

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРКАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОННИХ ТЕХНОЛОГІЙ, АВТОТРАНСПОРТУ ТА
МАШИНОБУДУВАННЯ

ОСНОВИ МЕТРОЛОГІЇ ТА ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ

**навчально-методичний посібник
до виконання курсового проекту**
для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр»
зі спеціальностей: 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології
та робототехніка, 175 Інформаційно-вимірювальні технології
усіх форм навчання

Черкаси
2025

УДК 006.91:681.5] (075.8)
О-75

*Затверджено вченою радою ФЕТАМ,
протокол № 1 від 18.02.2025 р.,
згідно з рішенням кафедри
приладобудування, мехатроніки та
комп'ютеризованих технологій,
протокол № 6 від 23.01.2025 р.*

Упорядники: Трембовецька Р.В., д.т.н., професор,
Гальченко В.Я., д.т.н., професор,
Тичков В.В., к.т.н., доцент, Базіло К.В., д.т.н., професор

Рецензент Камша О.А., заступник директора Черкаської філії ДП
«Полтавастандартметрологія»

О-75 Основи метрології та взаємозамінності: навчально-методичний посібник до виконання курсового проекту для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» зі спеціальностей: 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка, 175 Інформаційно-вимірювальні технології усіх форм навчання [Електронний ресурс] / [Упоряд.: Р.В. Трембовецька, В.Я. Гальченко, В.В. Тичков, К.В. Базіло]; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси: ЧДТУ, 2025. – 206 с. – Назва з титульного екрана.

Видання знайомить здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» галузі знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації спеціальностей: 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка, 175 Інформаційно-вимірювальні технології з принципами взаємозамінності основних типових елементів конструкцій. У посібнику висвітлено короткі теоретичні відомості та наведено методичні рекомендації до виконання курсового проекту. Видання спрямоване на формування у студентів практичних навичок та закріплення теоретичних знань зі змістовного модуля «Взаємозамінність типових елементів».

УДК 006.91:681.5] (075.8)

Навчальне електронне видання
комбінованого використання

ОСНОВИ МЕТРОЛОГІЇ ТА ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ

**навчально-методичний посібник
до виконання курсового проекту**

для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр»
зі спеціальностей: 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології
та робототехніка, 175 Інформаційно-вимірювальні технології
усіх форм навчання

Упорядники:

**Трембовецька Руслана Володимирівна, Гальченко Володимир Якович,
Тичков Володимир Володимирович, Базіло Константин Вікторович**

В авторській редакції

Зміст

Вступ	
Комплектація та вимоги до оформлення курсового проекту	7
1. Гладке циліндричне з'єднання	8
1.1 Поля допусків, посадки та допуски посадок	
1.2 Основи побудови ЄСДП	
<i>Завдання 1. Гладке циліндричне з'єднання</i>	17
Приклад 1 Розрахунок посадки з зазором $\varnothing 5 H7/g6$	
2 Допуски і посадки підшипників кочення	24
2.1 Загальні відомості	
2.2 Допуски і посадки підшипників кочення	
2.3 Вибір посадок підшипників кочення	
2.4 Виконання креслень підшипникових вузлів	
<i>Завдання 2. Розрахунок посадок для підшипника кочення</i>	37
Приклад 2.1 Розрахунок посадки зовнішнього кільця підшипника в корпус	
Приклад 2.2 Розрахунок посадки внутрішнього кільця підшипника на вал	
3. Шпоночне з'єднання	46
3.1 З'єднання з призматичними шпонками	
3.2 З'єднання з сегментними шпонками	
<i>Завдання 3. Розрахунок посадок для шпоночного з'єднання</i>	49
Приклад 3.1 Розрахунок шпоночного з'єднання з призматичною шпонкою	
Приклад 3.2 Розрахунок шпоночного з'єднання з сегментною шпонкою	
4. Загальні принципи стандартизації допусків і посадок нарізі	61
4.1 Посадки з нарізних з'єднань зазором	
4.2 Допуски і граничні відхилення нарізі для посадок перехідних і з натягом	
<i>Завдання 4.1 Розрахунок допусків і посадок нарізного з'єднання</i>	69
Приклад 4.1 Розрахунок нарізного з'єднання (з зазором)	
Приклад 4.2 Розрахунок нарізного з'єднання (перехідної посадки)	
Приклад 4.3 Розрахунок нарізного з'єднання (з натягом)	
<i>Завдання 4.2 Виконати креслення нарізного з'єднання</i>	
5. Контроль гладких деталей калібрами	86
5.1 Допуски на гладкі граничні робочі калібри	
<i>Завдання 5 Розрахунок виконавчих розмірів калібрів</i>	88
Приклад 5.1 Розрахунок виконавчих розмірів калібру-пробки	
Приклад 5.2 Розрахунок виконавчих розмірів калібру-скоби та контрольних калібрів до нього	
6. Взаємозамінність напівпровідникових елементів на інтегральних мікросхем	93

6.1 Умовне позначення і класифікація напівпровідникових приладів	
6.2 Умовне позначення і класифікація інтегральних мікросхем	102
<i>Завдання 6 Взаємозамінність напівпровідникових приладів та інтегральних мікросхем</i>	
Приклад 6 Приклад підбору взаємозамінних напівпровідникових приладів та інтегральних мікросхем	
7. Участь технічних служб в виборі вимірювальних засобів	108
7.1 Вибір конкретних вимірювальних засобів	
<i>Завдання 7 Вибір засобу вимірювання для вимірювання зовнішніх та внутрішніх поверхонь</i>	110
Приклад 7.1 Вибір станкового засобу вимірювання	
8. Шорсткість поверхні. Допуски форми та розташування поверхні	114
8.1 Шорсткість поверхні	
8.2 Допуски форми та розташування поверхні. Нормування допусків форми та розташування поверхонь	
<i>Допуски форми та розташування, що не вказані індивідуально</i>	
<i>Завдання 8 Виконання креслення деталі (вихідні дані)</i>	127
Приклад 8 Призначення шорсткості та допусків форми і розташування поверхні	
9. Система конструкторської документації	140
ДОДАТКИ	
ДОДАТОК А	146
Додаток А1 Зразок оформлення титульної сторінки для курсового проекту	
Додаток А2 Приклад заповнення відомості курсового проекту	147
Додаток А3 Зразок оформлення титульної сторінки для розрахунково-пояснювальної записки	148
Додаток А4 Зразок оформлення змісту пояснювальної записки курсового проекту	149
Додаток А5, А6 Зразок оформлення завдання на курсовий проект	150
ДОДАТОК Б ПРИКЛАДИ КРЕСЛЕНЬ	
Додаток Б1 Приклад виконання креслення «Вал» ф.А3	154
Додаток Б2 Приклад виконання креслення «Взаємозамінність типових елементів» ф.А1	155
ДОДАТОК В ДОВІДНИКОВІ ТАБЛИЦІ	
Таблиця В1 - Значення допусків розмірів до 500 мм	157
Таблиця В2 - Значення основних відхилів валів для розмірів до 500 мм	157
Таблиця В3 - Значення основних відхилів валів для розмірів до 500 мм	158
Таблиця В4 - Граничні відхилення для підшипників кочення	160
Таблиця В5 - Розміри підшипників за нормативним документом	163
Таблиця В5.1 - Розміри підшипників кулькових радіальних однорядних за нормативним документом	

Таблиця В5.2 - Розміри підшипників кулькових радіально-упорних однорядних $\alpha=12^\circ$ за ДСТУ 9078:2021	
Таблиця В5.3 - Розміри підшипників роликів конічних однорядних за нормативним документом	
Таблиця В6 - Розміри профілю різьби за ДСТУ ISO 68-1:2005	166
Таблиця В7 - Найменші радіуси кривизни закругленого профілю впадини зовнішньої різьби, мм	166
Таблиця В8 - Довжини згвинчування різьби з зазором за ДСТУ 965-1:2005	167
Таблиця В9 - Основні розміри метричної різьби ДСТУ ISO 965-2:2005	168
Таблиця В10 - Основні відхилення діаметрів різьби - з зазором, перехідна, з натягом за ДСТУ ISO 965-1:2005	170
Таблиця В11 - Допуски зовнішнього та внутрішнього діаметрів різьби ДСТУ ISO 965-1:2005	171
Таблиця В12 - Поля допусків для посадок з зазором та перехідних і з натягом	171
Таблиця В13 - Допуски середнього діаметру різьби ДСТУ ISO 965-1:2005	172
Таблиця В14 - Граничні відхилення діаметрів зовнішньої різьби за ДСТУ ISO 965-3:2005	173
Таблиця В15 - Граничні відхилення діаметрів внутрішньої різьби ДСТУ ISO 965-3:2005	175
Таблиця В16 - Граничні відхилення зовнішньої різьби та внутрішньої різьби для перехідних посадок	176
Таблиця В17 - Граничні відхилення для посадок із натягом	177
Таблиця В18 - Формули для визначення розмірів калібрів	178
Таблиця В19 - Допуски калібрів, мкм, для розмірів до 180 мм	179
Таблиця В20 - Допустимі похибки вимірювання лінійних розмірів, допустимі похибки кінцевих мір	180
Таблиця В21 - Канавки для виходу шліфувального круга	181
Таблиця В22 - Експлуатаційні властивості поверхні та забезпечуюча їх номенклатура параметрів шорсткості	182
Таблиця В23.1 - Параметри шорсткості	183
Таблиця В24 - Значення S_m і S , мм	183
Таблиця В25 - Шорсткість поверхні R_a деяких деталей	184
Таблиця В26 - Шорсткість поверхні, що досягається при різних видах обробки	187
Таблиця В27 - Мінімальні вимоги до шорсткості поверхні в залежності від допусків розміру і форми	189
Таблиця В28 - Допуски площинності та прямолінійності	189
Таблиця В29 - Допуски циліндричності, круглості, профілю повздовжнього перетину	190
Таблиця В30 - Допуски паралельності, перпендикулярності, нахилу, торцевого биття та повного торцевого биття	190

Таблиця В31 - Допуски радіального биття та повного радіального биття. Допуски співвісності, симетричності, перетину осей в діаметральному вираженні	190
Таблиця 32 - Допуски співвісності, симетричності та перетину осей в радіусному вираженні за нормативним документом	191
Таблиця В33 - Допуски форми циліндричних поверхонь в залежності від квалітету допуску розміру за нормативним документом	191
Таблиця В34 - Допуски площинності, прямолінійності та паралельності в залежності від квалітету допуску розміру за нормативним документом	192
Таблиця В35 - Основні допуски прямолінійності та площинності (за ДСТУ ISO 2768-2-2001)	192
Таблиця В36 - Основні допуски перпендикулярності	192
Таблиця В37 - Основні допуски симетричності (за ДСТУ ISO 2768-2-2001)	193
Таблиця В38 - Основні допуски перпендикулярності (за ДСТУ ISO 2768-2-2001)	193
Таблиця В39 - Значення невказаних допусків перпендикулярності залежно від квалітету розміру елемента (за нормативним документом, фрагмент)	193
Таблиця В40 - Значення невказаних допусків співвісності, перетину осей та радіального биття залежно від квалітету розміру елемента (за нормативним документом, фрагмент)	194
Таблиця В41 - Значення невказаних допусків симетричності залежно від квалітету розміру елемента (за нормативним документом, фрагмент)	194
Таблиця В42 - Значення невказаних допусків торцевого биття залежно від квалітету розміру елемента (за нормативним документом, фрагмент)	194
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ, ПЕРІОДИЧНИХ ВИДАНЬ, ОФІЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ В МЕРЕЖІ INTERNET	196
ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ	200

Вступ

Комплектація та вимоги до оформлення курсового проекту

Зміст курсової роботи повинен мати такі сторінки і розділи:

- **Титульна сторінка курсової роботи (додаток А1)**
- **Відомість курсової роботи (додаток А2)**
- **Титульна сторінка розрахунково-пояснювальної записки (додаток А3)**
- **Технічне завдання (додаток А4, А5)**
- **Розрахунково пояснювальна записка складається із розділів відповідно до технічного завдання**

Креслення

1. Креслення до розрахунків (додаток Б2).
2. Креслення валу (додаток Б1).

Курсова робота складається з двох розділів: розрахунково-пояснювальної записки і графічної частини. Курсова робота виконується у відповідності з виданим технічним завданням (технічне завдання вибирається в залежності від форми навчання студента та варіанту). Номер варіанту складається передостанньої та останньої цифр номеру залікової книжки. Робота виконується рівномірно протягом семестру після вивчення відповідних теоретичних розділів курсу.

Текстова частина пояснювальної записки виконується на листах формату А4 з основним надписом по ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 форма 2а.

Зміст виконується на листі формату А4 з основним надписом по ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 форма 2. Графічна документація виконується на форматах А1, А3 з основним надписом по ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 форма 1.

Кожний розділ текстового документу рекомендується починати з нової сторінки. Всі рисунки і таблиці повинні мати свій номер і назву. Скорочені слова “табл.”, “рис” використовувати не дозволяється. Всі розрахунки слід виконувати в міжнародній системі SI.

Після перевірки керівником розрахунків і графічних документів, курсову роботу необхідно зброшурувати і помістити в папку. Титульних сторінок має бути дві: одна на розрахунково-пояснювальній записці, друга на папці.

Відомість проекту розміщується на зворотній стороні папки. На титульній сторінці керівник розписується в тому, що курсова робота допущена до захисту. Після захисту на титульній сторінці ставиться оцінка і дата захисту.

В системі дистанційної освіти ЧДТУ з дисциплін «Основи метрології та взаємозамінності» <https://moodle.chdtu.edu.ua/course/view.php?id=12> є електронна версія посібника для виконання курсової роботи.

1. Гладке циліндричне з'єднання

1.1 Поля допусків, посадки та допуски посадок

Допуск характеризує точність виготовлення деталі: чим менше допуск T , тим складніше обробляти деталь, тому що збільшуються вимоги до елементів системи (верстат-приспособлення-інструмент-деталь).

Зону, обмежену верхнім та нижнім відхиленнями, називають **полем допуску**. Поле допуску характеризується величиною допуску та його положенням відносно номінального розміру. При графічному зображенні поле допуску розміщене між двома лініями, що відповідають верхньому та нижньому відхиленню відносно нульової лінії.

При побудові контуру валу (отвору) масштаб допусків витримати неможна, оскільки допуски на обробку деталей в сотні і тисячі разів менші за номінальний розмір. Для спрощення та підвищення наочності ескізів допуски можна зображати графічно у вигляді схеми поля допуску.

Це дозволяє швидко визначати характер з'єднання деталей та полегшує виконання розрахунків, пов'язаних із точністю деталей та з'єднань. Для наочності схему полів допусків прийнято зображувати з одностороннім розташуванням поля допуску.

