

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

*Райковська Г.О., Головня В.Д.
Глембоцька Л.Є.*

ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА

ПРАКТИКУМ ЧАСТИНА 2

для студентів інженерно-технічних спеціальностей галузей знань:
13 «Механічна інженерія» і 27 «Транспорт»



ЖИТОМИР
2017

УДК 514.18:004(075.8)

ББК 30.11я73

P18

Рецензенти: **М.М. Козяр**, доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри інженерної графіки та машинознавства Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне;
Р.М. Горбатюк, доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерних технологій Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка;
Л.В. Оршанський, доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри методики трудового і професійного навчання Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка.

*Рекомендовано Вченою радою Житомирського державного
технологічного університету
(протокол № 15 від 29 червня 2017 р.)*

Райковська Г.О.

P18 Інженерна графіка. Практикум : навч. посібник / Г.О. Райковська, В.Д. Головня, Л.Є. Глембоцька. – ч. 2. – Житомир : ЖДТУ, 2017. – 116 с.

ISBN 978-966-683-483-9

Навчальний посібник містить короткі теоретичні відомості з кожної теми курсу інженерна графіка, типові приклади креслеників деталей машин, а також тестові завдання і питання для контролю знань.

Навчальний посібник призначено для організації та проведення практичних занять, а також набуття практичних навичок конструкторської діяльності, для студентів галузі знань 13 «Механічна інженерія» і 27 «Транспорт».

УДК 514.18:004(075.8)

ББК 30.11я73

ISBN 978-966-683-483-9

© Г.О. Райковська, 2017
© В.Д. Головня, 2017
© Л.Є. Глембоцька, 2017

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	4
РОЗДІЛ 1. ТЕХНІЧНІ МАШИНОБУДІВНІ ОБ’ЄКТИ	6
1.1. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ДЕТАЛЬ ТА ЇЇ ВІДОБРАЖЕННЯ	6
1.2. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ЗОБРАЖЕННЯ ДЕТАЛЕЙ НА КРЕСЛЕНИКУ	9
1.3. КРЕСЛЕНИКИ ДЕТАЛЕЙ, ЩО ОБМЕЖЕНІ ПОВЕРХНЯМИ ОБЕРТАННЯ	20
1.4. КРЕСЛЕНИКИ ЛИВАРНИХ ДЕТАЛЕЙ	22
ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ	31
РОЗДІЛ 2. НАПИСИ НА КРЕСЛЕНИКАХ	32
2.1. ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ.....	36
2.2. ГРАНИЧНІ ВІДХИЛИ РОЗМІРІВ. ДОПУСКИ ФОРМИ І РОЗТАШУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ	38
2.3. ПОЗНАЧЕННЯ МАТЕРІАЛІВ	49
2.4. ПОЗНАЧЕННЯ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХОНЬ	53
ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ	60
РОЗДІЛ 3. ЗОБРАЖЕННЯ – УМОВНОСТІ ТА СПРОЩЕННЯ.....	62
ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ	66
РОЗДІЛ 4. ЧИТАННЯ КРЕСЛЕНИКІВ	67
4.1. ГРАФІЧНЕ ВІДОБРАЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ З ДЕТАЛЯМИ	68
ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ	71
РОЗДІЛ 5. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ КРЕСЛЕНИКІВ ВУЗЛІВ	72
5.1. ОПЕРАЦІЇ З’ЄДНАННЯ І РОЗ’ЄДНАННЯ ДЕТАЛЕЙ ВУЗЛА	76
5.2. СПЕЦИФІКАЦІЯ.....	78
5.3. КРЕСЛЕНИК ПІДШИПНИКОВОГО ВУЗЛА.....	80
ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ	89
РОЗДІЛ 6. АНОТОВАНІ КРЕСЛЕНИКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН.....	90
ТЕСТОВІ ЗАПИТАННЯ	105
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК.....	114
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	115

ПЕРЕДМОВА

Машинобудування має велике значення для зміцнення економіки України і становлення її як незалежної високорозвиненої держави і є однією з провідних ланок важкої промисловості. Створюючи найбільш активну частину основних виробничих фондів (знаряддя праці), машинобудівна промисловість істотно впливає на темпи і напрями науково-технічного прогресу в різних галузях народного господарства, зростання продуктивності праці та інші економічні показники, які визначають ефективність розвитку суспільного виробництва.

Багатогалузева структура машинобудування і металообробки, його техніко-економічні особливості (конструкційна складність машин, широкий розвиток процесів спеціалізації та кооперування, метало- і трудоемність, малотранспортабельність тощо) зумовлюють специфіку проектування, конструювання і моделювання виробів різних галузей.

В останні роки багато країн розглядають інженерну освіту як головний провідний чинник інноваційного прориву і прогресу суспільства.

Вища технічна освіта як одна із важливих освітніх підсистем є глибоко інтегрованою з наукою, виробництвом та сферою послуг і відіграє ключову роль у побудові конкурентоспроможної вітчизняної економіки, розвитку трудових ресурсів.

Основними завданнями вищої технічної освіти є підвищення ефективності освітнього процесу за рахунок упровадження інноваційних ефективних технологій навчання, створення принципово нових моделей розвитку навчально-виховного процесу та використання інформаційних ресурсів.

Тенденція до зменшення навчальних годин на вивчення графічних дисциплін у ВТНЗ істотно вплинуло на засвоєння знань та здобуття практичних навичок оформлення конструкторської документації. Нові навчальні програми з графічних дисциплін зорієнтовані на самостійне вивчення студентами багатьох досить складних розділів курсів «Нарисна геометрія», «Інженерна та комп'ютерна графіка» і передбачають зменшення не тільки лекційних годин, а й практичних занять. Для того, щоб самостійна робота студентів набула покладеного на неї статусу у ВТНЗ, а також сприяла розвитку конструкторсько-технологічних здібностей майбутнього фахівця, вона повинна бути спланованою й індивідуалізованою.

Навчальний посібник підготовлено за програмою курсу «Інженерна і комп'ютерна графіка» для машинобудівних спеціальностей вищих технічних навчальних закладів і доповнює існуючі підручники і навчальні посібники конкретним матеріалом з практичної підготовки. Курс «Інженерна і комп'ютерна графіка» є завершальним у циклі графічної підготовки – «Нарисна геометрія, інженерна і комп'ютерна графіка» і є базою для вивчення спеціальних дисциплін, виконання курсових проектів, бакалаврських робіт.

Навчальний посібник «Інженерна графіка. Практикум» (2 частина) призначений для індивідуальної самостійної роботи студентів.

Матеріал навчального посібника викладено в такій послідовності:

- теоретичний матеріал;
- запитання для перевірки знань;
- підсумковий тест-контроль;
- предметний покажчик;
- приклади креслеників технічних деталей.

У навчальному посібнику використані державні та галузеві стандарти станом на 01.01.2017 р.

РОЗДІЛ 1

ТЕХНІЧНІ МАШИНОБУДІВНІ ОБ'ЄКТИ

Конструювання машин – творчий процес з властивими йому закономірностями побудов і розвитку. Основні особливості цього процесу полягають у багатоваріантності рішення, необхідності узгодження прийнятих рішень зі загальними і специфічними вимогами, що висуваються до конструкцій, а також з вимогами відповідних стандартів, що регламентують терміни, визначення, умовні позначення, систему вимірювань, методи розрахунку і т. п.

Деталі, вузли машин виготовляють за креслениками, виконаними 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. Для особливо відповідальних конструкцій проект доповнюють макетом або діючою моделлю.

Стадії розробки конструкторської документації та етапи робіт встановлено за стандартом – ГОСТ 2.103-68. Він узагальнює досвід, накопичений у передових країнах з проектування машин, приладів і апаратів.

1.1. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ДЕТАЛЬ ТА ЇЇ ВІДОБРАЖЕННЯ

Форма деталі. Форма деталі повинна задовольняти конструкторським і технологічним вимогам, що пов'язані з основним способом виготовлення деталі та з'єднання її (збірки) з іншими деталями, інакше забезпечувати виконання заданих службових функцій разом з іншими деталями машини. Для виконання службових функцій кожна деталь має необхідний набір суцільних і порожнистих елементів, об'єднаних між собою в конкретну структуру, при цьому порожні елементи повинні бути розташовані тільки всередині деталі. Сукупність форм елементів утворює зовнішню і внутрішню форму деталі.

Відсіки форми елементів, що приймають участь в утворенні контуру деталі, відносяться до спряжених, з'єднувальних і вільних відсіків. Спряжені відсіки разом із іншими спряженими (ділянками) приймають участь в утворенні рухомих ділянок з'єднань. З'єднувальні відсіки разом із іншими з'єднувальними відсіками деталей приймають участь в утворенні нерухомих з'єднань деталей. Такі відсіки оброблюються більш якісно. Вільні відсіки, якими деталі не спрягаються з іншими деталями, як правило, мають прості форми і задовольняють умовам міцності та простоти обробки, вони точно не оброблюються.

Сукупність технологічних операцій обробки всіх елементів деталі утворює технологію виготовлення деталі і встановлює її технологічний тип (ливарна, кована, штампована, повністю механічно оброблена тощо).

Більшість деталей має схожу інформацію, яка відображається на робочих креслениках різними способами. До *загальної інформації про деталі*, які мають різну форму, матеріал, конструкцію і призначення слід віднести:

- в основному написі графічно відображується: тип і назва деталі, масштаб, зміни в кресленику, аркуш, кількість аркушів кресленика деталі, номер деталі по специфікації, організаційна інформація (виконавець, керівник, контроль, організація);
- форма деталі відображається зображеннями (видами, перерізами, розтинами та їх позначенням) і розмірами форми;
- частина форми деталі може не відображатися зображеннями і розмірами за умовчанням;
- кресленик деталі повинен мати необхідну і достатню кількість зображень, що визначають її форму;
- на кресленику деталь повинна бути зображена у тому вигляді, у якому вона поступає на збирання;
- розміри форми відображають креслярським шрифтом, розміром № 5–3,5.
- кресленик повинен містити необхідну кількість розмірів, які визначають як форму деталі, так і форму всіх складових елементів та їх відносне розташування.

Стан форми деталі. *Граничні відхилення розмірів форми* відображають записом біля числових величин розмірів. *Граничні відхилення форми відсіків та їх розташування* відображають знаками, числами і літерами. *Орієнтацію деталі відносно системи площин проєкцій* відображають орієнтацією зображень відносно осей загальної системи координат. Розміри орієнтації деталі на кресленику не наносять. *Тип матеріалу, його марку і масу* вказують в основному написі. На перерізах і розтинах графічно відображають тип матеріалу. *Стан матеріалу* (термообробка, міцність і т. п.) відображають спеціальним записом і лініями. *Шорсткість поверхонь окремих відсіків* відображають спеціальними знаками.

Покриття вказують:

- 1) в технічних вимогах;
- 2) за допомогою окремих позначень: літерами і лініями на зображеннях.

Технічні вимоги (якість матеріалу, окремі розміри, відхилення розмірів, якість поверхні, розташування окремих елементів деталі і т. ін.) записують над основним написом. Технічна характеристика деталі також записується над

основним написом. Таблиці параметрів, що розташовані на кресленику доповнюють інформацію, яка відображається графічною частиною кресленика. Окремі елементи деталі позначають написами на виносних лініях.

Об'єм конструкторської інформації про деталь, що відображається повинен забезпечити перехід до технологічної інформації, необхідної для розробки технології виготовлення деталі і для її контролю.

Кресленик деталі повинен бути виконаним і оформленим із дотриманням вимог стандартів, які визначають форму, масштаб, лінії й шрифти.

Інформація про деталь, що не відображається на її робочому кресленику. Інформацію про деталь поділяють на дві частини: відображаємо на кресленику за правилами ЄСКД і, що не відображається за умовчанням. Частина інформації, що не відображається на кресленику може бути описана, друга частина не може бути встановлена і описана за креслеником тільки однієї даної деталі.

Службові функції деталі. Кожна деталь виконує задані службові функції, для цього вона має конкретну форму, що виготовляється з необхідного матеріалу. Службові функції деталі встановлюються в залежності від її участі у роботі вузла, ланки або з'єднання деталей конструкції до якої вона входить.

Форма деталі, розміри її елементів і їх орієнтація визначаються призначенням деталі. До основних службових функцій деталей машин можна віднести:

- 1) наявність контакту деталі з іншими деталями;
- 2) нерухоме з'єднання елемента деталі з елементом іншої деталі;
- 3) рухоме з'єднання елемента деталі з елементом іншої деталі;
- 4) сприйняття деталлю потужності від іншої деталі;
- 5) передача навантаження іншим елементам деталей;
- 6) передача потужності іншим елементам деталей;
- 7) вільне розміщення інших деталей або їх елементів в порожнистих елементах деталі;
- 8) сприйняття деталлю навантаження від іншої деталі.

Службові функції визначають й інші характеристики:

- зв'язок з іншими деталями вузла;
- зв'язок між елементами, що утворюють структуру деталі;
- функціональне призначення кожного елемента;
- зони контакту деталі з іншими;
- склад, перелік типів і кількість однакових елементів, що утворюють конструкцію деталі;
- структуру з'єднання елементів, що утворюють конструкцію деталі;

- співвісне розташування елементів деталі;
- розміри орієнтації елементів деталі (від 0 до 90°);
- форму частин деталі, які не відображено зображенням і розмірами за умовчанням;
- симетричність видимої і невидимої частин оболонки деталей типу тіл обертання;
- розміри положення деталі – на кресленику їх не позначають.

1.2. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ЗОБРАЖЕННЯ ДЕТАЛЕЙ НА КРЕСЛЕНИКУ

Предмет виробництва, для виготовлення якого розробляється конструкторська документація, за стандартом ГОСТ 2.101-68 визначається терміном «виріб».

Означення

Виробом називається будь-який предмет виробництва (або набір предметів), що підлягає виготовленню на підприємстві-виробнику.

Встановлено такі види виробів:

- деталі;
- складальні одиниці;
- комплекси;
- комплекти.

Означення

Деталь – елементи машин, кожен з яких являє собою одне ціле і не може бути розібраний без руйнування на простіші складові ланки машини.

Кількість деталей у сучасних машинах досягає десятків тисяч. Виконання машин з деталей передусім викликане необхідністю забезпечення відносних рухів (ступенів свободи) частин. Але нерухомі та взаємно нерухомі частини машин (ланки) також виконують із окремих деталей, поєднаних між собою. Це дає можливість застосовувати оптимальні матеріали, швидко відновлювати працездатність спрацьованих машин, замінюючи тільки прості та зношені деталі, що полегшує їх виготовлення, забезпечує зручність процесу збирання машин.

За ознаками застосування та поширення в машинобудуванні деталі можна поділити на групи:

- *стандартні* – це деталі, що виготовляються у відповідності до державних, галузевих стандартів або стандартів підприємства;

- *уніфіковані* – це деталі, запозичені з іншого виробу, тобто раніше спроектовані як оригінальні;
- *оригінальні* – деталі, що конструюють для конкретної машини і вони, як правило, раніше не проектувались і не виготовлялись.

Означення

Складальна одиниця – виріб, складові частини якого підлягають з'єднанню між собою на підприємстві-виробнику збиральними операціями (згвинчуванням, клепкою, зварюванням, паянням, пресуванням тощо), наприклад, редуктор, зварний корпус, пластмасовий маховик із металевою арматурою і т. д.

Комплекс – два або більше специфікованих виробів, не з'єднаних між собою на підприємстві-виробнику збиральними операціями, але призначені для виконання взаємопов'язаних експлуатаційних функцій (автоматична телефонна станція, конвеєрна лінія тощо).

Комплект – два або більше виробів, не з'єднаних на підприємстві-виробнику збиральними операціями і, які представляють собою набір виробів, що мають загальне експлуатаційне призначення допоміжного характеру (комплект запасних частин, комплект інструменту і приладдя, комплект вимірювальної апаратури, комплект пакувальної тари і т. ін.).

Створення будь-яких виробів промисловості починається з розроблення конструкторської документації. Якість її виконання значною мірою впливає на якість і строки створення й опанування виробів, трудомісткість їх виготовлення.

Усі конструкторські документи оформлюються відповідно до вимог діючих стандартів, які забезпечують єдину технічну мову і термінологію, взаємообмін між підприємствами конструкторською документацією та її використання у системі автоматизованого проектування – САПР.

У березні 1992 року прийнято міждержавну угоду згідно з якою взято до виконання частину чинних стандартів колишнього СРСР, у тому числі тимчасово прийнято без змін існуючі стандарти єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД), які регламентують основні правила виконання і оформлення креслеників та іншої технічної документації.

Одним із основних напрямків перспективного розвитку ЄСКД є документальне забезпечення системи автоматизації проектно-конструкторських робіт у САПР, що дає змогу підвищувати продуктивність конструкторських робіт. Єдина система технологічної документації (ЄСТД) являє собою комплекс

державних стандартів, які встановлюють взаємопов'язані правила розробки, оформлення і обороту технологічної документації.

Конструювання деталей машин являє собою досить складний творчий процес, який супроводжується необхідністю розв'язання технічних задач. Для кожної деталі необхідно забезпечити міцність, надійність, працездатність, довговічність, технологічність виготовлення деталі, ергономічність, зручність складання та розбирання тощо.

На виробництві розробка конструкторської документації (креслеників) є першим етапом у створенні машини, виробу або окремої деталі. Ось чому робочий кресленик повинен містити всю інформацію, яка забезпечує виготовлення та застосування деталі у виробі з дотриманням усіх вимог надійної експлуатації. Виконання робочого кресленика є найбільш важливим, і в той же час, найбільш складним процесом для сприйняття особливостей конструювання розділу курсу «Інженерна графіка».

Означення

Робочий кресленик деталі – документ, який містить у собі зображення деталі та інші дані, необхідні для її виготовлення та контролю.

Робочий кресленик, як правило, розробляється на кожну оригінальну деталь, яка входить до складу виробу. До оригінальних деталей слід віднести деталі, форма яких частково або повністю відрізняється від форми стандартних деталей або форми деталей з стандартними зображеннями. Оригінальні деталі в загальному випадку поділяють за типами: конструкторські й технологічні.

Конструкторський тип деталі залежить від її функцій, для виконання яких вимагаються конкретні конструктивні елементи. Сукупність цих елементів має характерні особливості зображення, які дозволяють встановити належність деталі до певного конструкторського типу.

Вид основної обробки визначається технологічним типом деталі. Форма більшості зовнішніх і внутрішніх елементів таких деталей характерна для відповідного технологічного типу деталі та зображення її елементів. Наприклад, деталі, що виготовляються литтям мають ливарні заокруглення і нахили, деталі типу тіл обертання («токарні» деталі) – обмежені переважно поверхнями обертання, тощо.

Зображення деталі. Зображення, що обрано для кресленика деталі, повинні:

- відображати форму деталі;
- відображати форму усіх елементів деталі та їх відносне розташування;

- забезпечувати нанесення розмірів форми і розташування всіх елементів деталі;
- допускати можливість представлення форми, розмірів форми і розмірів розташування відсіків контуру деталі, що не відображуються за умовчанням.

Особливості виконання зображень на кресленіку деталі:

- кожне зображення повинно відображати найбільшу кількість інформації та бути по-можливості простим для виконання кресленика;
- якщо деталь має похилі елементи, то до числа її зображень будуть входити додаткові види або похилі розтини;
- якщо деталь складається з суцільних елементів (наповнених матеріалом), то у більшості випадків її зображеннями є види;
- якщо деталь має в своїй конструкції порожні елементи, то до її числа зображень входять розтини або перерізи;
- розтини і перерізи необхідно викреслювати зі збереженням орієнтації їх розтинальної площини, якщо її задано на головному виді. Якщо вони задані на інших зображеннях, то допускається або зберігати орієнтацію їх розтинальної площини, або повертати розтини і перерізи до орієнтації, яка співпадає з орієнтацією на головному виді;
- кількість зображень може бути зменшена завдяки поєднанню місцевого розтину з неповним видом, а для симетричних деталей – при поєднанні половини виду з половиною розтину;
- зображення оригінальних деталей складаються із зображень оригінальних і стандартних елементів (навчальний посібник «Інженерна графіка. Практикум» 1 частина, § 2.1, табл. 4);
- стандартні деталі мають стандартні зображення, які складаються зі зображень стандартних елементів;
- масштаби зображень вибирають, виходячи із зручності виконання і читання кресленика і для визначення розмірів його форми (одного з стандартних). Рекомендується в межах можливого виконувати кресленик в масштабі 1:1.

Виконання робочих креслеників деталей. Виконання кресленика деталі полягає в здійсненні наступних основних операцій:

1) вивчення і представлення інформації про деталь. При цьому всю інформацію поділяють на ту, що відображається за правилами ЄСКД (точно, спрощено і умовно) і на ту, що не відображається за умовчанням (рис. 1). Відображення інформації повинно бути однозначним;

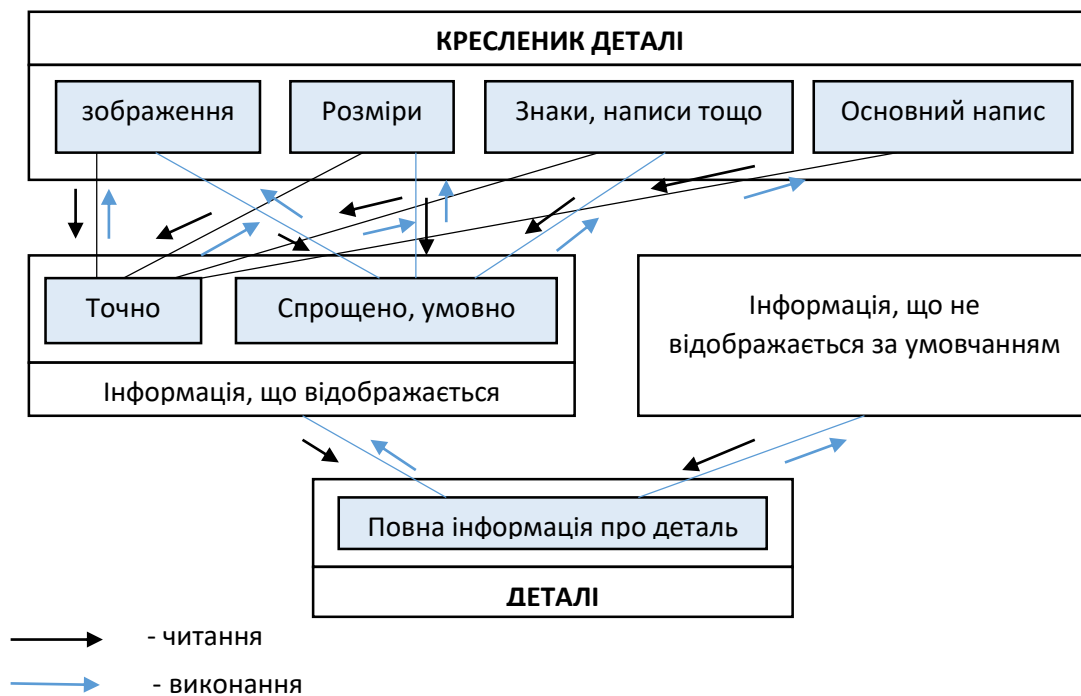


Рис. 1. Вид інформації на робочому кресленку деталі

2) орієнтація деталі перед уявними площинами проекцій. Встановлюється кількість зображень, яка необхідна для виявлення її зовнішньої та внутрішньої форми й зі врахуванням відповідного масштабу вибирається формат, на якому виконується кресленик;

3) раціональне розташування зображень та їх виконання. При компоновці кресленика необхідно зображення деталі розташовувати таким чином, щоб формат був використаний повністю (75%), притому слід пам'ятати про місця для нанесення розмірів;

4) викреслюють по габаритним розмірам контури усіх зображень. При цьому необхідно звернути увагу на техніку виконання зображень. Якщо зображення симетричне, то його обов'язково починають креслити з нанесення осей симетрії. Потрібно, щоб кількість зображень була найменшою, але достатньою для однозначного виявлення форми та розмірів деталі;

5) на робочому кресленку деталі повинна бути відображена і розміщена наступна інформація: зображення, розміри, основний напис (правий нижній кут), технічні вимоги (над основним написом), умовні знаки шорсткості (правий верхній кут аркуша), таблиця параметрів для зубчастого колеса. Всі написи виконуються тільки горизонтально, незалежно від напрямлення зору для окремих зображень і орієнтації розгинальних площин (рис. 2, 3). Використовуючи умовні написи, позначення та знаки, можна скоротити кількість зображень;

6) при обробці на верстаті окремих поверхонь в залежності від їх форми складна деталь може займати різні положення. У такому випадку головне

Перв. примеч.

Справ. №

Умовні знаки, що характеризують шорсткість поверхонь

Позначення кресленика (повернуте)

Зона нанесення розмірів

Контур зображення

1.

2.

3.

4.

і т.д.

Технічні вимоги

Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата			Лист	Масса	Масштаб	
Разраб.								1:1	
Проб.									
Т.контр.						Лист	Листов	1	
Н.контр.									
Утв.									

Крипториф
Формат А4

14

[illegible]

Табиғат

Позначення кресленка (повернуте)

Зона нанесення розмірів

Контур
зображення

Контур
зображення

Технічні вимоги

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- im.d.

[illegible]

Конференция

формат А3

Рис. 3. Компонування зображень на форматі А3

7) простота виготовлення деталі залежить від використання конструктивно-технологічних елементів.

Означення

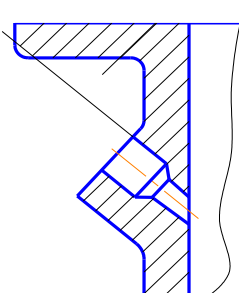
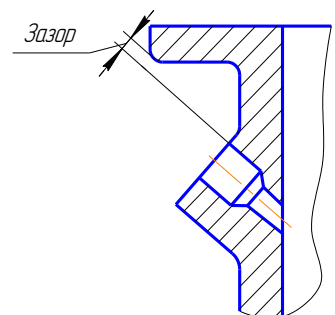
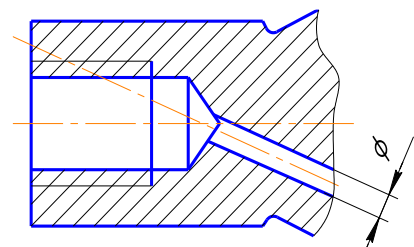
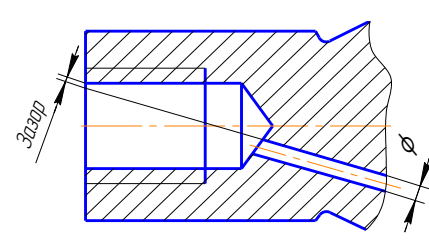
Під **конструктивно-технологічними елементами** ми розуміємо такі елементи деталі, які дозволяють виготовляти її з найбільшою простотою.

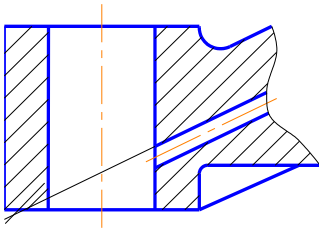
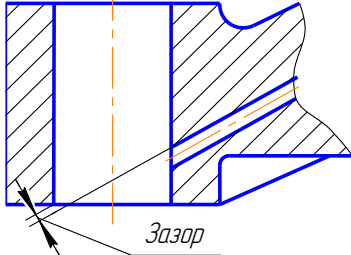
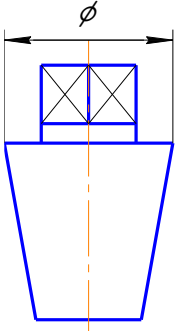
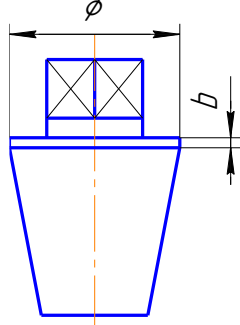
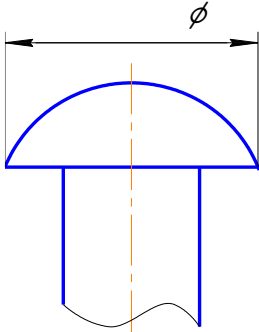
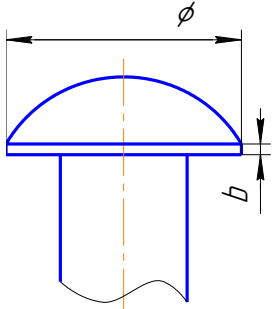
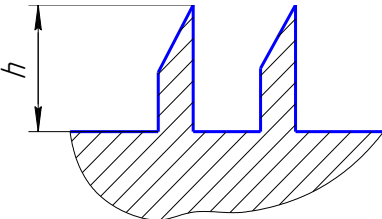
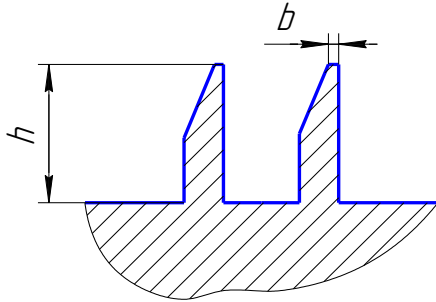
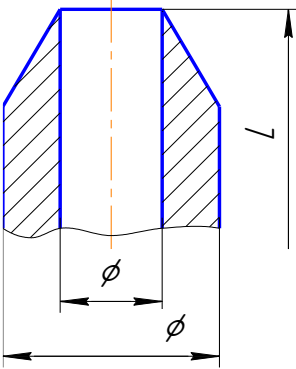
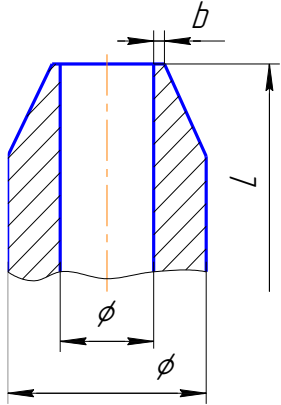
Більшість конструктивно-технологічних елементів обумовлено стандартами, наприклад, форма і розміри центрових отворів, проточки для виходу ріжучого інструменту при нарізанні нарізі, шліфувальних кругів, заглибини під головки гвинтів, болтів тощо. Типові технологічні процеси забезпечують зручність підведення інструменту, передбачають найменший об'єм зняття матеріалу і т. д.

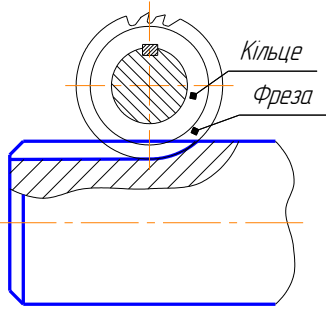
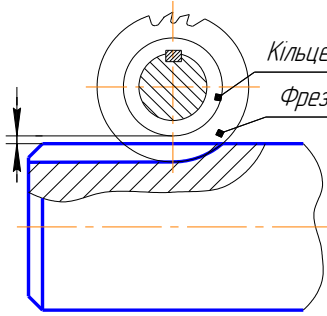
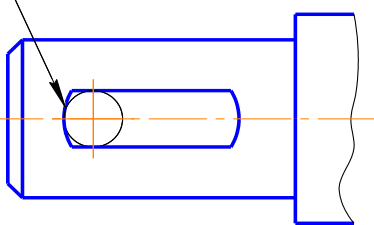
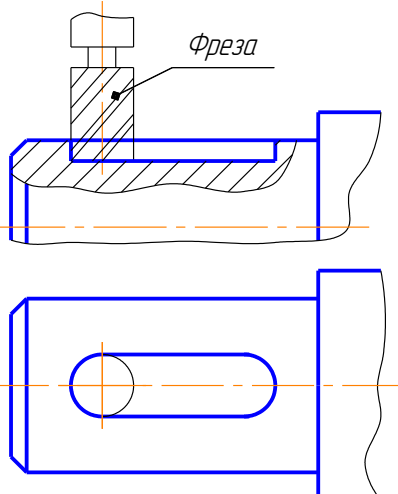
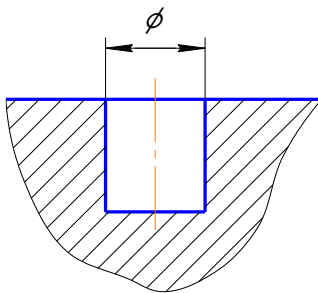
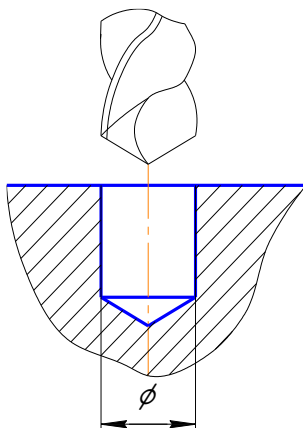
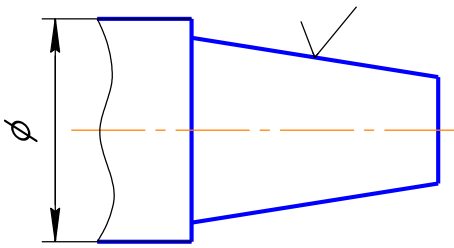
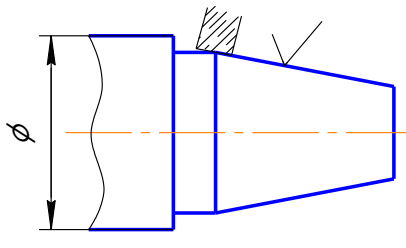
В таблиці 1 наведено рекомендації щодо використання конструктивно-технологічних елементів за принципом співставлення «нетехнологічно» і «технологічно».

Таблиця 1

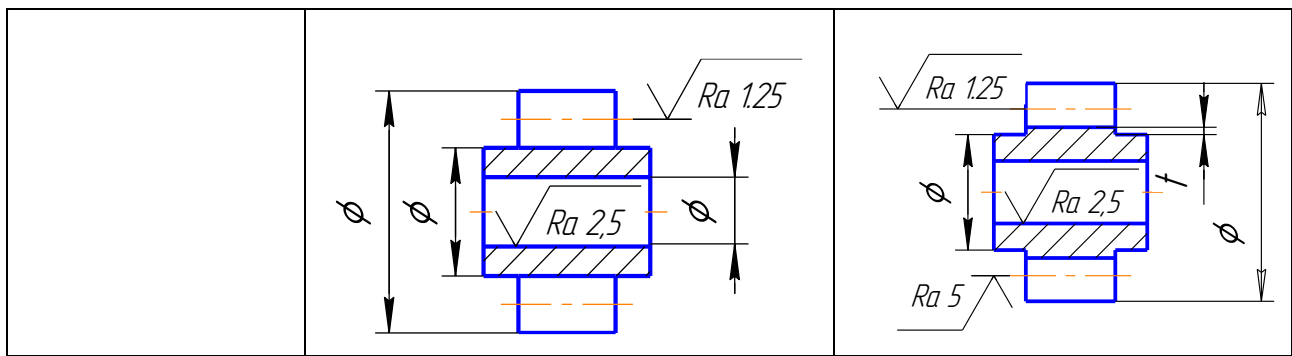
Рекомендації щодо використання конструктивно-технологічних елементів на оригінальних деталях

Правило	Зображення	
	Нетехнологічне	Технологічне
Розташування елементів деталей, що оброблюються, повинно бути узгодженим із можливістю підведення металорізального інструменту		
		

		
На деталях не допускаються гострі кромки по яким здійснюються вимірювання. Для цього необхідно передбачити пояси і площадки (b)		
		
		
		

Розміри і конструкція елементів деталей, що підлягають обробці, повинні бути узгоджені із конфігурацією ріжучого інструмента		
	<i>Вимагається додаткова обробка для вибірки кутів</i> 	
	<i>Не передбачено конус від сверла</i> 	
Для обробки конічних поверхонь на деталях слід передбачити можливість «перебігу»		

ріжучого інструмента у вигляді уступів, циліндричних поясів або канавок		
Поверхні, що оброблюються, із різною точністю, шорсткістю і різним інструментом, повинні бути конструктивно відокремлені один від одного (конструктивне відокремлення показано літерою t)		



1.3. КРЕСЛЕНИКИ ДЕТАЛЕЙ, ЩО ОБМЕЖЕНІ ПОВЕРХНЯМИ ОБЕРТАННЯ

Подібні деталі часто використовують для передачі крутного моменту сили та кутової швидкості. В окремих випадках ці деталі займають нерухоме положення. Самі деталі прикріплюються до інших деталей з необхідним зусиллям. У конструкціях вузлів деталі такої форми можуть бути розташовані всередині вузла або зовні.

