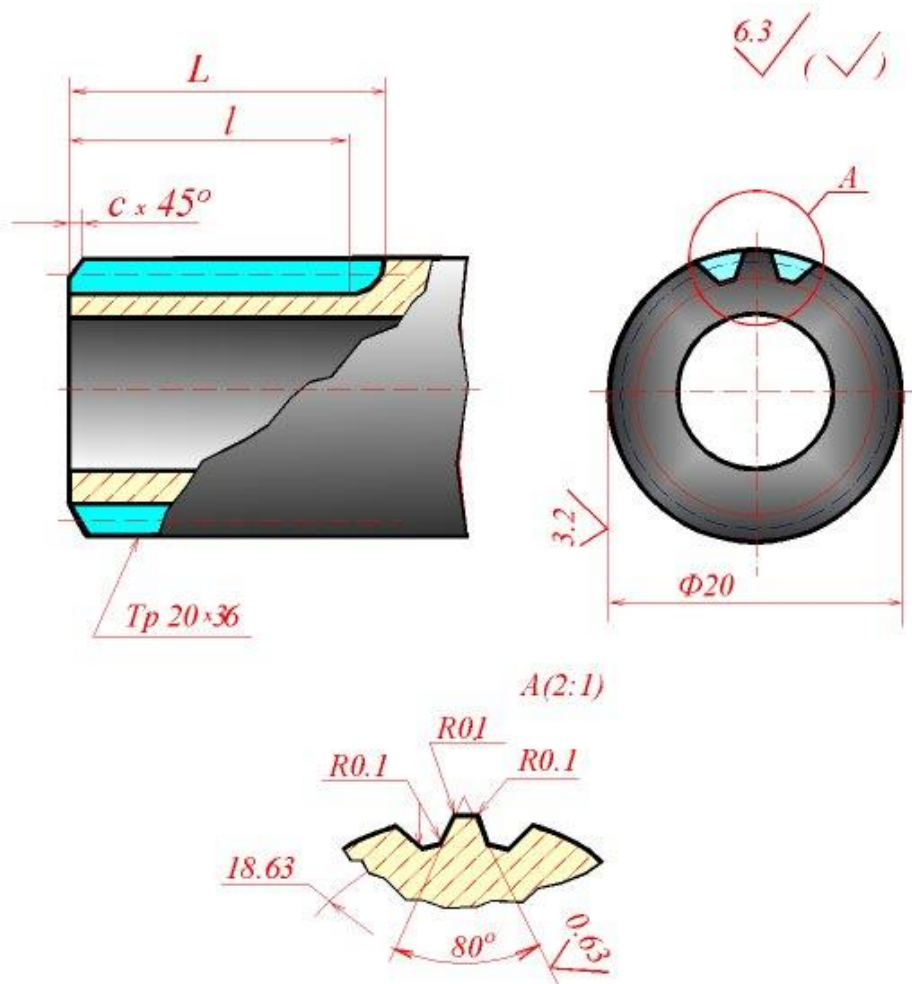


Рис. 9.

7. РІЗЬБОВІ ПРОТОЧКИ

При виготовленні креслень деталей слід враховувати технологію виготовлення різьб. Так, наприклад, вихід різьботвірного інструменту, наявність на ньому забірної частини, вимагають виконання проточок, Недорізів, збігаючи, фасок для зовнішніх і внутрішніх різьб. Діаметра зазначених елементів встановлюються ГОСТ 10549 - 80. Як правило, дані елементи на складальних і кресленнях загального виду опускаються або виконуються спрощено.