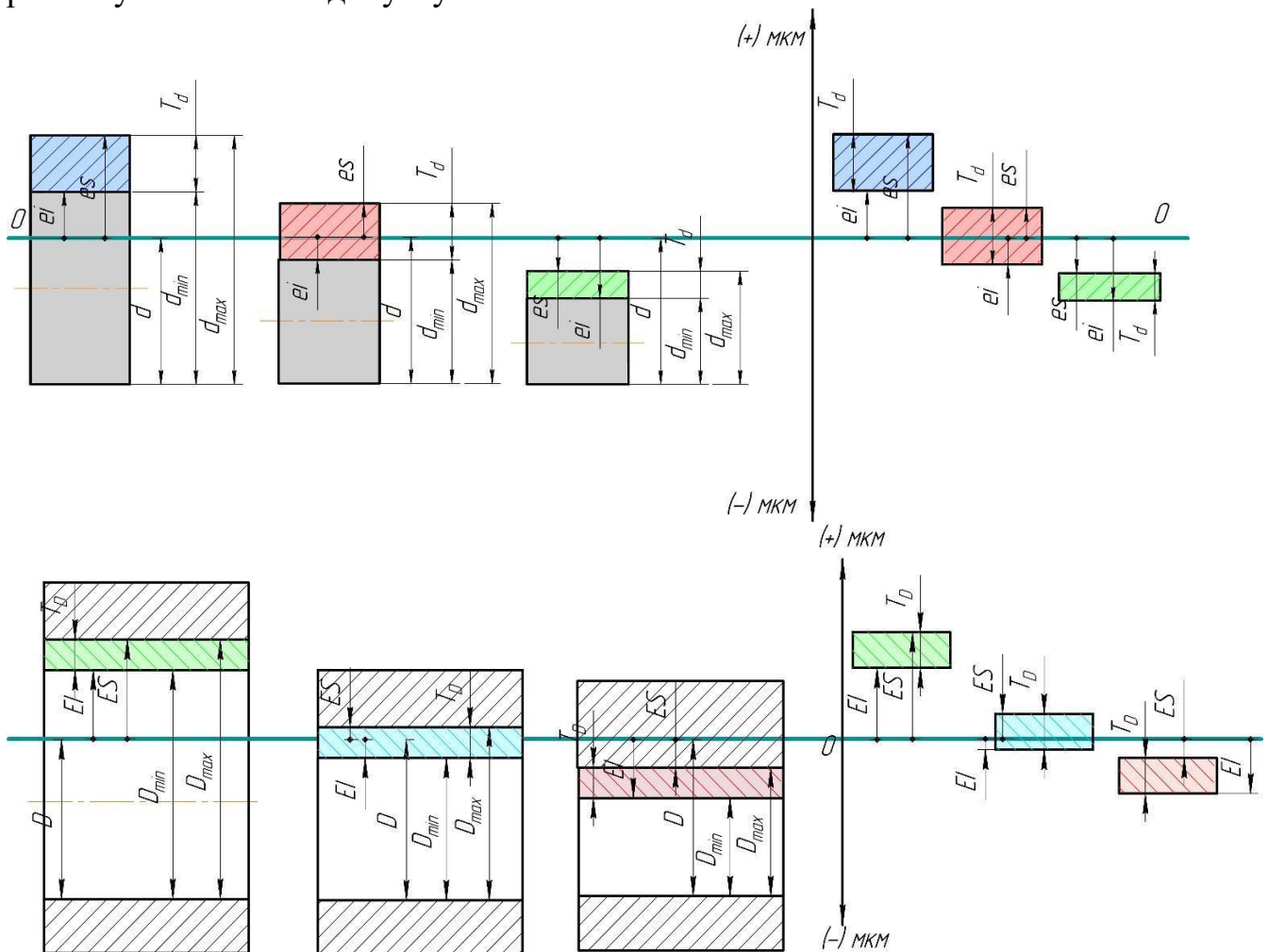


Рисунок 1.1 - Умовне представлення поля допуску

Побудова починається із **нульової лінії**, положення якої відповідає номінальному розміру, та від якої відкладаються граничні відхилення в мікрометрах: позитивні – вгору від нульової лінії; від’ємні – вниз.

Характер з’єднання деталей, що визначається величиною отриманих в ньому зазорів чи натягів, називається **посадкою**. Посадка характеризує свободу відносного переміщення деталей, що з’єднуються, або степінь опору їхньому взаємному зміщенню.

В залежності від взаємного розташування полів допусків отвору і валу розрізняють посадки з зазором, натягом та перехідні.

Зазор - додатна різниця між розмірами отвору і валу, перед складанням, коли діаметр валу менший ніж діаметр отвору.

Посадкою з зазором називається посадка, при якій забезпечується зазор у з’єднанні.

Найменший зазор - додатна різниця між найменшим граничним розміром отвору і найбільшим граничним розміром валу:

$$S_{min} = D_{min} - d_{max} = EI - es \quad (1.1)$$

Найбільший зазор - додатна різниця між найбільшим граничним розміром отвору і найменшим граничним розміром валу:

$$S_{max} = D_{max} - d_{min} = ES - ei \quad (1.2)$$

Допуск зазору (допуск посадки з зазором) T_S - різниця між найбільшим S_{max} та найменшим S_{min} зазорами:

$$T_S = S_{max} - S_{min}; T_S = T_D + T_d \quad (1.3)$$

Схема розташування полів допусків в посадці з зазором

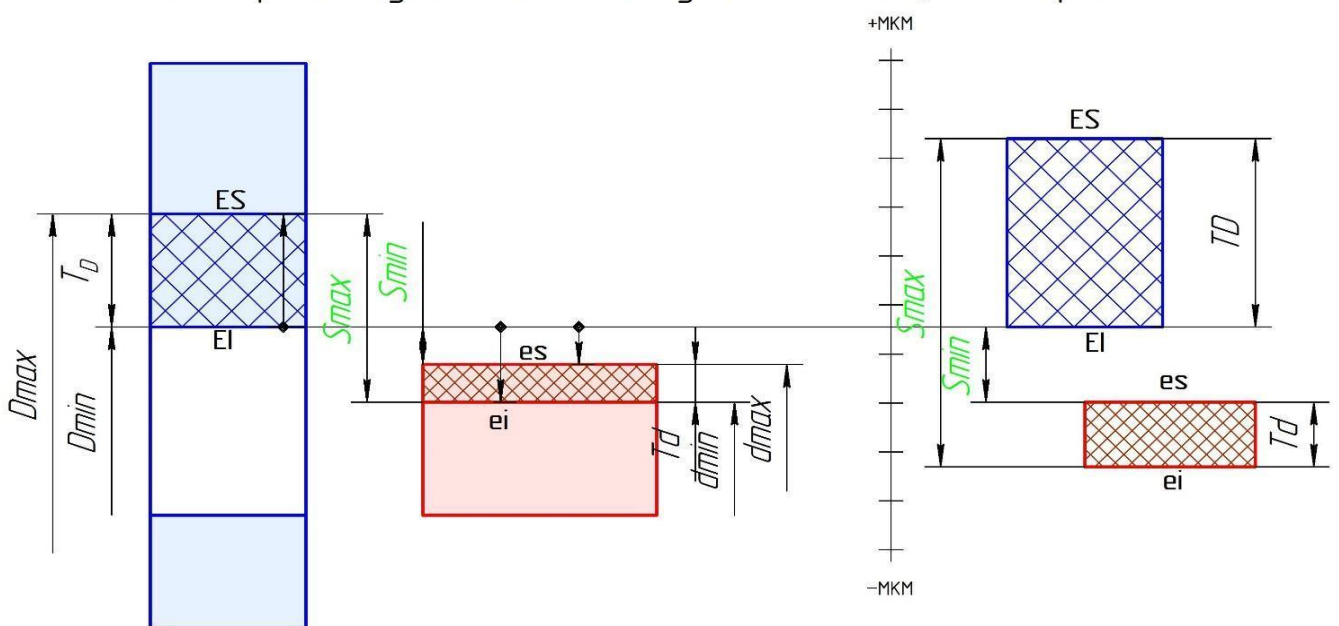


Рисунок 1.2 - Схема розташування полів допуску в посадці із зазором

Натяг - різниця розміру валу і отвору до складання, коли розмір валу більше розміру отвору.

Посадкою з натягом називається посадка, при якій забезпечується натяг у з'єднанні.

Найбільший натяг - це різниця між найбільшим граничним розміром валу та найменшим граничним розміром отвору:

$$N_{max} = (d_{max} - D_{min}) = (es - EI) \quad (1.4)$$

Найменший натяг - це різниця між найменшим граничним розміром валу та найбільшим граничним розміром отвору:

$$N_{min} = (d_{min} - D_{max}) = (ei - ES) \quad (1.5)$$

Допуск натягу (допуск посадки з натягом) T_N - різниця між найбільшим N_{max} та найменшим N_{min} натягами:

$$T_N = N_{max} - N_{min}; T_N = T_D + T_d \quad (1.6)$$

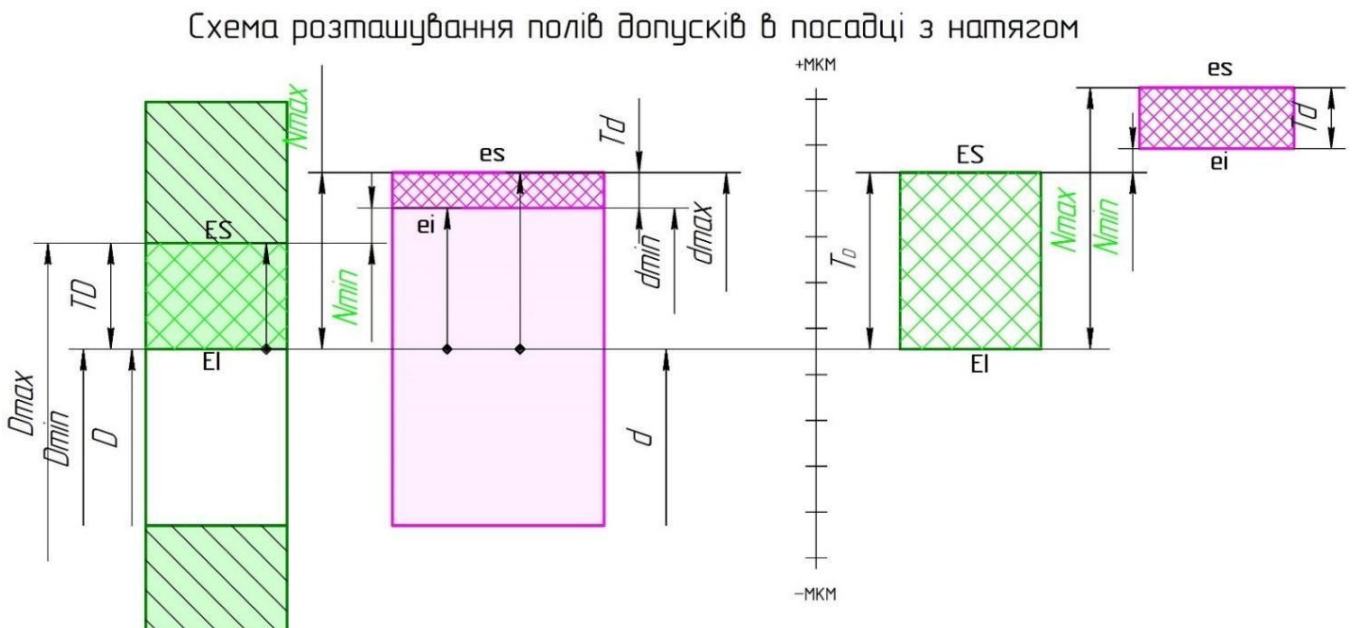


Рисунок 1.3 - Схема розташування подів допуску в посадці із натягом

Перехідна посадка - посадка, при якій можливе отримання як зазору так і натягу.

Допуск перехідний (допуск посадки перехідної) T_{SN} - різниця між найбільшим S_{max} зазором та найбільшим N_{max} натягом:

$$T_{SN} = S_{max} + N_{max}; T_N = T_D + T_d \quad (1.7)$$

Схема розташування полів допусків в перехідній посадці

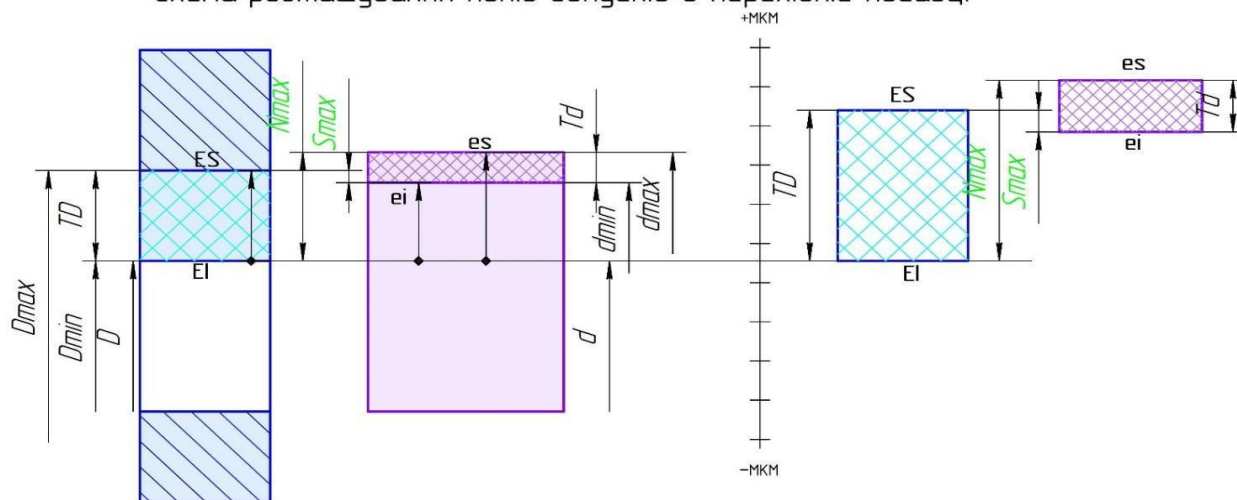


Рисунок 1.4 - Схема розташування полів допуску в перехідній посадці

1.2 Основи побудови ЄСДП

Для отримання посадок в системі допусків використовують ДСТУ ISO 286-2:2002 ДОПУСКИ І ПОСАДКИ ЗА СИСТЕМОЮ ISO. ЧАСТИНА 2. Таблиці квалітетів, стандартних допусків і граничних відхилів отворів і валів (ISO 286-2:1988, IDT):

- Набори полів допусків валів та отворів;
- Встановлена величина допуску;
- Встановлене розміщення його відносно нульової лінії;
- Поєднанням полів допусків валу та отвору утворюють різні посадки;
- Існує система отвору та система валу.

Вони цілком відповідають основам побудови системи ISO і включають: терміни та визначення, інтервали номінальних розмірів, формули і числові значення допусків і відхилень, правила утворення і умовні позначення полів допусків і посадок.

Вироби, що відрізняються за призначенням та умовами роботи, виготовлені з неоднаковою точністю. Степінь точності виготовлення деталі згідно ЄСДП називається **квалітетом**.

Квалітет (ступінь точності) [1, 5] - ступінь градації значень допусків системи.

Кожен квалітет містить ряд допусків, які в системі допусків і посадок розглядаються як такі, що відповідають приблизно однаковій точності для всіх номінальних розмірів.

В ЄСДП встановлено 19 квалітетів: 01; 0; 1; ...17, де квалітет 01 - має найвищу точність, а 17 - найнижчу.

Допуск квалітету умовно позначається латинськими літерами ІТ (International Tolerance) та номером квалітету q , де $q=01; 0; 1; \dots 17$, тобто ІТ q , ІТ6; ІТ16.