До конструкції деталі можуть входити: спряжені елементи (зубці, шліци, циліндри, циліндричні отвори, заглибини тощо); з'єднувальні елементи (фланці, торці, циліндри, плоскі зрізи, нарізь, конуси, шпонкові пази та інші); елементи, які об'єднують всі елементи деталі в одне ціле; технологічні елементи (центрові отвори, фаски, проточки, канавки і таке інше).

Розташування спряжених і з'єднувальних елементів пов'язано зі службовими функціями, що виконує деталь.

Особливості виконання робочого кресленика деталей, обмежених поверхнями обертання:

1. При виготовленні деталей, обмежених переважно поверхнями обертання, основною технологічною операцією є токарна обробка на токарних та подібних до них верстатах. У цьому випадку при оброблюванні деталі її вісь, як правило, займає горизонтальне положення, а різець переміщується справа наліво. Проте деталі (або їх заготовки), які мають форму тіл обертання, можуть також виготовлятися без використання токарної обробки (лиття, кування, штампування, прокат і таке інше). У цих випадках головне зображення розташовують так, щоб вісь була паралельна основному напису (горизонтальна). Такий кресленик облегшує виготовлення оснастки (моделі, штампу тощо).

2. При зображенні деталей, обмежених поверхнями обертання різних діаметрів (східчастих), необхідно звертати увагу на їх розташування на верстаті в процесі обробки, тобто на кресленику елементи з більшими діаметрами повинні знаходитись лівіше, ніж елементи з меншими діаметрами (рис. 4).

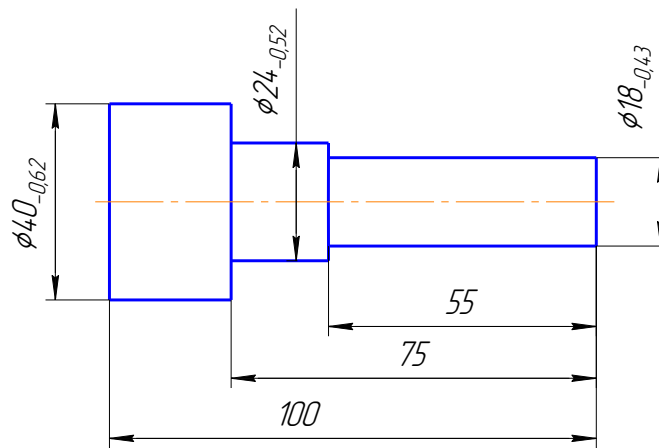


Рис. 4. Розташування деталі на кресленку, що обмежена поверхнями обертання

3. Головне зображення деталі, яке частково чи повністю обмежене зовні конічною поверхнею обертання повинно розташовуватись таким чином, щоб вершина конічної поверхні знаходилась справа (рис. 5, а), а якщо внутрішня поверхня деталі конічна, то вона на кресленку повинна розташовуватись так, щоб вершина конічної поверхні була зліва (рис. 5, б). Це положення відповідає технології обробки таких елементів на токарному верстаті.

4. Якщо деталь крім зовнішніх поверхонь обертання обмежена співвісними з ними внутрішніми поверхнями, то за головне зображення слід приймати головний вид, поєднаний з фронтальним розтином. Це надає повну уяву про деталь, полегшує нанесення розмірів та прискорює виконання самого кресленка. Слід звернути увагу на те, що у цьому випадку розміри, що відносяться до виду, наносять зі сторони виду, розміри, що відносяться до розтину – зі сторони розтину (рис. 6).

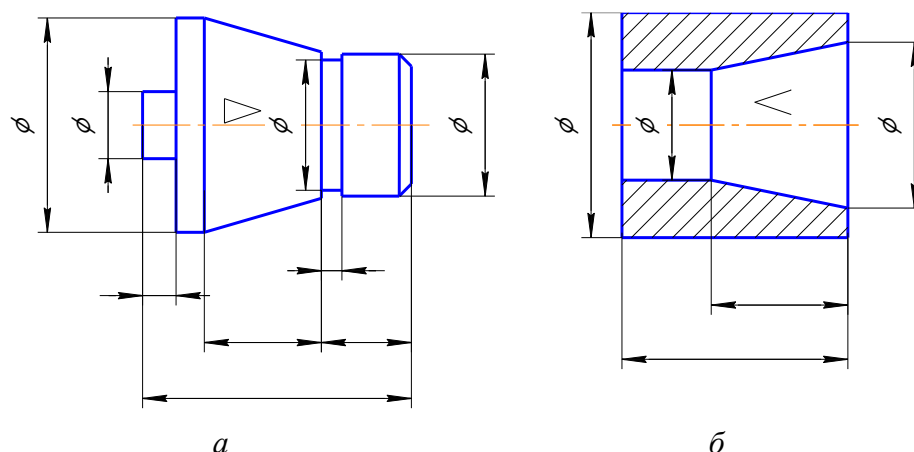


Рис. 5. Розташування конічної поверхні на робочому кресленку

5. Якщо крім поверхонь обертання деталь обмежена будь-якими іншими поверхнями, то кресленик деталі повинен чітко відображати форму і положення усіх її поверхонь. На креслениках таких деталей можуть широко застосовуватися

місцеві та додаткові вигляди, різноманітні розтини та перерізи, а також виносні елементи, умовні позначки та написи (рис. 6).

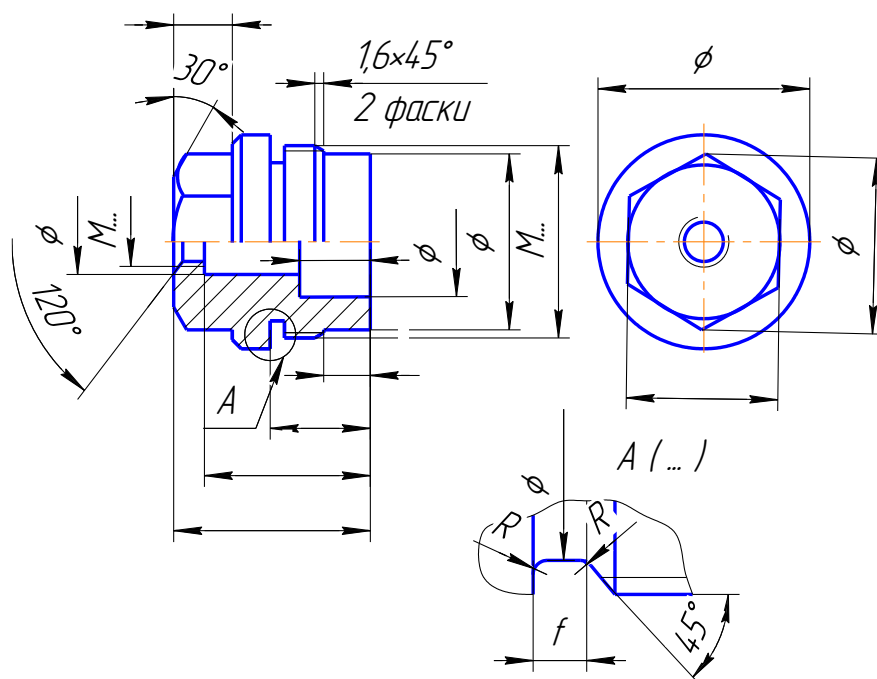


Рис. 6. Кресленник деталі

6. При наявності у деталі глухих отворів та порожнин їх форму передають за допомогою місцевих розтинів. Так, для отримання глухого нарізаного отвору спочатку виконують отвір під нарізь ($d_{\text{отв.}}=0,85d$) свердлом, потім нарізають нарізь мітчиком. Для поступового врізання у метал мітчики мають конічну забірну частину, яка при обробці у кінці отвору утворює збіг нарізі, тому неможливо мати нарізь з повним профілем по всій довжині отвору. На кресленку вказують довжину нарізі з повним профілем. Дно отвору, що утворено ріжучою частиною свердла, – це деяка поверхня обертання, яку умовно показують на кресленку як конічну з кутом при вершині 120° , його розміри на кресленку не проставляють.

1.4. КРЕСЛЕНИКИ ЛИВАРНИХ ДЕТАЛЕЙ

Усі ливарні деталі, незалежно від розмірів, складності та призначення, мають характерні властивості, які пов'язані із технологією їх виготовлення: плавні переходи (заокруглення) між поверхнями, що необроблені по так званим ливарним радіусам; відносна рівномірність товщин стінок (приливи, бобишки, ребра жорсткості). Поверхні ливарних деталей виконують з нахилами, необхідними для вилучення виливки з ливарної форми.

Лиття зазвичай застосовується для деталей складної об'ємної форми з різними внутрішніми порожнинами, ребрами, бобишками і т. ін. Роз'єм може

проходити не по одній, а по декільком площинам і в різних напрямках. Для утворення внутрішніх порожнин (ніш) застосовують стрижні.

Відливаються деталі машинобудування з чавуну, сталі, кольорових металів і різноманітних сплавів. Найбільш поширеним матеріалом є чавун. При одержанні виливки головна увага звертається на створення умов для рівномірного охолодження залитого у форму металу, тому що від цього значною мірою залежить міцність виробу.

Відомо, що при охолодженні виливки відбуваються усадки і виникають залишкові (ливарні) напруги. Вони нерідко призводять до подальшого, часом значного викривлення деталей. У природних умовах напруги вирівнюються (знімаються) дуже повільно; для великих і складних станин на це потрібно кілька місяців. Щоб не гальмувати виробництво, виливки іноді передають з ливарного цеху на механічну обробку, не давши їм навіть як слід охолонути, а це не дуже добре. Зібрані з таких деталей вузли машин, особливо якщо виливки складні, через деякий час відмовляються працювати. А при з'ясуванні причин розладнання з'ясовується, що природне вирівнювання ливарних напружень призвело до викривлення деталей, підшипники перекошилися, шипи заклинило, і вали не повертаються.

Боротьбу з ливарними напруженнями ведуть, надаючи деталям такі форми, при яких товщини стінок виливки виходять однакові, правильно подаючи метал до порожнеч ливарної форми під час заливки. При цьому товщина внутрішніх стінок повинна становити 0,8 від зовнішніх. Для ділянок виливки, що повільно остигають застосовуються спеціальні охолоджувачі, підбирається склад металу тощо, проста обтікаюча зовнішня форма без різких переходів, крутих вигинів і розгалужень внутрішніх стінок – найважливіша вимога до відливок.

Треба передбачати і можливість легкого спливання шлаків і газів, що виділяються при литві. Варто подумки підняти з дна форми газові і шлакові включення і простежити, щоб вони не затримувалися у будь-яких «кишенях».

Литі фланці роблять в 1,5–2 рази товстішими за стінки, що прилягають.

Виконувати в литті отвори малого діаметру і великої довжини складно. Розмір мінімального отвору можна визначити за формулою:

$$d = d_0 + l$$

де l – довжина отвору, мм;

$d_0 = 5$ мм для алюмінієвих сплавів і бронзи, $d_0 = 7$ мм для чавунів, $d_0 = 10$ мм для сталей.

Отвори меншого розміру необхідно свердлити. Довгі канали можна отримати заливкою трубок.

Щоб полегшити виймання моделі з форми поверхням, що перпендикулярні до площини її рознімання, надають формувальні (ливарні) нахили. Величина цих

нахилів залежить від висоти деталі над площиною рознімання форми. Ливарні нахили стандартизовані та їх величини, зазвичай, на креслениках не проставляють і деталі викреслюють без нахилу.

Стандартні формувальні нахили наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Стандартні формувальні нахили

Висота деталі над площиною рознімання, мм	До 20	20-50	50-100	100-200	200-800
Кут нахилу стінки	3°	1° 30'	1°	45'	30'

Проте, стале уявлення, що литим деталям необхідний формувальний нахил, роботами новаторів спростовано. Якщо моделі надати коливання певної частоти, то вона легко «спливає», не пошкоджуючи вертикальних стінок, виконаних без нахилів. Так досягається економія металу, виходять гладкі стінки, знижується трудомісткість подальшої обробки.

При конструюванні ливарних деталей треба прагнути до оптимальної товщини стінок виливки. Зі збільшенням товщини стінок сповільнюється швидкість охолодження, через це в металі утворюються великі кристали, виникає ліквіація (неоднорідність), знижується механічна міцність.

Надмірно тонкі стінки чавунної виливки, особливо при великій протяжності, призводять до відбілювання чавуну, крихкості і ускладнюють наступну механічну обробку. Вибілений чавун настільки твердий, що не піддається обробці різцем.

Застосування стрижнів при формуванні збільшує вартість виливки, тому слід якомога ширше використовувати безстрижневу формовку. Освітлюючи умовно деталь на кресленні пучками зустрічних паралельних світлових променів, спрямованих перпендикулярно лінії роз'єму моделі, визначають тіньові ділянки на деталях і намагаються їх ліквідувати без збільшення маси і зменшення міцності. Якщо це вдалося, то процес виливки не буде ускладнений введенням стрижнів, що утворюють різні порожнечі та виїмки в деталі, що проектується.

Рекомендації використання конструктивно-технологічних елементів для ливарних деталей наведено в таблиці 3.

Деталь складної конфігурації, яку важко обробляти, іноді розкладають на дві деталі простої форми, а потім збирають, наприклад, пресуванням. При пресових посадках фаска виконується під кутом 10–15°, а не 45°, як звичайна, що згладжує гострі кромки.

Особливості виконання креслеників ливарних деталей

1. Зображення ливарних деталей, їх розташування на кресленику, всі умовності та спрощення повинні виконуватися згідно з відповідними стандартами.

2. При конструюванні несиметричних об'ємних деталей бажано, щоб більшість елементів було обмежено поверхнями обертання, що значно спрощує виготовлення оснащення (моделей, стрижнів тощо).

3. При розташуванні головного виду на кресленику необхідно враховувати розташування деталі в механізмі, положення деталі при розмітці на розмічувальній плиті та положення деталі на металорізальному верстаті, при виконанні найбільш трудомістких технологічних операцій. Наприклад, деталі, що обмежені поверхнями обертання (фланці, маховики, шків, циліндри та ін.), необхідно розташовувати таким чином, щоб їх вісь обертання була горизонтальною згідно з положенням при обробці на токарному верстаті.

4. Деталі типу кронштейнів, опор, стояків на кресленику орієнтують так, щоб їх опорні базові поверхні були розташовані горизонтально. Деталі типу важелів та вилок рекомендується розташовувати так, щоб осі їх базових отворів на головному виді були вертикальними чи горизонтальними.

5. Корпусні деталі коробчастого типу повинні бути розташовані таким чином, щоб їх основні опорні базові площини займали горизонтальне положення.

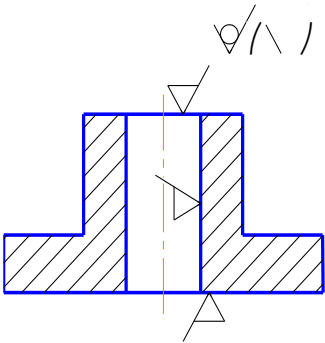
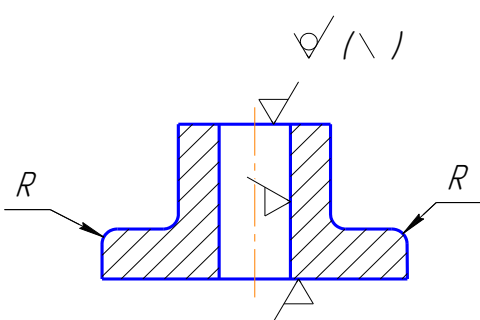
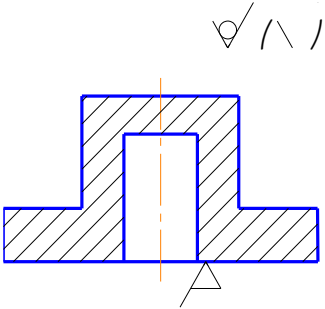
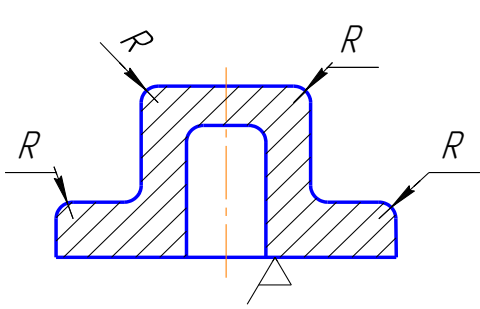
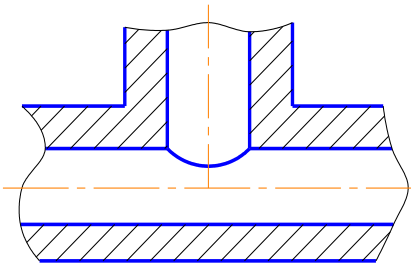
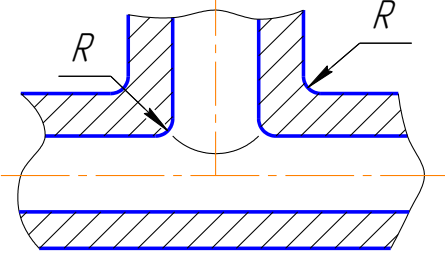
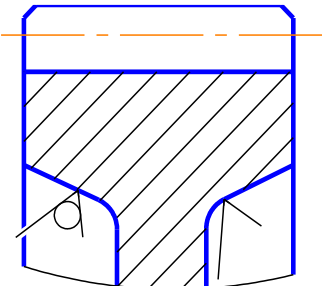
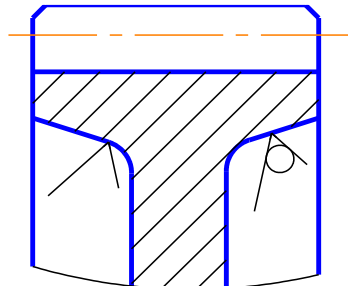
6. Загальна кількість зображень на кресленику ливарної деталі в значній мірі залежить від правильного обрання головного виду, доцільного поєднання видів із розтинами, використання розтинів та перерізів, виносних елементів, умовностей та спрощень.

7. На креслениках литих деталей вказують матеріал, що володіє ливарними властивостями, так, літера «Л» у деяких позначеннях показує, що матеріал ливарний.

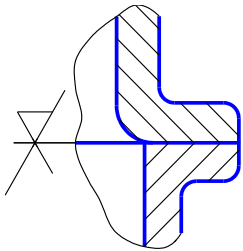
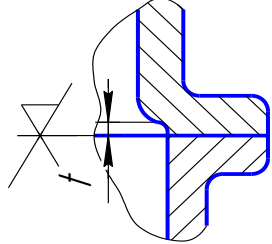
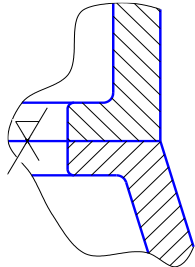
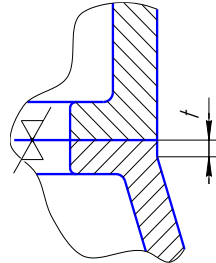
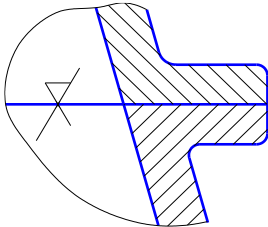
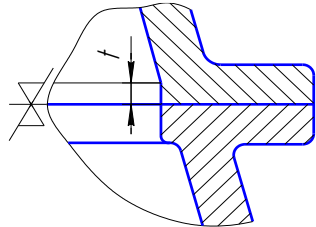
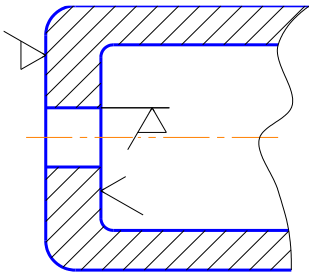
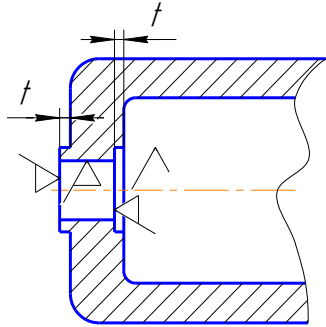
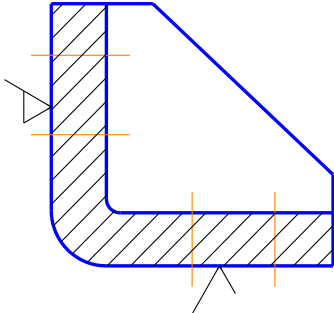
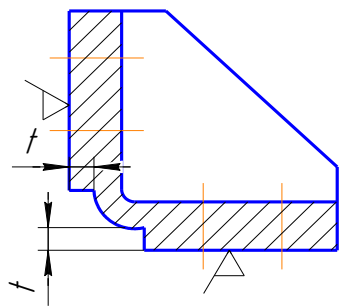
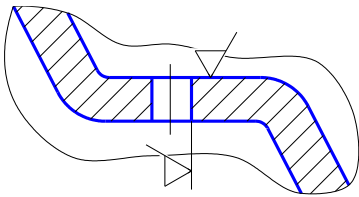
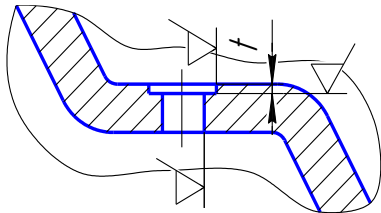
Технічні вимоги на навчальних робочих креслениках ливарних деталей можуть вміщувати наступне:

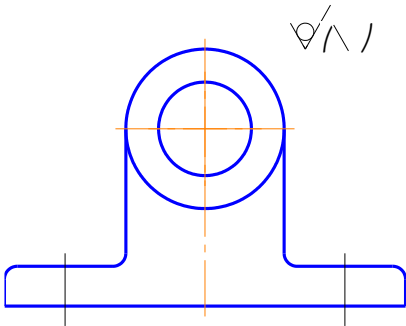
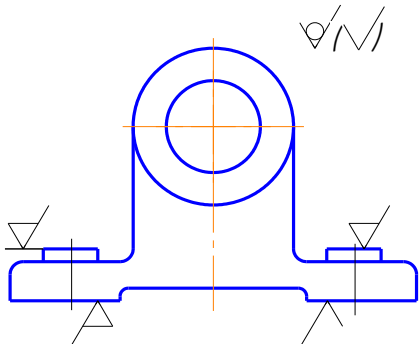
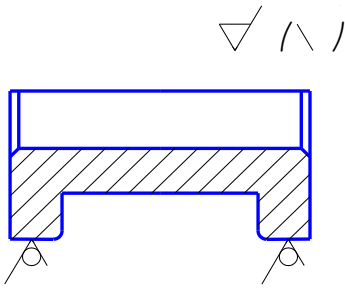
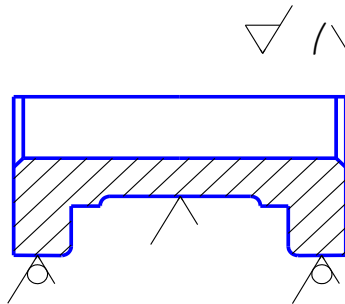
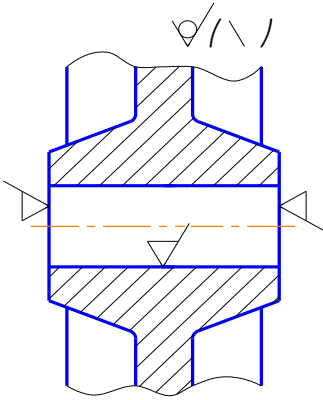
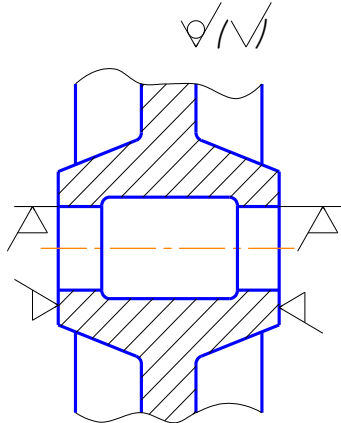
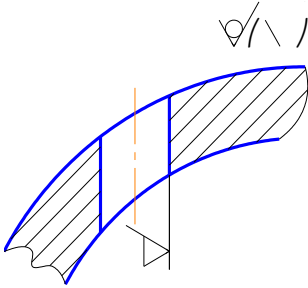
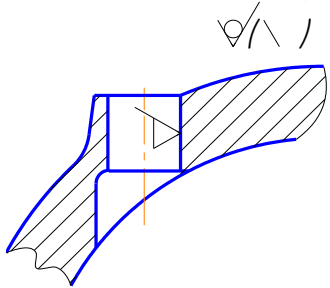
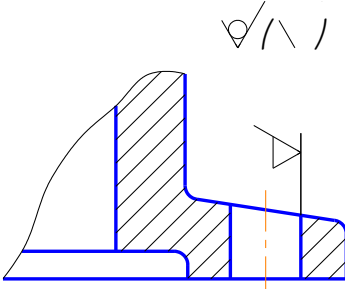
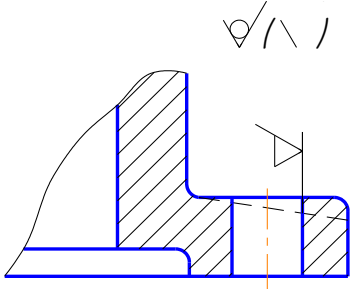
- дані про ливарні дефекти, що не допускаються на поверхнях виливок;
- відомості про невказані на кресленику ливарні радіуси;
- формувальні нахили;
- вказівки про термічну обробку на твердість;
- позначення покриття поверхонь;
- розміри для довідок.

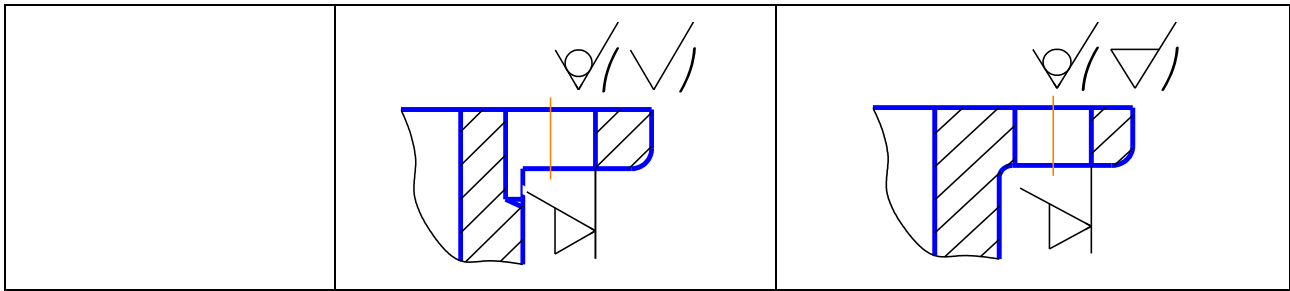
Рекомендації щодо використання конструктивно-технологічних елементів на деталях, виготовлених литтям

Правило	Зображення	
	Нетехнологічне	Технологічне
На литих деталях необхідно дотримуватись плавних переходів між поверхнями		
		
		
У конструкціях литих деталей слід уникати місцевих скупчень металу у вигляді стовщень і масивів		

На деталях не повинно бути тіньових ділянок при освітленні її в напрямленні вилучення моделі з форми (літерою А вказано напрямлення вилучення)	 <i>Зона руйнування форми</i>	 <i>Зона руйнування форми</i>
	 <i>Зона руйнування форми</i>	
	 <i>Зона руйнування форми</i>	

При стикуванні двох литих або штампованих деталей по площині слід передбачити перпендикулярність найближчих чорнових поверхонь до площини стикування (на рисунку перпендикулярну ділянку позначено літерою t)		
		
		
На деталях заготовки, яких отримано литтям, оброблювальні поверхні, повинні бути відокремлені від поверхонь, що зберігаються в стані постачання (відокремлення на рисунку позначено літерою t)		
		
		

Для зменшення об'єму механічної обробки на заготовках деталей передбачають різні заглибини та виступи		
		
		
Форма елементів деталей, що оброблюються повинна передбачати усунення однобічного тиску на ріжучій інструмент типу свердел, зенкерів, розверток		
		



Слід відмітити важливу **особливість нанесення розмірів**, а саме:

1. На креслениках ливарних деталей, що вимагають механічної обробки, вказують розміри так, щоб тільки один розмір знаходився між необробленою поверхнею – ливарною базою і обробленою – основною розмірною базою. Такий розмір дозволяє швидко знайти на кресленику базові поверхні (звичайно площини).
2. На кресленику ливарної деталі наносять дві групи розмірів: розміри, що визначають форму та положення поверхонь, які не оброблюються після лиття, та розміри поверхонь, що підлягають механічній обробці. Перед нанесенням розмірів на кресленику ливарної деталі доцільно обрати ливарні та основні конструкторські (чи технологічні) бази. У якості ливарних баз застосовуються поверхні, що не оброблюються, або їх осі та площини симетрії.
3. Розмірні лінії до оброблених поверхонь проводять від основної розмірної бази. Деякі з оброблених поверхонь можуть бути допоміжними базами, зручними для розрахунку розмірів, що входять в розмірні ланцюги, а також технологічних розмірів.
4. Від ливарної бази вказують розміри до необроблених поверхонь, що безпосередньо визначають ливарну модель (з урахуванням усадки).
5. Деякі з цих необроблених поверхонь, орієнтовані від ливарної бази, також можуть бути допоміжними – для зручності вимірювання та завдання контрольованих величин.
6. Розміри на креслениках ливарної деталі не допускається наносити замкнутим ланцюгом крім випадків, коли один із розмірів вказаний як довідковий. Тоді довідкові розміри позначаються із символом « * », а в технічних вимогах поміщають запис «*Розміри для довідок».

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Які розміри форми і положення не вказуються на креслениках деталей за умовчанням?
2. В якому положенні викреслюють деталі, що оброблюються механічно?
3. Яким чином розташовують деталі, що виготовляються литтям відносно площин проекцій?
4. Які операції з утворення форм деталей Ви знаєте?
5. Яка послідовність виконання креслеників оригінальних деталей?
6. Які є основні типи елементів деталей, правила їх зображення і нанесення розмірів на креслениках?
7. Яку роль відіграють конструктивно-технологічні елементи деталей при виконанні робочих креслеників?

РОЗДІЛ 2

НАПИСИ НА КРЕСЛЕНИКАХ

Написи на креслениках виконуються у відповідності ГОСТ 2.316-2008 у вигляді тексту і таблиць у тих випадках, коли відомості щодо них неможливо, або недоцільно відобразити графічно або умовними позначками. Написи є складовою частиною кресленика і доповнюють графічне зображення виробу.

До написів, що відображують інформацію про деталь належать:

- основний напис;
- позначення зображень;
- технічні вимоги;
- таблиці;
- написи на полчках ліній-виносок (показники властивостей матеріалу, позначення покриття).

Написи на полчках ліній-виносок можуть утримувати відомості, які характеризують окремі елементи деталей:

- позначення шліц та стандарту на шліци (рис. 7);
- позначення нарізі, стандартів на нарізь (рис. 8);
- позначення рифлення (рис. 9);
- позначення центрових отворів (рис. 10), рекомендовані діаметри центрових отворів наведено в табл. 4;
- позначення конусності (рис. 11);
- позначення кількості елементів (фасок, канавок, отворів тощо) (рис. 12);
- вказівки щодо напрямлення прокату, волокон і т. п. лицьової сторони виробу;
- вказівки щодо прийомів і способів обробки і збирання, які гарантують якість виробу, що вимагається, наприклад, «розклепати і зачистити», «притерти», «центровий отвір не допускається» та інше. Утім на креслениках, як правило, розміщувати вказівки технологічного характеру не допускається.