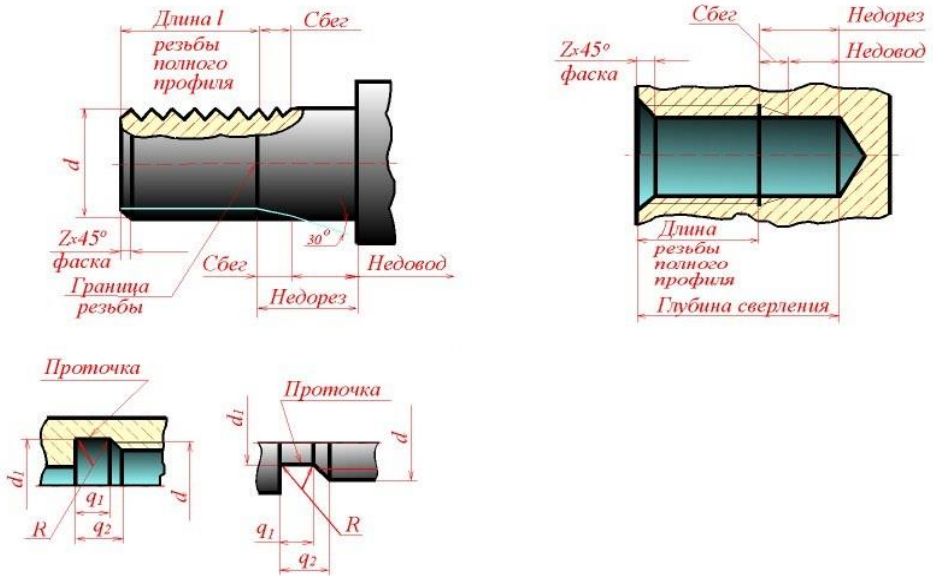


Рис. 11.

Для чернкової бази можна використовувати поверхню, яка піддається механічній обробці.

У деталі, яка зображена на рис. 12 а, чернвою базою можуть служити або зазначена зачорненням ромбиком поверхню фланця, або верхня площина деталі (рис. 12, б). Бази механічної обробки показані світлими ромбиками.

Від чернкової бази координують всі інші ливарні поверхні (діаметра h), від бази механічної обробки - всі інші механічно оброблювані поверхні (діаметра h').

У загальному випадку ливарних баз повинно бути три - по одній для кожної з осей просторової системи координат.

осьовими базами є осі отворів бобишек. Осьова база визначає ливарні діаметра в площині, перпендикулярної до осі, а поверхнева база - уздовж осі (рис. 12, а).

При механічній обробці заготовки фіксують найчастіше за двома отворами і по поверхневої базі.

Тіла обертання мають тільки дві бази - осьову, збігається з віссю тіла обертання, і висотну, визначальну діаметра уздовж осі (рис. 12 б). При наявності осьових баз ливарні бази і бази механічної обробки

поєднуються; загальною базою служить вісь отвору, обраного в якості базового (на рис.12, б відзначена подвійним ромбиком).

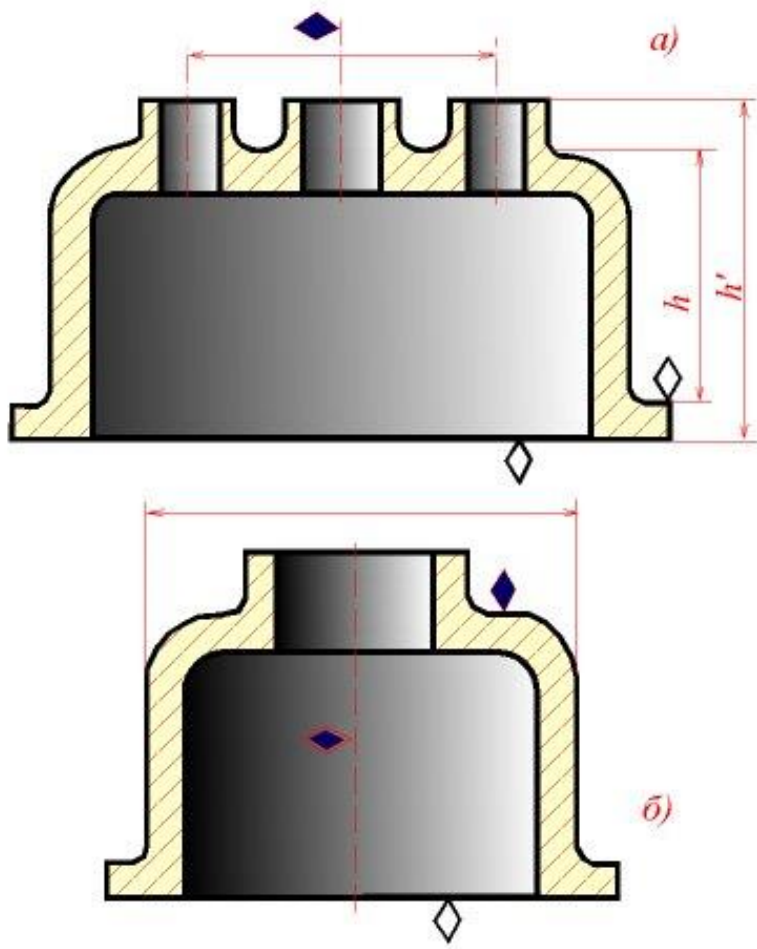


Рис. 12.

9. НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ НА КРЕСЛЕННІ ЛИТИХ ДЕТАЛЕЙ

При нанесенні розмірів на кресленнях литих деталей слід керуватися пунктом 1.16 ГОСТ 2.307 - 68, в якому говориться наступне.

При виконанні креслень деталей, виготовлених відливанням, штампуванням, куванням або прокаткою з наступною механічною обробкою частини поверхні деталі, вказують не більше одного діаметра по кожному координатного напрямку, який зв'язує механічно оброблювані поверхні з поверхнями, що не що піддаються механічній обробці.

З урахуванням розташування ливарних баз і баз механічної обробки дане правило реалізується для виливків такий спосіб:

1) необроблювані поверхні слід прив'язувати до ливарної чорнової бази безпосередній або за допомогою інших розмірів;

2) вихідну базу механічної обробки слід прив'язати до чорнової ливарної бази; всі інші діаметра механічно оброблятися поверхонь - до бази механічної обробки безпосередній або за допомогою інших розмірів.

Прив'язувати ливарні діаметри до розмірів поверхонь, які будуть механічно оброблюватись і навпаки неприпустимо, за винятком випадку, коли ливарна база і база механічної обробки збігаються (осьові бази).

Наведені правила необхідно дотримуватися для всіх трьох координатних осей виливки.

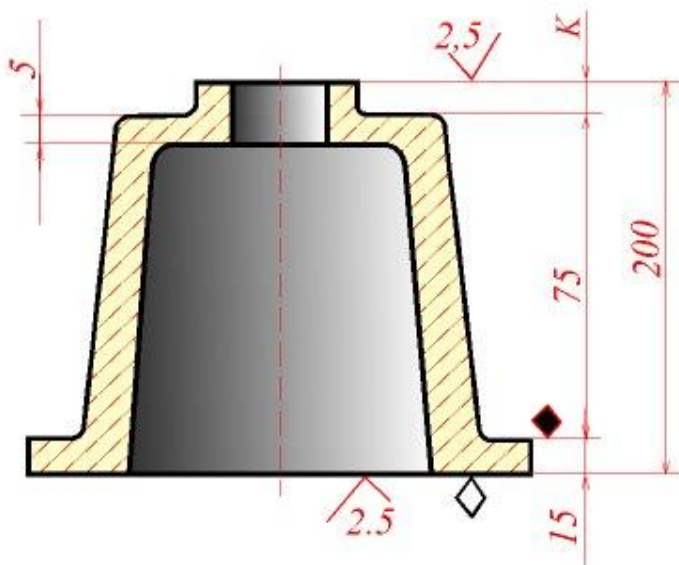


Рис. 13.

На рис. 13 показана система нанесення розмірів на литий деталі, що має оброблені поверхні. Як чорновий бази вибратися верхня поверхню фланця, яка не буде оброблюватись. Розмір 15 мм до неї прив`язана база механічної обробки (нижня площину фланця). До бази механічної обробки прив`язана оброблятися верхня площина (діаметра 200 мм). Верхня чорнова поверхню координується від ливарної бази (діаметра 175 мм) і від неї - товщина верхньої стінки (діаметра 5 мм).

Відстань "К" між верхньою оброблюваною площиною і верхньою чорною стінкою стає останньою ланкою розмірного ланцюга і служить компенсатором відхилень поверхонь, які отримані литтям. Оскільки величина "К" на кресленні не проставляється, її НЕ приймають до уваги при контролі деталі.

Список рекомендованої літератури

1. В.С. Левицький Машинобудівне креслення, "Вища школа", 1978р.
2. ГВ.М.. Попова, С.Ю. Алексєєв Машинобудівне креслення. Довідник "Політехніка", 1994р.
3. Р.Н. Гжіров Короткий довідник конструктора "Машинобудування", 1983р.

Зміст

1.	Основні види механічної обробки деталей	3
2.	Короткі відомості про бази в машинобудуванні	4
3.	Система нанесення розмірів	4
4.	Методи нанесення розмірів	7
5.	Креслення вала	7
6.	Конструктивні елементи деталей	9
7.	Різьбові проточки	16
8.	Ливарні бази і бази механічної обробки	17
9.	Нанесення розмірів на кресленнях литих деталей	19
	Список рекомендованої літератури	21