Числові значення допусків визначені постійними для кожного інтервалу розмірів наведені ДСТУ ISO 286-2:2002 див. додаток В табл.В1.

Ряди основних відхилень. Положення поля допуску відносно нульової лінії характеризують величиною і знаком найближчого граничного відхилення. Це відхилення називають основним.

Основне відхилення - це одне з двох (верхнє або нижнє), що використовується для визначення положення поля допуску відносно нульової лінії (основне відхилення в будь-якому разі розташоване ближче до нульової лінії).

Для полів допуску розташованих вище нульової лінії, основним є нижнє відхилення ei (EI), відповідно для полів допуску розташованих нижче нульової лінії – основним є верхнє відхилення es (ES).

Згідно ДСТУ ISO 286-1:2002 ДОПУСКИ І ПОСАДКИ ЗА СИСТЕМОЮ ISO. ЧАСТИНА 1. Основи допусків, відхилів та посадок (ISO 286-1:1988, IDT) для валів встановлено 28 основних відхилень та стільки ж для отворів, які позначаються:

- Для валу маленькими латинськими літерами від a до zc в алфавітному порядку починаючи з відхилень, що забезпечують самі великі зазори в з'єднанні [18, табл.2], додаток В табл.В2;
- Для отвору великими латинськими літерами від A до ZC в алфавітному порядку починаючи з відхилень, що забезпечують самі великі зазори в з'єднанні [18, табл.3], додаток В табл.В3;
- * Щоб уникнути плутанини не використовують такі літери I, i; L, l; O, o; Q, q; W, w.
- Відхилення cd (CD), ef (EF), fg (FG), введені як проміжкові і позначаються буквами двох сусідніх відхилень.
- Відхилення, що перевищують z, позначають послідовно za (ZA), zb (ZB), zc (ZC).

Розташування рядів основних відхилень показано на схемі, де кожному основному відхиленню відповідає горизонтальна лінія від якої починається поле допуску. Друге граничне відхилення не вказується, так як воно залежить від значення допуску T_D , T_d (квалітету IT).

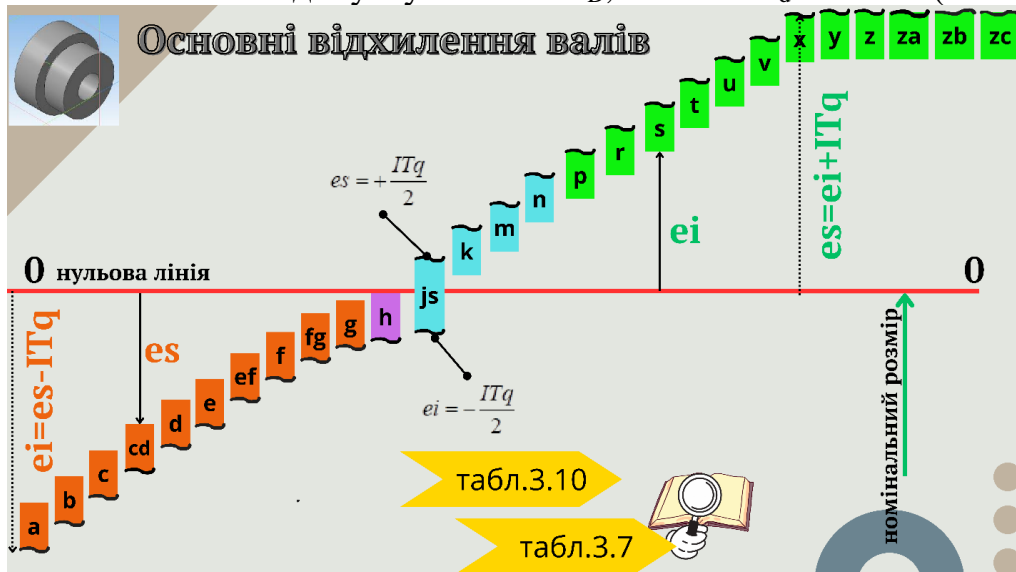


Рисунок 1.5 - Основні відхилення для валів

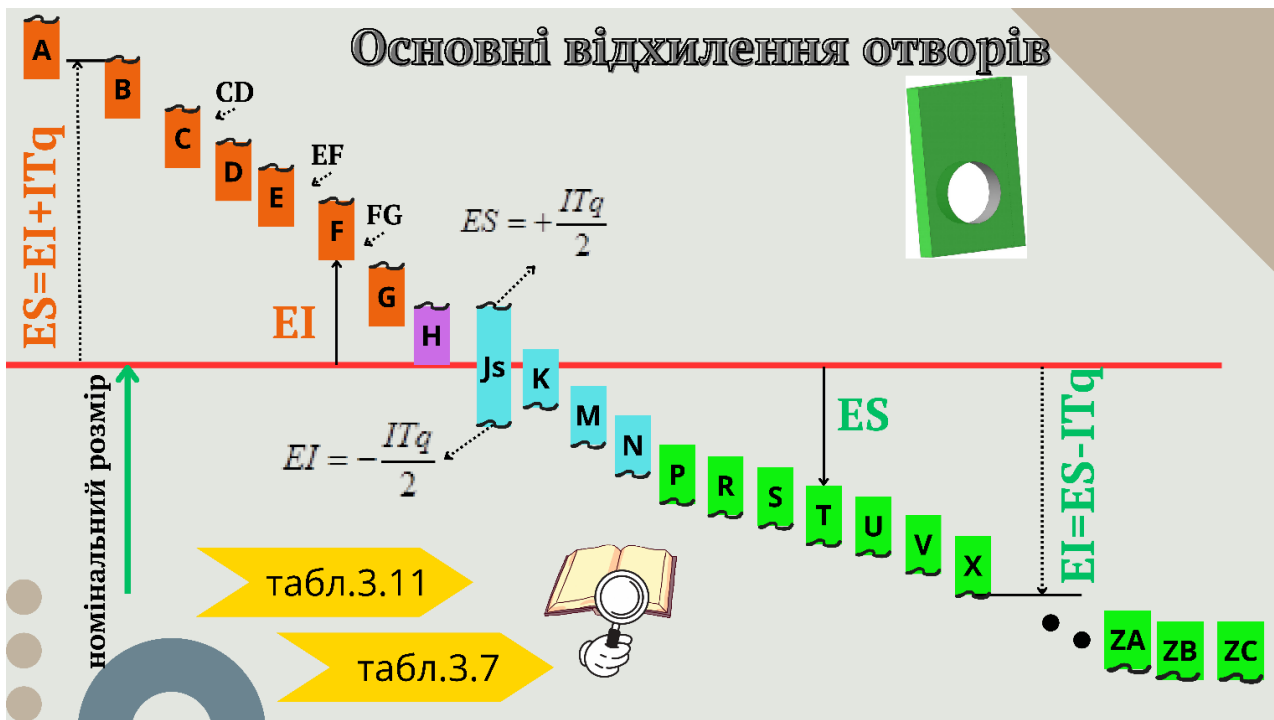


Рисунок 1.6 - Основні відхилення для валів

Літерами j, js, J, JS позначено симетричне розташування поля допуску відносно нульової лінії. В цьому випадку числові значення верхнього та нижнього відхилень рівні, але протилежні за знаком (верхнє зі знаком «+», а нижнє «-»):

$$\begin{aligned}
 ES &= +\frac{ITq}{2}; es = +\frac{ITq}{2} \\
 EI &= -\frac{ITq}{2}; ei = -\frac{ITq}{2}
 \end{aligned}
 \tag{1.8}$$

В системі отвору:

Відхилення від (a – h) - посадка з зазором.

Відхилення від (js – n) - перехідна посадка.

Відхилення від (p – z) - посадка з натягом.

В системі валу:

Відхилення від (A – H) - посадка з зазором.

Відхилення від (JS – N) - перехідна посадка.


Відхилення від (P – Z) - посадка з натягом.

Поле допуску

Поле допуску утворюється поєднанням одного із основних відхилень з допуском по одному із квалітетів.

Поле допуску валу або отвору позначається після номінального розміру літерою основного відхилення і номером квалітету, наприклад:

Поле допуску



**h7,
d11**

n8

поле допуску валу

Основний відхил
*відхил e_i (es) Визначається за табл. 2 [18]


$$e_i = es - IT_q$$

$$es = e_i + IT_q$$

Квалітет

Допуск IT
*визначається в залежності від розміру деталі та квалітету табл.1 [18]

поле допуску отвору



**H7,
JS11**

U9

Основний відхил
*відхил EI (ES) Визначається за табл.3 [18]

$$EI = ES - IT_q$$

$$ES = EI - IT_q$$

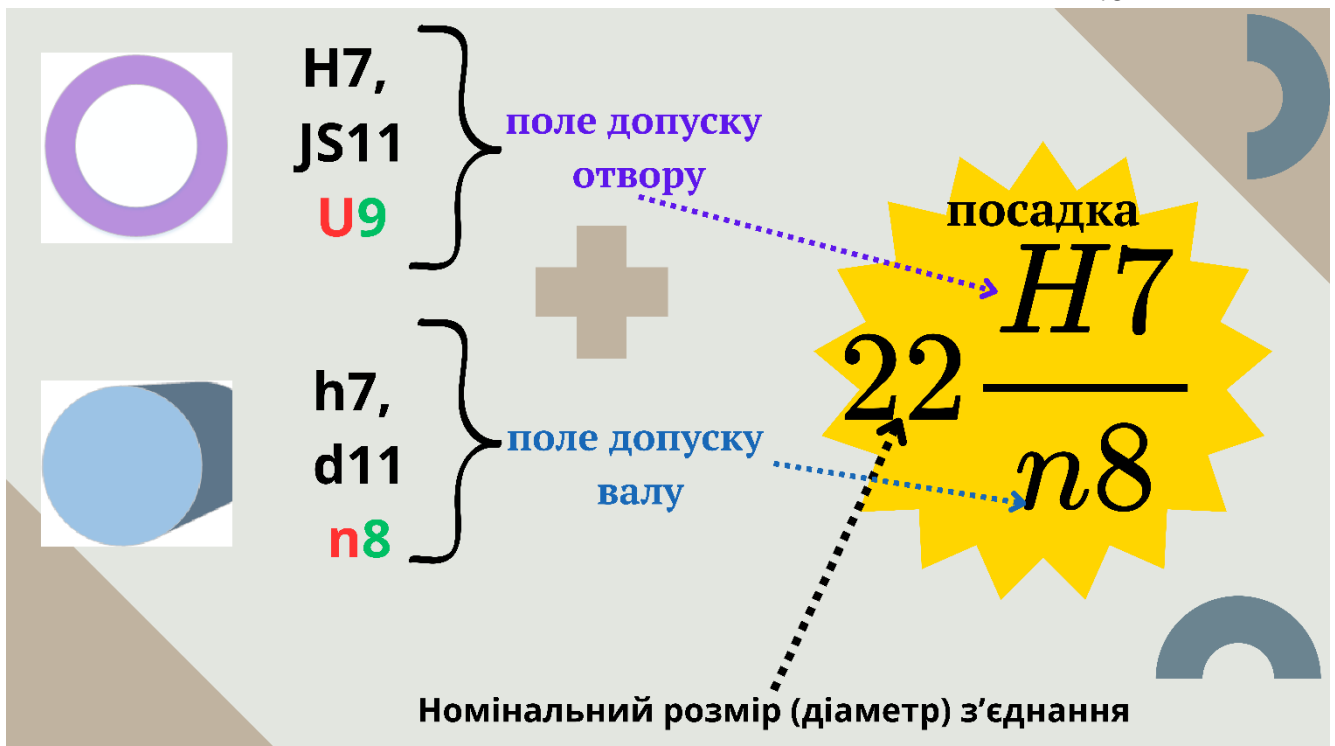
Квалітет

Допуск IT
*визначається в залежності від розміру деталі та квалітету табл.1 [18]

Відбір поля допуску для спряжених елементів встановлено для чотирьох діапазонів:

- до 1 мм;
- від 1 - 500 мм [1, 6];
- від 500 до 3150 мм [6];
- від 3150 до 10000 мм [6]

Посадки в ЄСДП утворюють поєднанням поля допуску отвору і поля допуску валу. Їх умовно позначають у вигляді дробу: в чисельнику - поле допуску отвору, в знаменнику - поле допуску валу, наприклад $\varnothing 22 \frac{H7}{n8}$.



Умовне позначення на кресленні граничних відхилень і посадок

Згідно з ДСТУ ISO 7083:2009, ДСТУ ISO 129-1:2007 [7, 8] граничні відхилення лінійних розмірів вказують одним із трьох способів:

1) умовним позначенням поля допуску у відповідності з ДСТУ 2.307:2013 «Єдина система конструкторської документації. Нанесення розмірів і граничних відхилень»:

1) умовним позначенням поля допуску $\varnothing 22H7; \varnothing 22k6$

2) числовим значенням граничних відхилень: $\varnothing 22^{(+0,021)}$, $\varnothing 22^{(+0,015)}$.

3) умовним позначенням поля допуску з вказанням справа в дужках числових значень граничних відхилень: $\varnothing 22H7^{(+0,021)}$, $\varnothing 22k6^{(+0,015)}$.

4) При симетричному розташуванні відхилень, тобто коли відхилення рівні, але мають різні знаки, їхні значення наносять зі знаком « \pm »: $15JS7(\pm 0.015)$

Нульове відхилення на кресленні не вказують наприклад $\varnothing 20^{(+0,021)}$.

Значення відхилення позначають десятковим дробом, кількість десяткових знаків верхнього і нижнього відхилення повинні бути однаковими.

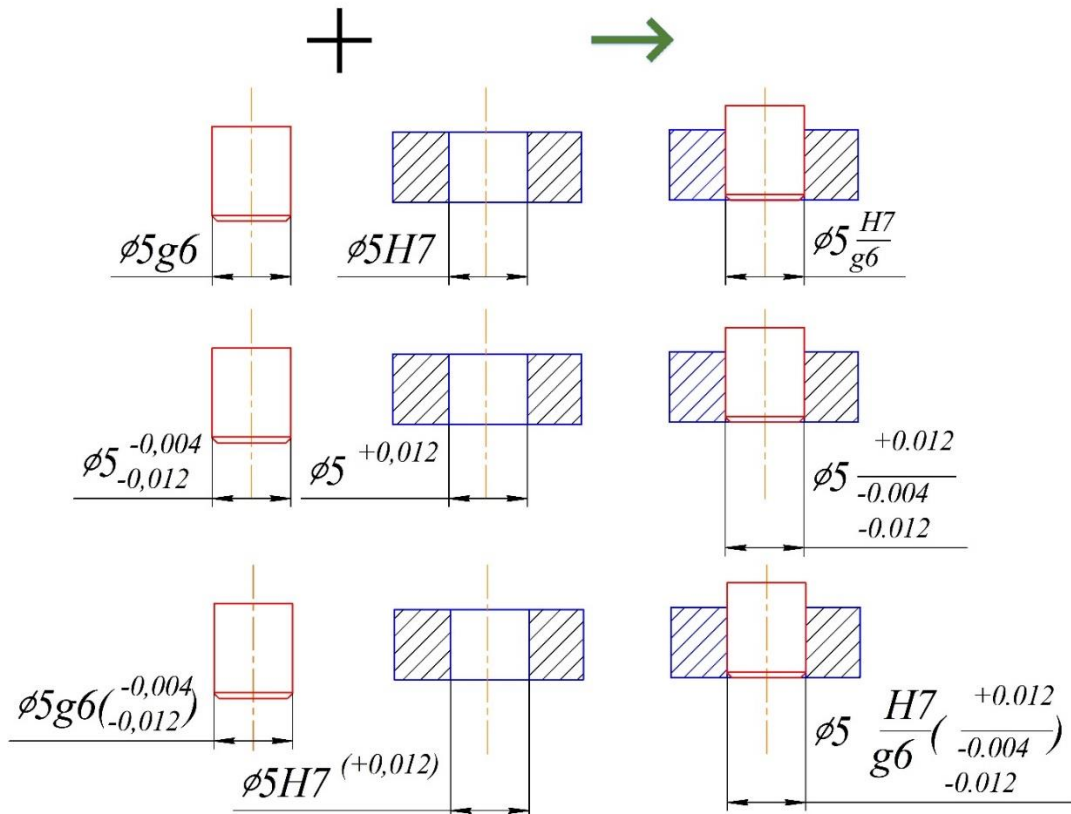


Рисунок 1.7 - Позначення полів допусків та посадок на кресленні

Якщо верхнє і нижнє відхилення не зазначені безпосередньо після номінального розміру, а оговорені загальним записом в технічних вимогах креслення, то вони називають **незазначеним граничними відхиленнями**.