Таблиця 4

Рекомендовані діаметри центрових отворів

Діаметр вала, $D_{\min}$	4	6	10	14	20	30	40	60
Діаметр центрального отвору, d	1	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3

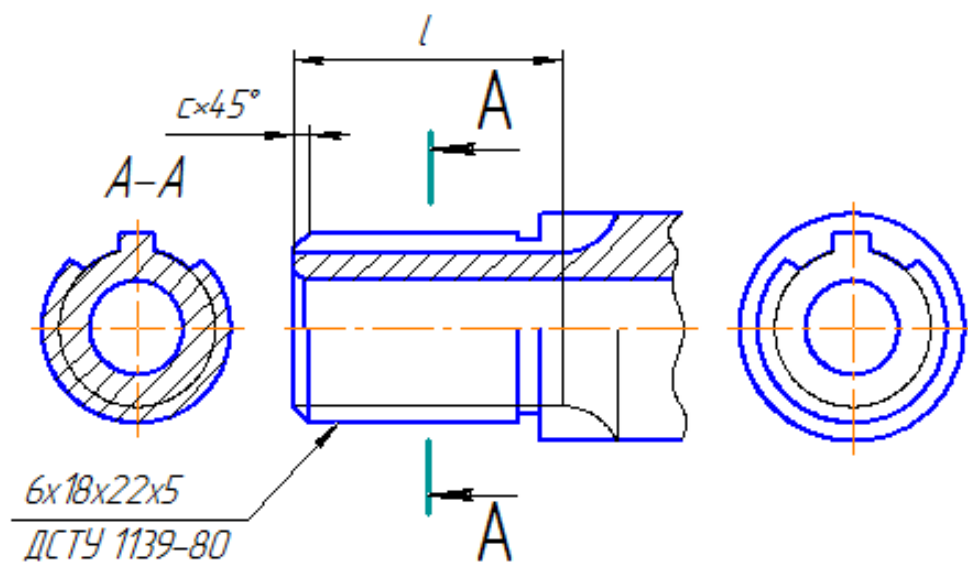


Рис. 7

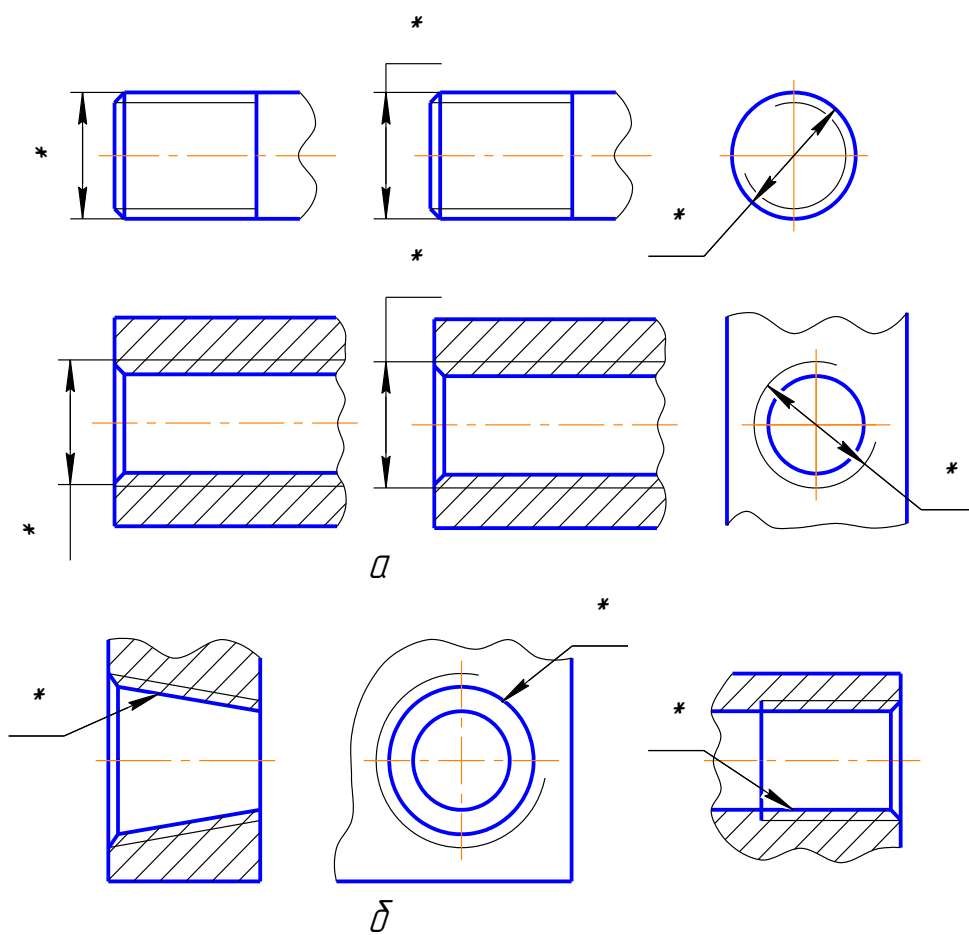


Рис. 8

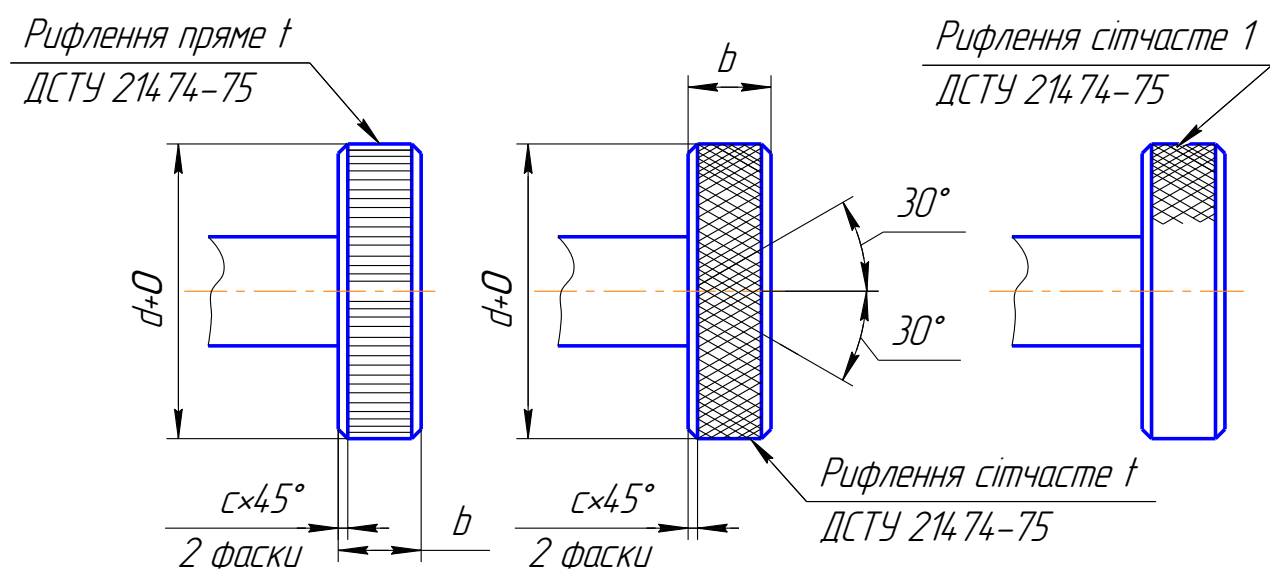


Рис. 9

2 отв. центр. АЗ,15 ДСТУ 14034-74

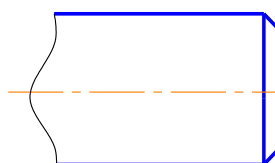


Рис. 10

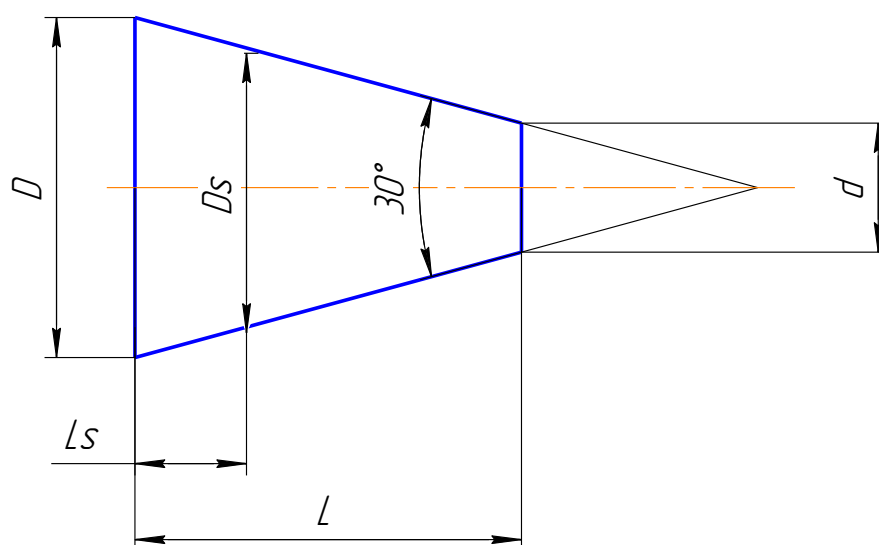


Рис. 11

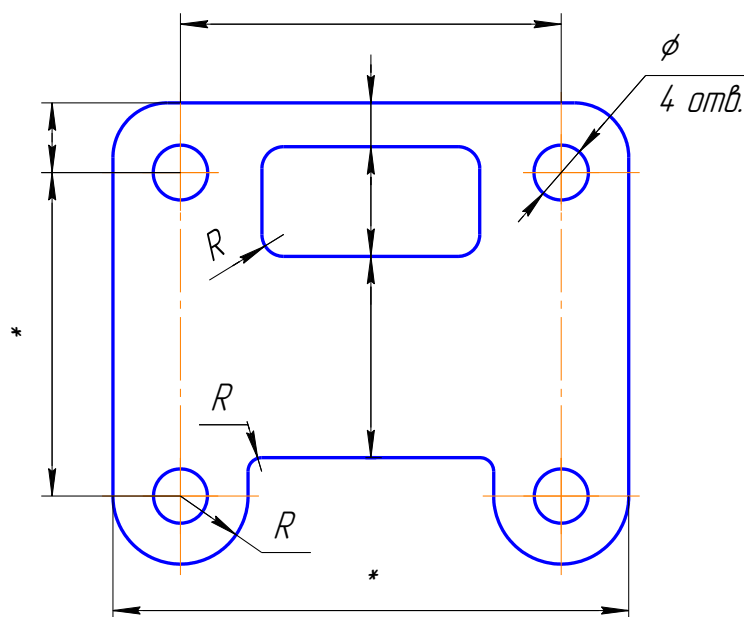


Рис. 12

Написи в специфікаціях, відомостях, основних написах і т. п. необхідно розташовувати зверху і знизу від ліній, а в деяких випадках – зліва і справа.

Написи в середині контуру проєкцій (за виключенням розмірних чисел) розташовують тільки в крайніх випадках. Якщо по необхідності напис повинен перетнути лінію кресленика, то лінію в цьому місці слід обірвати. Якщо напис підкреслюють лінією або наносять поздовж неї, то між лінією і написом необхідно залишити просвіт приблизно в один міліметр. Щоб уникнути помилки під час зчитування інформації з кресленика жоден із написів не повинен дотикатись до ліній кресленика або перекреслюватись будь-якою лінією; у разі виникнення такого випадку, лінія повинна бути перервана.

Таблиці і написи зі позначенням зображень рекомендується розташовувати паралельно основному напису кресленика. Розмір шрифту в текстових написах і таблицях повинен відповідати розміру чисел на зображеннях деталі, а в технічних вимогах і характеристиці може бути на розмір більшим.

Виносні лінії можуть бути двох видів: перетинати контур зображення (рис. 13) і такі, що відходять від лінії видимого або невидимого контуру зображення та інші лінії, наприклад, штрих-пунктирні (див. рис. 21).

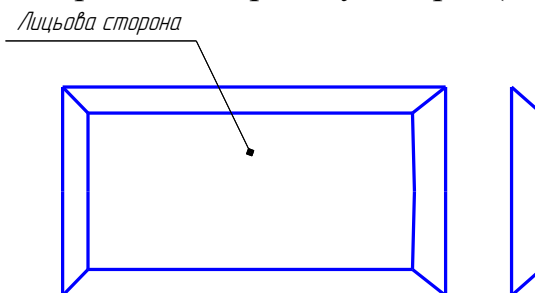


Рис. 13

Перші закінчуються точкою, розташованою в середині контуру. Лінії-виноски, що відходять від контурних ліній, а також від ліній, що окреслюють поверхні, закінчуються стрілкою, направленою вістрям до лінії. Лінії-виноски, що відходять від інших ліній не повинні мати на кінці ні стрілок, ні точок.

Вимоги до побудов ліній-виносок на креслениках деталей:

- лінії-виноски не повинні: перетинатись між собою; бути паралельними лініям штрихування; перетинати розмірні числа та інші зображення;
- допускається виконувати лінії-виноски з одним зломом.
- написи на лініях-виносках повинні бути короткими і мати не більше двох строк – над полочкою або під нею;
- розмір шрифту той ж самий, що й у розмірних чисел;
- написи починаються з великих літер;
- в написах не повинно бути скорочення слів, за виключенням встановлених стандартом;
- розташовують лінії-виноски і написи, як правило, горизонтально;
- лінії-виноски та полочки, що підкреслюють написи, виконують у вигляді суцільних тонких ліній.

2.1. ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

Технічні вимоги на креслениках повідомляють у вигляді текстового переліку умов, обов'язкових для виконання. Пункти технічних вимог мають наскрізну нумерацію і розташовуються по можливості у наступній послідовності:

- вимоги, що висуваються до матеріалу, заготовки, термообробці;
- властивості матеріалу готової деталі (твердість, міцність та інші властивості);
- вказівки про матеріал-замінник;
- розміри, граничні відхилення розмірів, форми, взаємне розташування поверхонь;
- у разі однакових радіусів заокруглень, згинів тощо, роблять запис з вказівкою одиниць виміру (наприклад, «Радіуси згинів R 6 мм», «Невказані радіуси згинів R 5 мм», «Ливарні радіуси R 3...5 мм»);
- вимоги до якості поверхонь, вказівки про їх покриття;
- вимоги, що висуваються до налагоджування і регулювання виробу;
- умови і методи досліджень;
- правила зберігання і транспортування;
- особливі умови експлуатації;

- посилання на інші документи, які містять технічні вимоги, що розповсюджуються на даний виріб, але не наведені на даному кресленику (стандарти, технічні вимоги, нормалі і т. ін.).

Кожен пункт технічних вимог записують з нової строки і починають з великої літери. При цьому заголовок «Технічні вимоги» не пишуть.

Приклади формулювання найбільш розповсюджених пунктів наведено у таблиці 5.

Таблиця 5

Приклади формулювання пунктів технічних вимог

Зміст вимоги	Приклад запису на кресленику
До заготовки	Виливка 2-го класу, групи «А» за ДСТУ Клас точності виливки III за ДСТУ Старіти.
До термічної обробки	Зубці h 5,5 ... 6,0; HRC 48 ... 52. Цементувати h 0,4 ... 0,6; HRC 56 ... 60.
До матеріалу готової деталі	Модуль зрушення G ... Па. Твердість HRC ..., HB 240 ... 280. Напруга дотична при крученні (max) τ ... Па.
До розмірів	Невказані ливарні радіуси 2 ... 3 мм. * Розміри для довідок.
Граничні відхилення розмірів, форми, взаємного розташування поверхонь	Невказані граничні відхилення розмірів отворів по Н 14, валів – по h 14, інші $\pm \frac{t_2}{2} \left(\pm \frac{IT14}{2} \right)$. Невказані граничні відхилення розмірів по 6-й ступені точності ДСТУ Граничні відхилення в межах одного кроку $\pm ,012$ мм. Овальність і конусність отвору А не більше 0,015 мм. Неперпендикулярність напрямних поверхонь не більше 0,025 мм.
До якості поверхонь, вказівки про їх обробку, покриття.	Покриття механічне поверхонь, що не оброблюються: зовнішніх – емаль НЦ-246 фісташкова ТУ-10-609-79.ІІ.А; внутрішніх – емаль кремова ТУ-10-609-79 ІVЛ. Покриття –Хмол36.Хтв156. На бічних поверхнях канавок шківа раковини не допускаються.

Вказівки до маркування і клеймування	Деталі маркувати одним порядковим номером, ударним способом, «Шрифт рублений» кегель 12 за ОСТ 2 НОЗ-1–81. Маркувати номер деталі і дату виготовлення виливки. Деталі маркувати одним порядковим номером на бирці.
Особливі умови експлуатації	Резервуар на водопроникнення. Циліндр перевірити на герметичність під тиском. Теча масла через ущільнюючі кільця і в місцях з'єднання не допускається.

2.2. ГРАНИЧНІ ВІДХИЛИ РОЗМІРІВ. ДОПУСКИ ФОРМИ І РОЗТАШУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ

Геометричні параметри деталей оцінюють за допомогою розмірів.

Означення

Розмір – числове значення лінійної величини (діаметра, довжини і т. д.) у вибраних одиницях вимірювання.

Розміри можуть бути:

- такі, що визначають величину і форму деталі;
- координуючі (положення осей щодо бази);
- складальні;
- монтажні;
- габаритні.

Окрім цього, розміри поділяються на такі, що охоплюють, і ті, що є охоплюваними.

Охоплюючи розміри прийнято називати *отворами*.

Отвір – це термін, призначений для позначення внутрішніх (що охоплюють) елементів деталей (рис. 14).

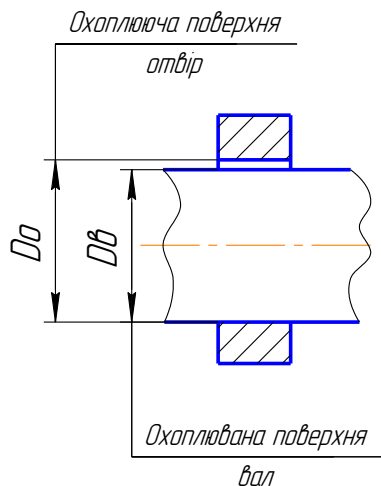


Рис. 14

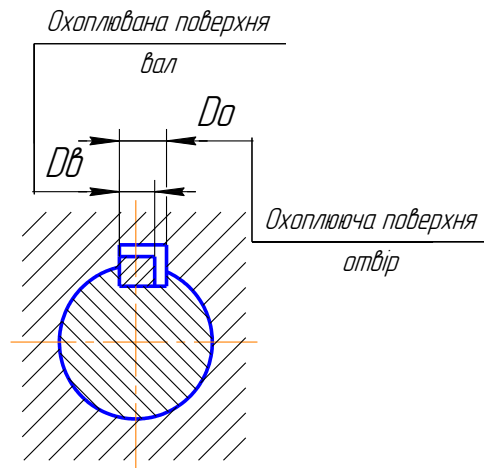


Рис. 15

Охватываемі розміри прийнято називати *валами*.

Вал – це термін, призначений для позначення зовнішніх (охоплюваних) елементів деталей (рис. 15).

Розміри поділяються на *номінальні, дійсні і граничні*.

Визначення даються за ГОСТ 25346-89 «Єдина система допусків і посадок. Загальні положення, ряди допусків і основних відхилень»:

Означення

Номінальний розмір – це розмір, щодо якого визначаються відхилення.

Номінальний розмір отримують в результаті розрахунків (міцнісних, динамічних, кінематичних і т. п.) або вибирають з інших міркувань (естетичних, конструктивних, технологічних тощо). Отриманий таким чином розмір повинен бути округлений до найближчого значення зі ряду нормальних розмірів. Основну частку, що застосовується в техніці числових характеристик, складають лінійні розміри. Із-за великої питомої ваги лінійних розмірів та їх ролі у забезпеченні взаємозамінності були встановлені *ряди нормальних лінійних розмірів*. Ряди нормальних лінійних розмірів регламентуються у всьому діапазоні, що знаходить широке застосування (табл. 6).

Таблиця 6

Нормальні лінійні розміри, мм

1-й ряд	10; 11; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50; 56; 63; 71; 80; 90
2-й ряд	10; 10,5; 11; 12; 13; 14; 16; 17; 18; 20; 21; 22; 24; 25; 26; 28; 30; 32; 34; 36; 38; 40; 42; 45; 48; 50; 53; 56; 60; 63; 67; 71; 75; 80; 85; 90; 95

Примітка: інші нормальні розміри одержують діленням або множенням чисел в інтервалі від 10 до 95 на 10^n .

Увага!

Розмірні числа, що визначаються шляхом обміру деталей, необхідно узгоджувати з числами, рекомендованими стандартом щодо рядів нормальних лінійних розмірів.

Таблиця 7

Нормальні радіуси заокруглень і фаски, мм

1-й ряд	... 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,0; 10; 16; 25; 40 ...
2-й ряд	... 1,0; 1,2; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50 ...

Означення

Дійсний розмір – розмір елемента, встановлений вимірюванням.

Даний термін відноситься до випадку, коли вимірювання проводиться для визначення придатності розмірів деталі встановленим вимогам. Під вимірюванням розуміють процес знаходження значення фізичної величини дослідним шляхом за допомогою спеціальних технічних засобів, а під похибкою вимірювання – відхилення результату вимірювання від істинного значення вимірюваної величини. Дійсний розмір – розмір, отриманий в результаті обробки деталі. Значення дійсного розміру невідомо, так як неможливо виконати вимірювання без похибки.

Означення

Граничні розміри – два гранично припустимих розміри елемента, між якими повинен перебувати (або яким може бути і дорівнює) дійсний розмір.

Для граничного розміру, якому відповідає найбільший обсяг матеріалу, тобто найбільшим граничним розміром вала або найменшим граничним розміром отвору, передбачений термін межа максимуму матеріалу; для граничного розміру, якому відповідає найменший обсяг матеріалу, тобто найменшим граничним розміром вала або найбільшому граничному розміру отвору – межа мінімуму матеріалу (рис. 16).

Найменший граничний розмір – найменший допустимий розмір елемента.

З цих визначень випливає, що коли необхідно виготовити деталь, то її розмір повинен задаватися двома допустимими значеннями – найбільшим і найменшим. У придатної деталі розмір повинен знаходитися між цими граничними значеннями.

Отвір і вал, як складові з'єднання, повинні мати спільний розмір. Цей розмір прийнято називати *номінальним розміром з'єднання*. Відносно нього визначаються *граничні розміри* і він слугує початком відліку відхилень.

Номінальний розмір може бути отриманий розрахунковим шляхом або виходячи з конструктивних міркувань. Розмір, отриманий розрахунковим шляхом, має бути округлений у бік його збільшення до найближчого числа вибраного з ряду переважних чисел.

Розмір деталі виконано правильно, якщо її дійсний розмір більший від найменшого граничного розміру або дорівнює йому, але менший від найбільшого граничного розміру або дорівнює йому, тобто витриманий (розташований) між двома допустимими граничними розмірами, різниця між якими утворює допуск.

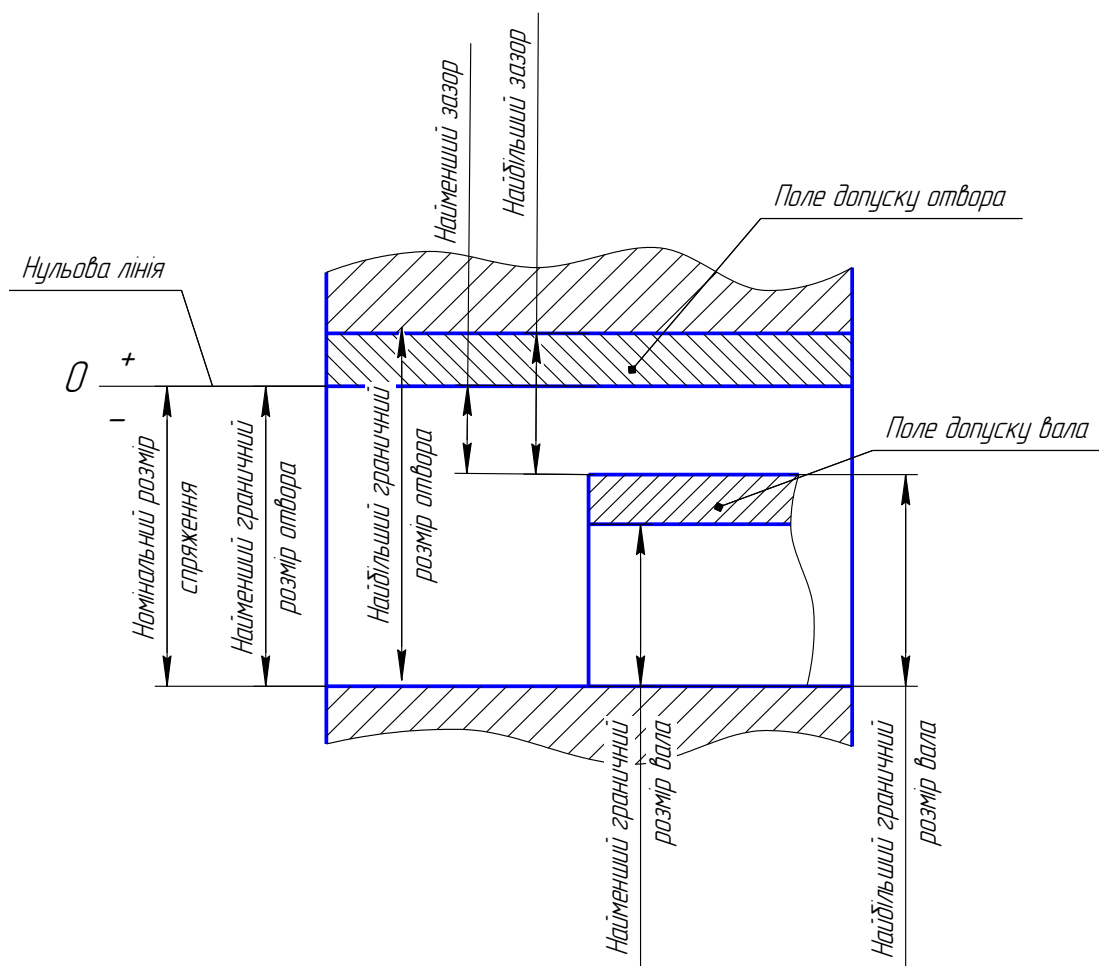


Рис. 16

Вказувати на кресленнях граничні розміри незручно у зв'язку з їх громіздкістю. Тому для спрощення форми запису розмірів і на кресленнях записуються не граничні розміри деталей, а їх номінальні розміри з допустимими відхиленнями.

Для позначення номінального розміру використовується так звана *нульова лінія*.

Означення

Нульова лінія – лінія, що відповідає номінальному розміру, від якої відкладаються відхилення розмірів при графічному зображенні полів допусків і посадок.

Якщо нульова лінія розташована горизонтально, то позитивні відхилення відкладаються вгору від неї, а негативні – вниз.

Означення

Відхилення – алгебраїчна різниця між розміром (дійсним або граничним розміром) і номінальним розміром.

Дійсне відхилення – це алгебраїчна різниця між дійсним і відповідним номінальним розмірами.

Граничне відхилення – алгебраїчна різниця між граничним і номінальним розмірами.

Відхилення поділяються на *верхні* і *нижні*.

Означення

Верхнє відхилення (рис. 16) – це алгебраїчна різниця між найбільшим граничним і номінальним розмірами..

Нижнє відхилення (рис. 16) – це алгебраїчна різниця між найменшим граничним і номінальним розмірами.

Допуск – різниця між найбільшим і найменшим граничними розмірами або алгебраїчна різниця між верхнім і нижнім відхиленнями (рис. 16).

Поле допуску – поле, обмежене найбільшим і найменшим граничними розмірами і визначається величиною допуску і його положенням щодо номінального розміру.

Допуск характеризує точність розміру. При графічному зображенні поле допуску укладено між двома лініями, що відповідають верхньому і нижньому відхиленню відносно нульової лінії (рис. 16).

Різниця між розмірами охоплюючої і охоплюваною поверхнями визначає можливість їх відносного переміщення або нерухомого з'єднання, інакше *посадку*.

В стандартах встановлено три групи посадок. У таблиці 5 наведено окремі приклади таких посадок. Ці ж стандарти встановлюють 19 квалітетів: 01, 0, 1, 2, ..., 17, які відрізняються величиною допусків і визначають відповідну точність

виготовлення деталей. Найбільша точність виготовлення деталей визначається квалітетом 01.

Задану посадку можна забезпечити, змінюючи розміри однієї із з'єднувальних деталей: вала або отвору.

Означення

Сукупність посадок при незмінному розмірі отвору називається **системою отвору** (рис. 17), а при незмінному розмірі вала – **системою вала** (рис. 17).

Таблиця 8

Приклади позначення посадок

Групи посадок	Система отвору	Система вала
Посадки зі зазором для рухомих з'єднань	$\left(\frac{H7}{h6}\right), \left(\frac{H8}{h8}\right)$	$\left(\frac{H8}{h7}\right), \left(\frac{H7}{h6}\right)$
Посадки зі натягом для нерухомих з'єднань	$\left(\frac{H7}{p6}\right), \left(\frac{H7}{s6}\right)$	$\left(\frac{P7}{h6}\right)$
Посадки перехідні	$\left(\frac{H7}{k6}\right)$	$\left(\frac{K7}{h7}\right), \left(\frac{N7}{h6}\right)$

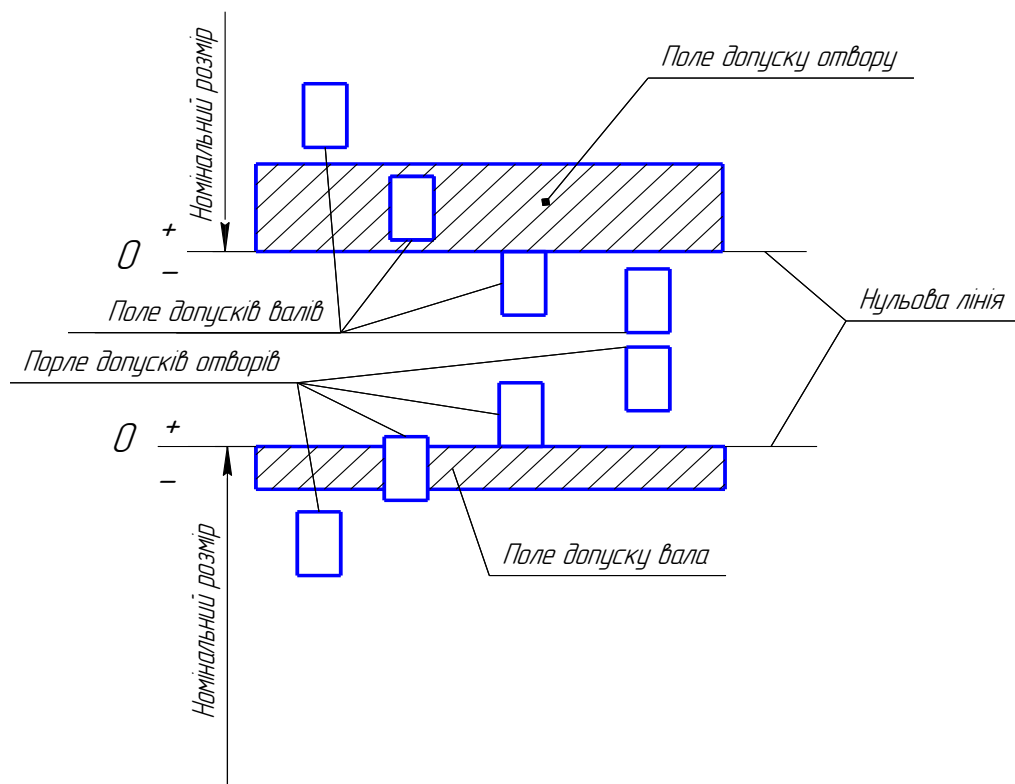


Рис. 17

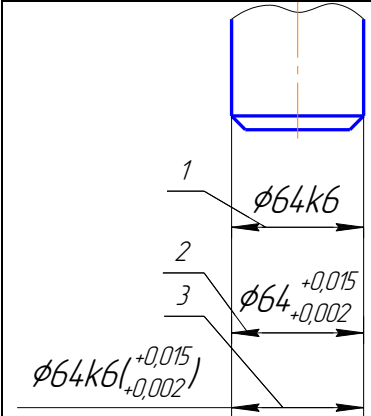
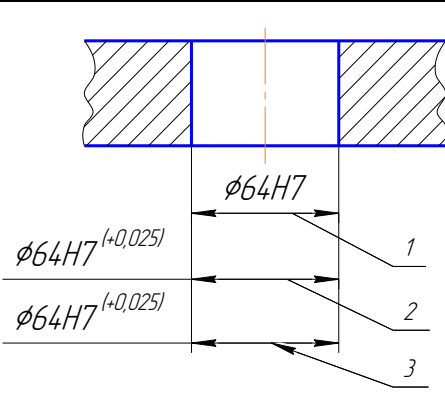
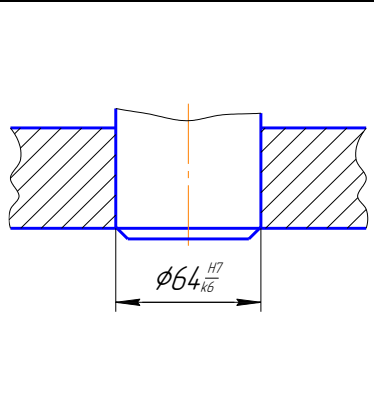
Способи нанесення граничних відхилів лінійних розмірів наведено в таблиці 6.

При нанесенні граничних відхилів необхідно керуватись наступними правилами (табл. 9):

1. Граничні відхили розмірів слід вказувати безпосередньо після номінальних розмірів.
2. Граничні відхили лінійних і кутових розмірів відносно низької точності допускається не вказувати безпосередньо після номінальних розмірів, а обумовлювати загальним записом в технічних вимогах кресленника. Наприклад, $H14$, $h14$, $\pm IT14/2$, що означає – невказані граничні відхили отворів повинні бути виконані за $H14$, валів – за $h14$, інші розміри повинні мати симетричні відхилення $\pm IT14/2$. Даний запис одночасно встановлює граничні відхили радіусів заокруглень, фасок, кутів із невказаними допусками. Числові значення граничних відхилень наведено в ГОСТ 25670-83.

Таблиця 9

Способи нанесення граничних відхилів лінійних розмірів

Спосіб нанесення на креслениках граничних відхилів		
Вал	Отвір	З'єднання
 1 $\phi 64k6$ 2 $\phi 64^{+0,015}_{+0,002}$ 3 $\phi 64k6(^{+0,015}_{+0,002})$	 1 $\phi 64H7$ 2 $\phi 64H7(^{+0,025}_{+0,025})$ 3 $\phi 64H7(^{+0,025}_{+0,025})$	 $\phi 64^{H7}_{k6}$

Примітка:

1. Умовне позначення поля допусків.
 2. Позначення числових значень граничних відхилів.
 3. Умовне позначення поля допусків із вказівкою їх числових значень.
3. При позначенні граничних відхилів перевагу слід віддавати умовному позначенню полів допусків.
 4. При позначенні граничних відхилів умовним позначенням обов'язково вказують їх числові значення в наступних випадках:
 - при позначенні граничних відхилів розмірів, що не включені до рядів нормальних лінійних розмірів за ГОСТ 6636-69;
 - при позначенні граничних відхилів, умовні позначення яких не передбачено у ДСТУ ГОСТ 25347-2013 (ISO 286-2:2010);
 - при позначенні граничних відхилів уступів із несиметричним полем допуску.

5. Граничні відхилення кутових розмірів вказують тільки числовими значеннями.

Правила утворення посадок:

1. Можна використовувати будь-яке сполучення поля допусків, що встановлені стандартом.
2. Посадки повинні призначатись або в системі отвору, або в системі вала.
3. Переважно використовувати систему отвору.
4. Слід віддавати перевагу рекомендованим посадкам (ДСТУ ГОСТ 25347-2013 (ISO 286-2:2010)), при цьому в першу чергу, тим що мають переваги.
5. Посадки з 4-го по 7-й квалітет рекомендується утворювати шляхом спряження отвору на квалітет грубший, ніж вал.

Отвори при інших однакових умовах виготовлюються з більшими огріхами, ніж вали, тому і допуск посадки ділиться непорівну, більша частина віддається отвору, менша – валу.

Таблиця 10

Числові значення граничних відхилень розмірів, у мкм

Інтервали лінійних розмірів, мм	Граничні відхилення розмірів отворів			Граничні відхилення розмірів валів								Граничні відхилення невідповідальних розмірів	
	H6	H7	H8	f6	g6	h6	js6	k6	n6	p6	s6	$\frac{\pm IT14}{2}$	$\frac{\pm IT16}{2}$
Понад 10 до 18	+11 0	+18 0	+27 0	-16 -27	-6 -17	0 -11	+5,5 -5,5	+12 +1	+23 +12	+29 +18	+39 +28	±215	±550
Понад 18 до 30	+13 0	+21 0	+33 0	-20 -33	-7 -20	0 -13	+6,5 -6,5	+15 +2	+28 +15	+35 +22	+48 +35	±260	±650
Понад 30 до 50	+16 0	+25 0	+39 0	-25 -41	-9 -25	0 -16	+8 -8	+18 +2	+33 +17	+42 +25	+59 +43	±310	±800
Понад 50 до 80	+19 0	+30 0	+46 0	-30 -49	-10 -29	0 -19	+9,9 -9,5	+21 +2	+39 +20	+51 +32	+75 +56	±370	±950
Понад 80 до 120	+22 0	+35 0	+54 0	-36 -48	-12 -34	0 -22	-11 -11	+25 +3	+45 +23	+59 +37	+97 +75	±435	±1100
Понад 120 до 180	+25 0	+40 0	+63 0	-43 -68	-14 -39	0 -25	+12,5 -12,5	+28 +3	+52 +27	+68 +43	+125 +100	±500	±1250

Позначення граничних допусків форми і розташування поверхонь

Точність геометричних параметрів деталей характеризується не тільки точністю розмірів їх елементів, але й точністю форми і взаємного розташування поверхонь. Відхилення форми і розташування поверхонь виникають у процесі обробки деталей через неточність та деформацію верстата, деформацію оброблюваного виробу, нерівномірності припуску на обробку, неоднорідності матеріалу і т. п.