Для лінійних розмірів, крім радіусів заокруглень і фасок, незазначені граничні відхилення призначаються:

- або в квалітетах $q = 11, 12, 13$ для розмірів < 1 мм;
- або в квалітетах $q = 11, \dots, 18$ для розмірів $1 \dots 10000$ мм;
- або за спеціальними класами точності, умовно названими:
 «точний» - $t_1 \rightarrow IT12$,
 «середній» - $t_2 \rightarrow IT14$,
 «грубий» - $t_3 \rightarrow IT16$,
 «дуже грубий» - $t_4 \rightarrow IT17 - IT18$.

Для розмірів елементів, що не відносяться до валів і отворів, таких, як:

- уступи;
- глибини, відстані між осями;
- відстані від торців до осей отворів тощо призначають тільки

симетричні граничні відхилення, наприклад $\pm \frac{IT14}{2}$.

“Невказані граничні розміри: отворів $H12$, валів $h12$, інших $\pm \frac{IT14}{2}$ ”.

Завдання 1. Гладке циліндричне з'єднання (вихідні дані)

Визначити до якого типу посадок відноситься задане з'єднання. Розрахувати посадку: визначити номінальні і граничні розміри; граничні і середні відхили, граничні зазори, натяги; допуски отвору, валу і посадки. Побудувати схеми полів допуску

за граничними розмірам (повну та спрощену в пакеті AutoCAD на форматі A1; проставити розміри на кресленні).

	варіант рік непарний	Остання цифра шифру										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Передостання цифра шифру	гладке циліндричне з'єднання	0	$28 \frac{H7}{f7}$	$25 \frac{H7}{k6}$	$30 \frac{H7}{k6}$	$52 \frac{H7}{g6}$	$52 \frac{H7}{p6}$	$47 \frac{H7}{n6}$	$47 \frac{H7}{js6}$	$40 \frac{H7}{h7}$	$47 \frac{H8}{m7}$	$47 \frac{H8}{f8}$
		1	$40 \frac{H7}{n6}$	$32 \frac{H7}{k6}$	$25 \frac{H7}{n6}$	$25 \frac{H6}{h5}$	$52 \frac{H7}{h6}$	$40 \frac{H7}{r6}$	$53 \frac{H7}{m6}$	$52 \frac{H6}{js5}$	$40 \frac{H8}{h7}$	$52 \frac{H7}{p6}$
		2	$10 \frac{H6}{f6}$	$45 \frac{H7}{p6}$	$32 \frac{H7}{n6}$	$25 \frac{H6}{f6}$	$25 \frac{H7}{g6}$	$35 \frac{H7}{u7}$	$62 \frac{H7}{s6}$	$57 \frac{H7}{r6}$	$52 \frac{H6}{k5}$	$40 \frac{H8}{js7}$
		3	$70 \frac{H8}{s7}$	$10 \frac{H6}{g5}$	$40 \frac{H7}{r6}$	$35 \frac{H7}{h7}$	$30 \frac{H7}{n6}$	$52 \frac{H8}{js7}$	$45 \frac{H7}{t6}$	$52 \frac{H8}{n7}$	$55 \frac{H7}{m6}$	$52 \frac{H6}{m5}$
		4	$52 \frac{H8}{h7}$	$75 \frac{H7}{s6}$	$12 \frac{H7}{js66}$	$45 \frac{H7}{s6}$	$40 \frac{H8}{js7}$	$42 \frac{H7}{js6}$	$47 \frac{H7}{k6}$	$52 \frac{H7}{s7}$	$47 \frac{H8}{k7}$	$56 \frac{H6}{n5}$
		5	$47 \frac{H7}{e7}$	$52 \frac{H8}{js77}$	$75 \frac{H7}{r6}$	$12 \frac{H7}{k6}$	$50 \frac{H7}{s7}$	$20 \frac{H8}{js7}$	$35 \frac{H8}{m7}$	$42 \frac{H7}{m6}$	$52 \frac{H7}{r6}$	$47 \frac{H8}{s7}$
		6	$47 \frac{H7}{js6}$	$52 \frac{H7}{f7}$	$62 \frac{H8}{k7}$	$68 \frac{H8}{n7}$	$15 \frac{H8}{h8}$	$35 \frac{H7}{g6}$	$22 \frac{H8}{m7}$	$40 \frac{H8}{n7}$	$47 \frac{H7}{n6}$	$52 \frac{H7}{p6}$
		7	$47 \frac{H7}{d8}$	$62 \frac{H7}{k6}$	$52 \frac{H7}{g6}$	$62 \frac{H8}{m7}$	$78 \frac{H7}{p6}$	$35 \frac{H8}{h9}$	$35 \frac{H8}{js7}$	$28 \frac{H8}{n7}$	$42 \frac{H8}{k7}$	$40 \frac{H6}{h5}$
		8	$25 \frac{H6}{f6}$	$52 \frac{H7}{e7}$	$72 \frac{H7}{m6}$	$62 \frac{H7}{js6}$	$62 \frac{H8}{n7}$	$35 \frac{H8}{f8}$	$42 \frac{H8}{n7}$	$40 \frac{H8}{h9}$	$24 \frac{H8}{k7}$	$47 \frac{H7}{n6}$
		9	$25 \frac{H8}{f7}$	$25 \frac{H7}{js6}$	$62 \frac{H7}{f7}$	$62 \frac{H7}{n6}$	$62 \frac{H7}{h6}$	$47 \frac{H7}{h6}$	$35 \frac{H7}{g6}$	$35 \frac{H8}{m7}$	$40 \frac{H8}{f9}$	$32 \frac{H8}{h8}$

Передостання цифра шифру	варіант рік парний	Остання цифра шифру										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	0	гладке циліндричне з'єднання	$47 \frac{H7}{d8}$	$20 \frac{G7}{h6}$	$25 \frac{F8}{h7}$	$35 \frac{D8}{h6}$	$25 \frac{E8}{h6}$	$20 \frac{D10}{h10}$	$50 \frac{H7}{n6}$	$20 \frac{H8}{js7}$	$10 \frac{H6}{f6}$	$40 \frac{H7}{n6}$
	1		$45 \frac{H7}{p6}$	$52 \frac{H7}{e7}$	$20 \frac{F8}{h6}$	$25 \frac{JS7}{h6}$	$42 \frac{E8}{h6}$	$25 \frac{F7}{h6}$	$20 \frac{D9}{h9}$	$55 \frac{H7}{p6}$	$25 \frac{H8}{f7}$	$10 \frac{H6}{g5}$
	2		$12 \frac{H7}{js6}$	$40 \frac{H7}{r6}$	$62 \frac{H7}{f7}$	$25 \frac{F7}{h6}$	$30 \frac{JS8}{h7}$	$35 \frac{F7}{h6}$	$25 \frac{F8}{h7}$	$20 \frac{E9}{h9}$	$60 \frac{H7}{r6}$	$30 \frac{H7}{k6}$
	3		$25 \frac{H7}{g6}$	$12 \frac{H7}{k6}$	$45 \frac{H7}{s6}$	$52 \frac{H7}{g6}$	$25 \frac{JS7}{h6}$	$25 \frac{K7}{h6}$	$40 \frac{G7}{h6}$	$25 \frac{JS8}{h7}$	$25 \frac{D8}{h8}$	$62 \frac{H6}{r5}$
	4		$65 \frac{H6}{k5}$	$25 \frac{H7}{k6}$	$15 \frac{H8}{h8}$	$50 \frac{H7}{s7}$	$52 \frac{H7}{h6}$	$25 \frac{JS8}{h7}$	$25 \frac{M7}{h6}$	$47 \frac{F8}{h7}$	$25 \frac{F9}{h8}$	$25 \frac{E8}{h8}$
	5		$28 \frac{H7}{k6}$	$55 \frac{H8}{p7}$	$40 \frac{H8}{f9}$	$35 \frac{H8}{h9}$	$35 \frac{H7}{g6}$	$35 \frac{H7}{u7}$	$28 \frac{K8}{h7}$	$52 \frac{M8}{h7}$	$40 \frac{JS7}{h6}$	$47 \frac{K6}{h5}$
	6		$47 \frac{K8}{h7}$	$37 \frac{H7}{m6}$	$50 \frac{H8}{js7}$	$62 \frac{H7}{f7}$	$42 \frac{H8}{n7}$	$35 \frac{H8}{js7}$	$45 \frac{H7}{t6}$	$37 \frac{M8}{h7}$	$47 \frac{N8}{h7}$	$40 \frac{K7}{h6}$
	7		$45 \frac{M7}{h6}$	$52 \frac{M8}{h7}$	$47 \frac{H8}{n7}$	$56 \frac{H8}{r7}$	$52 \frac{H7}{e7}$	$35 \frac{H8}{m7}$	$40 \frac{H8}{h9}$	$52 \frac{H7}{s7}$	$47 \frac{N8}{h7}$	$42 \frac{N7}{h6}$
8	$47 \frac{N7}{h6}$		$45 \frac{M8}{h7}$	$52 \frac{N8}{h7}$	$47 \frac{H7}{p6}$	$58 \frac{H6}{js5}$	$47 \frac{H7}{n6}$	$47 \frac{H8}{m7}$	$40 \frac{H8}{f9}$	$52 \frac{H7}{r6}$	$47 \frac{N7}{h6}$	
9	$47 \frac{P7}{h6}$		$40 \frac{N8}{h7}$	$52 \frac{K7}{h6}$	$52 \frac{M7}{h6}$	$60 \frac{H7}{k6}$	$47 \frac{H7}{d8}$	$52 \frac{H7}{p6}$	$47 \frac{H8}{f8}$	$52 \frac{H7}{p6}$	$47 \frac{H7}{r6}$	

Алгоритм розв'язання завдання 1

З зазором

перехідна

З натягом

1. Визначити тип посадки та систему посадки

2. Визначити допуск деталі в залежності від розміру та якості табл.3.7

$$ITq$$

$$ITq$$

$$ITq$$

$$ITq$$

$$ITq$$

$$ITq$$

3. Визначити основні та граничні відхилення отвору і валу

$$es = [табл.3.10]$$

$$ei = es - ITq$$

$$EI = [табл.3.11]$$

$$ES = EI + ITq$$

$$ei = [табл.3.10]$$

$$es = ei + ITq$$

$$ES = [табл.3.11]$$

$$EI = ES - ITq$$

$$ei = [табл.3.10]$$

$$es = ei + ITq$$

$$ES = [табл.3.11]$$

$$EI = ES - ITq$$

4. Визначити граничні розміри отвору і валу

$$D_{max} = D + ES; \quad D_{min} = D + EI$$

$$d_{max} = d + es; \quad d_{min} = d + ei$$

5. Визначити граничні зазори (натяги)

$$S_{min} = D_{min} - d_{max} = EI - es$$

$$S_{max} = D_{max} - d_{min} = ES - ei$$

$$N_{max} = (d_{max} - D_{min}) = (es - EI)$$

$$S_{max} = D_{max} - d_{min} = ES - ei$$

$$N_{max} = (d_{max} - D_{min}) = (es - EI)$$

$$N_{min} = (d_{min} - D_{max}) = (ei - ES)$$

6. Визначити допуски деталей

$$T_d = d_{max} - d_{min} = es - ei$$

$$T_D = D_{max} - D_{min} = ES - EI$$

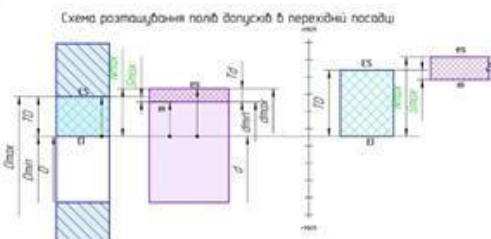
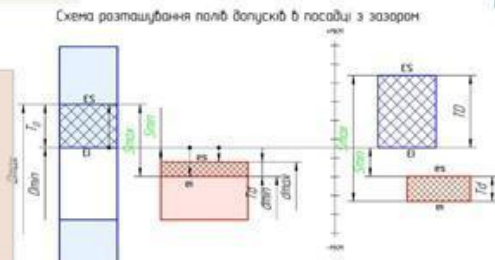
7. Визначити допуск посадки

$$T_S = S_{max} - S_{min} = T_D + T_d$$

$$T_{SN} = S_{max} + N_{max}; \quad T_N = T_D + T_d$$

$$T_N = N_{max} - N_{min}; \quad T_N = T_D + T_d$$

8. Накреслити схему розташування полів допуску (повну та спрощену)



Приклад 1 Розрахунок посадки з зазором $\varnothing 5 \frac{H7}{g6}$

Розрахувати посадку з зазором, визначити: номінальні і граничні розміри; граничні відхили; граничні зазори; допуски отвору, валу, посадки. Побудувати схеми полів допуску за граничними розмірам (повну та спрощену) ф.А1, проставити розміри на кресленні ф.А1.

1. Характеристика посадки: посадка з зазором в системі отвору.
2. Визначаємо граничні відхили отвору і валу ДСТУ 2500-94 [табл. 1, 2, 3]:

$$5H7 \quad IT7 = 12 \text{ мкм}; EI = 0, ES = EI + IT7 = 0 + 12 = 12 \text{ мкм},$$

$$5g6 \quad IT6 = 8 \text{ мкм}; es = -4 \text{ мкм}, ei = es - IT6 = -4 - 8 = -12 \text{ мкм}.$$

3. Визначаємо граничні розміри отвору і валу:

$$D_{\max} = D + ES = 5 + 0,012 = 5,012 \text{ мм},$$

$$D_{\min} = D + EI = 5 + 0 = 5 \text{ мм},$$

$$d_{\max} = d + es = 5 + (-0,004) = 4,996 \text{ мм},$$

$$d_{\min} = d + ei = 5 + (-0,012) = 4,988 \text{ мм}.$$

4. Визначаємо граничні зазори:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 5,012 - 4,988 = 0,024 \text{ мм},$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = 5 - 4,996 = 0,004 \text{ мм},$$

$$S_{\max} = ES - ei = 12 - (-12) = 24 \text{ мкм},$$

$$S_{\min} = EI - es = 0 - (-4) = 4 \text{ мкм}.$$

5. Визначаємо допуски розмірів деталей:

$$T_d = es - ei = -4 - (-12) = 8 \text{ мкм},$$

$$T_d = d_{\max} - d_{\min} = 4,996 - 4,988 = 0,008 \text{ мм},$$

$$T_D = ES - EI = 12 - 0 = 12 \text{ мкм},$$

$$T_D = D_{\max} - D_{\min} = 5,012 - 5 = 0,012 \text{ мм}.$$

6. Визначаємо допуск посадки:

$$T_S = S_{\max} - S_{\min} = 24 - 4 = 20 \text{ мкм},$$

$$T_S = T_D + T_d = 12 + 8 = 20 \text{ мкм}.$$

7. Креслимо схему розташування полів допусків на форматі А1 в AutoCAD. Зразок оформлення див. додаток Б2.

Переводимо посадку із системи отвору в систему валу, маємо $\varnothing 5 \frac{G7}{h6}$ тоді для цього варіанту посадки послідовність розрахунку наступна.

1. Визначаємо граничні відхилення отвору і валу ДСТУ 2500-94 [табл. 1, 2, 3]:

$$5G7 \ IT7 = 12 \text{ мкм}; EI = +4 \text{ мкм}, ES = EI + IT7 = 4 + 12 = 16 \text{ мкм},$$

$$5h6 \ IT6 = 8 \text{ мкм}; es = 0 \text{ мкм}, ei = es - IT6 = 0 - 8 = -8 \text{ мкм}$$

2. Визначаємо граничні розміри отвору і валу:

$$D_{\max} = D + ES = 5 + 0,016 = 5,016 \text{ мм},$$

$$D_{\min} = D + EI = 5 + 0,004 = 5,004 \text{ мм},$$

$$d_{\max} = d + es = 5 + 0 = 5 \text{ мм},$$

$$d_{\min} = d + ei = 5 + (-0,008) = 4,992 \text{ мм}.$$

3. Визначаємо граничні зазори:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 5,016 - 4,992 = 0,024 \text{ мм},$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = 5,004 - 5 = 0,004 \text{ мм},$$

$$S_{\max} = ES - ei = 16 - (-8) = 24 \text{ мкм},$$

$$S_{\min} = EI - es = 4 - 0 = 4 \text{ мкм}.$$

4. Визначаємо допуски розмірів деталей:

$$T_d = es - ei = 0 - (-8) = 8 \text{ мкм},$$

$$T_d = d_{\max} - d_{\min} = 5 - 4,998 = 0,008 \text{ мм},$$

$$T_D = ES - EI = 16 - 4 = 12 \text{ мкм},$$

$$T_D = D_{\max} - D_{\min} = 5,016 - 5,004 = 0,012 \text{ мм}.$$

5. Визначаємо допуск посадки:

$$T_S = S_{\max} - S_{\min} = 24 - 4 = 20 \text{ мкм},$$

$$T_S = T_D + T_d = 12 + 8 = 20 \text{ мкм}.$$

6. Креслимо схему розташування полів допусків на форматі А1. Зразок оформлення див. додаток Б2 та проставляємо розміри.

Завдання 1. Гладке циліндричне з'єднання

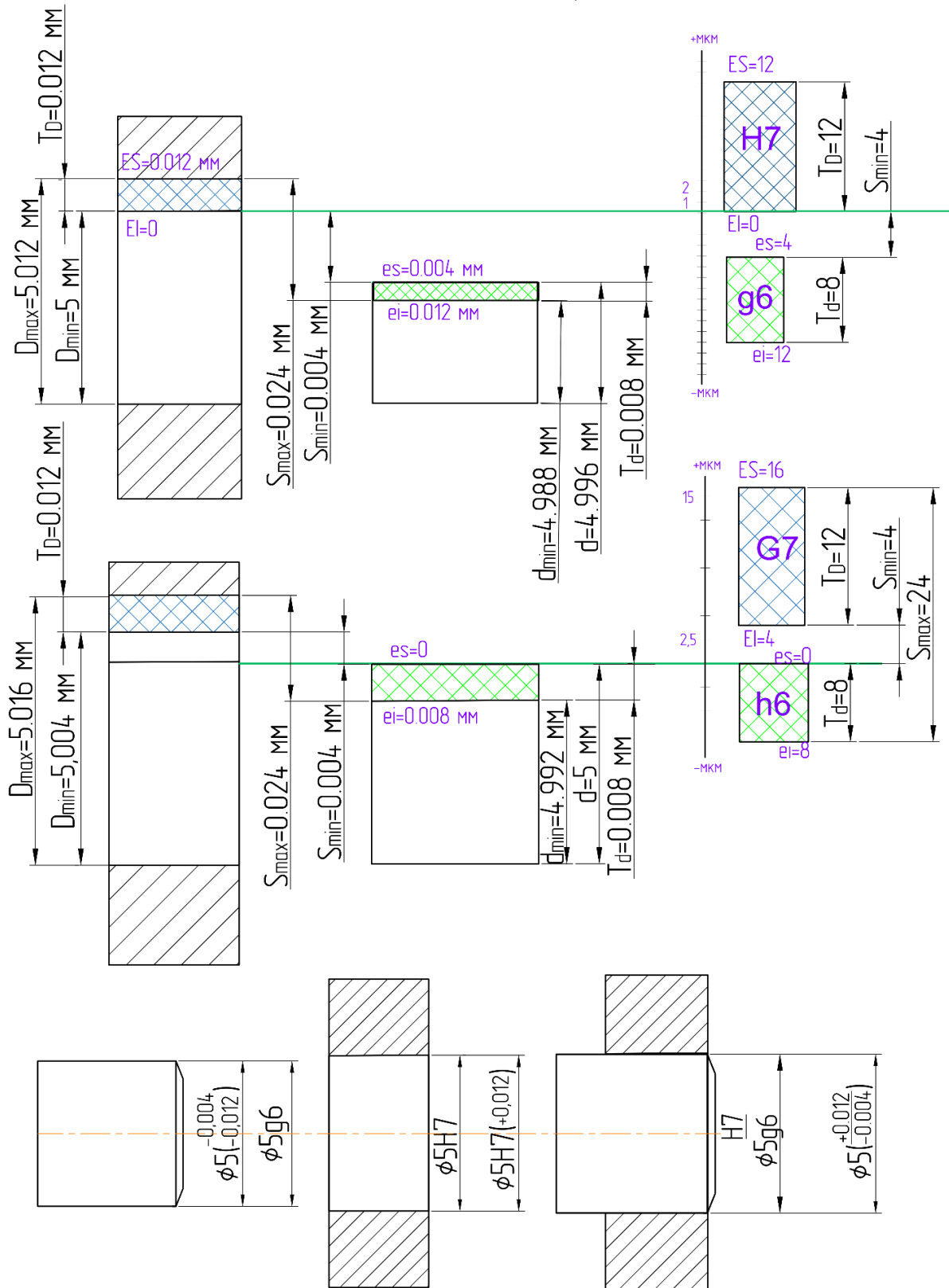


Рисунок 1.8 - Ілюстрація до розрахунку завдання 1 «Гладке циліндричне з'єднання»

*Виконується на форматі А1 див. додаток Б2

Переглянути приклад оформлення цього завдання можна в форматі tif

https://drive.google.com/file/d/1U4BomQypSyITx3KLv7wB-SXiXtrsnMqJ/view?usp=sharing	Для відкриття в moodle
..\Креслення_КП_AutoCAD_2024\Завд.№1_КП-Лист1.pdf	Для відкриття в PDF XChange Viewer

Для виконання завдання у нагоді стануть наступні відеоматеріали

<https://digital360market.com/>



<https://captaintime.com/influencer-media-kit/>



1. AutoCad. Лекція 1. Налаштування AutoCad
<https://youtu.be/MIxXcmA7xAI?si=S5AXOETtwHJfmKp8>
2. Текстові надписи і розміри в AutoCAD
https://youtu.be/lpfoVHf1MU4?si=ks0RbVCvnab_fbOt
3. AutoCAD 1. Штмп креслення: Налаштування, Шари, Будова, Текст, Розміри, Лист
[HTTPS://YOUTU.BE/OV2F36HY_WY?SI=I7ZHXFIPM6SAGJWD](https://youtu.be/OV2F36HY_WY?si=I7ZHXFIPM6SAGJWD)
4. AutoCad. Лекція 1. Налаштування AutoCad
[HTTPS://YOUTU.BE/MIXXCMA7XAI?SI=TWGVFBJUJAQG-YVO](https://youtu.be/MIXXCMA7XAI?si=TWGVFBJUJAQG-YVO)
5. AutoCAD. Основи інженерної комп'ютерної графіки для
[HTTPS://YOUTU.BE/6_C-AUSEQI0?SI=Ux3IPti_KDB-A-Yr](https://youtu.be/6_C-AUSEQI0?si=Ux3IPti_KDB-A-Yr)
Шаблон форматів скачуємо звідси:
<https://drive.google.com/file/d/1SMgd...>

2 Допуски і посадки підшипників кочення

2.1 Загальні відомості

Підшипники кочення – найбільш розповсюджені стандартні складальні одиниці, що виготовляють на спеціалізованих заводах. Вони мають повну зовнішню взаємозамінність по приєднуваним розмірам, що визначаються зовнішнім діаметром D зовнішнього кільця та внутрішнім діаметром d внутрішнього кільця, та неповною внутрішньою взаємозамінністю між тілами кочення і кільцями. Повна взаємозамінність по приєднуваним поверхням дозволяє швидко монтувати і замінювати зношені підшипники кочення при збереженні їх якості; при невиконання повної взаємозамінності якість підшипників погіршується.

Приєднувальними поверхнями підшипників кочення є наступні:

D - зовнішній діаметр (зовнішнього кільця);

d - внутрішній діаметр (внутрішнього кільця);

B - ширина кілець;

D_m - середній діаметр зовнішнього кільця підшипника $D_m = \frac{D_{\max} + D_{\min}}{2}$

D_{\max} - найбільше значення зовнішнього діаметра, виміряне в двох крайніх перетинах;

D_{\min} - найменше значення зовнішнього діаметру, виміряне в двох крайніх перетинах;

d_m - середній діаметр внутрішнього кільця підшипника $d_m = \frac{d_{\max} + d_{\min}}{2}$

d_{\max} - найбільше значення внутрішнього діаметра, виміряне в двох крайніх перетинах;

d_{\min} - найменше значення внутрішнього діаметру, виміряне в двох крайніх перетинах.

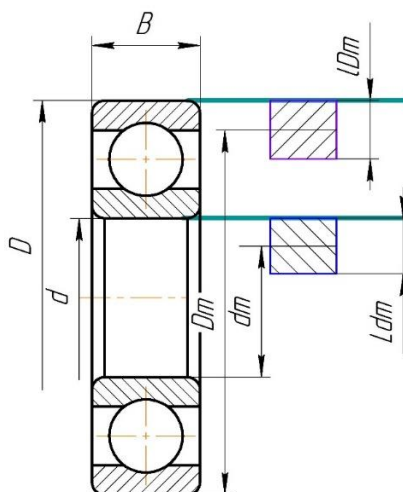
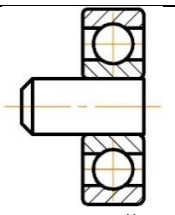
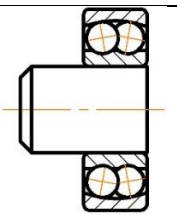
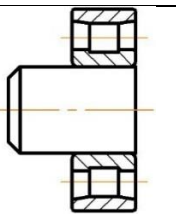
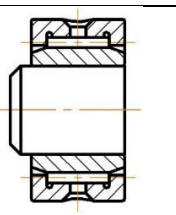
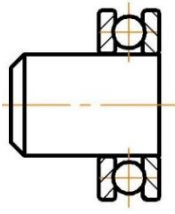
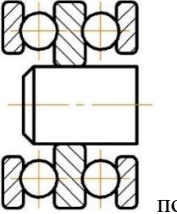
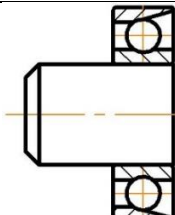
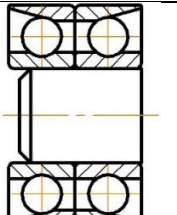
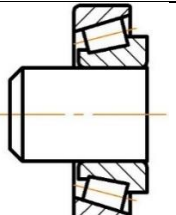
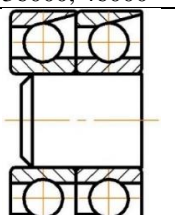
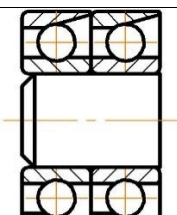


Рисунок 2.1 - Приєднувальні поверхні підшипників кочення

Для розмірів d , d_m , D , D_m введені граничні відхилення, що представлені в ДСТУ ГОСТ 3478:2018, додаток В табл.В4.

Введення в стандарт граничних відхилень середніх діаметрів d_m і D_m викликане особливостями визначення їхньої придатності у складанні, тому що кільця малих типорозмірів підшипників легко деформуються внаслідок малої товщини. Розміри кілець підшипників до монтажу і після складання з валами і корпусами не співпадають. У зв'язку з викладеним, придатними є кільця підшипників, дійсні значення середніх діаметрів яких не виходять за межі значень середніх діаметрів d_m і D_m .

Таблиця 2.1 - Основні різновиди підшипників кочення

Тип підшипника	Кульковий підшипник		Роликовий підшипник	
Радіальний	 однорядний тип 0000	 дворядний тип 1000	 однорядний тип 2000	 голчастий тип 74000
Упорний	 одинарний тип 8000	 тип 38000 подвійний		
Радіальний-упорний	 однорядний тип 36000, 46000	 дворядний тип 236000	 конічний однорядний тип 7000	
	 тип 436000	 тип 446000		

2.2 Допуски і посадки підшипників кочення

Для скорочення номенклатури підшипники виготовляють з відхиленням розмірів внутрішнього і зовнішнього діаметрів, котрі не залежать від посадки, по якій вони будуть монтуватися. Для всіх класів точності верхнє відхилення приєднувальних діаметрів прийнято рівним нулю. Отже, діаметри зовнішнього кільця D_m і внутрішнього кільця d_m прийняті, відповідно за діаметри основного валу і основного отвору, і як наслідок, посадку з'єднання зовнішнього кільця з

корпусом назначають в системі валу, а посадку з'єднання внутрішнього кільця з валом – в системі отвору.