Відхилення форми і розташування поверхонь знижує не тільки експлуатаційні, але й технологічні показники виробу. Для забезпечення необхідної точності параметрів, його працездатності і довговічності в робочих кресленнях деталей необхідна вказівка не тільки граничних відхилень розмірів, але в необхідних випадках, також допусків форми і розташування поверхонь.

Позначення допусків форми і розташування поверхонь повинно виконуватися на основі Державних стандартів.

Усі відхилення форми і розташування поділяють на три групи:

- відхилення та допуски форми;
- відхилення та допуски розташування;
- сумарні відхилення форми та розташування.

Для кожного виду допуску форми або розташування встановлено 16 ступенів точності (з 1-го до 16-го), що включають як точні (1-й ступінь), так і грубі (16-й ступінь) допуски. У межах одного ступеня точності стандартом встановлено три *рівні відносної точності* А, В і С, що визначаються співвідношенням допусків форми і розміру, за яких допуски форми складають відповідно 60, 40 і 25 % допуску розміру.

Граничні відхилення форми і розташування поверхні нормуються ГОСТ 24642-81 і ГОСТ 24643-81 та призначаються за наявності особливих вимог, що впливають з умов роботи, виготовлення або вимірювання деталей. Основні визначення параметрів форми і розташування поверхні наведено в таблиці 11.

Стандартизація числових значень допусків форми та розташування поверхонь дозволяє систематизувати конструкторські вимоги й технологічні дані, а також закономірно ув'язати між собою вимоги точності до виробів та відповідних засобів виготовлення й вимірювання.

Вимоги до нанесення допусків форми і розташування поверхонь на кресленнях:

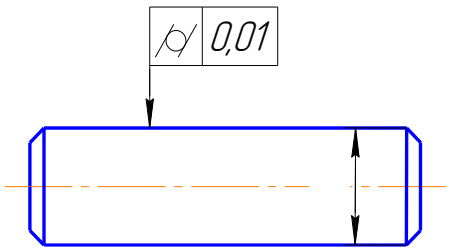
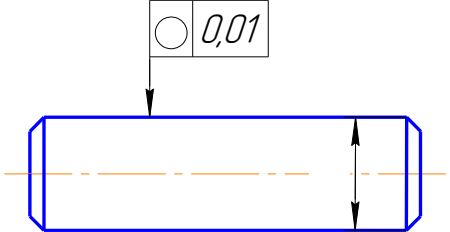
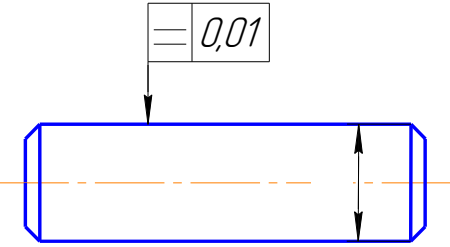
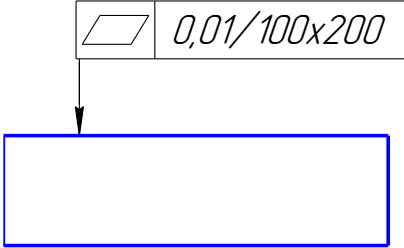
1. Допуски форми і розташування поверхонь вказують на кресленнях умовними позначками. Вказувати допуски форми і розташування текстом

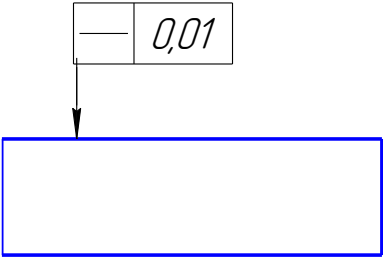
в технічних вимогах допускається тільки у тих випадках, коли відсутній знак виду допуску.

2. При умовному позначенні дані щодо допуску форми і розташування поверхонь вказують у прямокутній рамці, поділеній на частини:
 - в першій частині – знак допуску;
 - в другій частині – числове значення допуску, а при потребі й довжина ділянки, що нормується;
 - в третій частині та наступних – літерне позначення баз (рис. 18).
3. Форма і розміри знаків, рамки, зображення баз наведено на рис. 18.
4. Рамку рекомендується виконувати у горизонтальному положенні. Перетинати рамку допуску будь-якими лініями не допускається.

Таблиця 11

Позначення відхилень і допусків форми та розташування

№ з/п	Вид допуску	Умовне позначення по ГОСТ 24642-81	Приклад позначення на кресленку
1	Допуск циліндричності		
2	Допуск круглості		
3	Допуск профілю поздовжнього перерізу циліндричної поверхні		
4	Допуск площинності		

5	Допуск прямолінійності	—	
---	---------------------------	---	--

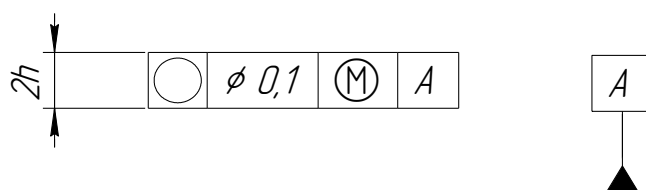


Рис. 18

5. Якщо допуск відноситься до осі або до площини симетрії, то з'єднувальна лінія повинна бути продовженням розмірної лінії (рис. 19, а). Якщо відхилення або база відносяться до поверхні, то з'єднувальна лінія не повинна співпадати із розмірною (рис. 19, б, в).
6. Якщо розмір елемента вже вказано, то розмірна лінія повинна бути без розміру і її розглядають як складову частину умовного позначення допуску.
7. Числове значення допуску дійсне для всієї поверхні або довжини елемента, якщо не задано ділянку, що нормується.
8. Якщо для одного елемента необхідно задати два різних видів допуску, то рамки допуску можна об'єднати і розташувати їх так, як показано на рис. 20.

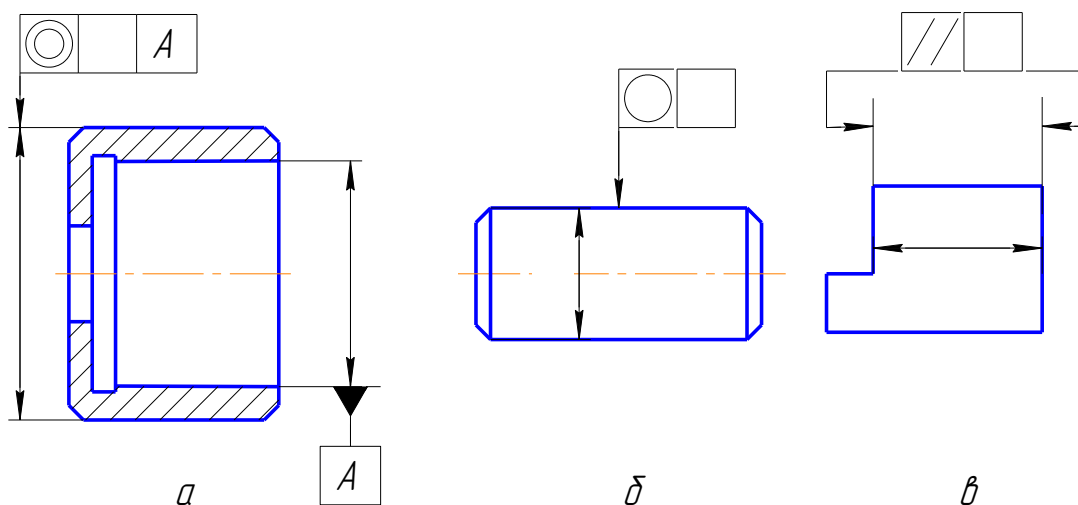


Рис. 19

9. Базы позначають замальованими трикутниками, який з'єднують за допомогою з'єднувальної лінії з рамкою допуску або рамкою, в якій вказують літерне позначення бази (рис. 18).
10. Якщо немає потреби виділяти як базу жодну з поверхонь, то трикутник замінюють на стрілку (рис. 19, в).
11. Лінійні та кутові розміри, що визначають номінальне розташування елементів, обмежених допуском розташування, вказують на креслениках в прямокутних рамках.

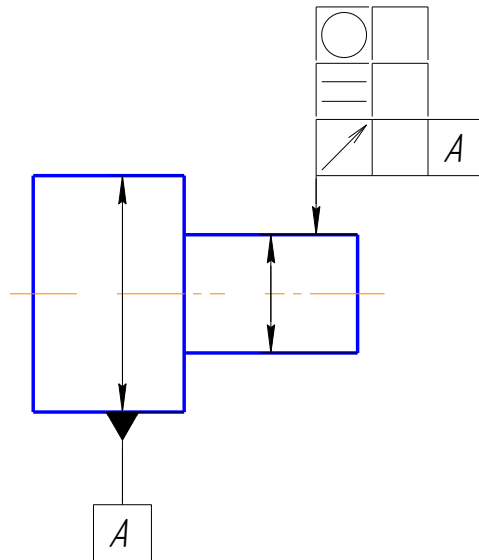


Рис. 20

2.3. ПОЗНАЧЕННЯ МАТЕРІАЛІВ

Деталі машин і механізмів, різні пристрої та споруди виготовляються із різноманітних металів або неметалевих матеріалів.

До металів відносяться: сталі, чавуни, кольорові метали та їх сплави.

До неметалевих матеріалів відносяться природні (деревина, глина, пісок тощо) та штучні (бетон, скло, повсть, гума, пластмаси тощо) матеріали.

На креслениках деталей використовується два види позначення матеріалів:

- *літеро-цифровий* – характеризує його марку, яке записують у графу «Матеріал» основного напису;
- *графічний* – є загальним для груп однорідних матеріалів (метали, неметалеві матеріали, бетон тощо), яке використовують тільки на зображеннях деталі, переважно в розрізах і перерізах.

Літеро-цифрове позначення матеріалу характеризує його тип і якість, а повна характеристика фізико-механічних властивостей і хімічного складу

зазначається в стандарті, який встановлює вимоги до даного матеріалу, причому номер стандарту обов'язково входить до позначення матеріалу.

Умовне позначення матеріалів деталей, в свою чергу, поділяють на дві групи: позначення, яке містить тільки якісну характеристику матеріалу деталі, і позначення, яке містить як якісну, так і характеристику матеріалу, так і характеристику профілю сортового матеріалу, з якого виготовляють деталь (штаба, прутки, труба, кутник, швелер, дріт і т. д.).

Приклади умовного позначення матеріалів наведено у таблиці 12.

Таблиця 12

Умовне позначення матеріалів

Зміст позначення	Приклад позначення на креслениках
Сталь вуглецева звичайної якості за ДСТУ 2651-94	Ст 5 ДСТУ 2651-94
Сталь вуглецева якісна конструкційна за ДСТУ 7809:2015	Сталь 45 ДСТУ 7809:2015
Сталь високоякісна за ДСТУ 7806:2015	Сталь 30ХНЗА ДСТУ 7806:2015
Сталь інструментальна вуглецева за ДСТУ 3833-98	Сталь У8А ДСТУ 3833-98
Виливка зі сірого чавунна за ГОСТ 1412-85	СЧ 15 ГОСТ 1412-85
Виливка зі високоміцного чавунна зі шаровидним графітом за ДСТУ 3925-99	Виливка ВЧ60-2 ДСТУ 3925-99
Латунь ливарна за ГОСТ 17711-93	ЛЦ38Мц2С2 ГОСТ 17711-93
Бронза безолов'яна, оброблювальна під тиском за ГОСТ 18175-78	БрАЖМц 10-3-1,5 ГОСТ 18175-78
Алюмінієвий сплав, оброблювальний під тиском за ГОСТ 4784-97	Алюміній Д16 ГОСТ 4784-97
Бабіт за ГОСТ 1320-74*	Бабіт Б16 ГОСТ 1320-74*
Пруток квадратного профілю зі розміром квадрата 40 мм за ДСТУ 4746:2007 зі сталі марки 25 за ДСТУ 7809:2015	Квадрат $\frac{40 \text{ ДСТУ 4746:2007}}{25 \text{ ДСТУ 7809:2015}}$
Стальна безшовна труба за ГОСТ 21729-84 зі внутрішнім діаметром 70 мм, товщиною стінки 16 мм, немірної довжини, зі сталі марки 20, категорії 1, виготовленої по групі 1, за ГОСТ 8734-75*	Труба $\frac{\text{вн } 70 \times 16 \text{ ГОСТ 21729} - 76}{\text{А20 ГОСТ 8734} - 75}$
Пруток бронзи за ГОСТ 1628-78* зі бронзи марки БрАМц 9-2 за ГОСТ 18175-78, тягнутий, круглий, діаметром 22 мм.	Пруток БрАМц 9-2-м-кр 22 ГОСТ 18175-78*

Фенопласт пресований групи Е2 марки К-21-22 за ГОСТ 28804-90	Фенопласт Е2/К-21-22 ГОСТ 28804-90
Текстоліт конструкційний, листовий, пресований марки ПТК, 1 сорту, товщиною 20 мм.	Текстоліт ПТК-20, сорт 1 ГОСТ 5-78

Позначення стану матеріалів. Деталі машин підлягають термічній, хіміко-термічній та іншим видам обробки з метою підвищення їх експлуатаційних властивостей, шляхом надання поверхневому слою високої міцності, зносостійкості, корозійної стійкості тощо. В окремих випадках термічній обробці піддають всю товщину матеріалу. В наслідок обробки змінюються властивості матеріалу і на креслениках цієї деталі вказують нові показники властивостей. До них відносять твердість, яка позначається *HRC*, *HRB*, *HRA* (твердість по Роквеллу відповідно шкалам *C*, *B*, *A*), *HB* (твердість по Брінеллю), *HV* (твердість по Віккерсу), межа міцності σ_b , межа пружності σ_y , ударна в'язкість a_n та ін. Величини і глибину обробки матеріалу позначають граничними значеннями, наприклад, $h\ 0,5 \dots 0,7$, *HRC* 40 ... 42, а в окремому випадку номінальними значеннями з граничними відхиленнями, наприклад, $h\ 0,6 \pm 0,2$, *HRC* 45 $\pm$ 2.

Допускається вказувати значення показники властивостей матеріалів із знаками « $\leq$ » або « $\geq$ », наприклад, $\sigma_s \geq 120\ \text{МПа}$, $HB \geq 350$. Оскільки однакові властивості матеріалів можна отримати різними шляхами, вид обробки на кресленику, як правило, не задається. Виключенням є види обробки, які є єдиними для досягнення властивостей матеріалу, що вимагається, наприклад, азотування, нітроцементування і т. д.

Таблиця 13

Позначення покриття залежно від способу його отримання

Спосіб отримання покриття	Позначення	Спосіб отримання покриття	Позначення
Катодне відновлення	–	Конденсаційний (вакуумний)	Кон
Анодне окислення	Ан	Контактний	Кт
Хімічний	Хім	Контактно-механічний	Км
Гарячий	Гор	Випалювання	Вж
Дифузійний	Диф	Катодне розпилювання	Кр

Показники властивостей матеріалу наводять в технічних вимогах, якщо виріб піддається даному виду обробки повністю, або на поличці лінії-виноски, якщо оброблюється тільки частина виробу. У цьому випадку ділянку, що

оброблюється відмічають штрих-пунктирною стовщеною лінією, розташованою на відстані 0,8 ... 1,0 мм від лінії контуру, вказуючи розміри, які визначають межі обробки поверхні (рис. 21).

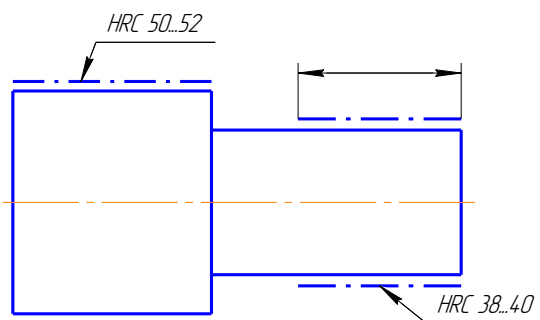


Рис. 21

Таблиця 14

Позначення функціональних властивостей покриття

Назва функціональних властивостей покриття	Позначення
Тверде	ТВ
Електроізоляційне	еіз
Електропровідне	е

Позначення покриття поверхонь деталей. Позначення покриття і дані для їх виконання за ГОСТ 9.306-85 (металеві покриття), ГОСТ 9.032-74* (лакофарбові), ГОСТ 21484-76 (захисно-декоративні), ГОСТ 9.059-75 (полімерні) вказують в технічних вимогах, додаючи слово «Покриття».

При нанесенні однакового покриття на декількох поверхнях деталі їх позначають однією літерою (рис. 22, а) і роблять відповідний запис в технічних вимогах, наприклад, «Покриття поверхні А ...».

При нанесенні різного покриття на декількох поверхнях деталі їх позначають різними літерами (рис. 22, б) і в технічних вимогах роблять запис: «Покриття поверхні А..., Поверхні Б...».

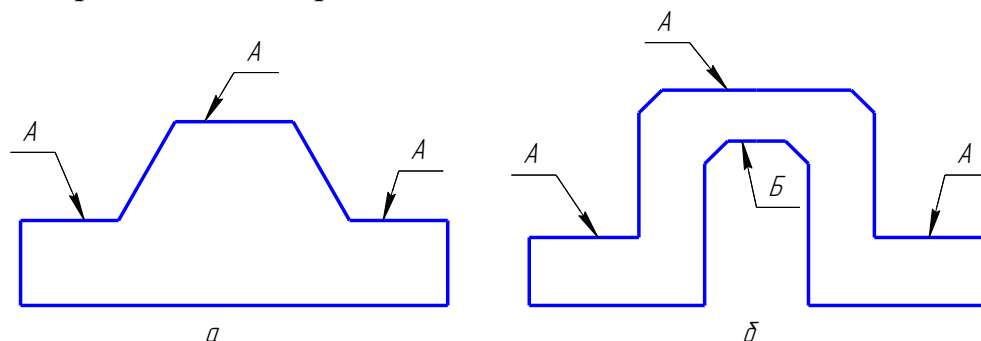


Рис. 22

Якщо необхідно нанести покриття на частині поверхні, то цю ділянку обводять штрих-пунктирною лінією на відстані 0,8 ... 1,0 мм від контуру,

позначають його літерою і проставляють розміри, які визначають межі обробки поверхонь (рис. 23).

У разі потреби на кресленку вказують розміри форми і положення ділянки поверхні, що підлягає покриттю (рис. 24).

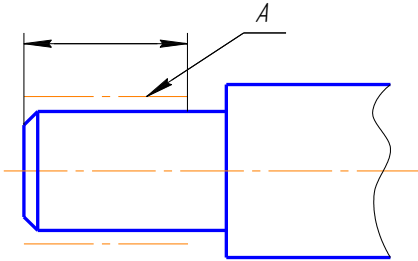


Рис. 23

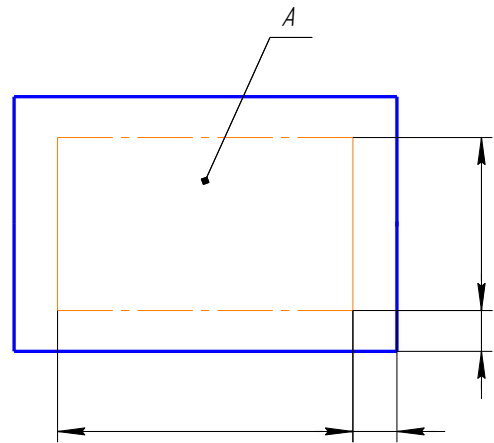


Рис. 24

Таблиця 15

Позначення декоративних властивостей покриття

Декоративні властивості за блиском	Позначення	Декоративні властивості за блиском	Позначення
Дзеркальне	Зк	Гладке	гл
Блискуче	Б	Злегка шорстке	сш
Навпіл блискуче	Пб	Шорстке	ш
Матове	М	Значно шорстке	вш

2.4. ПОЗНАЧЕННЯ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХОНЬ

Усі поверхні будь-якої деталі утворюються в наслідок обробки. Тому незалежно від способу обробки відсіки поверхонь мають сліди обробки у вигляді виступів і западин, в окремих випадках видимі, а в інших випадках невидимі, які можна встановити за допомогою спеціальних приладів.

Означення!

Нерівності, що характеризують рельєф відсіків поверхонь, називають *шорсткістю поверхонь*.

У більшості випадках сітка нерівностей повторює рух інструменту, яким оброблюється поверхня. В окремих випадках такої відповідності немає. Шорсткість поверхні характеризують наступними параметрами:

- відхиленнями профілю від номінальної поверхні (площини, поверхні обертання, поверхні витків нарізі, робочих поверхонь зубчастих коліс тощо);
- висота нерівностей;
- умовний крок нерівностей;
- довжина ділянки поверхні, на якій задають і вимірюють (перевіряють) шорсткість.

Шорсткість поверхонь, отриманих обробкою на металорізальних верстатах або іншими способами, при яких з деталі видаляють шар матеріалу, позначають знаком, показаним на рис. 25, в. Для позначення шорсткості поверхонь, утворених куванням, об'ємним штампуванням, литтям, прокатом і т. д., використовують знак, зображений на рис. 25, г. Таким самим знаком позначають поверхні, що не обробляють за даним креслеником.

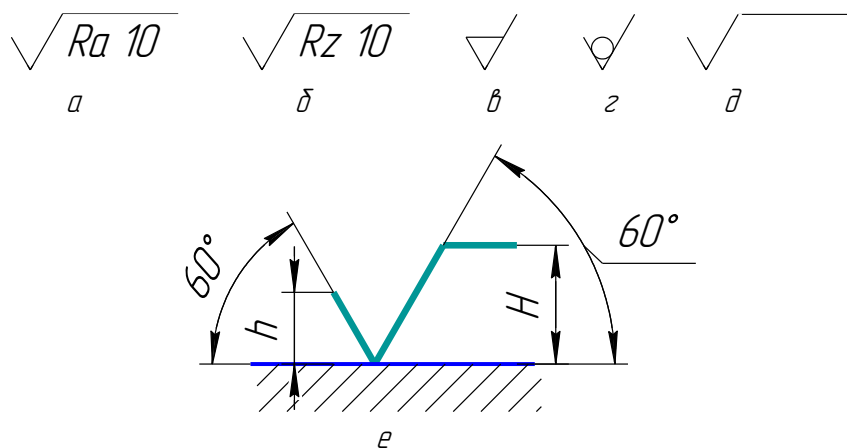


Рис. 25

Знаки шорсткості можуть мати полиці, призначені для написів технологічного характеру (рис. 25, д). На полицях може бути зазначений вид обробки, що забезпечує задану шорсткість: полірувати, шабрувати, або які-небудь інші додаткові вказівки.

Дані для побудови знаків поміщені на рис. 25, е. Розмір h повинен приблизно дорівнювати висоті цифр розмірних чисел на даному кресленіку. Розмір $H = (1,5 \div 3)h$. Знаки викреслюють лініями, товщина яких удвічі менша від основної лінії, обраної для виконання обраного кресленіка.

Наносять позначення шорсткості на зображеннях деталей, розташовуючи їх на лініях видимого контуру, виносних лініях або на полицях ліній-виносок. У цих випадках знак шорсткості повинен займати таке положення, щоб його вістря було спрямоване до лінії, яка зображує поверхню, шорсткість якої він позначає (щоб знак указував на цю поверхню). Своєю вершиною знак повинен торкатися контурної, виносної лінії або полиці лінії-виноски. При різних нахилах ліній, до

яких наноситься позначення шорсткості, знаки повинні займати положення відповідно до прикладів, показаних на рис. 26.

Якщо шорсткість поверхонь усіх елементів деталі повинна бути однакова, то позначення на зображенні не наносять.

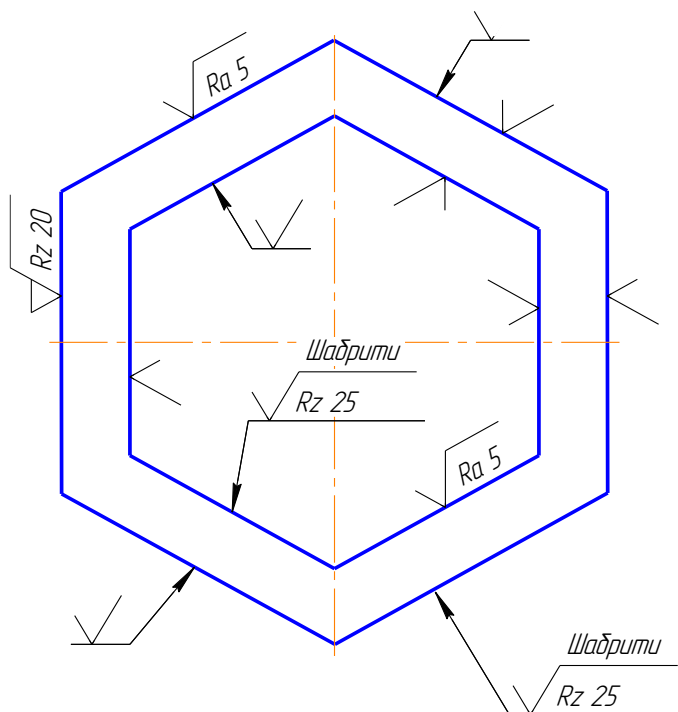


Рис. 26

Загальне позначення поміщають у правому верхньому куті кресленика, як показано на рис. 27, а і 28. Знак шорсткості збільшують приблизно в півтора рази, поміщають на однакових відстанях від верхньої і правої ліній рамки кресленика (5–10 мм). У тих випадках, коли поверхні деталей повинні мати різну шорсткість, позначення переважної (за кількістю поверхонь) шорсткості виносять у правий верхній кут і поміщають зліва від знака в дужках (рис. 27, б і 29). Шорсткість інших поверхонь позначають на зображенні. Розмір знака в дужках той самий, що і на зображенні. Знак за дужками в півтора рази більший. Приклад позначення переважної поверхні, що не оброблюють за даним креслеником, та побудова знаків показані на рис. 27, в.

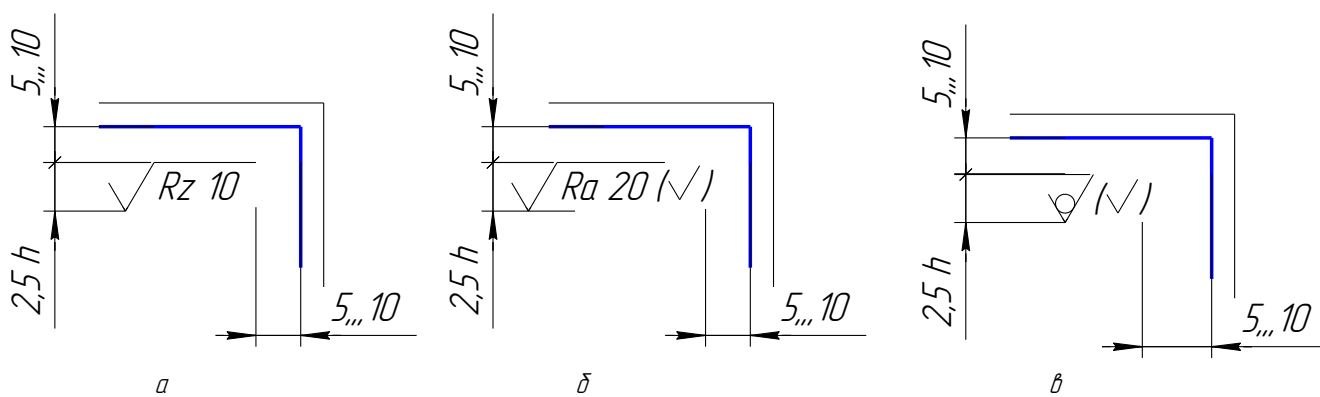


Рис. 27

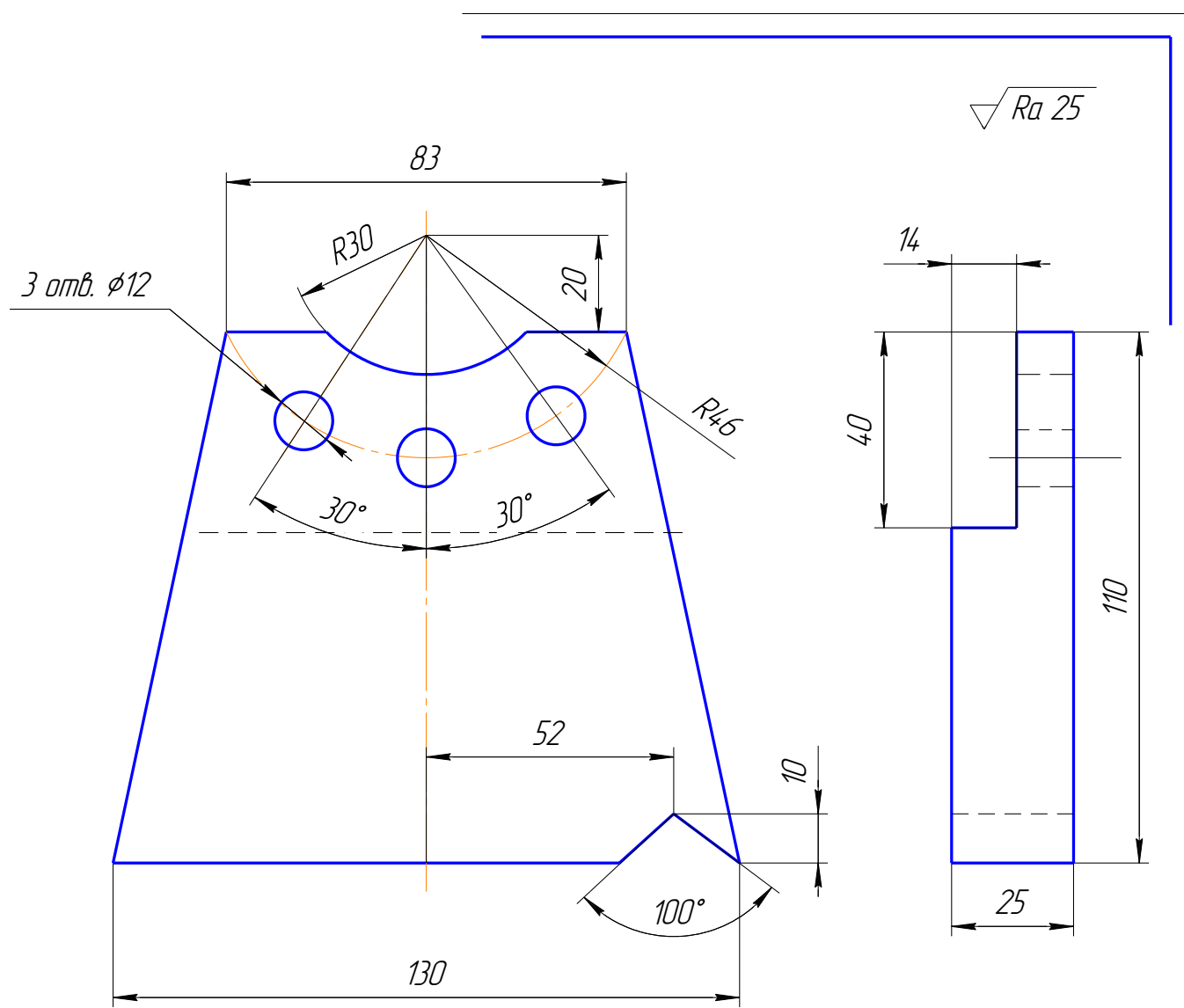


Рис. 28

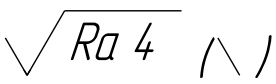


Рис. 29

Вибір параметрів шорсткості. При виборі шорсткості поверхонь деталей треба знати їх функціональне призначення та конструктивні особливості. Наприклад, для поверхонь тертя відповідальних деталей установлюють допустимі значення R_a (або R_z), R_{max} і t_p , а також напрямки нерівностей. Для поверхонь циклічно навантажених деталей установлюють R_{max} , S_m і S . Слід враховувати, що параметр R_a дає повнішу оцінку шорсткості, ніж R_z , тому що для його визначення вимірюють і сумують величини більшого числа точок дійсного профілю, тоді як при визначенні параметра R_z вимірюють тільки величину п'яти впадин і п'яти виступів. В окремих випадках встановлюють вимоги до напрямку нерівностей. При цьому слід враховувати, що найменший коефіцієнт тертя та знос деталей, що труться буде, якщо напрямки руху не збігається з напрямком нерівностей. Таке можна отримати при довільному напрямку нерівностей, що утворюються при хонінгуванні чи суперфінішуванні.

Залежність шорсткості поверхні від виду обробки

Параметри шорсткості та види обробки, що їх забезпечують			
Види обробки при формоутворенні	Ra, мкм	Rz, мкм	Базова довжина, мм
Піскоструменева обробка, кування в штампах, відрізання, лиття в кокіль, лиття під тиском.	80; 63; 50 ; 40	320; 250; 200; 160	8,0
Кування в штампах, точіння чорнове, попереднє стругання, попереднє фрезерування, лиття в кокіль, лиття під тиском	40; 32; 25 ; 20	160; 125; 100; 80	8,0
Кування в штампах, свердління, чорнове зенкерування, чорнове та чистове точіння, стругання, лиття в кокіль та під тиском	20; 16,0; 12,5 ; 10,0	80; 63; 50; 40	8,0
Свердління, чорнове та чистове зенкерування, чорнове та чистове точіння, стругання, вальцювання, лиття в кокіль та під тиском	10,0; 8,0; 6,3 ; 5,0	40; 32; 25; 20	2,5
Протягування, чистове точіння, зенкерування, свердління, стругання, вальцювання, високоточне литво, попереднє шліфування	5,0; 4,0; 3,2 ; 2,5	20; 16; 12,5; 10,0	2,5
Чистове зенкерування, розвертування, протягування, чистове та тонке точіння, чистове стругання, попереднє та чистове шліфування, шабрування, вальцювання, прецизійне литво	2,5; 2,0; 1,6 ; 1,25	10,0; 8,0; 6,3	0,8
Чистове зенкерування, нормальне та точне розвертування, протягування, чистове та тонке точіння, тонке фрезерування, чистове шліфування, прецизійне литво	1,25; 1,00; 0,80 ; 0,63	6,3; 5,0; 4,0; 3,2	0,8
Точне та тонке розвертування, протягування, чистове та тонке точіння, хонінгування, шабрування, вальцювання, прецизійне литво	0,63; 0,50; 0,40 ; 0,32	3,2; 2,5; 2,0; 1,60	0,8
Точне та тонке розвертування, протягування, тонке точіння, чистове та тонке шліфування, притирання, хонінгування, прецизійне литво пластмас	0,32; 0,25; 0,20 ; 0,160	1,60; 1,25; 1,00; 0,80	0,25
Тонке розвертування, тонке шліфування, притирання, хонінгування, прецизійне литво пластмас	0,160; 0,125; 0,10 ; 0,080	0,80; 0,63; 0,50; 0,40	0,25
Полірування, притирання, дзеркальне хонінгування, прецизійне литво пластмас	0,080; 0,063; 0,050 ; 0,040	0,40; 0,32; 0,25; 0,20	0,25
Полірування, тонке притирання, дзеркальне хонінгування, прецизійне литво пластмас	0,040; 0,032; 0,025 ; 0,020	0,20; 0,16;	0,25

		0,125; 0,100	
Полірування, тонке притирання	0,020; 0,016; 0,012 ; 0,010	0,100; 0,080; 0,063; 0,050	0,08
Полірування, тонке притирання	0,012 ; 0,010; 0,008	0,050; 0,040; 0,032	0,08

Примітка.