У ДСТУ ГОСТ 520:2014 нормуються середні діаметри в одиничні площині d_{mp} , D_{mp} для того, щоб обмежити такі відхилення форми, як овальність та конусоподібність, які є найбільш несприятливими для підшипника. Середні діаметри d_{mp} , D_{mp} визначають, як середнє арифметичне найбільшого та найменшого значень діаметру, виміряних у декількох одиничних перетинах кільця. Залежно від типу підшипника, розміру кільця та класу точності встановлено граничні відхилення (верхнє та нижнє) для відхилення середнього діаметру внутрішнього кільця Δ_{dmp} і зовнішнього кільця Δ_{Dmp} :

$$\Delta_{dmp} = d_{mp} - d$$

де Δ_{dmp} - відхилення від середнього діаметру отвору в одиничні площині - це різниця між середнім і номінальним діаметрами отвору в одиничній радіальній площині (одинична площина – це будь яка площина, в якій можуть виконуватися вимірювання);

d_{mp} - середній діаметр отвору – середньо-арифметичне значення найбільшого та найменшого одиничних діаметрів отвору окремого кільця;

d - номінальний діаметр отвору; для підшипників кочення номінальний діаметр отвору є базовою величиною (базовим діаметром) для вимірювання відхилення дійсної поверхні отвору.

$$\Delta_{Dmp} = D_{mp} - D$$

де Δ_{Dmp} - відхилення від середнього зовнішнього діаметру в одиничні площині - це різниця між середнім і номінальним зовнішнім діаметрами в одиничній радіальній площині;

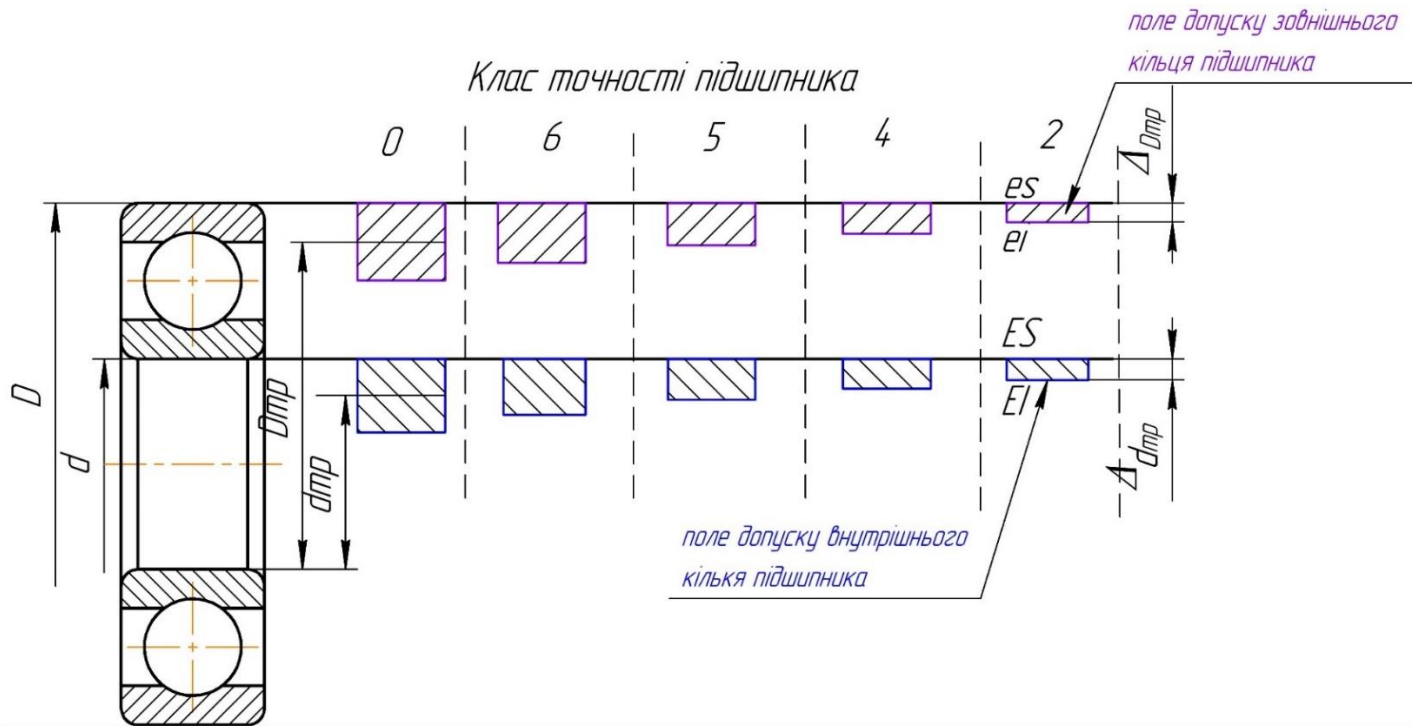
D_{mp} - середній діаметр зовнішнього кільця - середньо-арифметичне значення найбільшого та найменшого одиничних зовнішніх діаметрів окремого кільця;

D - номінальний зовнішній діаметр; для підшипників кочення номінальний зовнішній діаметр є базовою величиною (базовим діаметром) для вимірювання відхилення дійсної зовнішньої поверхні.

Характеристики посадок підшипників кочення (граничні зазори, натяги та допуск посадки) розраховуються за граничними відхиленнями для Δ_{dmp} , Δ_{Dmp}

На рис.2.2 приведена схема розташування полів допусків посадкових розмірів підшипника та спряжених з ним валів і отворів.

Рекомендації з вибору полів допусків отворів і валів для встановлення підшипників кочення дано на рис.2.2.



Клас точності підшипника	Посадки лоя основних відхиліів																							
	e	f			g	h		js	j	k	m	n	p	r	E	G	H		Js	J	K	M	N	P
	вал													отвір корпусу										
0	$\frac{L0}{e9}, \frac{L0}{e8}$	$\frac{L0}{f6}, \frac{L0}{f7}, \frac{L0}{f8}, \frac{L0}{f9}$	$\frac{L0}{g6}$	$\frac{L0}{h6}, \frac{L0}{h7}$	$\frac{L0}{js6}$	$\frac{L0}{j6}$	$\frac{L0}{k6}$	$\frac{L0}{m6}$	$\frac{L0}{n6}$	$\frac{L0}{p6}$	$\frac{L0}{r6}, \frac{L0}{r7}$	$\frac{E8}{L0}$	$\frac{G7}{L0}$	$\frac{H7}{L0}, \frac{H8}{L0}$	$\frac{Js7}{L0}$	$\frac{J7}{L0}$	$\frac{K7}{L0}$	$\frac{M7}{L0}$	$\frac{N7}{L0}$	$\frac{P7}{L0}$				
6		$\frac{L6}{f6}, \frac{L6}{f7}, \frac{L6}{f8}$	$\frac{L6}{g6}$	$\frac{L6}{h6}, \frac{L6}{h7}$	$\frac{L6}{js6}$	$\frac{L6}{j6}$	$\frac{L6}{k6}$	$\frac{L6}{m6}$	$\frac{L6}{n6}$	$\frac{L6}{p6}$	$\frac{L6}{r6}, \frac{L6}{r7}$	$\frac{E8}{L6}$	$\frac{G7}{L6}$	$\frac{H7}{L6}, \frac{H8}{L6}, \frac{H9}{L6}$	$\frac{Js7}{L6}$	$\frac{J7}{L6}$	$\frac{K7}{L6}$	$\frac{M7}{L6}$	$\frac{N7}{L6}$	$\frac{P7}{L6}$				
5			$\frac{L5}{g5}$	$\frac{L5}{h5}$	$\frac{L5}{js5}$	$\frac{L5}{j5}$	$\frac{L5}{k5}$	$\frac{L5}{m5}$	$\frac{L5}{n5}$				$\frac{G6}{L5}$	$\frac{H6}{L5}$	$\frac{Js6}{L5}$	$\frac{J6}{L5}$	$\frac{K6}{L5}$	$\frac{M6}{L5}$	$\frac{N6}{L5}$	$\frac{P6}{L5}$				
4			$\frac{L4}{g5}$	$\frac{L4}{h5}$	$\frac{L4}{js5}$	$\frac{L4}{j5}$	$\frac{L4}{k5}$	$\frac{L4}{m5}$	$\frac{L4}{n5}$				$\frac{G6}{L4}$	$\frac{H6}{L4}$	$\frac{Js6}{L4}$	$\frac{J6}{L4}$	$\frac{K6}{L4}$	$\frac{M6}{L4}$	$\frac{N6}{L4}$	$\frac{P6}{L4}$				
2			$\frac{L2}{g4}$	$\frac{L2}{h3}, \frac{L2}{h4}$	$\frac{L2}{js3}, \frac{L2}{g4}$		$\frac{L2}{k4}$	$\frac{L2}{m4}$	$\frac{L2}{n4}$				$\frac{G4}{L2}, \frac{G5}{L2}$	$\frac{H4}{L2}, \frac{H5}{L2}$	$\frac{Js4}{L2}, \frac{Js5}{L2}$		$\frac{K4}{L2}, \frac{K5}{L2}$	$\frac{M4}{L2}, \frac{M5}{L2}$	$\frac{N5}{L2}$					

Рисунок 2.2 - Схеми розташування полів допуску кілець підшипників та спржених з ними валів і отворів

2.3 Види навантаження кілець

Посадку підшипника кочення на вал і в корпус вибирають в залежності від типу і розміру підшипника, умови його експлуатації, значення і характеру діючих на нього навантажень та виду навантаження кілець.

Для з'єднання підшипників кочення з валом і корпусом нормативними документами встановлені поля допусків, що відібрані із ЕСДП рис.2 таблиця В4.7.

При цьому визначальним ним є вид навантаження кілець підшипника.

Відповідно розрізняють три основних види навантаження кілець:

- місцеве;
- циркуляційне;
- коливне.

Вид навантаження залежить від того:

- яке кільце підшипника нерухоме;
- яке обертається;
- як при цьому діє на підшипник навантаження.

Місцевим навантаженням кільця (М) називається такий вид навантаження, при якому діюче на підшипник радіальне навантаження $P_{цб}$ постійно сприймається однією і тією ж самою обмеженою ділянкою доріжки кочення цього кільця (в межах зони навантаження) і передається відповідній ділянці посадкової поверхні валу чи корпусу.

Кільця підшипників з місцевим навантаженням потрібно монтувати в підшипниковий вузол із зазором таким чином, щоб кільце під впливом поштовхів і вібрацій поступово поверталось по посадковій поверхні.

Циркуляційним навантаженням кільця (Ц) називається такий вид навантаження, при якому кільце сприймає результуючу радіального навантаження $P_{цб}$ послідовно всією окружністю доріжки кочення і передає її послідовно всій посадковій поверхні валу або отвору корпусу.

В цьому випадку монтаж підшипника на вал чи в корпус виконують по посадці з натягом, щоб виключити можливість обкатування і проковзування кільця по посадковій поверхні при роботі під навантаженням. Зазор при циркуляційному навантаженні не допускається.

Колівальним навантаженням кільця (К) називається такий вид навантаження, при якому нерухоме кільце підшипника піддається одночасному впливу двох радіальних сил (навантажень), одна із яких є постійною за напрямком $F_{цб}$, а інша обертається $F_{об}$. Рівнодіюча сила виконує періодичний колівальний рух

Таблиця 2.2 - Основні види навантаження підшипникових вузлів [13-16]

Умова роботи		Вид навантаження		рисунок
Характерист. навантаження	обертається кільце	внутрішнє кільце	зовнішнє кільце	
постійне за напрямком	внутрішнє	циркуляційне	місцеве	
	зовнішнє	місцеве	циркуляційне	
постійне за напрямком і обертальне	внутрішнє	циркуляційне $R_{об} < P$	коливне $R_{об} < P$	
		місцеве $R_{об} > P$	циркуляційне $R_{об} > P$	
	зовнішнє	коливне $R_{об} < P$	циркуляційне $R_{об} < P$	
		циркуляційне $R_{об} > P$	місцеве $R_{об} > P$	

Умова роботи		Вид навантаження		рисунок
Характеристика навантаження	обертається кільце	внутрішнє кільце	зовнішнє кільце	
постійне за напрямком	внутрішнє і зовнішнє кільце обертається в одному або протилежних напрямках	циркуляційне	циркуляційне	
обертається із внутрішнім кільцем		місцеве	циркуляційне	
обертається із зовнішнім кільцем		циркуляційне	місцеве	

Таблиця В4.6 – Рекомендації з вибору полів допусків допуску для посадок підшипників кочення

Вид навантаження кільце	Посадки кілець									
	внутрішнього кільця на вал					зовнішнього кільця в корпус				
	P0	P6	P5	P4	P2	P0	P6	P5	P4	P2
місцеве	$\frac{L0}{f6} \cdot \frac{L0}{g6}$ $\frac{L0}{h6} \cdot \frac{L0}{js6}$	$\frac{L6}{f6} \cdot \frac{L6}{g6}$ $\frac{L6}{h6} \cdot \frac{L6}{js6}$	$\frac{L5}{h5} \cdot \frac{L5}{js5}$	$\frac{L4}{h5} \cdot \frac{L4}{js5}$	$\frac{L2}{h4} \cdot \frac{L2}{js4}$	$\frac{G7}{T0} \cdot \frac{H7}{T0}$ $\frac{H8}{T0} \cdot \frac{Js7}{T0}$	$\frac{G7}{T6} \cdot \frac{H7}{T6}$ $\frac{Js7}{T6}$	$\frac{H6}{T5} \cdot \frac{Js6}{T5}$ $\frac{H6}{T5} \cdot \frac{Js6}{T5}$	$\frac{H6}{T4} \cdot \frac{Js6}{T4}$ $\frac{H6}{T4} \cdot \frac{Js6}{T4}$	$\frac{H5}{T2} \cdot \frac{Js5}{T2}$ $\frac{H5}{T2} \cdot \frac{Js5}{T2}$
циркуляційне	$\frac{L0}{js6} \cdot \frac{L0}{k6}$ $\frac{L0}{m6} \cdot \frac{L0}{n6}$	$\frac{L6}{js6} \cdot \frac{L6}{k6}$ $\frac{L6}{m6} \cdot \frac{L6}{n6}$	$\frac{L5}{js5} \cdot \frac{L5}{k5}$ $\frac{L5}{m5} \cdot \frac{L5}{n5}$	$\frac{L4}{js5} \cdot \frac{L4}{k5}$ $\frac{L4}{m5} \cdot \frac{L4}{n5}$	$\frac{L2}{js4} \cdot \frac{L2}{k4}$ $\frac{L2}{m4} \cdot \frac{L2}{n4}$	$\frac{N7}{T0} \cdot \frac{K7}{T0}$ $\frac{M8}{T0} \cdot \frac{P7}{T0}$	$\frac{N7}{T6} \cdot \frac{M7}{T6}$ $\frac{JK6}{T6} \cdot \frac{JK7}{T6}$ $\frac{P7}{T6}$	$\frac{N6}{T5} \cdot \frac{M6}{T5}$ $\frac{K6}{T5}$	$\frac{N6}{T4} \cdot \frac{M6}{T4}$ $\frac{K6}{T4}$	$\frac{N5}{T2} \cdot \frac{M5}{T2}$ $\frac{K5}{T2}$
коливне	$\frac{L0}{js6}$	$\frac{L6}{js6}$	$\frac{L5}{js5}$	$\frac{L4}{js5}$	$\frac{L2}{js4}$	$\frac{Js7}{T0}$	$\frac{Js7}{T6}$	$\frac{Js5}{T5}$	$\frac{Js5}{T4}$	$\frac{Js4}{T2}$

2.4 Вибір посадок підшипників кочення

Встановлені стандартом поля допусків для валів та отворів корпусів під підшипники розраховані на такі умови:

- вали повинні бути суцільними або пустотілими товстостінними;
- матеріал валів – сталь або чавун;
- підшипники при роботі не повинні перегріватися вище 100 °С.

При визначенні полів допусків на вал та отвір корпусу відповідно під внутрішнє та зовнішнє кільце підшипника кочення необхідно врахувати:

- обертається кільце разом із валом або корпусом чи нерухоме;
- величину, напрямок і характер діючих на підшипник навантажень;
- режим роботи;
- тип, розміри та клас точності підшипника.

Посадки для підшипників кочення потрібно вибирати так, щоб:

- одне обертове кільце підшипника, на яке діє циркуляційне навантаження, було змонтоване з натягом;
- інше кільце, на яке діє місцеве навантаження, було змонтоване із зазором.

При посадці із зазором для місцевого навантаження кільце виключається заклинювання шариків, а кільце, змонтоване із зазором, під дією поштовхів і вібрацій поступово повертається по посадковій поверхні, що призводить до рівномірного зношення доріжок табл.В4.6.

При циркуляційному навантаженні поле допусків слід вибирати по інтенсивності радіального навантаження P_R на посадковій поверхні кільця, що характеризується величиною радіального навантаження, яке приходить на одиницю ширини внутрішнього кільця [13-16, 24]:

$$P_R = \frac{R}{b} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad (2.1)$$

де R - розрахункова радіальна реакція опори, Н;

b - робоча ширина посадкового місця, мм;

для кулькових підшипників $b = B - 2 \cdot r$;

для роликів $b = B - (r + r_1)$

B - ширина підшипника, мм;

r - радіус закруглення кільця підшипника, мм;

K_1 - динамічний коефіцієнт посадки:

- $= 1$ при навантаженні із помірними поштовхами, перевантаження до 150 %;
- $= 1.8$ навантаження із сильними ударами та вібрацією, перевантаження до 300 %;

K_2 - коефіцієнт, що враховує степінь послаблення посадкового натягу при порожньому валу чи тонкостінному корпусі:

- $= 1$ при суцільному валі;

- = 1...3 див.табл.2.3.

Таблиця 2.3 - Значення коефіцієнту K , що враховує степінь послаблення посадкового натягу при порожнистому валі або тонкостінному корпусі [13-16, 24]

$d/d_{отв}$ або $D/D_{корп}$		Для валу			Для корпусу
від	до	$D/d = 5$	$1.5 = D/d = 2.0$	$D/d > 2...3$	для всіх підшипників
-	0,4	1	1	1	1
0,4	0,7	1.2	1.4	1.6	1.1
0,7	0,8	1.5	1.7	2	1.4
0,8		2	2.3	3	1.8

*Примітка: d, D - відповідно діаметри отвору та зовнішньої поверхні підшипника;

$d_{отв}$ - діаметр отвору порожнистого валу;

$D_{корп}$ - діаметр зовнішньої поверхні тонкостінного корпусу.

- K_3 - коефіцієнт нерівномірності розподілу радіального навантаження між рядами роликів у дворядних конічних роликотідшипниках, чи між подвоєними радіально-упорним шариковими підшипниками, при наявності осевого навантаження на опору

Таблиця 2.4 - Значення коефіцієнту нерівномірності розподілу радіального навантаження R між рядами роликів у дворядних конічних роликотідшипниках, чи між подвоєними радіально-упорними шариковими підшипниками, при наявності осевого навантаження A на опору [13-16, 24]

$\frac{A}{R \cdot ctg(\beta)}$		K_3
від	до	
-	0,2	1
0,2	0,4	1,2
0,4	0,6	1,4
0,6	1,0	1,6
1,0	-	2

β – кут контакту тіл кочення з доріжкою кочення зовнішнього кільця, залежить від конструкції підшипника

За розрахованою величиною P_R і розміром кільця з циркуляційним навантаженням за табл.2.5. Визначають рекомендоване поле допуску розглянутого елемента.

Таблиця 2.5 - Допустимі інтенсивності навантажень P_R на посадкових поверхнях валі та корпусів [13-16, 24]

Діаметр d отвору внутрішнього кільця підшипника, мм	Допустимі значення $P_R, \text{кН/м}$			
	Поля допусків валів			
	$js6, js5$	$k6, k5$	$m6, m5$	$n6, n5$
18-80	до 300	300-1400	1400-1600	1600-3000
80-180	600	600-2000	2000-2500	2500-4000
180-360	700	700-3000	3000-3500	3500-6000
360-630	900	900-3500	3500-5400	5400-8000
Діаметр D зовнішнього кільця, мм	Поля допусків для корпусів			
	$K7, K6$	$M7, M6$	$N7, N6$	$P7$
	до 800	800-1000	1000-1300	1300-2500
180-360	1000	1000-1500	1500-2000	2000-3300
360-630	1200	1200-2000	2000-2600	2600-4000
630-1600	1600	1600-2500	2500-3500	3500-5500

Посадку, призначену для циркуляційно-навантаженого кільця, необхідно перевірити на наявність посадкового зазору [13-16, 24]:

$$S = S_{em} - \Delta d_1 \cdot \Delta D_1 \quad (2.2)$$

де S – посадковий радіальний зазор, мм;

S_{em} - середній початковий радіальний зазор, що дорівнює напівсумі граничних початкових зазорів: $S_{em} = 0,5 \cdot (S_{max} + S_{min})$;

Δd_1 - діаметральна деформація доріжки кочення циркуляційно навантаженого внутрішнього кільця після посадки його на вал чи до корпусу, мкм;

ΔD_1 - діаметральна деформація доріжки кочення циркуляційно навантаженого зовнішнього кільця після посадки його на вал чи до корпусу, мкм;

$$\Delta d_1 = \frac{N_\partial}{d_0}; \quad \Delta D_1 = \frac{N_\partial}{D_0} \quad (2.3)$$

де N_∂ - дійсний натяг, мкм, зумовлений найбільшим граничним натягом $N_\partial = 0,85 \cdot N_{max}$;

d_0, D_0 - приведений зовнішній діаметр внутрішнього кільця та внутрішній діаметр зовнішнього кільця [13-16]:

$$d_0 \approx \frac{d + (D - d)}{4}; \quad D_0 \approx \frac{D - (D - d)}{4} \quad (2.4)$$

2.5 Виконання креслень підшипникових вузлів

На складальних кресленнях підшипникових вузлів рис.2.3 наводять посадки зовнішнього і внутрішнього кілець підшипника за чинним нормативним документом.

На робочих кресленнях деталей підшипникових вузлів рис.2.3 вказують поля допусків посадочних поверхонь і допуски форми та розташування поверхонь у відповідності з правилами, встановленими ЄСКД та ЄСДП.

Параметри шорсткості посадочних місць поверхонь валів та отворів корпусів наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Шорсткість поверхонь посадки підшипників R_a , мкм

Посадочні поверхні	Клас точності підшипників		
	$P0$	$P6, P5$	$P4$
	Параметри шорсткості при діаметрі до 80 мм		
Валів	1,25	0,63	0,32
Отворів корпусів (стаканів)	1,25	0,63	0,63
Торців заплечиків валів і корпусів (стаканів)	2,5	1,25	1,25

Таблиця 2.7 - Торцеве биття заплечиків, мкм (не більше)

Номінальні діаметри посадочних місць валів і отворів, мм	Класи точності підшипників									
	0	6	5	4	2	0	6	5	4	2
	вали					Отвори корпусів				
від 1 до 3	10	6	3	2	1,2					
від 3 до 6	12	8	4	2,5	1,5	18	12	5	4	2,5
від 6 до 10	15	9	4	2,5	1,5	22	15	6	4	2,5
10 - 18	18	11	5	3	2	27	18	8	5	3
18 - 30	21	13	6	4	2,5	33	21	9	6	4
30 - 50	25	16	7	4	2,5	39	25	11	7	4
50 - 80	30	19	8	5	3	46	30	13	8	5

Таблиця 2.8 - Допуски форми поверхні валів і отворів корпусів (не більше)

Клас точності підшипників	Допуск круглості	Допуск циліндричності
0; 6	Половина допуску на діаметр в будь-якому перетині посадочної поверхні	Половина допуску на діаметр посадочної поверхні на довжині цієї поверхні
5; 4	Четвертина допуску на діаметр в будь-якому перетині посадочної поверхні	Четвертина допуску на діаметр в будь-якому перетині посадочної поверхні

Таблиця 2.9 - Допуски форми посадкових поверхонь під підшипники

Інтервали номінальних діаметрів d, D, мм	Допуски форми посадкових поверхонь, мкм, не більше											
	валів (осей)											
	допуск круглості			допуск профіля повздожнього перетину			допуск непостійності діаметру					
							в поперечному напрямку			в повздожньому напрямку		
0, 6	5, 4	2	0, 6	5, 4	2	0, 6	5, 4	2	0, 6	5, 4	2	
від 0,6- 2,5	1,5	0,7	0,4	1,5	0,7	0,4	3	1,4	0,8	3	1,4	0,8
2,5-3	1,5	0,7	0,4	1,5	0,7	0,4	3	1,4	0,8	3	1,4	0,8
3-6	2,0	0,8	0,5	2,0	0,8	0,5	4	1,6	1,0	4	1,6	1,0
6-10	2,5	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5	5	2,0	1,0	5	2,0	1,0
10-18	3,0	1,3	0,6	3,0	1,3	0,6	6	2,6	1,2	6	2,6	1,2
18-30	3,5	1,5	0,8	3,5	1,5	0,8	7	3,0	1,6	7	3,0	1,6
30-50	4,0	2,0	1,0	4,0	2,0	1,0	8	4,0	2,0	8	4,0	2,0
50-80	5,0	2,0	1,0	5,0	2,0	1,0	10	4,0	2,0	10	4,0	2,0

Таблиця 2.10 - Допуски форми посадкових поверхонь під підшипники

Інтервали номінальних діаметрів d, D, мм	Допуски форми посадкових поверхонь, мкм, не більше											
	Отворів корпусів											
	допуск круглості			допуск профіля повздожнього перетину			допуск непостійності діаметру					
							в поперечному напрямку			в повздожньому напрямку		
0, 6	5, 4	2	0, 6	5, 4	2	0, 6	5, 4	2	0, 6	5, 4	2	
від 0,6- 2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,5-3	2,5	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5	5	2,0	1,0	5	2,0	1,0
3-6	3,0	1,3	0,6	3,0	1,3	0,6	6	2,6	1,2	6	2,6	1,2
6-10	4,0	1,5	0,8	4,0	1,5	0,8	8	3,0	1,6	8	3,0	1,6
10-18	4,5	2,0	1,0	4,5	2,0	1,0	9	4,0	2,0	9	4,0	2,0
18-30	5,0	2,0	1,0	5,0	2,0	1,0	10	4,0	2,0	10	4,0	2,0
30-50	6,0	2,5	1,4	6,0	2,5	1,4	12	5,0	2,8	12	5,0	2,8
50-80	7,5	3,0	1,6	7,5	3,0	1,6	16	6,0	3,2	15	6,0	3,2

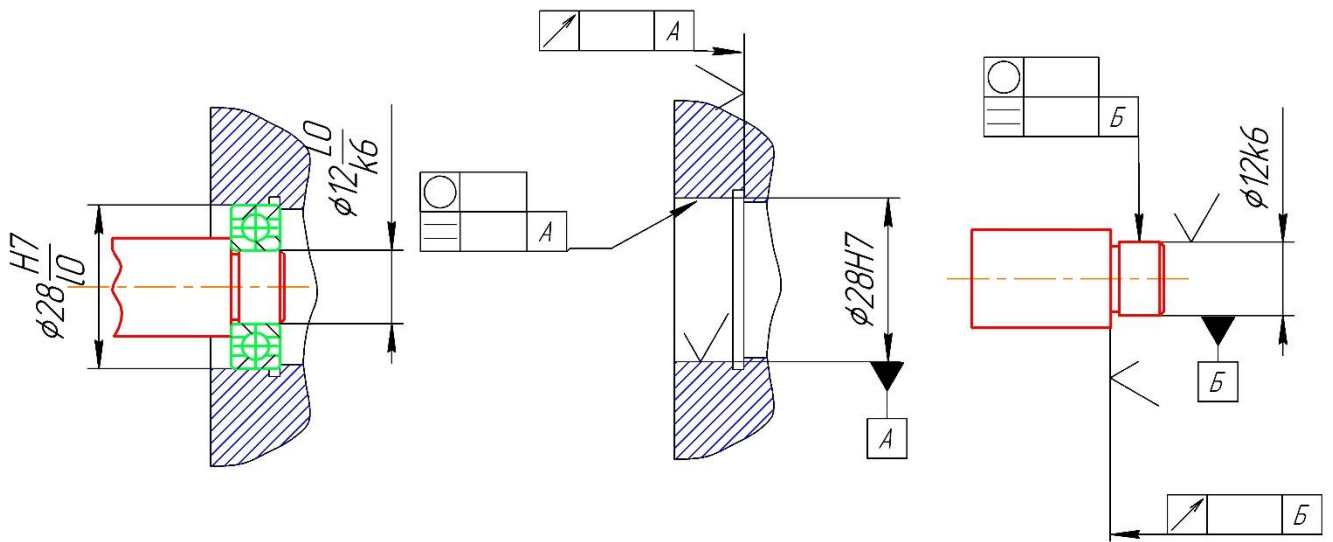
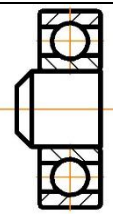

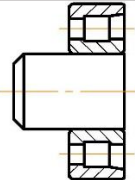
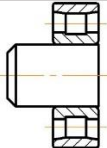
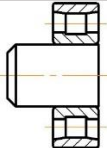
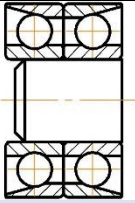


Рисунок 2.3 - Позначення посадок підшипників кочення на складальних кресленнях і полів допусків на кресленнях деталей

Завдання 2. Розрахунок посадок для підшипника кочення (вихідні дані)

Підібрати посадку для внутрішнього та зовнішнього кільця підшипника ***** класу точності **. Розрахувати посадку. Радіальне навантаження $R=**$ кН (обертається вал, корпус). Накреслити схеми розташування полів допусків з'єднання підшипника з валом. Позначити посадки підшипників кочення на складальних кресленнях і полів допусків на кресленнях деталей А1.