Жирним шрифтом виділені параметри шорсткості, яким надається перевага у використанні

Таблиця 17

Вимоги до шорсткості в залежності від функції поверхні

Параметри шорсткості та види поверхонь деталей машин	
Елемент деталі	Параметр шорсткості
Неробочі контури деталей. Поверхні деталей, що встановлюються на бетонних, цегляних та дерев'яних основах.	Rz 320...160
Наскрізнi отвори для кріпильних деталей. Виточки, проточки. Отвори масляних каналів на приводних валах. Кромки деталі під зварні шви. Опорні поверхні пружин стиснення. Монтажні площини станин, корпусів, лап.	Rz 80
Внутрішній діаметр шліцевих з'єднань (не шліфованих). Вільні (неспрямлені) торцеві поверхні валів, муфт, втулок. Поверхні головок болтів.	Rz 40
Торцеві поверхні під підшипники кочення. Поверхні втулок, кільц, маточин, що прилягають до інших поверхонь, але не є посадочними. Неробочі торці валів, втулок, планок. Шийки валів 12-го квалітету діаметром 80–500 мм. Поверхні отворів 12-го квалітету діаметром 18–500 мм і 11-го квалітету.	Rz 20
Неробочі торцеві поверхні зубчастих та черв'ячних коліс і зірочок. Канавки, фаски, виточки, зенківки, заокруглення тощо. Болти і гайки нормальної і підвищеної точності (крім різі).	Rz 10...40
Кульові поверхні ніпельних з'єднань. Канавки під ущільнюючі гумові кільця для рухомих і нерухомих торцевих з'єднань. Радіуси закруглень на силових валах. Поверхні осей для ексцентриків. Опорні площини рейок. Поверхні виступаючих частин деталей, що швидко обертаються. Поверхні напрямних типу «ластівчин хвіст». Опорні площини рейок. Шийки валів 9-го квалітету діаметром 80–500 мм, 11-го квалітету діаметром 3–30 мм. Поверхні отворів 7-го квалітету діаметром 180–500 мм, 9-го квалітету діаметром 18–360 мм, 11-го квалітету діаметром 1–10 мм	Ra 2,5

Зовнішні діаметри шліцевого з'єднання. Отвори підгінних і регульованих з'єднань (вкладиші підшипників тощо) з допуском зазору – натягу 25-40 мкм. Гідроциліндри, що працюють з гумовими манжетами. Отвори підшипників ковзання. Тертюві поверхні мало навантажених деталей. Робочі поверхні дисків тертя. Шийки валів 6-го квалітету діаметром 120–500 мм, 8-го квалітету діаметром 6–80 мм. Поверхні отворів 6-го квалітету діаметром 50–500 мм, 7-го квалітету діаметром 10–180 мм, 9-го квалітету – 1–18 мм	<i>Ra 1,25</i>
Поверхні дзеркал циліндрів, які працюють з гумовими манжетами. Торцеві поверхні поршневих кільць при діаметрі не менше 240 мм. Вали що підганяються і регульованих з'єднаннях з допуском зазору – натягу 7–25 мкм. Тертюві поверхні навантажених деталей. Посадочні поверхні 7-го квалітету з тривалим збереженням заданої посадки: осі ексцентриків, точні черв'яки, зубчасті колеса. Спряжені поверхні бронзових зубчастих коліс. Робочі шийки розподільних валів. Штоки і шийки валів в ущільненнях. Шийки валів 5-го квалітету діаметром 30–500 мм, 6-го квалітету діаметром 10–120мм. Поверхні отворів 6-го квалітету діаметром 3–50 мм, 6-го квалітету діаметром 1–10 мм	<i>Ra 0,63</i>
Шийки валів 5-го квалітету діаметром понад 1 до 30 мм, 6-го квалітету діаметром понад 1 до 10 мм. Вали в регульованих з'єднаннях (шийки шпинделів, золотники) з допусками зазору – натягу 16–25 мкм. Отвори регульованих з'єднань (вкладиші підшипників) з допуском зазору – натягу 4–7 мкм. Тертюві елементи навантажених деталей. Гідроциліндри, що працюють з поршневими кільцями	<i>Ra 0,32</i>
Поверхні деталей, що працюють на тертя, від зносу яких залежить точність роботи механізму	<i>Ra 0,160</i>
Робочі шийки валів прецизійних швидкохідних верстатів і механізмів. Шийки валів що підганяються і регульованих з'єднаннях з допуском зазору – натягу 2,5–6,5 мкм. Поверхні отворів що підганяються і регульованих з'єднань з допуском зазору – натягу до 2,5 мкм	<i>Ra 0,080</i>
Дзеркальні валики координатно-розточувальних верстатів та ін.	<i>Ra 0,040</i>

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Які параметри використовуються для кількісної оцінки шорсткості поверхонь?
2. Якому з параметрів надають перевагу при використанні?
3. Які умовні знаки встановлені стандартом для позначення шорсткості поверхонь на кресленіку?

4. На якій відстані від рамки розміщують позначення шорсткості у правому верхньому куті кресленика?
5. У яких випадках у позначенні матеріалу не слід вказувати його назву?
6. Яка інформація відображається у позначенні покриття на кресленику?
7. Яким чином можна вказати на кресленику інформацію про покриття й термообробку?
8. Як розшифрувати позначення полів допусків розмірів: 28H8, Ø50S6, 32h12?
9. Які з способів дозволяється використовувати при позначенні граничних відхилень лінійних розмірів на кресленику?
10. Яка форма запису на кресленику непоказаних граничних відхилень розмірів?
11. Як вказують на кресленику допуски форми і розміщення поверхонь?

РОЗДІЛ 3

ЗОБРАЖЕННЯ – УМОВНОСТІ ТА СПРОЩЕННЯ

Виразність креслення забезпечується не тільки вдалим вибором необхідних зображень, а й скороченням їх графічного складу. Це досягається застосуванням різних умовностей та спрощень на креслениках.

Отже, робочі кресленики мають бути якомога доступнішими для читання, тому при їх виконанні користуються певними способами спрощення зображень видів, перерізів, розрізів і т.д. Розглянемо найбільш уживані з них:

1. Якщо зображення є симетричною фігурою, то припускається виконувати тільки половину зображення, застосовуючи належні вказівки щодо кількості елементів, їх розташуванні і т. д. (рис. 30).

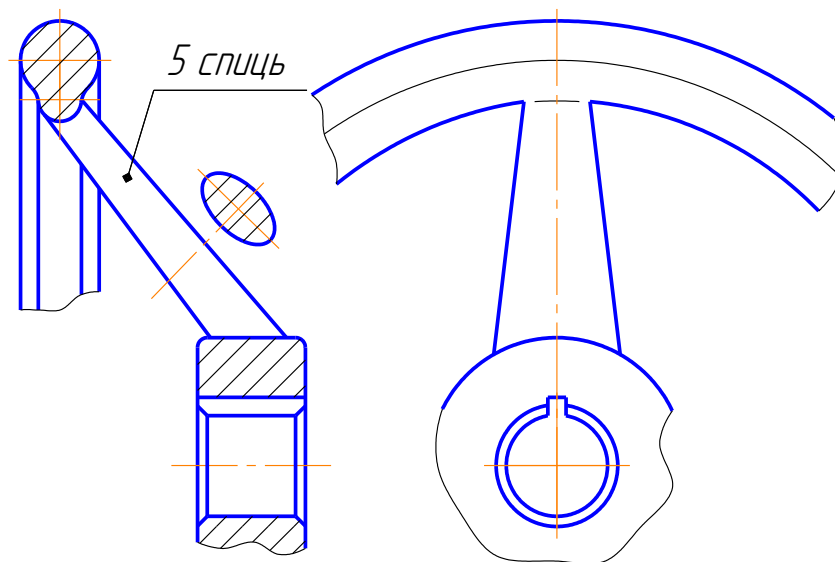


Рис. 30

2. При обробці та контролі деталей токарної групи досить часто застосовуються центрові отвори. Їх розміри та зображення на робочих креслениках стандартизовані. Визначаючим розміром для центрального отвору є діаметр заготовки вала, а форма залежить від діаметра вала та додаткових технічних вимог. Типорозміри центрових отворів встановлені ГОСТ 14034-74*. На кресленику деталі центрові отвори зображуються умовно, а в позначенні вказують кількість отворів, тип, розмір діаметру отвору та стандарт (рис. 10).

3. Досить часто в машинобудуванні зустрічаються деталі (поршні, золотники і т.і.), на яких виконано по декілька канавок. Ці канавки на токарному верстаті можуть бути оброблені набором різців за одну операцію. На кресленику мають бути дані розміри для встановлення кожного різця в супорті (наприклад, від технологічної бази – Т). При такому нанесенні розмірів можливе найбільш

точне встановлення різця (і відповідно розташування канавок) відносно торця (рис. 31).

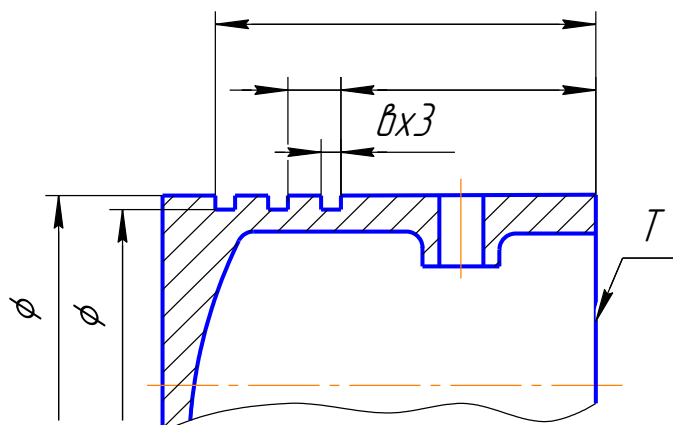


Рис. 31

4. Існують шпонки різної форми. Пази для них на валу також не однакові по формі – їх виконують різними інструментами. Відповідно цьому слід наносити на них і розміри пазів:

- паз під призматичну шпонку з плоскими кінцями фрезерують прорізною фрезою. Діаметр фрези слід вибирати мінімально можливим (табл. 1);
- паз під призматичну шпонку зі закругленими кінцями фрезерують кінцевою фрезою. Діаметр фрези вибирають по розміру ширини шпонки, а довжину фрезерування – з конструктивних розрахунків – по довжині шпонки (табл. 1);
- паз під сегментну шпонку фрезерують спеціальною шпонковою фрезою, діаметр якої визначається діаметром шпонки;

5. Для полегшення процесу складання циліндричні частини деталей обмежують фасками.

6. Для підготовки нарізання нарізі на стрижні виконують такі операції: знімають фаску ($s \times 45^\circ$), та роблять проточку спеціальним різцем для канавок. Розміри стандартних проточок для нарізі різних типів наведені у стандартах. Розміри фасок стандартизовані та наведені у тих же стандартах.

7. Для того, щоб отримати хвостовик деталі, виконують фрезерування головки гвинта «під ключ» по розміру.

8. Крайні або проміжні положення рухових частин виробу на кресленку зображують тонкими штрих-пунктирними лініями (товщина від $s/2$ до $s/3$ з довжиною штрихів від 5 до 30 мм) рисунок 32. Такими ж лініями зображають лінії згину на розгортках суміщених із видом (рис. 36).

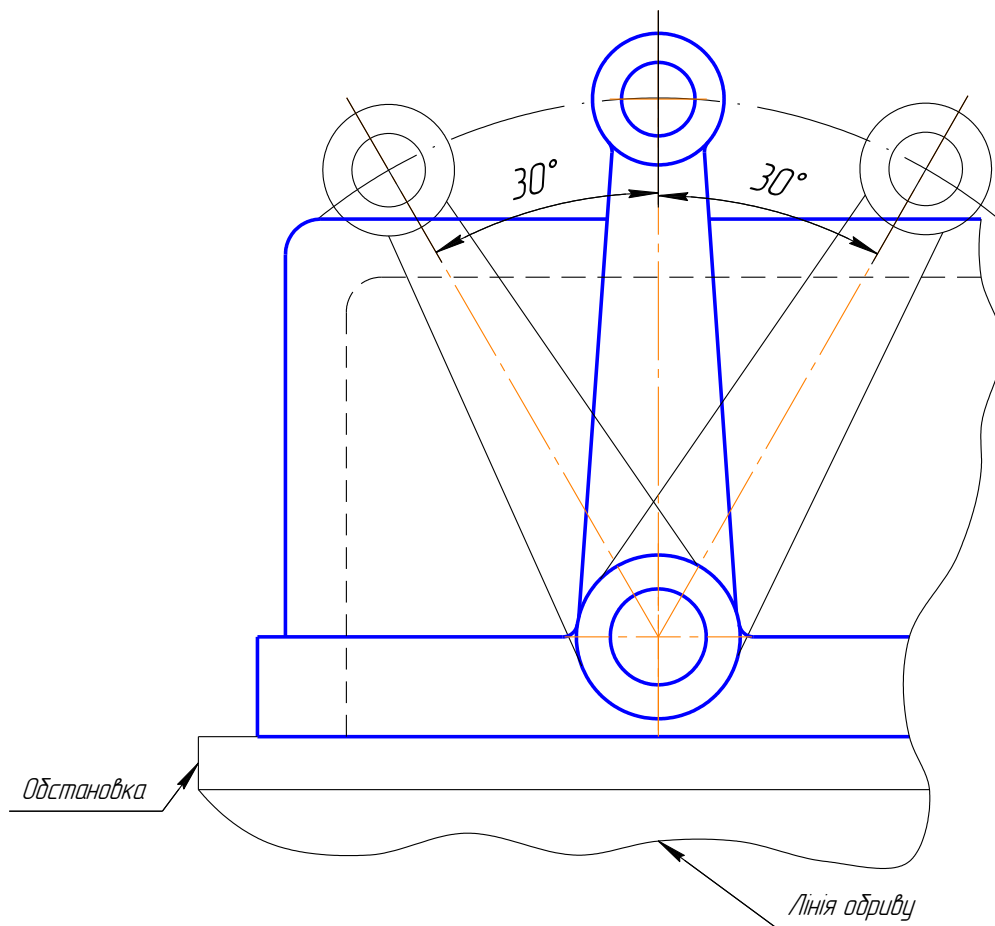


Рис. 32

9. Умовне зображення елемента, який розташовано перед розтинальною площиною (накладена проекція), показується штрих-пунктирною стовщеною лінією (рис. 33), такими ж лініями показується зона термічної обробки (рис. 21).

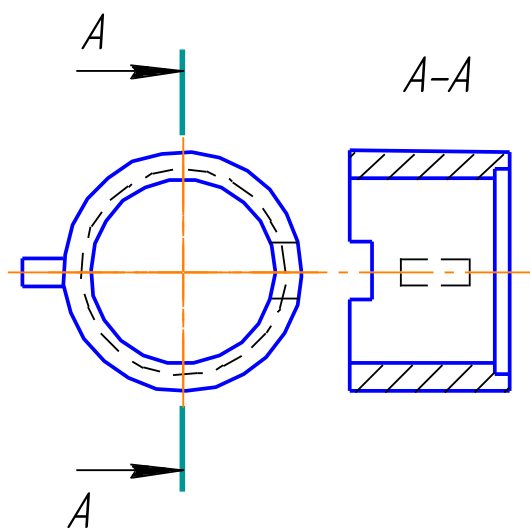


Рис. 33

10. Плавні переходи від однієї поверхні до іншої зображуються суцільними тонкими лініями (рис. 34).

11.Плоскі поверхні деталей на кресленнику виділяють, провівши діагоналі суцільними тонкими лініями (рис. 35).

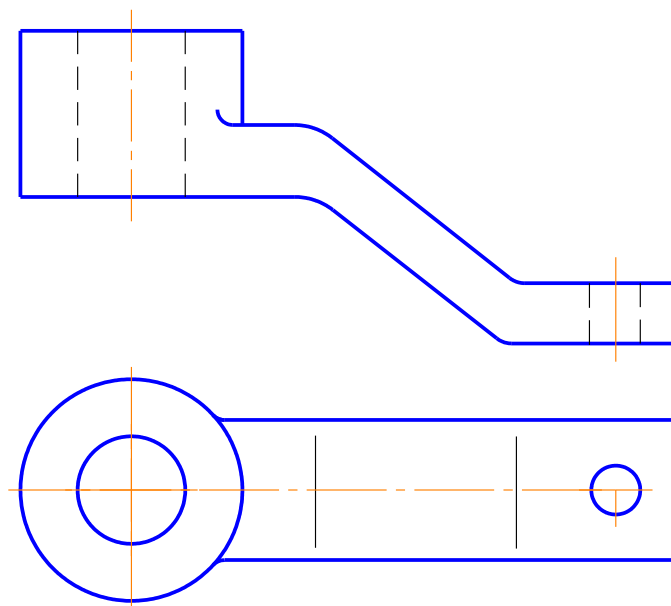


Рис. 34

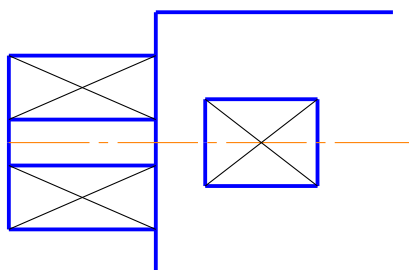


Рис. 35

12. На рисунку 36 виконано кресленик деталі з її розгорткою, місця згину зображуються тонкими штрих-пунктирними або суцільними лініями і зверху розміщують напис «Розгортка», на поличці лінії виноски від суцільної лінії згину – «Лінія згину». Допускається суміщати вид із розгорткою.

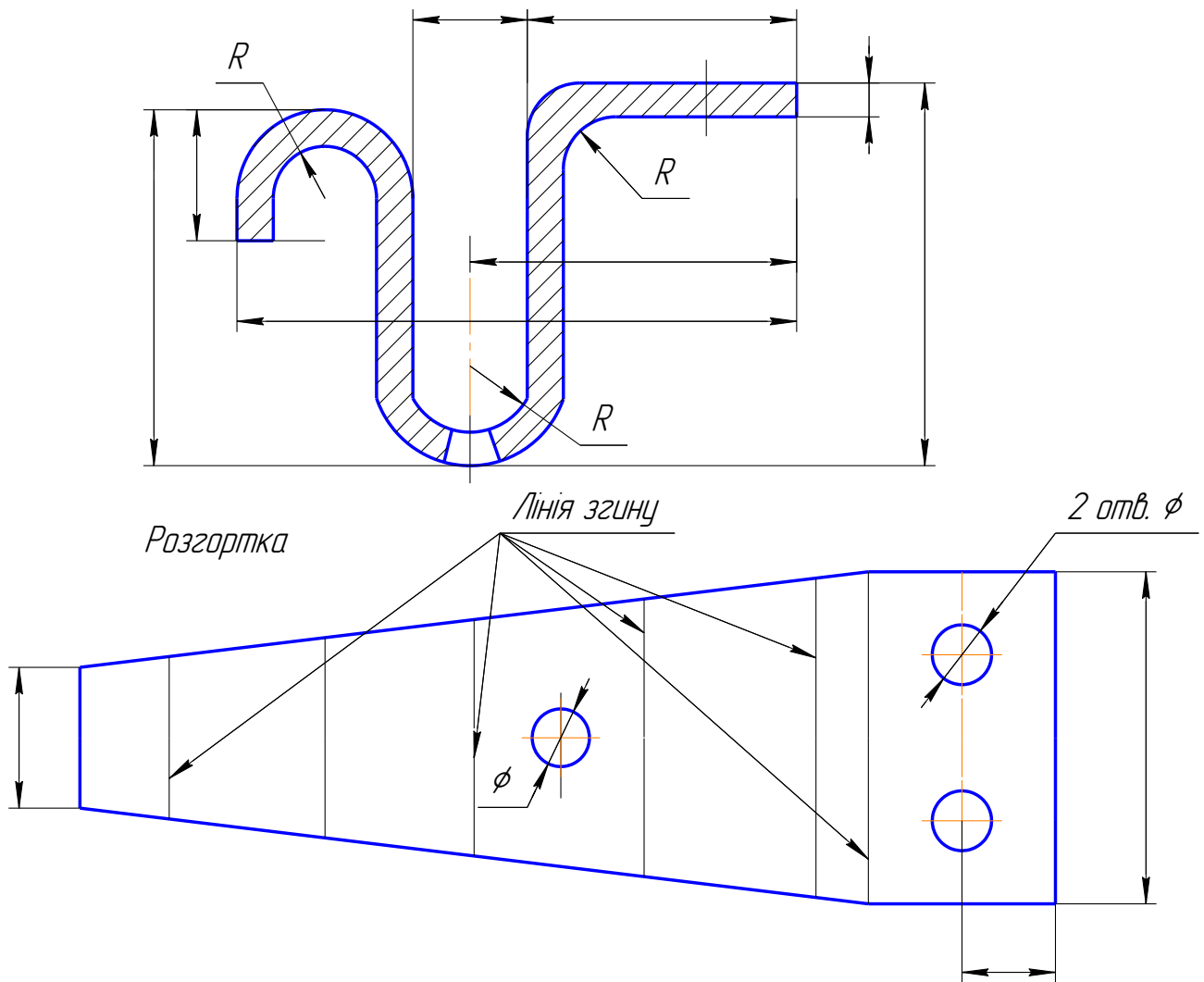


Рис. 36

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Як зображають і позначають центрові отвори на кресленнику за ДСТУ ГОСТ 14034:2008?
2. Які умовності і спрощення використовуються на креслениках?
3. Які умовності і спрощення використовуються при зображенні елементів деталей?
4. Як зображуються на кресленнику рухові частини виробу?
5. Як будується розгортка деталі?

РОЗДІЛ 4

ЧИТАННЯ КРЕСЛЕНИКІВ

Прочитати кресленик деталі, виробу і т. д. – означає уявити його об'ємну форму за зображеннями. Творчий підхід до читання кресленика повинен супроводжуватись: аналізом технологічної форми деталі (виробу), пошуком оптимальних заготовок, найкращого варіанту послідовності всіх дій, які потрібні для перетворення заготовки в готову деталь, а також іншим творчим пошуком, направленим на підвищення продуктивності, якості, економії матеріалу, зниження трудомісткості і матеріальних витрат.

Інженери, конструктора, робітники, дизайнери, читаючи кресленики подумки уявляють готовий виріб.

Кресленик слід читати в наступній послідовності:

- 1) прочитати основний напис (назву деталі, матеріал, його масу і марку, масштаб зображення);
- 2) прочитати всі зображення деталі;
- 3) встановити зв'язки між всіма зображеннями;
- 4) розібрати спрощення і умовності, що використані на зображеннях;
- 5) уявити загальну форму деталі;
- 6) за розташуванням зображень уявити орієнтацію деталі відносно основних площин проекцій;
- 7) розбити деталь на складові елементи;
- 8) прочитати всі зображення елементів деталі;
- 9) уявити форму кожного елемента, його тип, зв'язки з іншими елементами деталі, положення і орієнтацію;
- 10) уявити структуру деталі з елементів;
- 11) установити утворення форми деталі з її складових елементів;
- 12) прочитати і уявити форму і розміри форми усіх відсіків оболонки деталі та розташування матеріалу стосовно оболонки деталі;
- 13) уявити собі можливі службові функції кожного елемента і всієї деталі. Уявити призначення деталі;
- 14) поділити відсіки оболонки деталі на спряжені, з'єднувальні та вільні. Визначити можливі місця контакту даної деталі з іншими деталями у виробі;
- 15) прочитати розміри кожного елемента, розміри положення і орієнтації, основну і допоміжну бази розмірної сітки деталі. Узгодити розміри елементів із розмірами сусідніх елементів деталей;
- 16) після прочитання зображень і розмірів прочитати інформацію, яка відображаються на полчках ліній-виносок;

- 17) прочитати граничні відхилення розмірів, граничні відхилення форми і розташування відсіків оболонки деталі;
- 18) прочитати таблиці, технічні вимоги, вказівки щодо термообробки, позначення шорсткості відсіків поверхонь, вказівки про покриття і особливі технологічні вказівки;
- 19) доповнити прочитану інформацію інформацією, яка не відображається за умовчанням (рис. 1);
- 20) отримати повне уявлення про деталь;
- 21) встановити тип деталі: конструктивний (оригінальний або стандартний), технологічний, геометричний.

4.1. ГРАФІЧНЕ ВІДОБРАЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ З ДЕТАЛЯМИ

До основних операцій з деталями відносять аналіз форми, склад і структуру конструкції деталі, яка складається із елементів, операцій по утворенню форми деталі, а також операцій, які є спільними з операціями геометричних об'єктів, – переміщення і обертання.

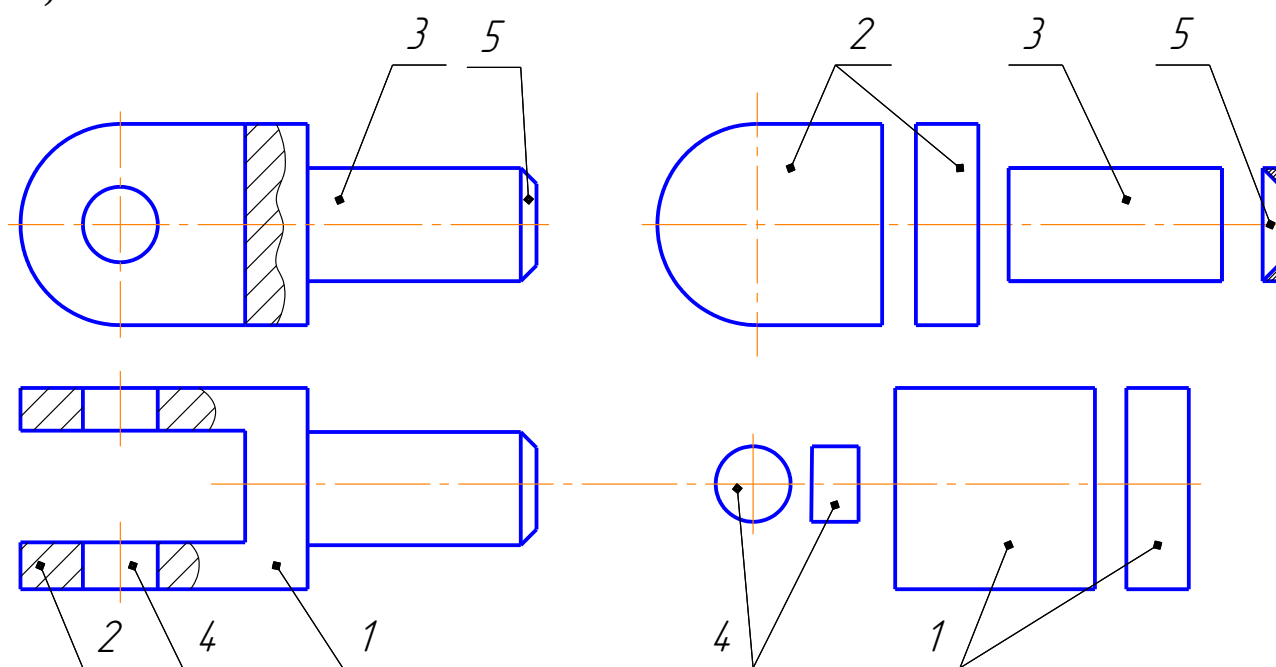
Декомпозиція та аналіз форм деталей. Деталі будь-яких конструкцій поділяють на складові елементи – *спряженні, з'єднувальні* на такі, що *об'єднують* і *технологічні*. У подальшому встановлюється їх кількість і тип. Окремі елементи можуть входити до конструкції деталі в одному екземплярі, а деякі – у двох, трьох і більше екземплярах. При декомпозиції деталі визначають зв'язки між елементами та їх відносне розташування. Спряжені і з'єднувальні елементи розташовують у відповідності із розташуванням службових функцій деталі. Часто елементи розташовують симетрично. Елементи, що об'єднують усі елементи деталі в одне ціле, відносять до об'єднувальних. Самі об'єднувальні елементи не мають контактів з елементами інших деталей. Місця об'єднання елементів деталей завжди розташовані всередині матеріалу самої деталі. Тому встановлення меж елементів ґрунтується на знаннях форми кожного елемента. Крім перерахованих типів елементів до конструкції деталі часто входять технологічні елементи, які забезпечують якість обробки деталі, або об'єднують складальні операції. Форму деталі (її оболонку) становлять форми елементів, зокрема, на процес утворення форми деталі оказують суттєвий вплив типи операцій з елементами, інакше об'єднання (склеювання), видалення, перетин і т. д..

До визначення форми входить вимірювання усіх розмірів форми – довжину ребр, кут між ребрами, форми контурів, форми і тип частин поверхонь, що входять до структури відсіків, двогранні кути між відсіками, як з'єднуються по одному ребру, габаритні розміри оболонки деталі.

Вивчивши конструкцію усіх елементів деталі, їх відносне розташування, кількість, розміри, встановлюють конструктивний тип деталі та її призначення. Після співставлення усіх складових форм деталі і специфічних її технологічних елементів визначають технологічний тип деталі.

При повному співпаданні форми деталі, набору її елементів, їх розташування і розмірів із аналогічною інформацією про стандартну деталь порівнюють деталь і відносять до стандартних. Якщо інформація про стандартну деталь у чомусь відрізняється від інформації щодо стандартної деталі з якою порівнюємо, то остання відноситься до оригінальної.

Операцію декомпозиції проілюстровано на прикладі деталі «Виделка» (рис. 37).



Конструкцію виделки ділять на наступні елементи: 1 – основа; 2 – стінка (2 шт.); 3 – хвостовик. Геометричні тіла, які видаляються із загального об’єму, утворюючи «порожні елементи»: 4 – циліндр (2 циліндричних отворів); 5 – кільце (фаска).

Рис. 37

Операції утворення форм деталей. При конструюванні деталей та розробки технології їх виготовлення використовують наступні операції з елементами деталей: *об’єднання, видалення, перетин, перетин із пріоритетом одного з елементів*. Вибір типів операцій, їх використання і кількість залежить від типу деталі, кількості й типів елементів, що утворюють її конструкцію та їх відносного розташування.

Перераховані операції співпадають із такими ж операціями, що використовуються при утворенні форм елементів деталей з форм геометричних тіл.

1. *Об'єднання двох елементів.* Два елементи деталей з однорідного матеріалу дотикаються своїми відсіками, які мають одні й ті самі поверхні. Варіанти дотику:

- контури відсіків співпадають;
- контур одного із відсіків менший контуру другого відсіку і розташовано всередині його;
- контури відсіків перетинаються.

У будь-якому випадку загальну площу дотику відсіків із структури видаляють. Матеріали елементів об'єднують по площі дотику в одне ціле. Також об'єднують зовнішні частини оболонок елементів в одну оболонку нового елемента деталі або частини деталі.

2. *Об'єднання двох порожніх елементів.* Два порожні елементи дотикаються своїми відсіками, які містять частини однієї й тієї поверхні. Дві оболонки елементів оточені однаковим матеріалом. Варіанти дотику:

- контури відсіків співпадають;
- контур одного зі відсіків менший контуру другого відсіку і розташовано всередині його;
- контури відсіків перетинаються.

У будь-якому випадку площі контуру із загальної площі видаляють. Матеріали, що навколо оболонки порожнистих елементів, об'єднують. Також об'єднують оболонки обох елементів в одну оболонку нового елемента або частини деталі з врахуванням видалених частин відсіків, що дотикаються.

3. *Видалення.* Сутність операції полягає у попередньому заданні форми, розмірів форми, відносного положення, орієнтації їх розмірів для встановлення об'єму матеріалу, який необхідно видалити із елемента або частини деталі, що вже є. Форма об'єму, що видаляється повинна бути такою, щоб частина матеріалу елемента деталі або частини деталі, яка залишається могла виконувати свої службові функції.

4. *Перетин оболонок елементів деталей.* Обидві оболонки заповнені однорідним матеріалом. При перетині оболонок кожна з них ділиться на дві частини: внутрішню, розташовану всередині спільного об'єму двох оболонок, і зовнішню, яка входить до складу оболонки нового елемента деталі або частини деталі. Внутрішні частини обох оболонок із загальної структури видаляють. Зовнішні частини оболонок об'єднують і вони утворюють оболонку нового елемента деталі або частини деталі. Новою оболонку заповнюють матеріалом, який спільний для елементів, оболонки яких перетинаються.

5. *Перетин оболонок порожнього елемента і елемента, який має пріоритет.* Матеріал елемента деталі з пріоритетом, має конкретну форму і розміри, відповідне положення і орієнтацію, та їх розміри повинні мати місце в

конструкції деталі. Такий елемент не залежить від форм сусідніх із ним заповнених або порожніх елементів. Оболонка елемента, який має пріоритет, може перетинатися із оболонками сусідніх елементів, як заповнених, так і порожніх.

Повторення елементів. При синтезі форм деталей одні й ті самі елементи часто повторюються, наприклад, зубці і спиці зубчастих коліс, тіла кочення у підшипниках кочення, шліци на валу і в отворі, витки зовнішньої і внутрішньої нарізі, ряди отворів і таке інше. Відповідно повторюються зображення цих елементів на креслениках деталей. Правила стандартів ЄСКД припускають умовне зображення подібних елементів, при цьому зображення форм елементів замінюють лінією (лініями), що проходить по граничним точкам елементів. Допускається зображувати тільки один із багатьох елементів, умовно зазначаючи інші. Кількість усіх елементів указують в записі.

Операції лінійного переміщення, оберту навколо власної внутрішньої осі і оберту навколо зовнішньої осі для деталей співпадають за змістом і виконанню з подібними операціями для геометричних об'єктів і елементів деталей. Також співпадають операції об'єднання, видалення і перетину для деталей і елементів.

Зображення стабільних операцій елементів деталей. У конструкціях багатьох деталей використовують стабільні комбінації пар елементів. Цьому відповідає стабільне їх зображення і нанесення розмірів.

Приклади стабільних комбінацій різних елементів:

- фаски на зовнішній і внутрішній нарізі;
- шпонковий паз на валу і втулці;
- фаска в отворі і на кінці валу;
- канавки (проточки) для виходу інструменту, що відпрацював;
- заокруглення кутів зовнішніх і внутрішніх; місця під голівки гвинтів тощо.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Яка послідовність читання кресленика?
2. Які є операції з утворення форм деталей?
3. Яким основним вимогам повинен відповідати кресленик деталі?
4. Які труднощі виникають під час читання креслеників?
5. Які вимоги висуваються до креслеників деталей машин?

РОЗДІЛ 5

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ КРЕСЛЕНИКІВ ВУЗЛІВ

Механічний вузол призначений для виконання службових функцій, має кінематичний ланцюг, який складається з обмеженої кількості ділянок. Службовими функціями можуть бути:

- 1) передача кінематичної енергії або змінення її параметрів;
- 2) закріплення будь-якого об'єкту в нерухомому стані.

Інформація, що відображається на кресленнику вузла:

- загальна форма вузла;
- габаритні розміри вузла;
- форма ланок вузла;
- робочі розміри ланок;
- орієнтація вузла, яка найбільш близька до його робочої орієнтації;
- основні розміри пар;
- відносне розташування стандартних деталей;
- форма оригінальних деталей;
- на розтинах і перерізах – різне графічне позначення різних матеріалів деталей;
- «обстановка» – частини сусідніх вузлів;
- компонування і розташування всіх зображень;
- технічні вимоги;
- відомості в основному написі;
- склад вузла – сукупність деталей та інших об'єктів що входять до складу конструкції вузла і визначаються специфікацією;
- номери позицій.

Інформація, що не відображається на кресленнику вузла за умовчанням:

- призначення вузла і його службові функції;
- зовнішні службові функції вузла;
- кріплення вузла, величина зусилля, направлення зусилля;
- місце входження і виходу потоку енергії (або зусиль);
- структура вузла;
- типи і кількість ланок;
- перелік з'єднань і їх типи;
- внутрішні службові функції вузла;
- форма стандартних деталей;

- марка матеріалу деталей і таке інше.

В навчальних умовах для вузла виконують: кресленики вузлів (загальний вид або складальний кресленик), кресленики або ескізи деталей вузла і специфікацію.

Інформація про вузол поділяється на таку, що відображається на кресленику і, що не відображається за умовчанням (рис. 38).

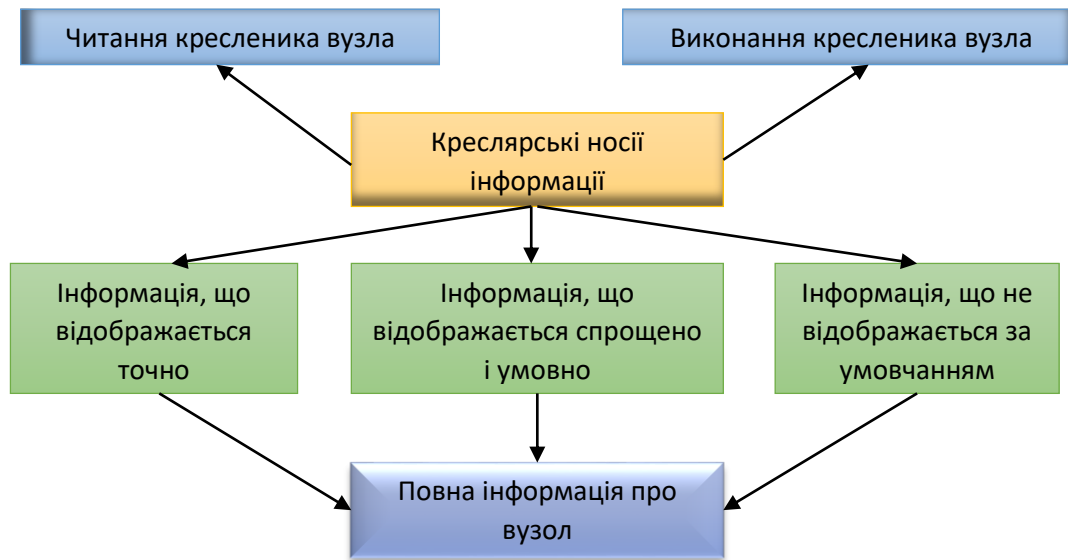


Рис. 38 Інформація про вузол

Основні вимоги до кресленика вузла:

1. Вузли бажано зображати у функціональному положенні. Якщо функціональне положення вузла похиле, то рекомендується зображати вузол у вертикальному або горизонтальному положенні.

2. Навчальні кресленики вузлів рекомендується виконувати у конструкторському (загальний вид) або технологічному (складальний кресленик) варіантах.

3. Навчальний кресленик загального виду повинен по можливості найбільш точно передавати дійсні форми усіх деталей на всіх зображеннях вузла, з використанням найменшої кількості спрощень і умовностей на зображеннях як самих деталей, так і їх елементів. Навчальний кресленик загального виду повинен утримувати необхідну кількість зображень, які б давали уявлення про взаємодію усіх ланок і деталей, інакше про всі рухомі і нерухомі їх з'єднання, про розташування і форму, про розміри кожної деталі.

4. Необхідно показати форму і розміри оригінальних деталей і деталей з стандартними елементами. Для стандартних деталей необхідно показати тільки їх взаємодію з іншими деталями і їх визначальні розміри, так як форма кожної стандартної деталі вже відома.

5. На навчальному кресленнику загального виду вказують номери позицій на поличках ліній-виносок і розташовують спрощену специфікацію з номерами позицій, найменування і позначення деталей, габаритні, установчі і приєднувальні розміри.

6. Навчальний складальний кресленик повинен давати уявлення про розташування і взаємозв'язок деталей, що входять у вузол. На цьому кресленнику допускається наводити додаткові дані про роботу складальної одиниці і взаємодію деталей. На складальному кресленнику вказують номери позицій деталей, габаритні, установчі і приєднувальні розміри.

7. Складальний кресленик повинен забезпечити можливість збирання і контролю вузла. На кресленнику можуть бути нанесені вказівки щодо методів збирання вузла. Цей кресленик виконується з спрощеннями і умовностями, які допускаються стандартами ЄСКД.

8. На креслениках вузлів заповнюють основний напис і виконують інші написи (позначення зображень, спрощення, масштаби, технічні вимоги та інше).

Спрощення на кресленнику вузла:

1. Щоб показати деталі, які знаходяться в середині корпусу, коробки або деталі, які перекриваються іншими, допускається на вигляді умовно знімати накривку корпусу або коробки, або умовно видалити групу деталей, які закривають деталі. Над зображенням виконують напис: «Накривка, поз. ... не показано».

2. З метою скорочення графічної роботи допускається повне зображення замінювати зображенням, яке передає основні форми деталі (виробу), або викреслювати тільки контур деталі (виробу), наприклад, електродвигун, частина електроапаратури тощо.

3. Вироби, виготовлені з прозорого матеріалу, зображають як непрозорі; допускається деякі частини виробів, що розташовані за прозорими предметами зображати як видимі, наприклад, шкали, циферблати, стрілки тощо.

4. Допускається: не показувати деталі або їх елементи, що знаходяться за сіткою; зображати тонкими суцільними лініями граничні і проміжні положення рухомих або деталі (частин вузла), що переставляються; зображати сусідній виріб, який з'єднується з вузлом, суцільними тонкими лініями (обстановка), виконуючи їх зображення з можливими спрощеннями.

5. Такі деталі, як гвинти, заклепки, шпонки, непорожністі вали, шатуни і ребра жорсткості, рукоятки при повздовжньому розтині показують нерозсіченими. Кульки завжди зображають нерозсіченими. Гайки і шайби, як правило, показують нерозсіченими.

6. Зварні, паяні, клеєні вироби з однорідного матеріалу (у збірці з іншими виробами) в розтинах і перерізах штрихують, як монолітне тіло (в одну сторону),

при цьому, межі деталей зварного виробу зображають суцільними основними лініями.

7. На розтинах можна зображати нерозсіченими складові частини виробів, на які виконані самостійні складальні кресленики.

Зображення елементів деталей вузла:

1) допускається не показувати: фаски, закруглення, проточки, заглибини, виступи, рифлення, насічки та інші дрібні елементи. Відсутність зображень цих елементів не повинно впливати на уявлення форми деталі. Пластини і прокладки з розмірами на кресленику 2 мм і менше зображуються з відхиленням від масштабу, прийнятого для всього зображення, у бік збільшення;

2) допускається упускати на зображеннях вузла гарантовані зазори. При необхідності зазори між деталями рекомендується виконувати з розміром на кресленику не менше 0,8 мм. Дозволяється не показувати зазори між стрижнем гвинта і отвором;

3) для пояснення дозволяється зображувати збільшеною незначну конусність або нахил;

4) дозволяється опускати написи на табличках, зображуючи тільки контури табличок або написів;

5) шліці на головках гвинтів необхідно зображати однією суцільною лінією товщиною 2S на вигляді, перпендикулярно до осі гвинта, під кутом 45° до однієї з осьових ліній, що проходять через центр головки гвинта, а на вигляді, паралельному осі гвинта – по осі гвинта;

6) допускається зображати спрощено нарізні та інші кріпильні вироби – ГОСТ 2.315–68. Дозупускається зображувати тільки одну кріпильну деталь з всієї групи. Осьовими лініями показують розташування інших деталей цієї групи. На складальних креслениках, за якими нарізь не виконують на деталях, кінець глухого нарізного отвору допускається зображувати, як показано на рис. 39.

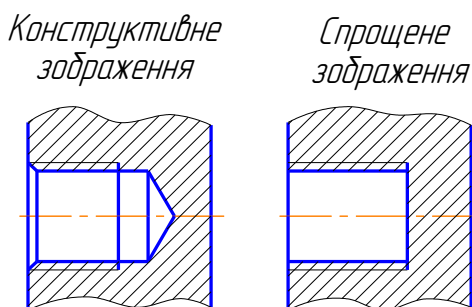


Рис. 39 Зображення нарізі в глухому отворі

5.1. ОПЕРАЦІЇ З'ЄДНАННЯ І РОЗ'ЄДНАННЯ ДЕТАЛЕЙ ВУЗЛА

Ці операції подібні між собою. Дії з деталями при складанні повторюють у протилежній послідовності при розбиранні вузла. Основні операції складання і розбирання наступні (наведено без детального їх опису, так як більшість з них розглядається у курсі технології машинобудування):

1) *операції складальні для рознімних з'єднань* – підібрати деталі за їх необхідними розмірами, узгодити розміри форми з'єднувальних деталей, вставити, розмістити, перемістити за направленням, надати положення і орієнтацію, насадити, увести, надіти, розташувати на відстані, підігнати до щільного дотику, притиснути, зжати, нагвинтити, затягнути, створити зусилля натягу, зігнути;

2) *операції складальні для нерознімних з'єднань* – непластичні (зварити, склеїти, запресувати); пластичні (розклепати, вигнути, обжати, розвальцювати). При розбиранні з'єднання порушується цілісність складових його деталей і матеріалів;

3) *операції сумісної обробки пари спряжених деталей* – притерти, шліфувати або розточити у збірці. На креслениках в технічних вимогах розміщують запис: «обробку за розмірами в квадратних дужках виконувати сумісно з деталлю ...»;

4) *операції розбирання рознімних з'єднань* – прикласти зусилля, відгвинтити, розгвинтити, розігнути, вивести, відвести, зняти, відсунути. Схожість з операціями складання. Виконання схожих операцій у протилежній послідовності.

При графічному відображенні операцій необхідно враховувати відповідні зміни форми і розмірів, положення і орієнтації зображень деталей, орієнтації самих деталей при виконанні операцій або внаслідок операції. При виконанні креслеників операцій необхідно враховувати інформацію, яка відображується за правилами ЄСКД та інформацію, що не відображується за умовчанням.

Виконання креслеників з'єднання деталей складається з наступних операцій:

1. Вивчення і представлення інформації щодо з'єднання деталей.
2. Розділення інформації щодо з'єднання деталей на таку, що відображається за правилами ЄСКД (точно, спрощено і умовно) та інформацію, яка не відображається за умовчанням. Відображення інформації повинно бути однозначним.
3. Орієнтація з'єднання перед уявними площинами проєкцій.
4. Підбір типів, кількості і масштабів зображень. Відображення взаємодії з'єднувальних деталей. Підбір формату кресленика.
5. Побудова зображень з'єднань деталей із зображень деталей та їх елементів. Узгодження зображень деталей.

6. Раціональне розташування і виконання зображень.
7. Узгодження розмірів деталей. Нанесення розмірів.
8. Нанесення написів, розміщення номерів позицій деталей, запис технічних вимог, заповнення основного напису.
9. Заповнення специфікації.

Загальна компоновка кресленика повинна забезпечувати зручність його читання. На навчальному кресленику повинна бути відображена і розташована наступна інформація:

- зображення;
- розміри (робочі, габаритні, визначальні для стандартних деталей);
- номери позицій деталей;
- основний напис;
- допускається розташовувати над основним написом специфікацію, якщо кресленик виконано на форматі А4;
- повернуте позначення кресленика.

Усі написи пишуться тільки горизонтально, незалежно від напрямлення погляду для окремих зображень і орієнтації розтинальних площин.

Читання кресленика з'єднань деталей складається з наступних операцій:

1. Читання графічних носіїв інформації (зображень, розмірів, написів, позначень, основного напису) із врахуванням спрощень і умовностей. Усвідомлення представленої інформації.
2. Доповнення прочитаної інформації інформацією, яка не відображається за умовчанням (рис. 40).
3. Подумки здійснюємо декомпозицію з'єднання на деталі і елементи деталей.
4. Аналіз складу з'єднання.
5. Аналіз структури з'єднання.
6. Визначення взаємодії деталей в з'єднанні.
7. Встановлення форм і розмірів робочих і вільних відсіків поверхонь.
8. Визначення типу з'єднання (рухоме, нерухоме, рознімне, нерознімне).
9. Представлення форм деталей, їх аналіз і відносне розташування.
10. Представлення форм і величини зазору між деталями.
11. Читання розмірів форми деталей.
12. Визначення місцеположення і форми контакту (постійне, змінне, переривчасте).
13. Уявлення форми і величини зазорів між деталями.
14. Встановлення службових функцій з'єднання і кожної деталі. Відносний рух, потік послуг, що передається. Зусилля скріплення деталей.
15. Визначення призначення з'єднання.

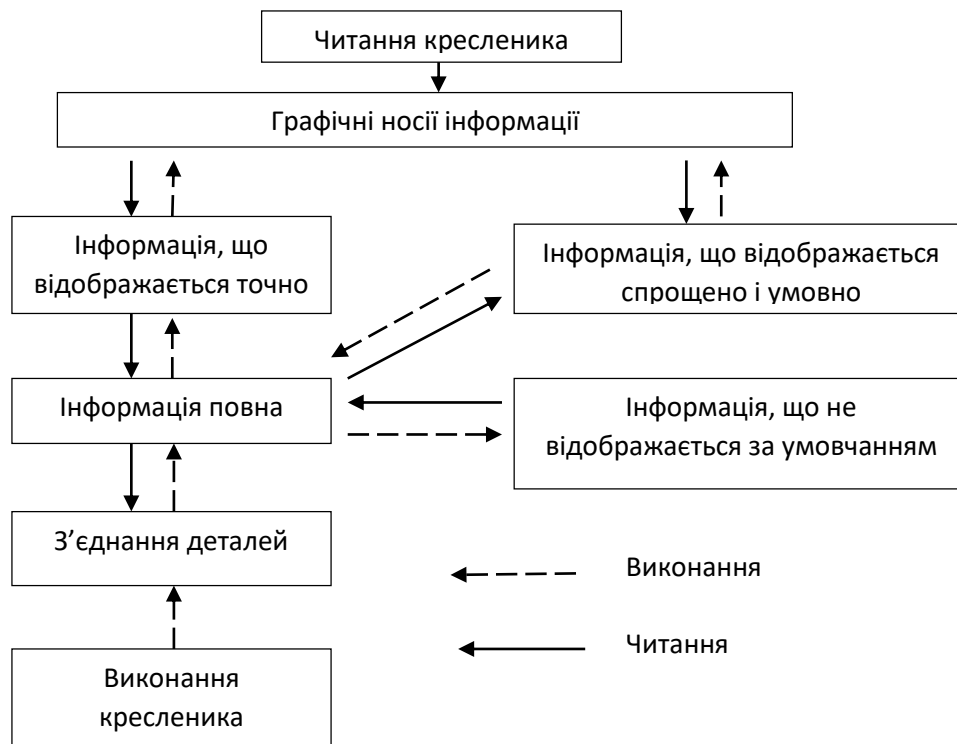


Рис. 40

5.2. СПЕЦИФІКАЦІЯ

Специфікація визначає склад вузла. Специфікацію виконують на окремих аркушах формату А4 за стандартною формою – *Форма 1*, ГОСТ 2.108-68. Кожен аркуш специфікації поділено на наступні графи:

- формат;
- зона;
- позиція;
- позначення;
- найменування;
- кількість;
- примітка.

Стрічки специфікації рекомендується виконувати не вужче 8 мм.

На кожному аркуші специфікації внизу розміщують основний напис за *формою 2* згідно ДСТУ 2.104-2006 на першому або заголовних аркушах (рис. 41) або за *формою 2а* на наступних аркушах (рис. 42). До специфікації вносять складові частини виробу і конструкторські документи, що відносяться до виробу.

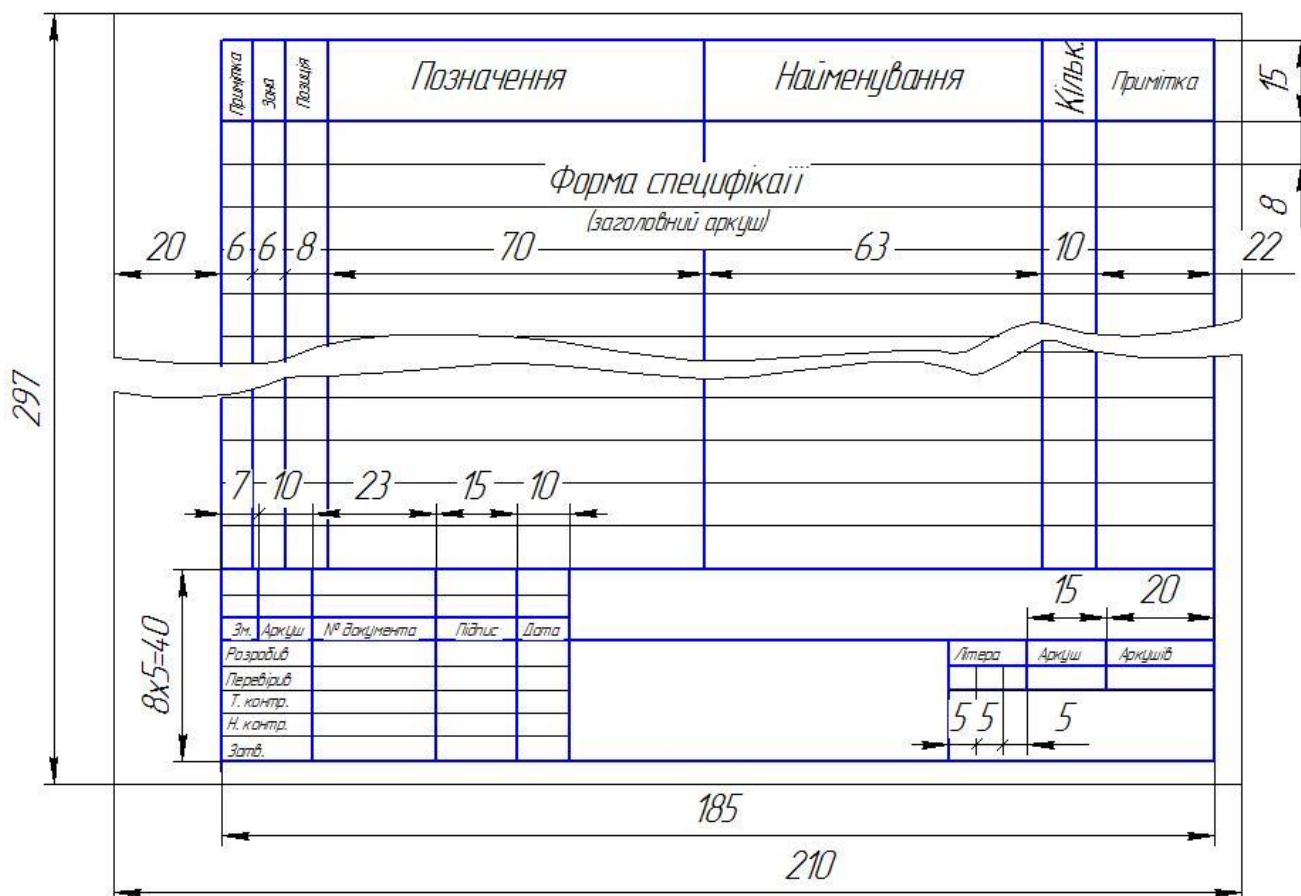


Рис. 41

Специфікація складається із розділів, які розташовуються в наступному порядку:

- 1) документація;
- 2) вузли (складальні одиниці);
- 3) деталі;
- 4) стандартні вироби;
- 5) інші вироби;
- 6) матеріали.

Якщо до виробу не входять складові частини, що відносяться до будь-якого розділу, то цей розділ в специфікації опускають.

У розділі «Стандартні вироби» записують вироби, що входять до складу вузла і використовуються за державними, галузевими і стандартами підприємства. В межах кожної категорії стандартів запис здійснюють за групами виробів, які об'єднують за їх функціональним призначенням; в межах кожної групи – в алфавітній послідовності найменування виробу; в межах кожного найменування у порядку збільшення позначення стандарту, а в межах кожного позначення стандартів – у порядку збільшення основних параметрів або розмірів виробу.

Матеріали записують тільки ті, що входять у вузол у наступній послідовності: метали чорні, метали кольорові, дроти, пластмаси, паперові та текстильні матеріали, гумові й шкіряні тощо.

Puc. 42

Підшипниковий вузол складається з: корпусу, підшипника (кочення), фіксуючих деталей та іноді з пристрою для змащування.

Сприйняття радіальних і осьових сил та обмеження осьового зміщення валу забезпечується відповідними посадками і, в разі необхідності, фіксацією кільц на

валу та в корпусі. Посадка зовнішнього кільця в корпусі здійснюється в системі валу, внутрішнього кільця – в системі отвору. Поля допусків та посадкових місць у корпусах і на валах залежать від режиму роботи, виду навантаження, типу підшипника. Вибір способу фіксації кільця на валу і в корпусі визначається схемами установки валу на підшипниках, типом підшипника, особливостями експлуатації, технологічними можливостями виробництва.

Відомо три схеми установки валу на підшипниках кочення:

- вал з фіксацією від осевого переміщення в обох опорах;
- вал з фіксацією від осевого переміщення в одній опорі;
- вал без фіксації від осевого переміщення в опорах.

Фіксація внутрішніх кільць на валу може, наприклад, здійснюватися: посадкою з натягом внутрішнього кільця, додатково до посадки з натягом – торцевою шайбою, додатково до посадки з натягом – торцевою гайкою. Зовнішнє кільце в корпусі встановлюють: без фіксації, з одnobічною фіксацією, із двобічною фіксацією.

У конструкції підшипникових вузлів повинні бути передбачені *способи фіксації положення валів від осевого зсуву*. Для цього використовують два типи опор: фіксуючі й плаваючі. У фіксуючих опорах обмежується осьове переміщення валу в одному або у двох напрямленнях. У плаваючих опорах осьове переміщення валу в будь-якому напрямленні не обмежене. Фіксуюча опора сприймає радіальне і осьове зусилля, а плаваюча опора – тільки радіальне (рис. 43).

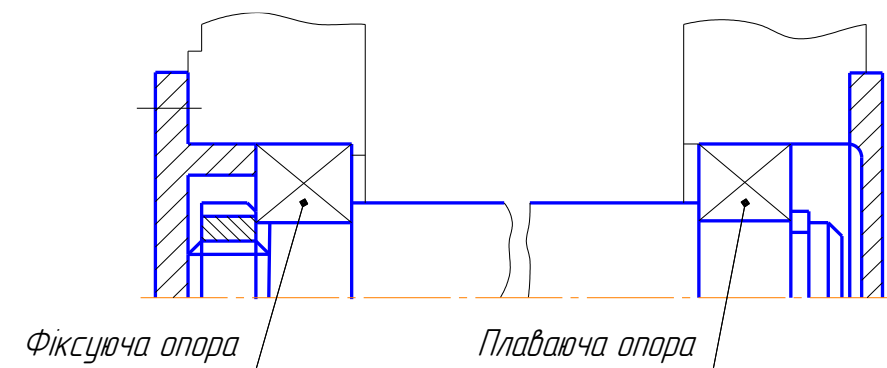


Рис. 43. Схеми встановлення підшипників на валах

Осьову фіксацію (рис. 43) широко використовують у редукторах і коробках передач для валів циліндричних зубчастих передач.

Опорні ділянки валів і осей називаються *цапфами*. Проміжні цапфи називаються *шийками*, а кінцеві – *шипками*, цапфи, що сприймають осьове навантаження, називаються *п'ятами*.

Поверхні опорних частин валів (цапф), як і всі посадкові поверхні, мають бути точно і чисто оброблені. Наприклад, рекомендується мати шорсткість цапф

під підшипниками кочення з параметром $R_a=(3,2\ldots0,8)$ мкм, а під підшипниками ковзання $R_a=(0,4\ldots0,1)$ мкм. Для посадки підшипників вали забезпечуються заплечиками або упорними буртиками, висота яких має відповідати радіусам округлень на кільцях підшипників і умовам демонтажу підшипників.

Перехідні ділянки між сусідніми ступенями різних діаметрів виконуються з галтелями або канавками для виходу шліфувального круга.

Для полегшення посадки деталей і видалення задирок на валах виконуються фаски.

Опорами валів і осей є підшипники, які сприймають всі діючі навантаження і забезпечують їх обертання.

За видом тертя підшипники розділяються на підшипники кочення й підшипники ковзання. Основними видами опор у більшості машин нині є підшипники кочення.

У сучасному машинобудуванні підшипники ковзання застосовуються значно менше, ніж підшипники кочення, однак як опори валів або осей успішно використовуються в конструкціях, у яких застосування підшипників кочення утруднене чи неможливе або економічно недоцільне.

Підшипники ковзання широко використовуються:

- у вузлах машин, де за умовами складання потрібні рознімні підшипники (наприклад, для колінчастих валів);
- в опорах великогабаритних і швидкохідних валів (парові і гідравлічні турбіни, потужні електрогенератори, компресори й ін.), де за критерієм швидкохідності підшипники кочення не можуть бути застосовані в принципі;
- у вузлах машин, що зазнають дії вібраційного і ударного навантаження (важкі щоківі дробарки, кульові млини тощо), де надійність підшипників кочення вкрай низька, а підшипники ковзання здатні сприймати ударні навантаження завдяки демпфувальним властивостям мастильного шару, забезпечуючи високий ресурс надійності;
- в опорах, які постійно перебувають у воді або в інших агресивних середовищах, де підшипники кочення непридатні через корозію;
- у конструкціях вузлів, де потрібні дуже малі діаметральні розміри підшипників, зокрема, підшипники близько розташованих валів;
- підшипники для особливо високих частот обертання (понад 30 000 об/хв);
- у простих і дешевих тихохідних механізмах із ручним приводом.

У техніці застосовують також комбіновані опори: радіальний підшипник ковзання і упорний підшипник кочення.

Упорні підшипники ковзання, що встановлюють на вертикальних валах, називають підп'ятниками.

Підшипники кочення – основний вид опор валів та осей в машинах; їх функціонування відбувається переважно в умовах тертя кочення.

Підшипники служать опорами для рухомих частин, визначають їх положення в механізмі і несуть значні навантаження. Підшипники кочення мають наступні основні *переваги* порівняно зі підшипниками ковзання:

- забезпечують більш точне центрування валу;
- мають більш низький коефіцієнт тертя;
- мають невеликі осьові розміри.

До *недоліків* підшипників кочення можна віднести:

- підвишену чутливість до неточностей монтажу і установки;
- жорсткість роботи, відсутність демпфірування коливань навантажень;
- відносно великі радіальні розміри.

Перші спроби використання опор кочення відомі близько 4000 років у найбільш розвинутих народів світу – єгиптян, китайців, асирійців. Вони використовували катки для транспортування кам'яних блоків пірамід та культових споруд. У Росії при транспортуванні з Фінляндії скелі для пам'ятника царю Петру до Санкт-Петербурга використовували бронзові кулі.

Перший проект опори кочення, що був подібний сучасним підшипникам кочення, запропонував Леонардо-да-Вінчі. Промислове виготовлення підшипників кочення розпочалося у 1883 році у Німеччині після появи шліфувальних верстатів для кульок та роликів, і з того часу безперервно відбувається удосконалення їх конструкції та технології виробництва. Особливо відчутно рівень надійності підшипників збільшився з кінця першої половини минулого сторіччя, коли методи конструювання отримали наукову базу розрахунків у роботах Г. Лундберга, А. Пальмгрена, В. Трейєра.

Сьогодні ведучими світовими фірмами підшипникового виробництва є SKF (Швеція), FAG (Німеччина), Timken (США). В Україні підшипники виробляють три спеціалізованих заводів (Харків, Вінниця, Луцьк).

Важко назвати сучасний механізм, машину чи прилад, де б не використовувалися підшипники кочення. Однак найбільшого поширення підшипники кочення дістали в сільськогосподарському машинобудуванні (630 типорозмірів), автомобілебудуванні (більше 500 типорозмірів), залізничному транспорті (110 типорозмірів). У мініатюрних опорах (годинники, дрібні прилади), а також у величезних енергетичних об'єктах (водяні і парові турбіни, турбогенератори) підшипники кочення поступаються підшипникам ковзання.

Підшипники кочення, як правило, складаються із зовнішнього 1 і внутрішнього 2 кільця, тіл кочення 3, сепаратора 4 (рис. 44).

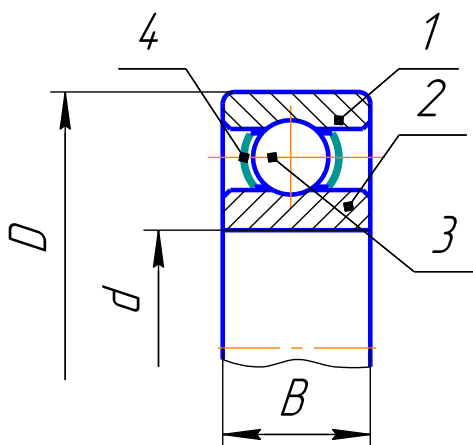


Рис. 44. Будові підшипника кочення

Тіла кочення перекочуються по бігових доріжках кільц і забезпечують їх взаємне переміщення. Сепаратор розділяє тіла кочення, утримує їх на одній відстані та покращує змащування. Конструкція сепаратора залежить від типу підшипника та умов його експлуатації.

Підшипники кочення, хоча і функціонують як механізми, але їм не завжди притаманна одна з характерних властивостей механізмів – передавання руху. Таким чином, підшипник кочення, коли одне з кільц нерухоме, являє собою складну механічну систему з довгочасним циклічним характером навантаження деталей. Саме це визначає особливий підхід до оцінки працездатності підшипника через показники надійності.

Підшипники кочення можна класифікувати за зазначеними нижче ознаками:

1) за формою тіл кочення: кулькові і роликові. Останні, у свою чергу, залежно від форми роликів розділяють на групи: з короткими та довгими циліндричними, з бочкообразними симетричними та несиметричними, з голчастими, з конічними, з витими;

2) за напрямком сприйняття зовнішньої сили: радіальні, що сприймають переважно радіальну силу, яка діє перпендикулярно до осі обертання підшипника (рис. 45, а); радіально-упорні, що сприймають комбіноване навантаження у вигляді одночасно діючих радіальних і осьових сил (рис. 45, б); упорно-радіальні, що сприймають в основному осьові сили, і одночасно незначні радіальні сили (рис. 45, в); упорні, що сприймають осьові сили (рис. 45, г);

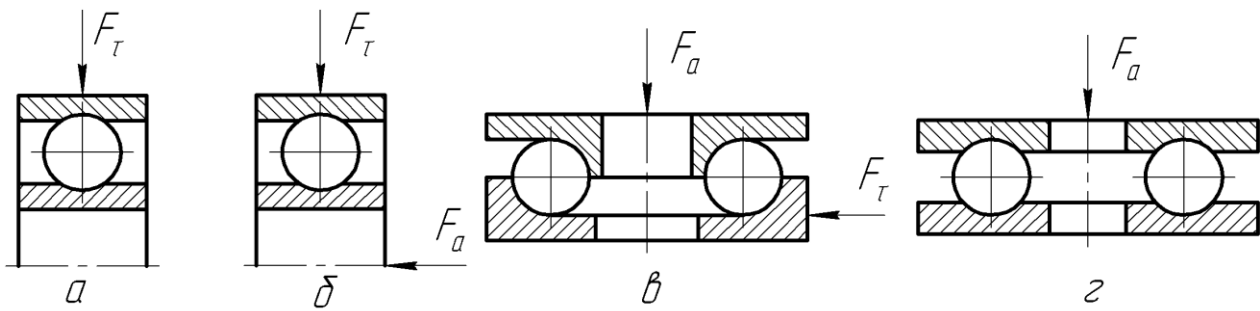


Рис. 45 Типи кулькових підшипників

3) за габаритними розмірами, що пов'язані з вантажністю, підшипники характеризують розмірними серіями за діаметром та шириною (на рис. 46 наведено наближене співвідношення деяких розмірних серій): 1 – надлегка; 2 – особливо легка; 3 – легка; 4 – легка широка; 5 – середня; 6 – середня широка; 7 – важка. З підвищенням габаритних розмірів зростає вантажність, але знижується гранична частота обертання. Найбільше поширення в загальному машинобудуванні мають легкі та середні вузькі серії підшипників.

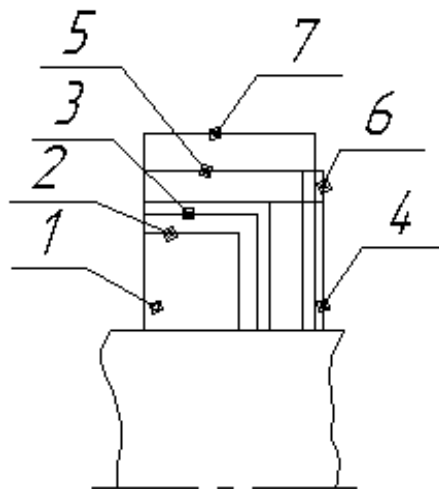


Рис. 46. Порівняльні розміри підшипників різних серій

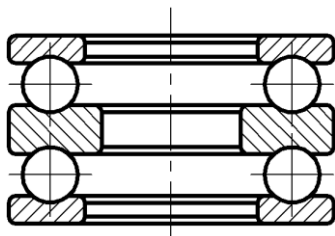


Рис. 47. Дворядний упорний кульковий підшипник

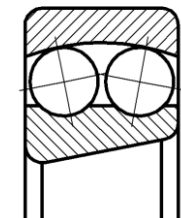


Рис. 48. Дворядний сферичний кульковий підшипник

Умовне позначення підшипника необхідне для його маркування і відповідного представлення в технічній документації. Умовне позначення складається із ряду цифр і літер: основного умовного позначення і додаткових

знаків, що наносять на торець одного із кілець, а для різних підшипників – на обох кільцях.

Основне умовне позначення підшипника кочення складається із 7 знаків (цифр), що позначають такі ознаки:

- розміри (діаметр отвору, серія діаметрів і серія ширин);
- тип і конструктивне виконання.

Порядок розміщення знаків (X) – цифр основного умовного позначення підшипників (рис. 49):

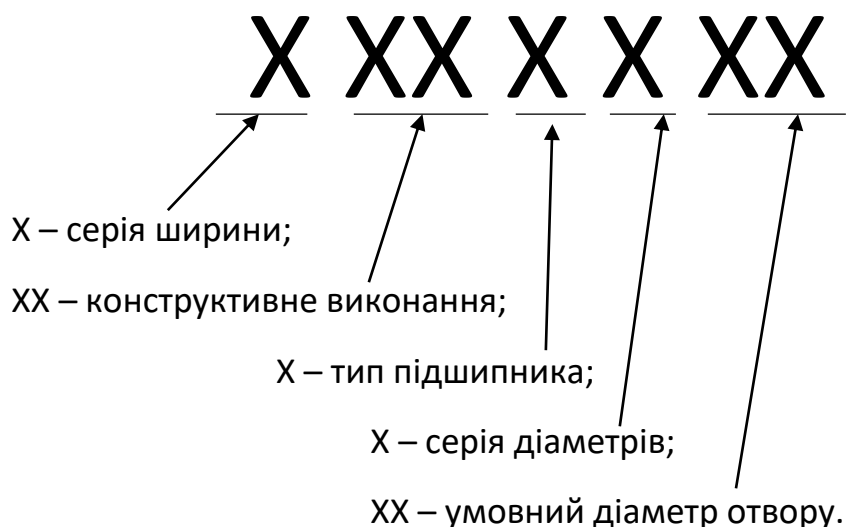


Рис. 49

Дві перші цифри праворуч умовно позначають діаметр d отвору підшипника (внутрішній діаметр внутрішнього кільця): для стандартних підшипників з діаметром отвору у межах $20 \text{ мм} \leq d \leq 495 \text{ мм}$ він дорівнює добутку цих цифр на 5.

Третя цифра праворуч разом із сьомою (першою ліворуч) позначають серію всіх діаметрів, крім малих (до 9 мм), і ширини підшипника:

1 – особливо легка; 2 – легка; 3 – середня; 4 – важка; 5 – легка широка; 6 – середня широка тощо.

У всіх типів підшипників за однакових діаметрів отвору d з переходом від особливо легкої серії до важкої збільшуються діаметри тіл кочення і зовнішнього кільця, а разом із цим збільшується і навантажувальна здатність підшипника.

Четверта цифра праворуч означає тип підшипника:

- радіальний кульковий однорядний 0 (0000),
- радіальний кульковий дворядний сферичний 1 (1000),
- радіальний з короткими циліндричними роликами 2 (2000),
- радіальний роликовий дворядний сферичний 3 (3000),
- роликовий з довгими роликами (голчастий) 4 (4000),
- роликовий із витими роликами 5 (5000),

- радіально-упорний кульковий 6 (6000),
- радіально-упорний роликовий конічний 7 (7000),
- упорний кульковий 8 (8000),
- упорний роликовий 9 (9000).

П'ята або п'ята та шоста цифра праворуч (уводиться не для всіх підшипників) позначають конструктивні особливості підшипника.

Основне умовне позначення всіх підшипників (крім радіального кулькового) без конструктивних особливостей складається із чотирьох знаків – цифр (тип, серія діаметрів і розмір діаметра).

У позначенні кулькового радіального підшипника без конструктивних особливостей нуль не пишуть й тоді його основне позначення представляється тризначним числом: ХХХ (наприклад, 309).

Розглянуте основне умовне позначення характеризує тільки основне виконання підшипника: із кільцями й тілами кочення із підшипникової сталі ШХ15; із сепаратором, установленим для основного конструктивного виконання; клас точності підшипника – 0 (у позначенні не вказують).

Умовне зображення підшипника. Кресленики підшипників (рис. 50) різняться відносною складністю, і викреслювання їх на складальному кресленнику вимагає значних затрат часу. Так, як підшипники кочення є стандартними виробами, то немає потреби в їх детальному зображенні на складальних креслениках і креслениках загального виду. Допускається зображувати підшипники кочення в осьових розрізах і перерізах на складальних креслениках і креслениках загального виду спрощено за правилами встановленими ГОСТ 2.420-69*. На рисунку 51 показано деякі найбільш вживані зображення підшипників кочення на складальних креслениках. Їх зображують, як правило, без вказівки типу і конструктивних особливостей (фасок, галтелей, сепараторів тощо).

Контури підшипників викреслюють суцільними основними лініями, а на зображенні проводять діагоналі суцільними тонкими лініями. Якщо на складальному кресленнику необхідно вказати тип підшипника, то в контур підшипника вписують його умовне графічне зображення за стандартом, як це показано на рис. 51 (зображення радіального сферичного дворядного кулькового підшипника і роликового радіального підшипника). Зручно і доцільно зображувати спрощено на складальному кресленнику підшипники у розрізі або перерізі, причому допускається половину розтину відносно осі обертання зображувати контуром із діагоналями (зображення роликового конічного підшипника, рис. 51).

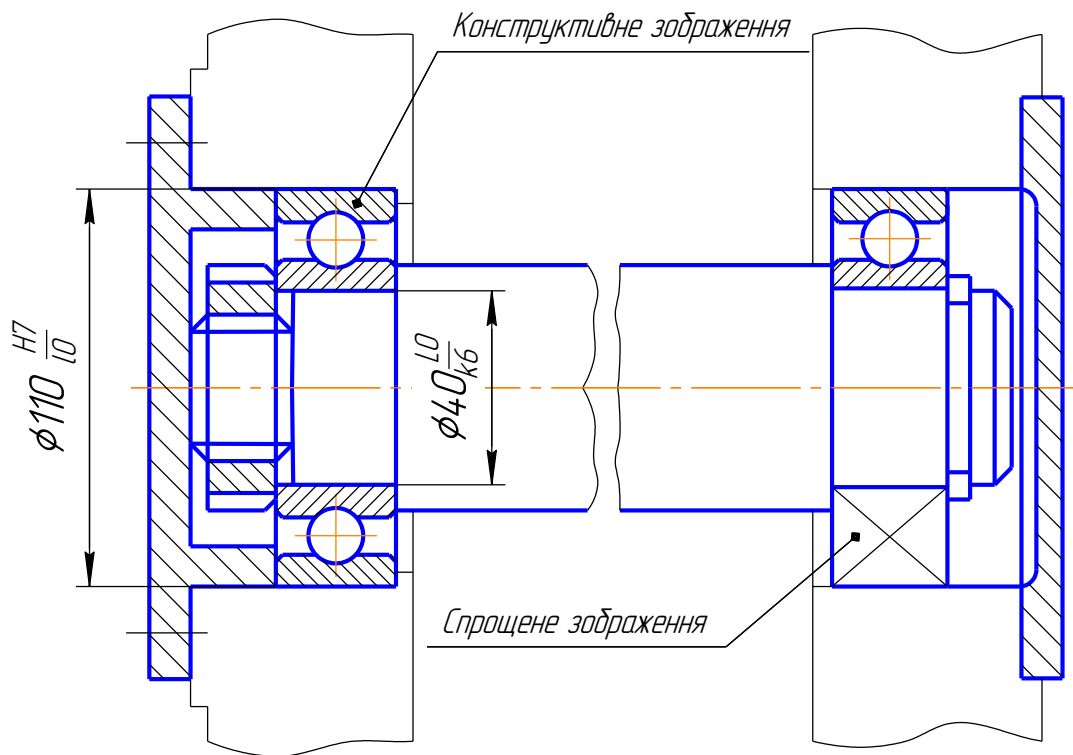


Рис. 50

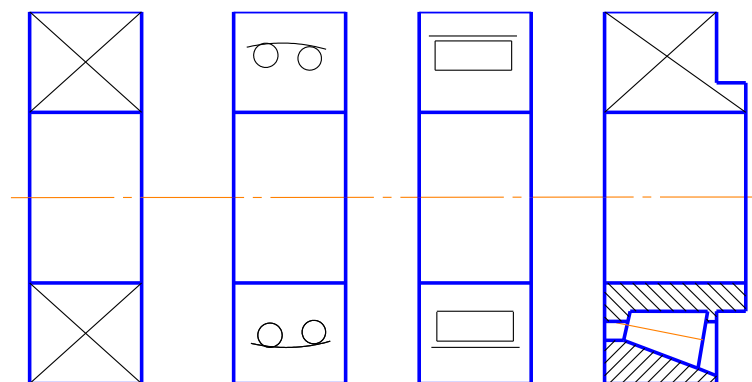


Рис. 51

Система допусків підшипників

Характер спряження кільц підшипників з валом і корпусом залежить від типу й розміру підшипника, від умов його експлуатації, від величини, напрямку й характеру навантажень, що діють на підшипник.

Підшипник є основним комплектувальним виробом, який не підлягає додатковому доведенню у процесі складання. Необхідні посадки в з'єднанні підшипника кочення одержують призначенням відповідних полів допусків на діаметри валу й отвору в корпусі. Таким чином, посадки внутрішніх кільц підшипників здійснюються за системою отвору (отвір незмінний – вал підганяють під кільце), а зовнішніх – за системою валу (отвір у корпусі підганяють під зовнішнє кільце), інакше довелося б виготовляти підшипники для кожної посадки кільц і їх номенклатура суттєво б зроста.

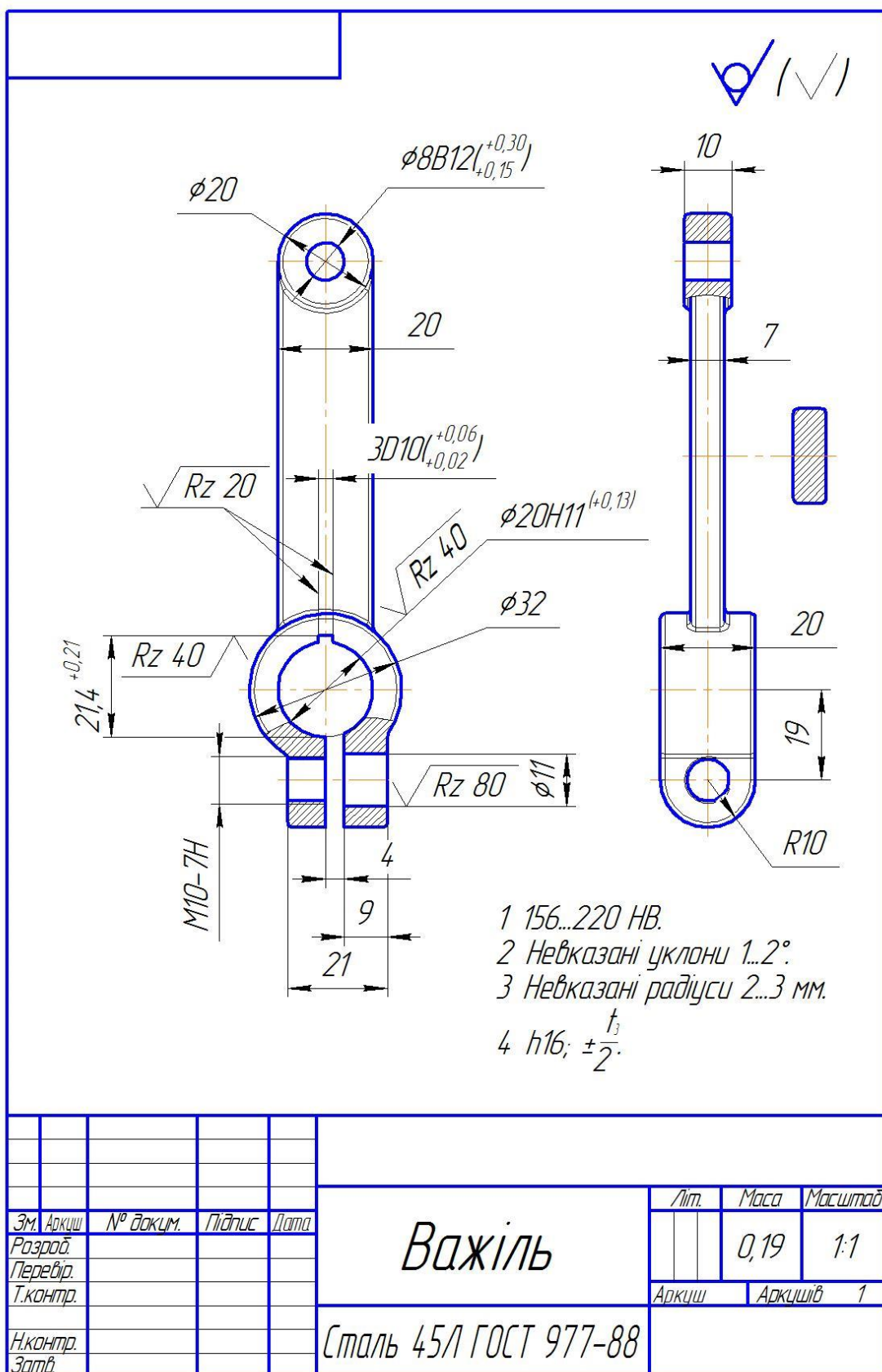
Послідовність виконання креслення опорного вузла:

1. Ознайомитись з вузлом.
2. Визначити структуру вузла, складові ланки та їх з'єднання між собою, а також деталі та їх з'єднання.
3. Розділити ланки на деталі (оригінальні зі стандартним зображенням і стандартні).
4. Виконати креслення деталей.
5. Установити бази і виміряти розміри форм поверхонь та їх положення для кожної деталі. Узгодити спряжені розміри.
6. Установити тип креслення вузла (загальний вид або складальний креслення).
7. Обрати найбільш інформативну орієнтацію вузла відносно площин проєкцій.
8. Вибрати необхідне зручне зображення (види, розтини, перерізи тощо), їх кількість і розміщення. Підібрати масштаб для кожного зображення. Передбачити місця для написів, позицій, розмірів, специфікації і основного напису. Визначити формат креслення.
9. Накреслити зображення:
 - основних деталей нерухомих ланок (корпус, основу тощо), деталі рухомих ланок (деталі, що утворюють кінематичні пари, зубчасті колеса, підшипники, важелі і таке ін.);
 - опорні деталі (вал, стояк, кронштейн і т. ін.);
 - кріпильні, ущільнюючі та інші стандартні деталі.
10. Оформити зображення вузла.
11. Нанести габаритні і приєднувальні розміри.
12. Заповнити специфікацію.
13. Нанести номери позицій деталей.
14. Виконати усі написи.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

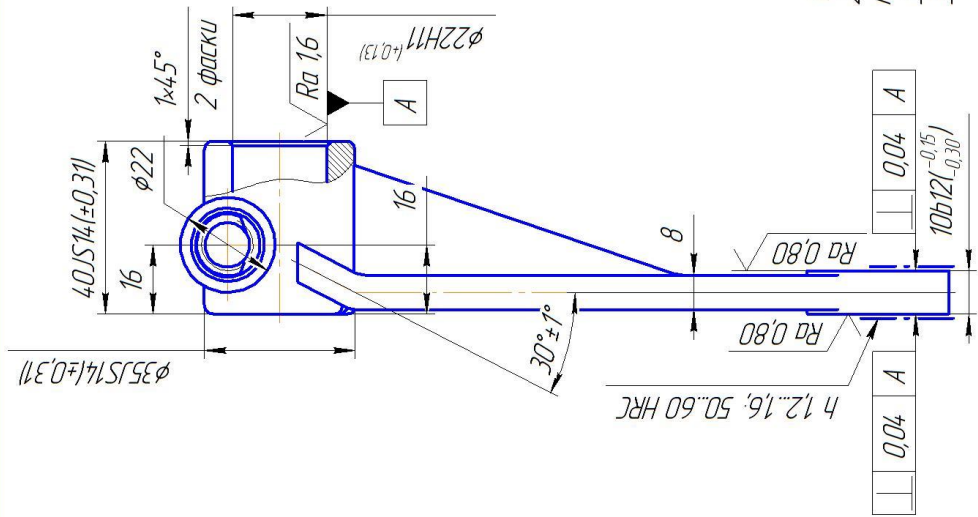
1. Яка послідовність ознайомлення з механічним вузлом?
2. Які спрощення використовуються на кресленнях вузла?
3. Яка послідовність виконання креслення вузла?
4. Яка інформація відображається на кресленні вузла?

РОЗДІЛ 6 **АНОТОВАНІ КРЕСЛЕНИКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**



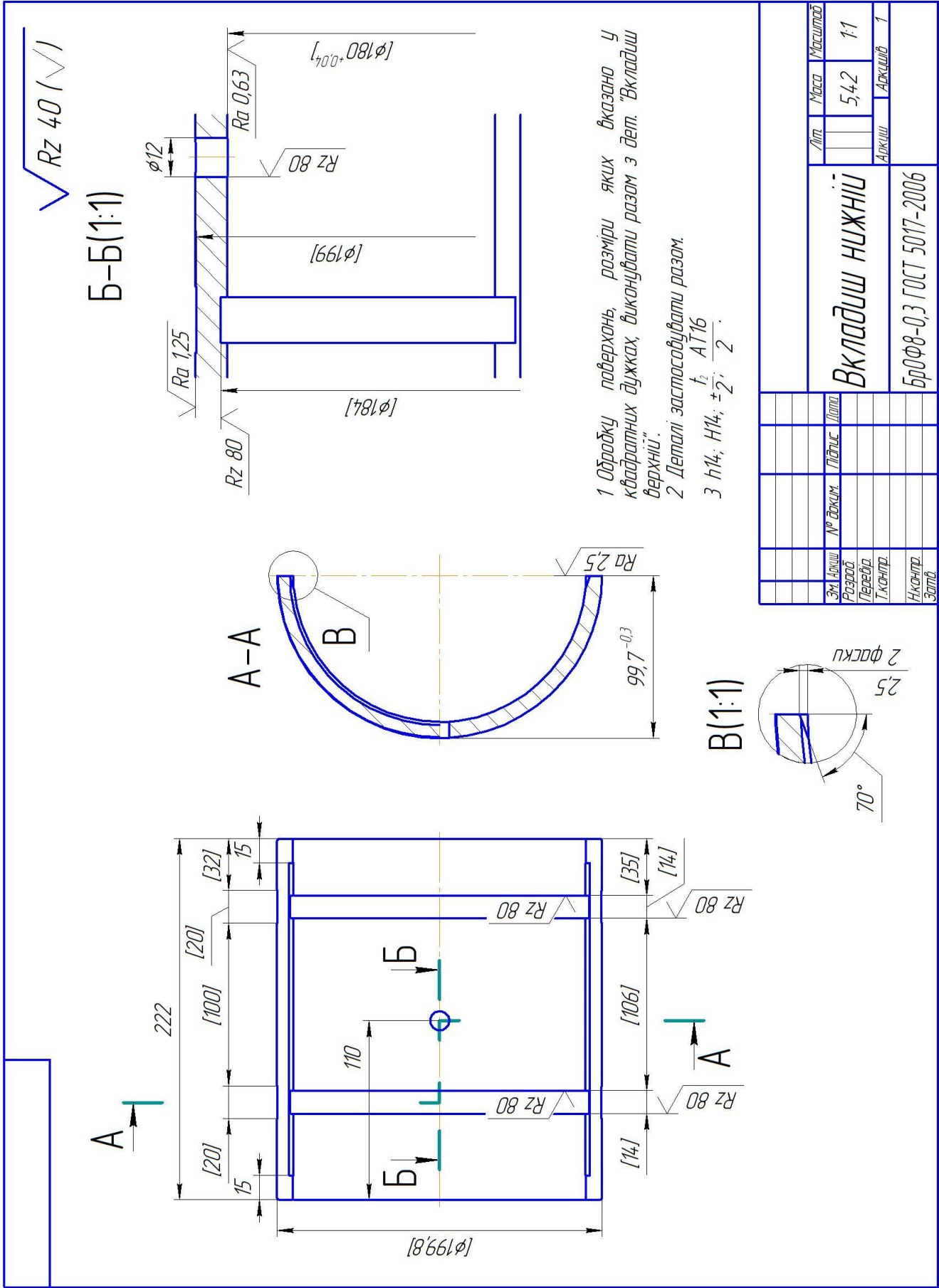
Зм.	Аркцш	№ док.м.	Підпис	Дата	Важіль		
Розроб.							
Перевір.					Сталь 45Л ГОСТ 977-88		
Т.контр.							
Н.контр.					Лит. Маса Масштаб		
Затв.							
					Аркцш	Аркцшів	1

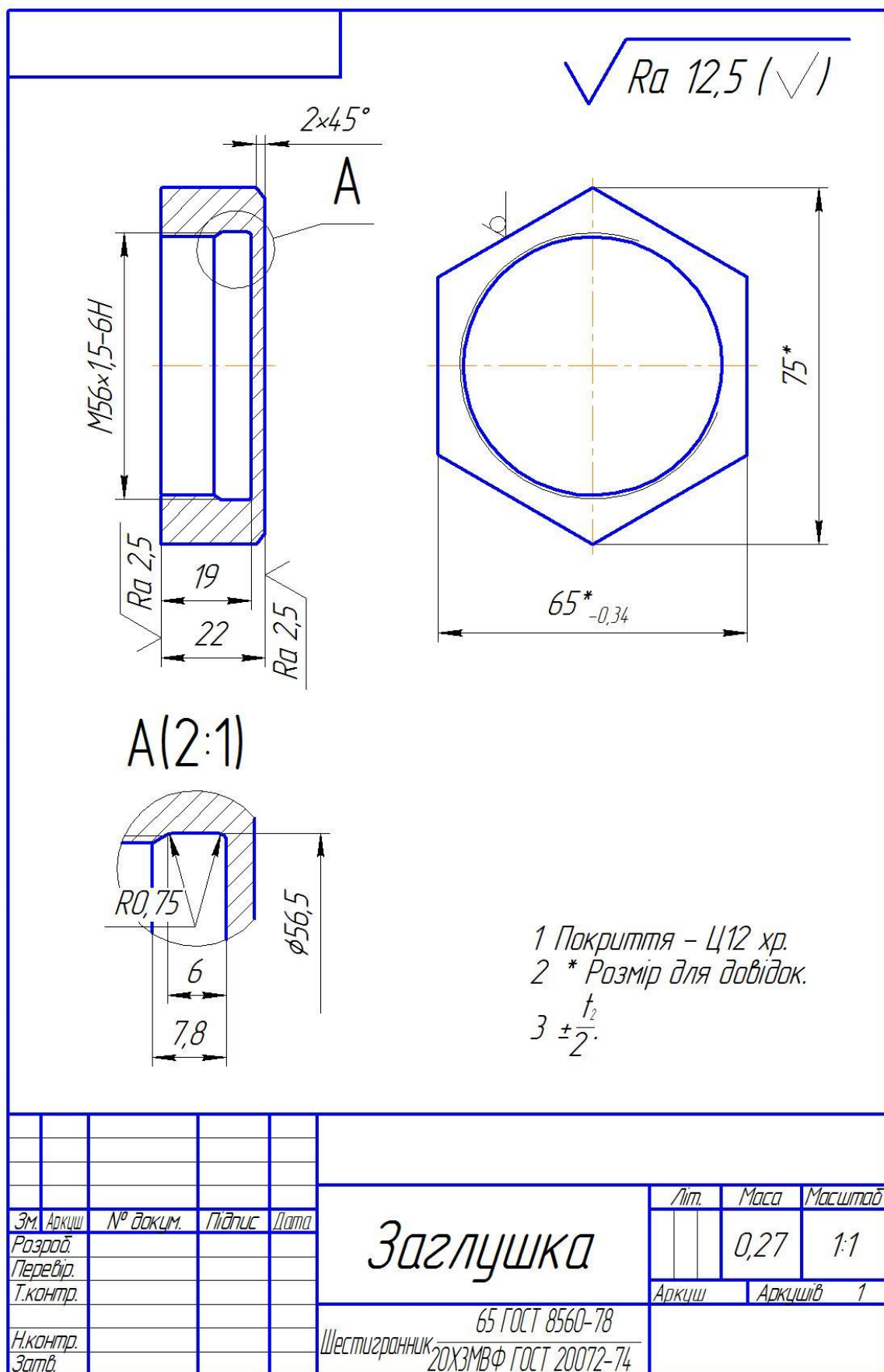
$\sqrt{Rz\ 500\ (\sqrt{1})}$

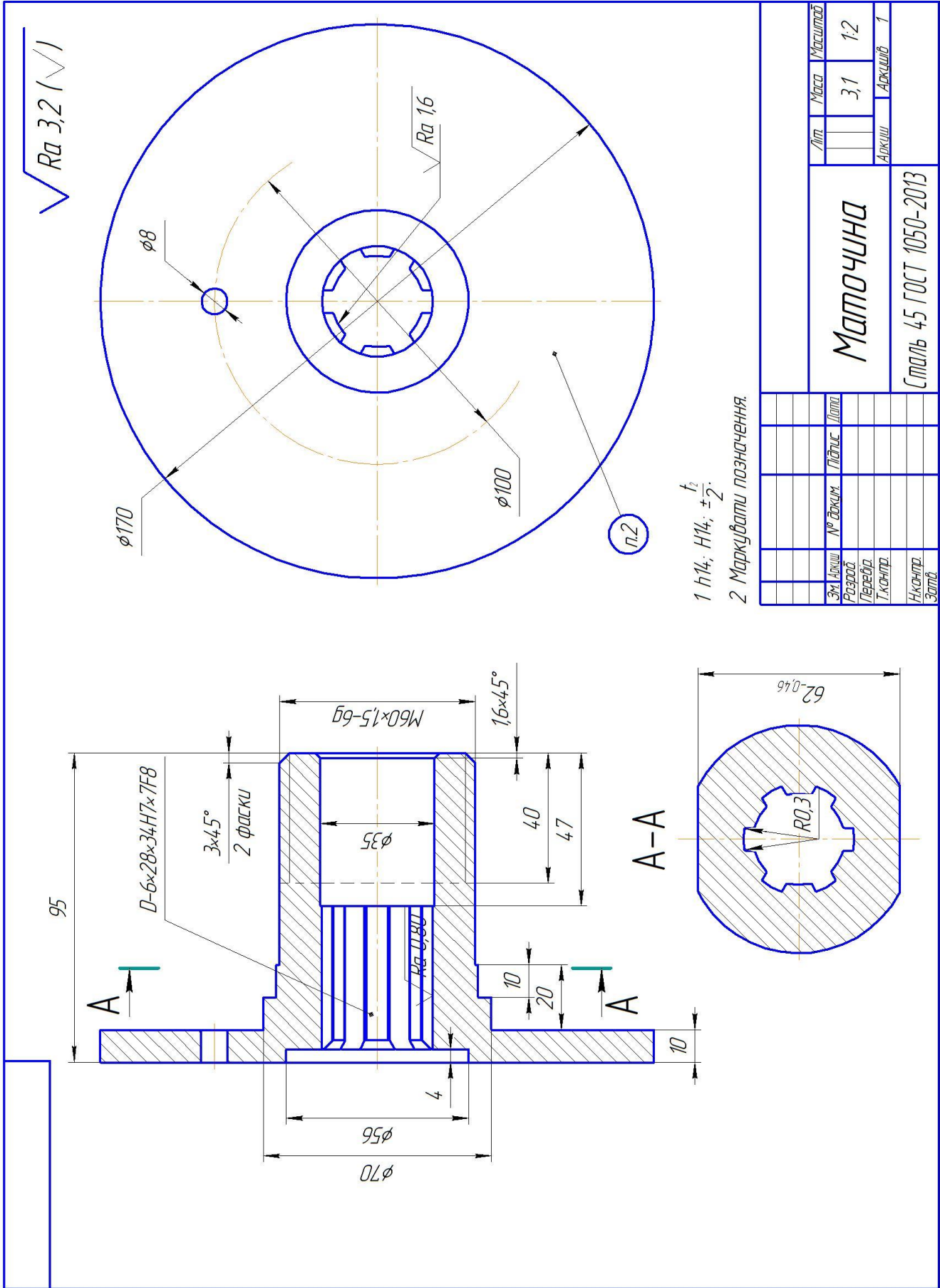


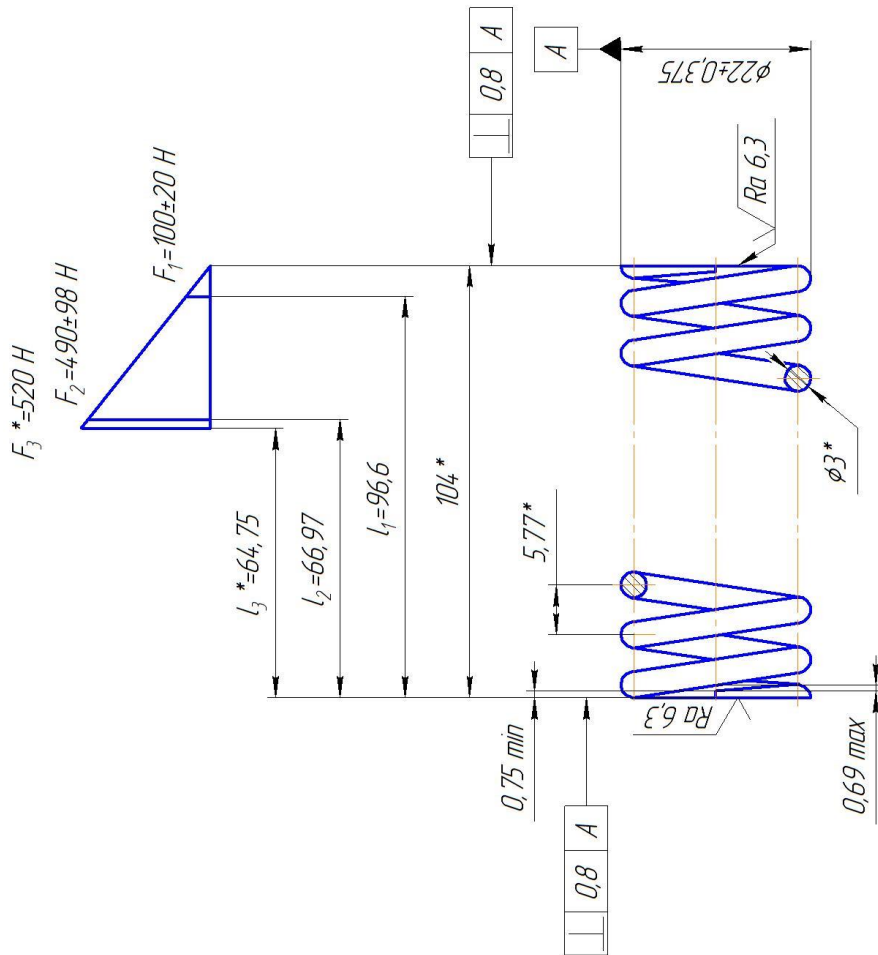
- 1 156...220 HB.
- 2 Клас точності вилівки II по ГОСТ 2009-55.
- 3 Невказані лідарні радіуси 3...5 мм.

Вилка		Лит	Маса	Масштаб
			0,6	1:1
Сталь 45Л ГОСТ 977-88		Аркуш	1	
		Н.контр.	Затв.	
Зм. Інжн.	№ док.км.	Підпис	Лист	
Розроб.				
Перевір.				
І.контр.				

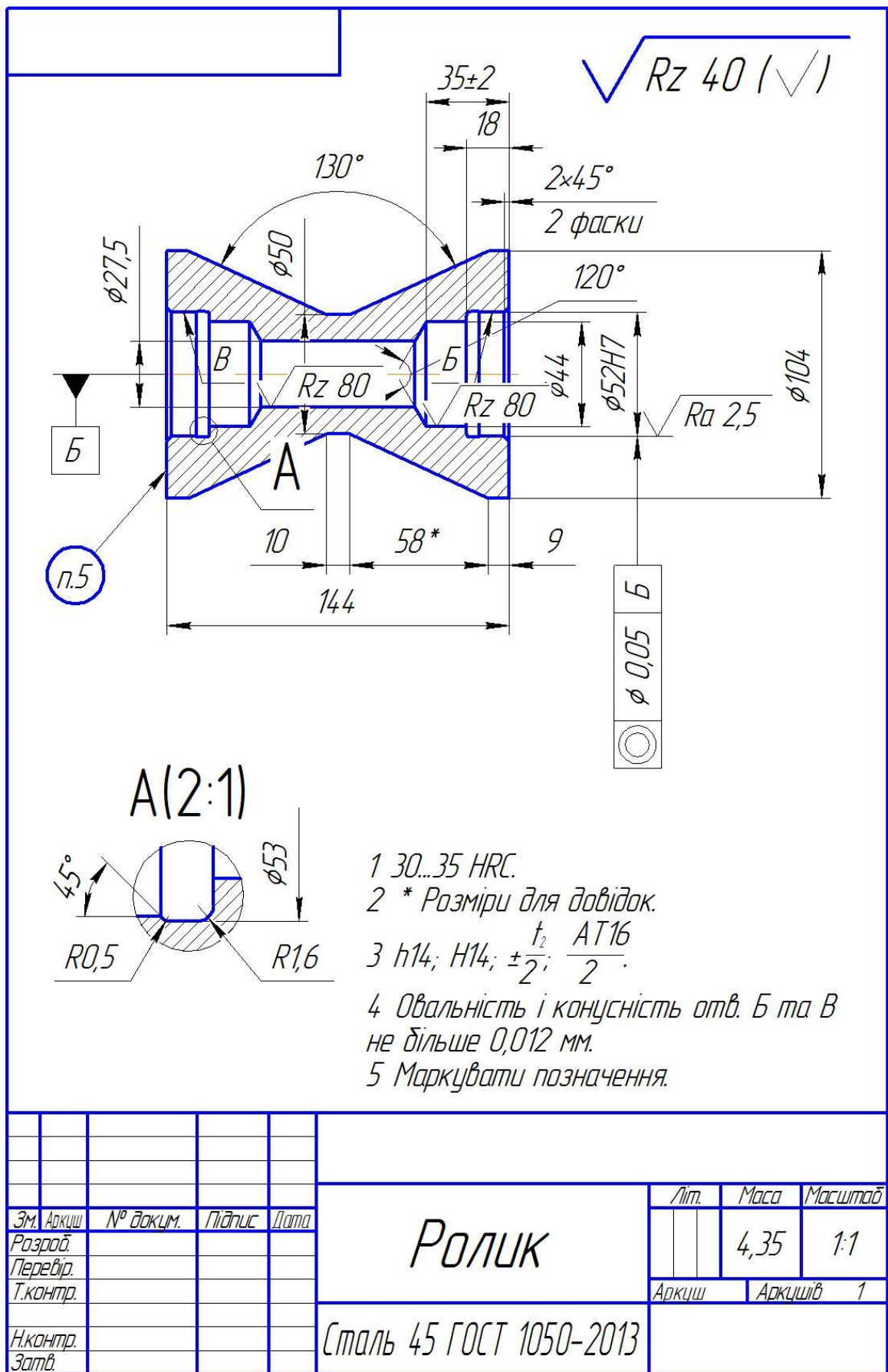


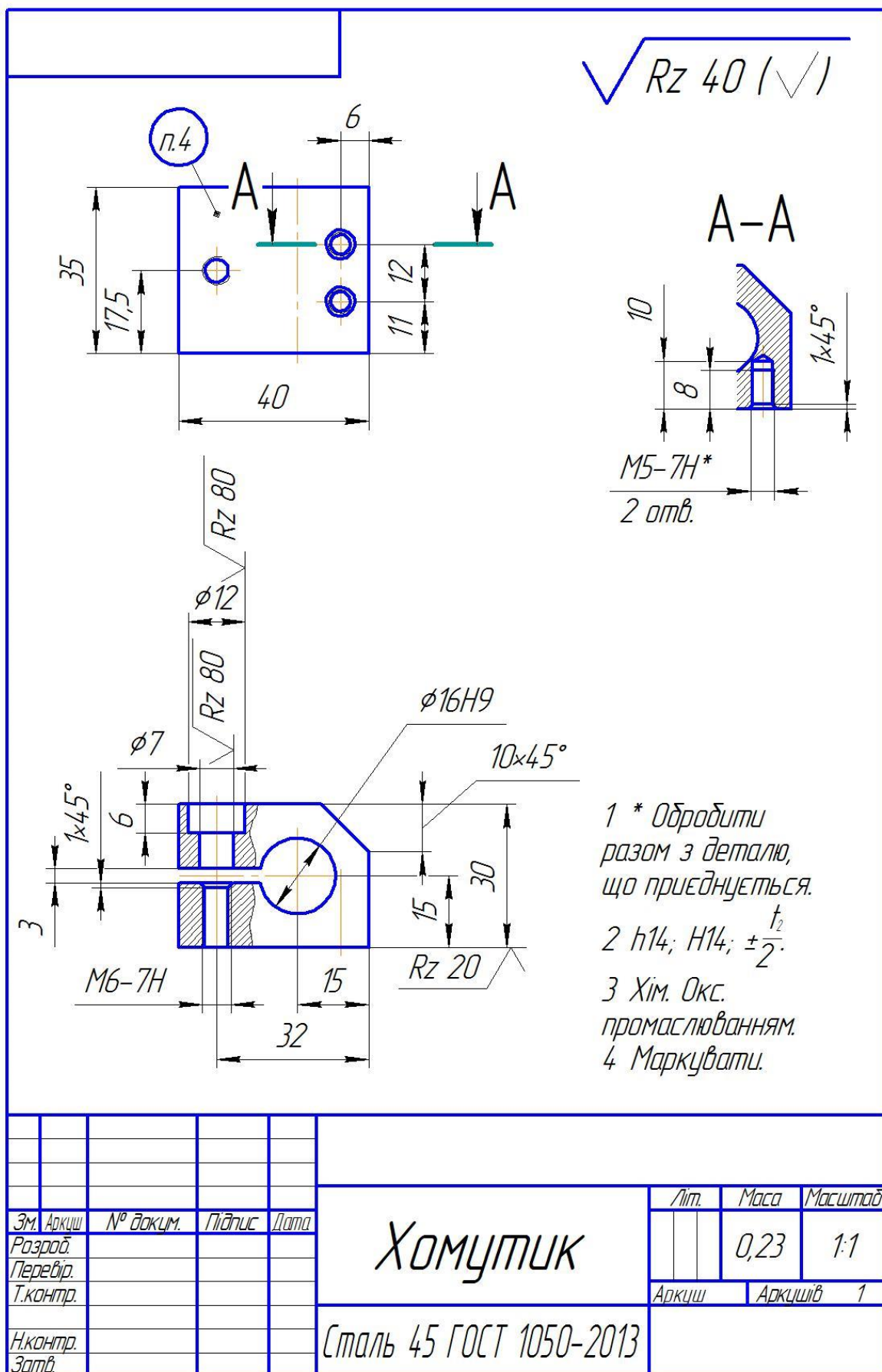




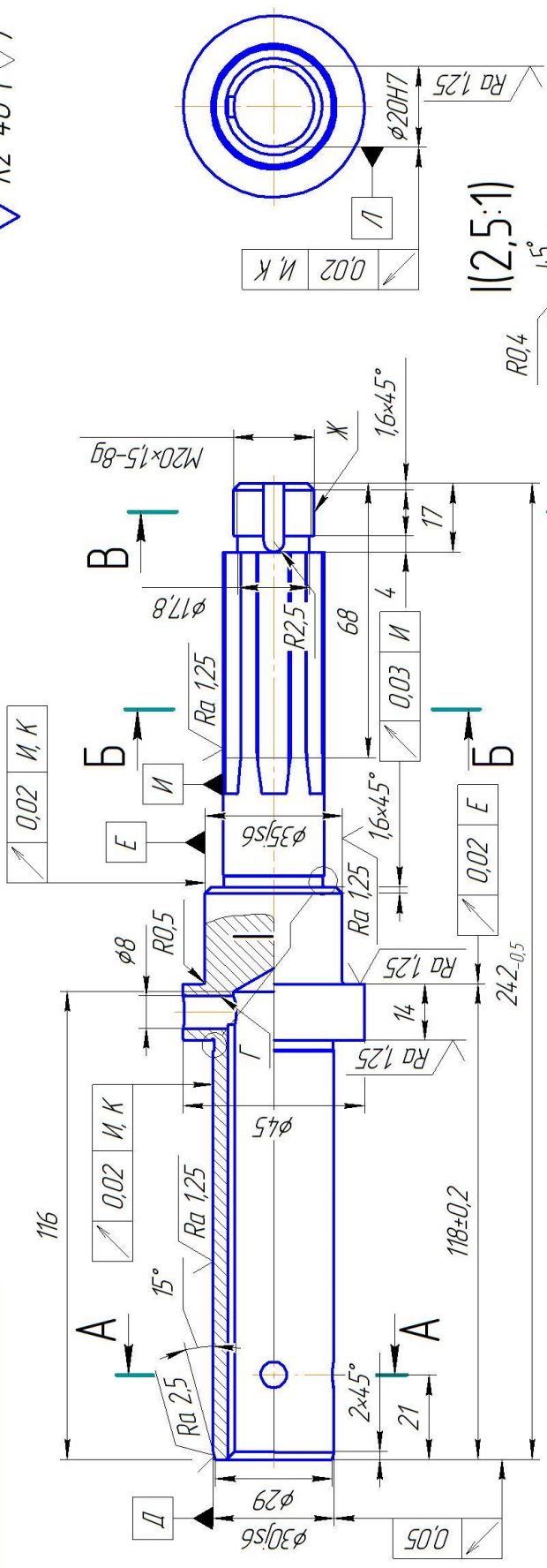


- [illegible]



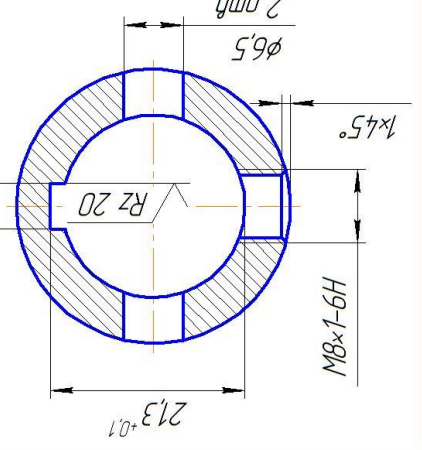


✓ Rz 40 (✓)



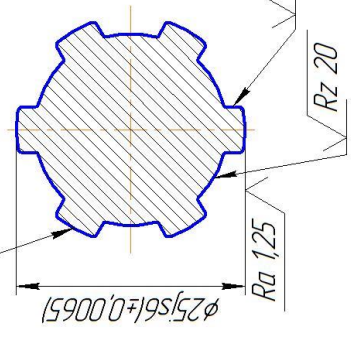
A-A(2:1)

$\frac{5^{+0,078}}{5-0,030}$ T 0,16 $\frac{1}{1}$

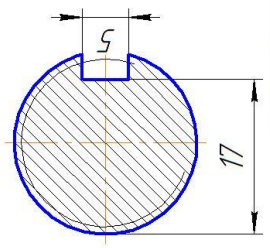


B-B(2:1)

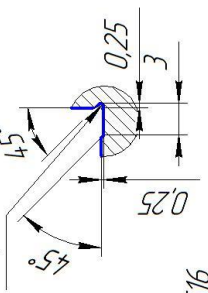
D-6x21x25h6x5h8



B-B(2:1)



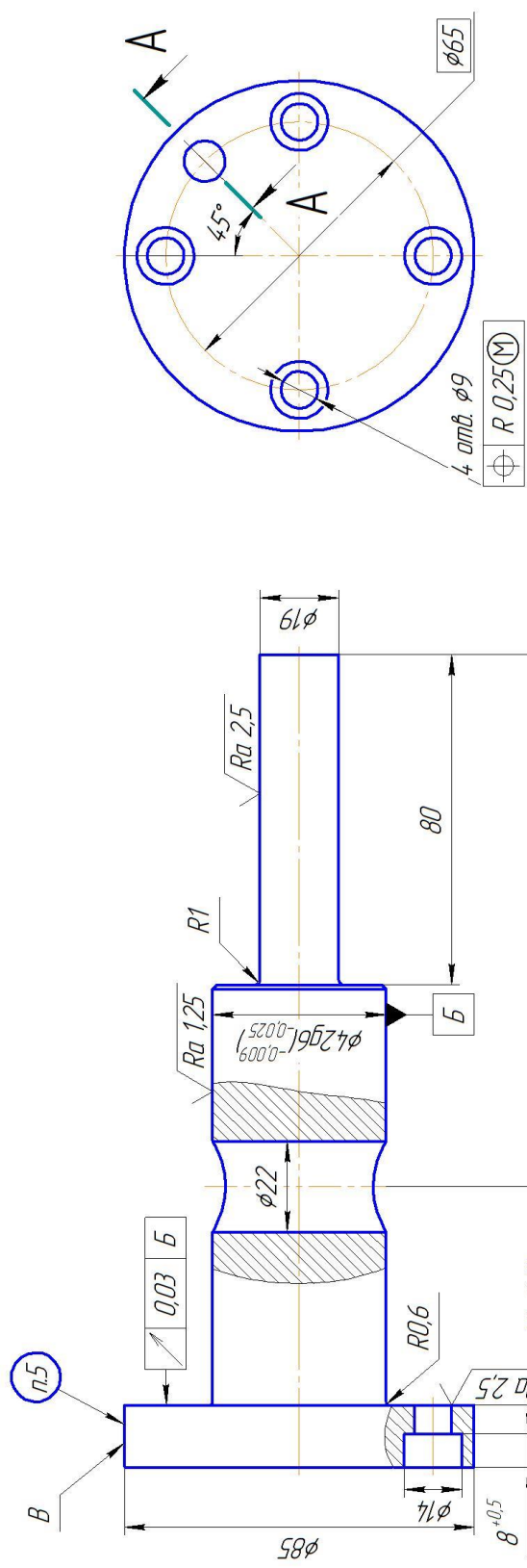
I(2,5:1)



- 1 45...50 HRC.
- 2 h14; H14; $\pm \frac{1}{2}$; $\frac{1}{2}$ AT16.
- 3 Допуск торцевого диття калібру вісі Ж відносно вісі поверхонь I та K - 0,06 мм.
- 4 Опв. Г заглибити прорізок М18-01 та прихватити зварюванням.

Шпіндель		Лит	Маса	Масштаб
			0,93	1:1
Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71		Архив	Архив	1
Экз. Архив	№ докум.	Підпис	Листа	
Розроб.				
Перевір.				
Т.контр.				
Н.контр.				
Затв.				

$\sqrt{Rz\ 40\ (\sqrt{I})}$



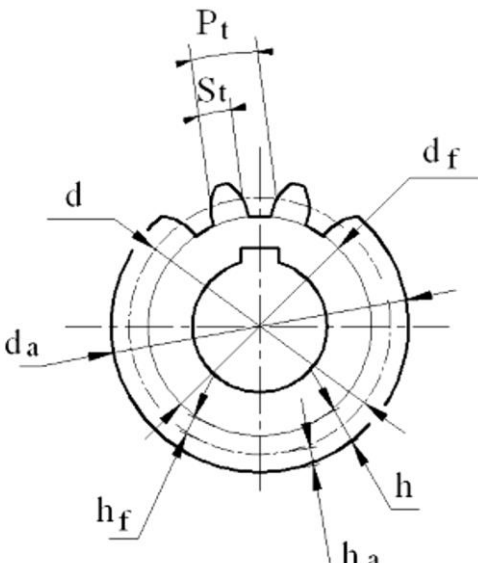
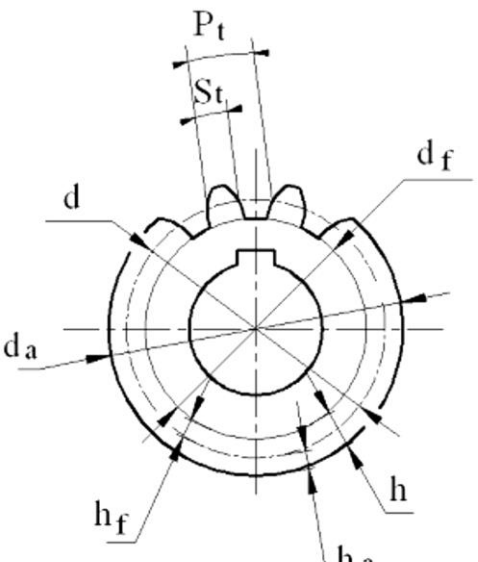
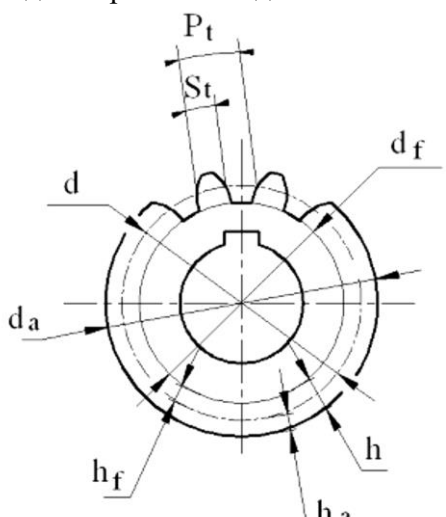
- 1 Цементация h=0.8..1.2; 56..62 HRC.
- 2 Торці пов. В. не цементувати.
- 3 Фаски 1x45°.
- 4 h14; H14; $\pm \frac{t_3}{2}$; AT16
- 5 Маркувати позначення.

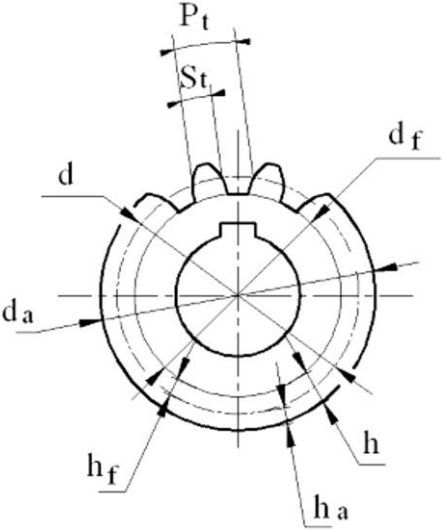
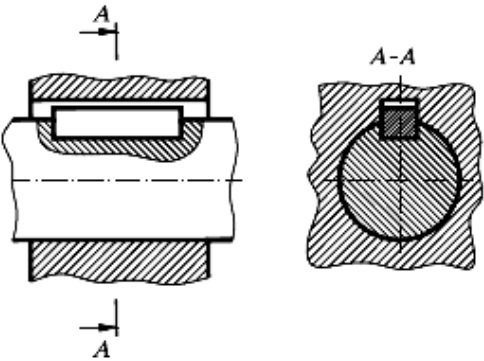
A-A
 $\phi 10H7 (+0.015)$

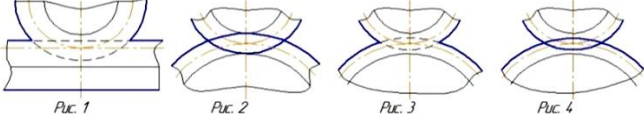
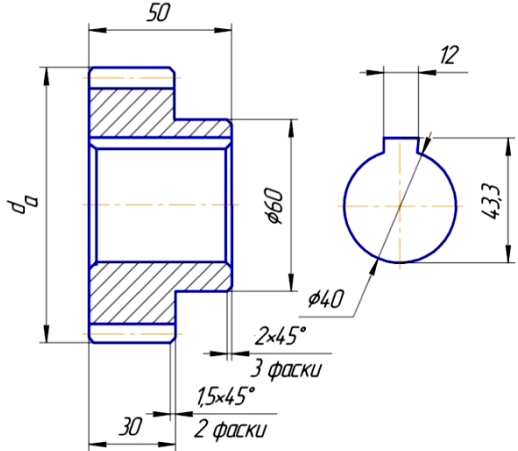
Зм. Ізкш.	№ зм. Ізкш.	Підпис	Дата	Лист	Маса	Масштаб
Розроб.					1.77	1:1
Перевір.				Архив		1
Інж.пр.						
Начальн.						
Затв.						
Штовхач						
Сталь 20Х ГОСТ 4543-71						

ТЕСТОВІ ЗАПИТАННЯ

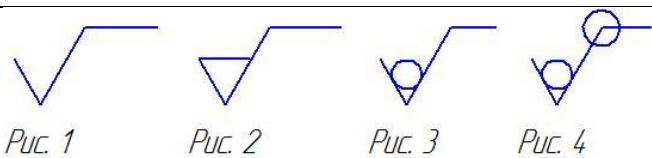
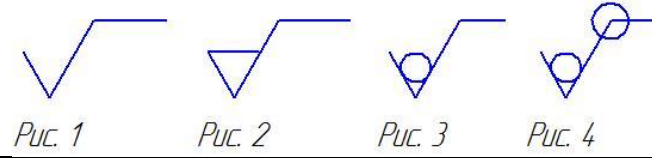
№ з/п	Запитання	Відповідь
1	На які кресленики не розповсюджуються градації масштабу, що передбачені стандартом?	а) складальні кресленики; б) кресленики загального виду; в) монтажні кресленики; г) габаритні кресленики; д) кресленики, що отримані фотографуванням.
2	Загальним при виконанні робочого кресленика та ескізу є те, що ...	а) їх виконують в стандартному масштабі; б) їх виконують із застосуванням креслярських інструментів; в) їх виконують на папері в клітинку; г) їх виконують за правилами прямокутного проєкціюван-ня та відповідно вимогам стандартів ЄСКД; д) їх виконують на «міліметровці».
3	Чим відрізняється ескіз від робочого кресленика деталі?	а) ескіз виконують в меншому масштабі; б) ескіз виконують в більшому масштабі, ніж робочий кресленик; в) ескіз виконують за допомогою креслярського приладдя, а робочий кресленик – від руки; г) ескіз нічим не відрізняється від робочого кресленика; д) ескіз виконують від руки, а робочий кресленик – за допомогою креслярського приладдя.
4	Прочитати кресленик предмета — значить...	а) за плоским зображенням визначити назву і розміри предмета; б) за плоским зображенням уявити об'ємну форму предмета, визначити його назву і розміри; в) за плоским зображенням визначити положення предмета у просторі, його назву та розміри; г) за плоским зображенням уявити об'ємну форму предмета і його положення у просторі; д) немає правильної відповіді.

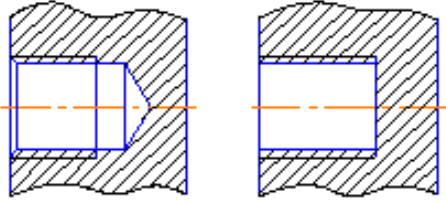
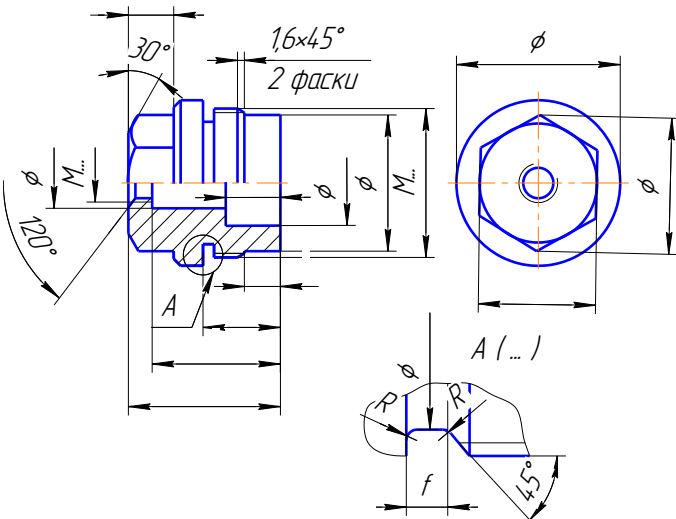
5	Яким символом на кресленіку зубчастого колеса позначено висоту ніжки зуба? 	а) d_a б) h_f в) d_f г) h_a д) d
6	Яким символом на кресленіку зубчастого колеса позначено діаметр кола вершин? 	а) d_a б) h_f в) d_f г) h_a д) d
7	Яким символом на кресленіку зубчастого колеса позначено діаметр кола западин? 	а) d_a б) h_f в) d_f г) h_a д) d

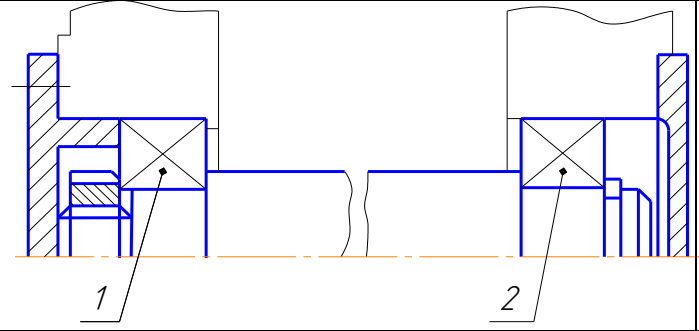
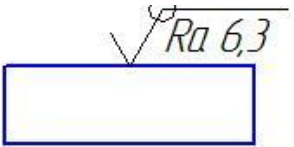
8	Яким символом на кресленку зубчастого колеса позначено дільний діаметр? 	а) d_a б) h_f в) d_f г) h_a д) d
9	На рисунку зображено з'єднання 	а) шпилькою; б) шпонкою; в) штифтом; г) фітингом; д) зварюванням
10	Як позначають шорсткість поверхні профілю нарізі?	а) S_m б) R_z в) R_a г) за загальними правилами д) немає правильної відповіді
11	Правильним є твердження: при деталюванні складального кресленка ...	а) положення головного зображення деталі на робочому кресленку повинно відповідати його положенню на головному виді складального кресленка; б) масштаб зображення всіх деталей виробу повинен бути однаковим; в) кількість та характер зображень деталі на робочому кресленку може відповідати її зображенню на складальному кресленку; г) положення головного виду деталі вибирається виходячи з загальних правил, а не з розташування її на складальному кресленку; д) масштаб зображення деталей виробу повинен бути таким, як на складальному кресленку.
12	... – це зображення, виконане від руки, по правилах аксонометрії зі зберіганням пропорцій між	а) кресленик деталі –; б) ескіз –;

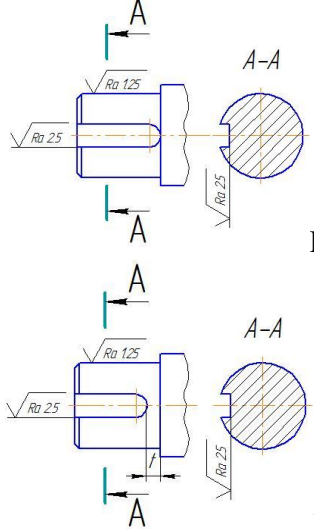
	елементами виробу та дотриманням всіх вимог стандартів.	в) кресленик загального виду –; г) технічний малюнок –; д) немає правильної відповіді.									
13	... – визначає конструкцію виробу, взаємодію його частин і пояснює принцип роботи виробу.	а) кресленик деталі –; б) ескіз –; в) кресленик загального виду –; г) технічний малюнок –; д) немає правильної відповіді.									
14	... – це кресленик, який містить зображення деталі та інші данні, необхідні для її виготовлення та контролю	а) габаритний кресленик –; б) кресленик загального виду –; в) робочий кресленик –; г) складальний кресленик –; д) теоретичний кресленик –.									
15	Документ, що визначає конструкцію виробу, взаємодію його складальних одиниць і пояснює принцип роботи виробу, а також містить перелік складальних одиниць, що визначений безпосередньо на зображенні чи зведений до таблиці, називають:	а) складальним креслеником; б) креслеником загального виду; в) теоретичним креслеником; г) габаритним креслеником; д) монтажним креслеником.									
16	Визначити модуль циліндричного зубчастого колеса, якщо $d_f=44$ мм, $z=8$, $h=2,25m$?	а) $m=9$ мм; б) $m=8$ мм; в) $m=10$ мм; г) $m=8,5$ мм; д) $m=15$ мм.									
17	На якому рисунку правильно зображено лінії зачеплення зубчастих пар? 	а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) немає правильної відповіді.									
18	Чому дорівнює діаметр ділільного кола d зубчастого колеса? <table border="1" data-bbox="363 1310 794 1422"> <tr> <td>Модуль</td> <td>m</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Число зубців</td> <td>z</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Діаметр ділільного кола</td> <td>d</td> <td>?</td> </tr> </table> 	Модуль	m	3	Число зубців	z	30	Діаметр ділільного кола	d	?	а) 10 мм; б) 33 мм; в) 60 мм; г) 90 мм; д) немає правильної відповіді
Модуль	m	3									
Число зубців	z	30									
Діаметр ділільного кола	d	?									
19	На якому рисунку правильно зображено лінії зачеплення двох конічних зубчастих коліс за ГОСТ 2.402-68 і ГОСТ 2.405-75?	а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) немає правильної відповіді.									

20	На якому кресленнику неправильно проставлені граничні відхилення за ГОСТ 2.307-68?	а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) немає правильної відповіді.
21	На якому кресленнику правильно проставлені граничні відхилення за ГОСТ 2.307-68?	а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) немає правильної відповіді.
22	Який запис умовного позначення поля допуску і посадок в системі отвору за ГОСТ 25347-82 і ГОСТ 2.307-68 помилковий?	а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) немає правильної відповіді
23	На якому кресленнику позначення термічного оброблення деталі не відповідає ГОСТ 2.310-68?	а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) немає правильної відповіді.
24	Яким знаком шорсткості позначається поверхня, що утворюється зняттям шару матеріалу?	а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) немає правильної відповіді
25	Яким знаком шорсткості позначається поверхня, яка додатково не оброблюється?	а) 1; б) 2;

	 Рис. 1 Рис. 2 Рис. 3 Рис. 4	в) 3; г) 4; д) немає правильної відповіді
26	Яким знаком шорсткості позначається поверхня, вид обробки якої не встановлюється конструктором?  Рис. 1 Рис. 2 Рис. 3 Рис. 4	а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) немає правильної відповіді
27	Якими параметрами кількісно оцінюється шорсткість поверхні?	а) кількісно одним або декількома параметрами R_a ; R_z ; R_{max} ; S_m ; S ; t_p б) тільки R_a в) тільки F_x ; г) тільки S ; д) немає правильної відповіді
28	Якими параметрами позначається шорсткість на кресленику?	а) R_a , R_z , R_{max} , S_m , S , t_p ; б) R_a , R_z , R_{max} ; в) R_a , R_z ; г) S_m , S , t_p д) немає правильної відповіді
29	Для зображення на складальних креслениках рухомих частин механізму використовується ... лінія.	а) штрихова; б) тонка штрих пунктирна з двома пунктирами; в) суцільна тонка; г) штрих пунктирна потовщена; д) штрих пунктирна тонка
30	Для чого потрібна специфікація до складальних креслеників?	а) специфікація визначає склад складальної одиниці; б) в специфікації вказують габаритні розміри деталей; в) в специфікації вказують габарити складальної одиниці; г) специфікація містить інформацію про взаємодію деталей; д) в специфікації вказують вагу деталей
31	Для яких деталей наносять номери позицій на складальних креслениках?	а) для всіх деталей, що входять в складальну одиницю; б) тільки для нестандартних деталей; в) тільки для стандартних деталей; г) для кріпильних деталей; д) тільки для основних деталей
32	Які розміри наносять на складальних креслениках?	а) всі розміри; б) основні розміри корпусної деталі; в) габаритні, установчі, кріпильні, що визначають роботу пристрою; г) тільки розміри кріпильних деталей; д) тільки габаритні розміри
33	На яких форматах виконується специфікація?	а) на додаткових; б) на А2; в) на А3; г) на А5;

		д) на А4
34	Яке зображення глухого отвору використовується на кресленку загального виду? <i>Конструктивне зображення</i> <i>Спрошене зображення</i> 	а) конструктивне; б) спрощене; в) немає значення; г) всі відповіді правильні; д) правильна відповідь А і Б.
35	Коли при виконанні кресленика деталі повністю викреслюють тільки один-два її елементи, а інші показують спрощено або умовно?	а) якщо деталь має декілька рівномірно розташованих однакових елементів; б) якщо на зображенні деталі використовуються розриви; в) якщо зображення є симетричною фігурою; г) якщо на зображенні при нанесенні розмірів вказується їх кількість; д) всі відповіді правильні.
36	Які зображення виконано на кресленку для штуцера? 	а) головний вид: вид спереду і зліва; б) головний вид поєднаний з простим фронтальним розтином і вид зліва; в) виносний елемент; г) правильна відповідь А і В; д) правильна відповідь Б і В.
37	Різниця між найбільшим і найменшим граничними розмірами називається ...	а) посадкою; б) допуском розміру; в) полем допуску; г) зазором; д) немає правильної відповіді.
38	Чи можна замість всієї деталі показати тільки її частину на кресленку зі вказівкою кількості елементів та їх розташуванням?	а) так; б) ні; в) все залежить від того який конструкторський документ розробляється; г) тільки на ескізах можна; д) немає правильної відповіді.
39	Яку деталь зображено під номерами позицій 1 і 2?	а) квадрат; б) втулку; в) кільце;

		г) підшипник; д) немає правильної відповіді.
40	Лита, точена або штампована деталь, призначена для закриття конструктивних отворів (вікон, люків) у корпусних деталях називається ...	а) накривка; б) фланець; в) заглушка; г) корок; д) плита
41	Як на складальних креслениках у розтинах зображуються деталі, що не мають порожнин (вали, гвинти, штирі тощо), якщо розтинальна площина проходить поперек?	а) розрізаними; б) нерозрізаними; в) залежно від того, що ми хочемо показати на кресленику; г) всі відповіді правильні; д) немає правильної відповіді.
42	Чи завжди співпадає кількість зображень деталі на кресленику загального виду із зображеннями на робочому кресленику?	а) співпадає завжди; б) ніколи не співпадає; в) в окремих випадках співпадає; г) в окремих випадках не співпадає; д) кількість зображень на робочому кресленику залежить від самої деталі та технології її виготовлення.
43	В якому випадку позначають шорсткість як показано на рисунку? 	а) якщо шорсткість поверхонь, що утворюють контур деталі повинна бути однаковою; б) при зазначенні однакої шорсткості всіх поверхонь деталі; в) такий знак не використовується; г) тільки для литих поверхонь.
44	На складальних кресленнях граничні відхилення розмірів деталей або умовні позначення показують у вигляді ...	а) позначення посадки вала; б) позначення посадки отвору; в) дробі: в чисельнику позначення посадки отвору, а знаменнику – вала; г) позначення квалітету для вала; д) позначення квалітету для отвору.
45	При виборі шорсткості поверхонь деталей треба знати	а) тільки функціональне призначення деталі; б) тільки конструктивні особливості деталі; в) технологічні особливості деталі; г) їх функціональне призначення та конструктивні особливості; д) усі відповіді правильні.
46	Шорсткість поверхонь на креслениках деталі вказують ...	а) для усіх поверхонь, що виконуються за цим креслеником; б) шорсткість яких не обумовлена вимогами конструкції;

		в) для усіх поверхонь, що виконуються за цим креслеником і шорсткість яких не обумовлена вимогами конструкції; г) для усіх поверхонь, що виконуються за цим креслеником, незалежно від методів їх утворення, крім поверхонь шорсткість яких не обумовлена вимогами конструкції; д) усі відповіді правильні
47	Яке зображення фрагмента деталі відповідає технологічності його виготовлення?  Рис. 1 Рис. 2	а) на рисунку 1; б) на рисунку 2; в) обидва зображення виконано правильно і відповідають технологічності виготовлення даного елемента; г) усі відповіді правильні; д) технологічність виготовлення вказаного фрагменту деталі не враховано.
48	Як розташовується на робочому кресленику деталь, що обмежена поверхнями обертання?	а) як на кресленику загального виду; б) вісь обертання деталі перпендикулярна основному напису; в) вісь обертання деталі паралельна основному напису; г) немає значення; д) усі відповіді правильні.
49	Яким параметром характеризується будь-яка передача?	а) модулем; б) кількістю зубців; в) передаточним числом; г) обертами; д) видом передачі.
50	Які розміри проставляються на складальному кресленику?	а) габаритні; б) монтажні; в) приєднувальні; г) експлуатаційні; д) всі вище перераховані.

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

В

Верхнє відхилення, 42
Виріб, 9, 10, 37, 52, 67, 74
Відхилення, 42, 46

Г

Граничне відхилення, 42
Граничні розміри, 40

Д

Деталі
 оригінальні, 10
 стандартні, 9, 12
 уніфіковані, 10
Деталь, 9, 24
Дійсне відхилення, 42
Дійсний розмір, 40
Допуск, 42, 47, 48

К

Комплекс, 10
Комплект, 10
Конструктивно-технологічні
 елементи, 16

Н

Найменший граничний розмір, 40
Нульова лінія, 41

Нижнє відхилення, 42
Номінальний розмір, 39, 41
Нульова лінія, 42

О

Отвір, 38, 41, 44

П

П'яти, 81
Підшипники кочення, 83, 84
Поле допуску, 42

Р

Робочий кресленик деталі, 11
Розмір, 23, 35, 38, 41, 54, 55

С

Система вала, 43
Система отвору, 43, 88
Складальна одиниця, 10

Ц

Цапфи, 81

Ш

Шийка, 81
Шипи, 81
Шорсткість поверхонь, 53

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ванін В.В. Оформлення конструкторської документації : навч. посібник / В.В. Ванін, Л.Ю. Блоїк, Г.О. Гнітецька. – К. : Каравела, 2004. – 160 с.
2. Використання системи КОМПАС-3D для виконання практичних робіт з курсу «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» : методичні вказівки / Г.О. Райковська, В.Д. Головня. – Житомир : ЖДТУ, 2013. – 59 с.
3. Герасимов А.А. Самоучитель Компас-3D V8 / А.А. Герасимов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2006. – 544 с.
4. Інженерна графіка : Довідник / за ред. А.П. Верхоли. – К. : Техніка, 2001. – 268 с.
5. Інженерна графіка: креслення, комп'ютерна графіка : навч. посібник / за ред. А.П. Верхоли. – К. : Каравела, 2006. – 304 с.
6. Інженерна та комп'ютерна графіка : підручник / В.Є. Михайленко, В.М. Найдиш, А. М. Подкорито та ін. ; за ред. В. Є. Михайленка. – К. : Вища шк., 2001. – 350 с.
7. Козяр М.М. Машинобудівні кресленики : навч. посібник / М.М. Козяр, Ю.В. Фещук. – Рівне : НУВГП, 2011. – 194 с.
8. Козяр М.М. Технічне креслення : підручник / М.М. Козяр. – К. : Каравела, 2011. – 418 с.
9. Михайленко В.Є. Інженерна та комп'ютерна графіка : підручник / В.Є. Михайленко, В.В. Ванін, С.М. Ковальов. – К. : Каравела, 2006. – 344 с.
10. Потемкин А. Инженерная графика. Просто и доступно / А. Потемкин. – М. : Лори, 2000. – 492 с.
11. Райковська Г.О. Нарисна геометрія та інженерна графіка : навч. посібник / Г.О. Райковська. – Житомир : ЖДТУ, 2008. – 292 с.
12. Райковська Г.О. Інженерна графіка. Практикум : навч. посібник / Г.О. Райковська, В.Д. Головня, Л.Є. Глембоцька. – ч. 1. – Житомир : ЖДТУ, 2015. – 250 с.
13. Хаскін А.М. Креслення / А.М. Хаскін. – К. : Вища школа, 1976. – 436 с.

Навчальне видання

**РАЙКОВСЬКА Галина Олексіївна
ГОЛОВНЯ Вячеслав Дмитрович
ГЛЕМБОЦЬКА Лариса Євгеніївна**

Інженерна графіка Практикум Частина 2

Навчальний посібник

Редактор *Л.Є. Глембоцька*
Технічний редактор *Г.О. Райковська*
Комп'ютерний дизайн та верстка *В.Д. Головня*
Макетування *В.В. Кондратенко*

Підп. до друку 29.06.2017
Формат 60x84 1/8. Папір офс. Гарнітура Times New Roman.
Ум. друк. арк. 13,48. Обл. вид. арк. 7,54.
Наклад 100 пр.

Видавець і виготовлювач
Житомирський державний технологічний університет
вул. Чуднівська, 103, Житомир, 10005

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єктів видавничої справи
Серія ЖТ № 08 від 26 березня 2004 року