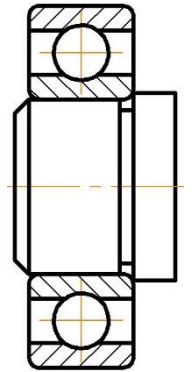
		Варіанти вихідних даних													
		тип підшипника	умови роботи	Остання цифра шифру											
				0	1	2	3	4	тип підшипника	5	6	7	8	9	
Передостання цифра шифру	0	 тип 0000	тип	100	200	300	1000801	1000901	-//-	101	201	301	1000802	1000902	
			клас точності	P0	P6	P5	P4	P0		P6	P5	P4	P0	P6	
			навантаження	R=4 кН	R=5 кН	R=8 кН	R=1,4 кН	R=3 кН		R=5 кН	R=6 кН	R=9 кН	R=1,5 кН	R=3 кН	
			вид навантаження	оберт. вал	оберт. корпус	оберт. вал	оберт. вал	оберт. корпус		оберт. корпус	оберт. вал	оберт. вал	оберт. корпус	оберт. вал	
	6	1	тип 0000	тип	1000903	203	303	403	1000904	-//-	104	204	304	1000905	205
				клас точності	P5	P4	P0	P6	P5		P4	P0	P6	P5	P4
				навантаження	R=3 кН	R=9 кН	R=13 кН	R=22 кН	R=6 кН		R=9 кН	R=12 кН	R=15 кН	R=7 кН	R=13 кН
				вид навантаження	оберт. вал	оберт. корпус	оберт. вал	оберт. вал	оберт. вал		оберт. корпус	оберт. вал	оберт. корпус	оберт. вал	оберт. корпус
	7	2	тип 0000	тип	1205	1305	1605	1202	1302	-//-	1203	1303	1204	1304	1201
				клас точності	P6	P0	P5	P4	P0		P6	P5	P4	P0	36
				навантаження	R= 12 кН	R= 17 кН	R= 24 кН	R=7 кН	R=9 кН		R=7,5 кН	R=12 кН	R=9 кН	R=12 кН	R=5 кН

8		вид навантаження	оберт. вал	оберт. корпус	оберт. вал	оберт. корпус	оберт. вал		оберт. корпус	оберт. вал	оберт. корпус	оберт. вал	оберт. корпус
			дворядний тип 1000							однорядний тип 012000			
3		тип	2202	2104	2204	2305	2505		12202	12302	12204	12202	12302
		клас точності	P0	P6	P5	P4	P2		P0	P6	P5	P4	P2
		навантаження	R= 8 кН	R= 8 кН	R= 14 кН	R= 27 кН	R= 20 кН		R= 8 кН	R= 12 кН	R= 14 кН	R= 7,5 кН	R= 10 кН
		вид навантаження	оберт. вал	оберт. корпус	оберт. вал	оберт. корпус	оберт. вал		оберт. корпус	оберт. вал	оберт. корпус	оберт. вал	оберт. корпус
9		тип	7202	7203	7204	7304	7604	-//-	7205	7305	7605	7206	7306
		клас точності	P6	P0	P0	P6	P5		P0	P6	P6	P0	P5
		навантаження	R= 10 кН	R= 13 кН	R= 20 кН	R= 25 кН	R= 20 кН		R= 16 кН	R= 18 кН	R= 25 кН	R= 17 кН	R= 20 кН
		вид навантаження	оберт. корпус	оберт. корпус	оберт. вал	оберт. вал	оберт. вал		оберт. корпус	оберт. корпус	оберт. вал	оберт. вал	оберт. вал
5		тип	36102	36202	36302	36101	36201		236203	236204	236205	236203	236204
		клас точності	P0	P6	P5	P4	P0		P6	P5	P4	P0	P6
		навантаження	R= 6 кН	R= 8 кН	R= 12 кН	R= 5 кН	R= 7 кН		19	20	25	15	18
		вид навантаження	оберт. корпус	оберт. вал	оберт. корпус	оберт. вал	оберт. вал		оберт. вал	оберт. корпус	оберт. вал	оберт. вал	оберт. вал

Приклад 2.1 Розрахунок посадки внутрішнього кільця підшипника на вал

Підібрати посадку для внутрішнього кільця підшипника 205 класу точності Р6. Розрахувати посадку. Радіальне навантаження $R=2$ кН (обертається вал), навантаження поштовхове, перевантаження 200 %.

Накреслити схеми розташування полів допусків з'єднання підшипника з валом.



1. Умовне позначення підшипника 205 - маємо посадковий діаметр на вал 25 мм.

Із довідника [10, 24], або таблиці В5.1 або будь-якої бібліотеки визначаємо розміри підшипника

Обозначение	d, мм	D, мм	Ширина, мм	C, кН	C ₀ , кН
1000805	25 37	7	3.12	1.98	
1000905	25 42	9	7.32	3.68	
105	25 47	12	11.2	5.6	
▶ 205	25 52	15	14	6.95	
305	25 62	17	22.5	11.4	
405	25 80	21	36.4	20.4	
7000105	25 47	8	7.61	4	
7000805	25 37	4	1.74	1.18	

2. Підбираємо поле допуску внутрішнього кільця підшипника.

2.1 Спочатку приблизно за таблицею В4.6, В4.7:

- Вид навантаження - циркуляційне (обертається вал);
- Режим роботи - легкий або нормальний
 $P = 0,15 \cdot C = 0,15 \cdot 14 \text{ кН} = 2,1 \text{ кН}$;
- Різновид підшипника - кульковий;
- Діаметр отвору підшипника - до 100 мм;
- Клас точності підшипника 6.

❖ Маємо поле допуску $\xrightarrow{\text{рекомендоване}} k6, js6$.

2.2 Уточнюємо поле допуску розрахунком:

Визначаємо інтенсивність навантаження за формулою:

$$P_R = \frac{R}{b} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = \frac{2000}{12} \cdot 1,8 \cdot 1 \cdot 1 = 300 \frac{\text{Н}}{\text{мм}} = 300 \frac{\text{кН}}{\text{м}},$$

де R - розрахункова радіальна реакція опори = 2 кН;

B - ширина підшипника = 15 мм;

b - робоча ширина посадкового місця, мм;

для шарикових підшипників $b = B - 2 \cdot r = 15 - 2 \cdot 1,5 = 12 \text{ мм}$;

r - радіус закруглення кільця підшипника = 1,5 мм;

$$K_1 = 1;$$

K_2 - коефіцієнт, що враховує степінь послаблення посадкового натягу при порожнистому валу чи тонкостінному корпусі = 1 табл.2.3;

K_3 - коефіцієнт нерівномірності розподілу радіального навантаження між рядами роликів у дворядних конічних роликотішипниках, чи між подвоєними радіально-упорним шариковими підшипниками, при наявності осьового навантаження на опору = 1 табл. 2.4.

Для отриманої інтенсивності навантаження за тал.2.5 підбираємо поле допуску валу: маємо $js6$

3. Визначаємо граничні відхили діаметру циліндричного отвору внутрішнього кільця підшипника $\varnothing 25$ для класу точності Р6 за таблицею В4.1:

$$EI = -8 \text{ мкм},$$

$$ES = 0 \text{ мкм}.$$

4. Визначаємо граничні відхили поля допуску валу $\varnothing 25js6$ (табл.В1)

$$25js6 \quad IT6 = 13 \text{ мкм}; ei = -\frac{IT6}{2} = -6.5 \text{ мкм}, es = +\frac{IT6}{2} = +6.5 \text{ мкм}.$$

5. Характеристика посадки: утворена посадка $\varnothing 25 \frac{L6}{js6}$ перехідна в системі отвору.

Визначаємо граничні розміри деталей з'єднання:

$$dm_{\max} = d + ES = 25 + 0 = 25 \text{ мм},$$

$$dm_{\min} = d + EI = 25 + (-0,008) = 24,992 \text{ мм},$$

$$d_{\max} = d + es = 25 + 0,00065 = 25,0065 \text{ мм},$$

$$d_{\min} = d + ei = 25 - 0,0065 = 24,9935 \text{ мм}.$$

6. Визначаємо допуски розмірів деталей:

$$T_d = es - ei = 6,5 - (-6,5) = 13 \text{ мкм},$$

$$T_d = d_{\max} - d_{\min} = 25,0065 - 24,9935 = 0,013 \text{ мм},$$

$$T_D = ES - EI = 0 - (-8) = 8 \text{ мкм},$$

$$T_D = dm_{\max} - dm_{\min} = 25 - 24,992 = 0,008 \text{ мм}.$$

7. Визначаємо граничні зазори і натяги:

$$S_{\max} = dm_{\max} - d_{\min} = 25 - 24,9935 = 0,0065 \text{ мм},$$

$$N_{\max} = -(dm_{\min} - d_{\max}) = -(24,992 - 25,0065) = 0,0145 \text{ мм},$$

$$S_{\max} = ES - ei = 0 - (-6,5) = 6,5 \text{ мкм},$$

$$N_{\max} = -(EI - es) = -(-8 - 6,5) = 14,5 \text{ мкм}.$$

$$T_{SN} = S_{\max} + N_{\max} = 6.5 + 14.5 = 21 \text{ мкм},$$

$$T_{SN} = T_D + T_d = 8 + 13 = 21 \text{ мкм}.$$

8. Креслимо схему розташування полів допусків на форматі А1

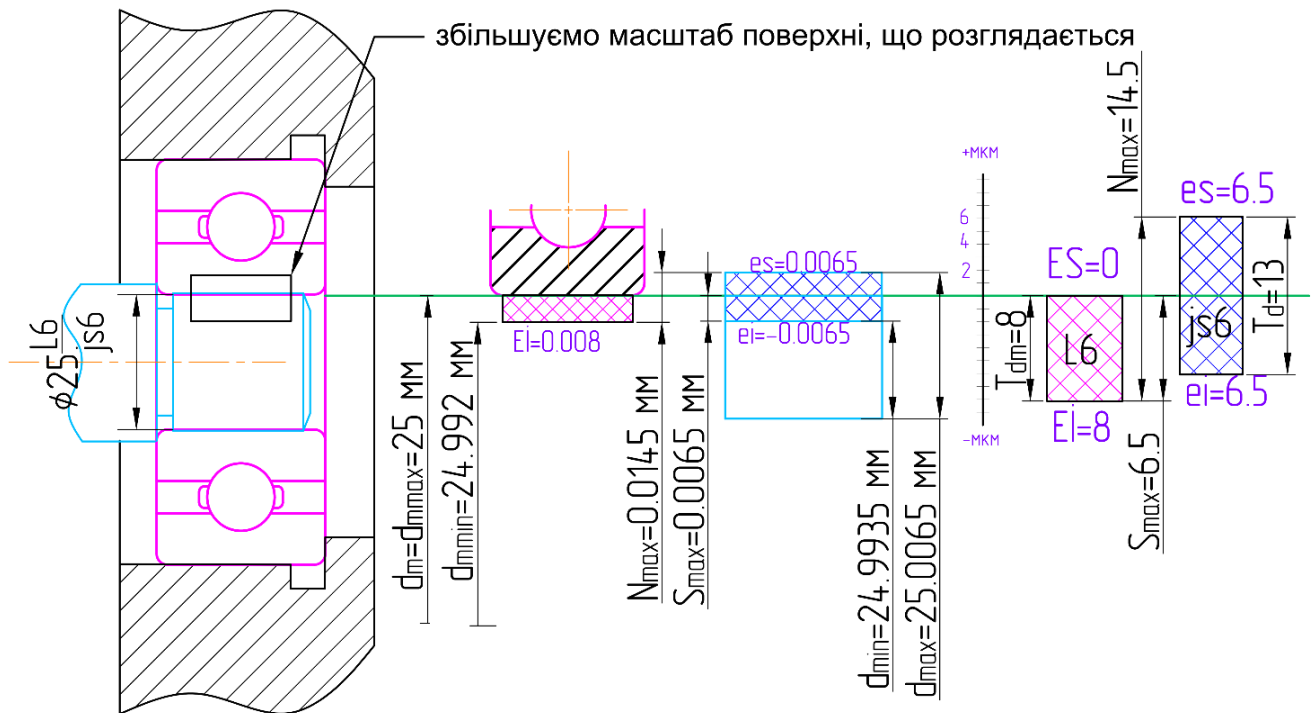


Рисунок 2.4 - Схема розташування полів допусків для з'єднання підшипника з валом $\varnothing 25 \frac{L6}{js6}$ (*Виконується на форматі А1 див. додаток Б2)

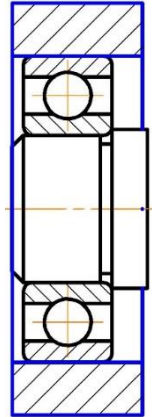
Переглянути приклад оформлення цього завдання можна в форматі tif

https://drive.google.com/file/d/1UxbgclAF1nhnlis0FpE1CI4G7IAND86m/view?usp=sharing	Для відкриття в moodle
https://drive.google.com/file/d/1JfliGOBfyKPMhTGQHicMsd90_15sGTYO/view?usp=sharing	Для відкриття в PDF XChange Viewer

Приклад 2.2 Розрахунок посадки зовнішнього кільця підшипника в корпус

Підібрати посадку в корпус для зовнішнього кільця підшипника 205 класу точності Р6. Розрахувати посадку. Радіальне навантаження $R=2$ кН (обертається вал), навантаження поштовхове, перевантаження 200 %.

Накреслити схеми розташування полів допусків з'єднання підшипника з корпусом.



1. Геометричні розміри підшипника в прикладі 2.1.
2. В залежності від виду навантаження та режиму роботи підшипника підбираємо рекомендоване поле допуску для посадки підшипника в корпус (див.табл.В4.5, В4.6).

- Вид навантаження - місцеве навантаження зовнішнього кільця (обертається вал).

- Режим роботи - легкий або нормальний $0,07 < P < 0,15$ С.

- Різновид підшипників - кулькові.

- Рекомендоване поле допуску для класу точності Р6 $\xrightarrow{\text{рекомендоване}} G7, H8, Js7$.

3. Визначаємо граничні відхилення діаметру циліндричного отвору зовнішнього кільця підшипника, $\varnothing 52$ для класу точності Р6 за табл. В4.2:

$$es = 0 \text{ мкм},$$

$$ei = -11 \text{ мкм}.$$

4. Визначаємо граничні відхилення поля допуску корпусу $\varnothing 52H8$ (див.табл.В3):

$$52H8 \quad IT7 = 30 \text{ мкм}; EI = 0 \text{ мкм}, ES = EI + IT8 = 0 + 46 = 46 \text{ мкм}.$$

5. Характеристика посадки: утворена посадка $\varnothing 52 \frac{H8}{16}$ з зазором в системі валу.

Визначаємо граничні розміри деталей з'єднання:

$$Dm_{\max} = Dm + es = 52 + 0 = 52 \text{ мм},$$

$$Dm_{\min} = Dm + ei = 52 + (-0,011) = 51,989 \text{ мм},$$

$$D_{\max} = D + ES = 52 + 0,046 = 52,046 \text{ мм},$$

$$D_{\min} = D + EI = 52 + 0 = 52 \text{ мм}.$$

6. Визначаємо допуски розмірів деталей:

$$T_{Dm} = es - ei = 0 - (-11) = 11 \text{ мкм},$$

$$T_{Dm} = D_{m_{\max}} - D_{m_{\min}} = 52 - 51,989 = 0,011 \text{ мм},$$

$$T_D = ES - EI = 46 - 0 = 46 \text{ мкм},$$

$$T_D = D_{\max} - D_{\min} = 52,046 - 52 = 0,046 \text{ мм}.$$

7. Визначаємо граничні зазори і натяги:

$$S_{\max} = (D_{\max} - D_{m_{\min}}) = 52,046 - 51,898 = 0,057 \text{ мм},$$

$$S_{\min} = (D_{\min} - D_{m_{\max}}) = 52 - 52 = 0 \text{ мм},$$

$$S_{\max} = (ES - ei) = 46 - (-11) = 57 \text{ мкм},$$

$$S_{\min} = (EI - es) = 0 - 0 = 0 \text{ мкм}.$$

8. Креслимо схему розташування полів допусків на форматі А1

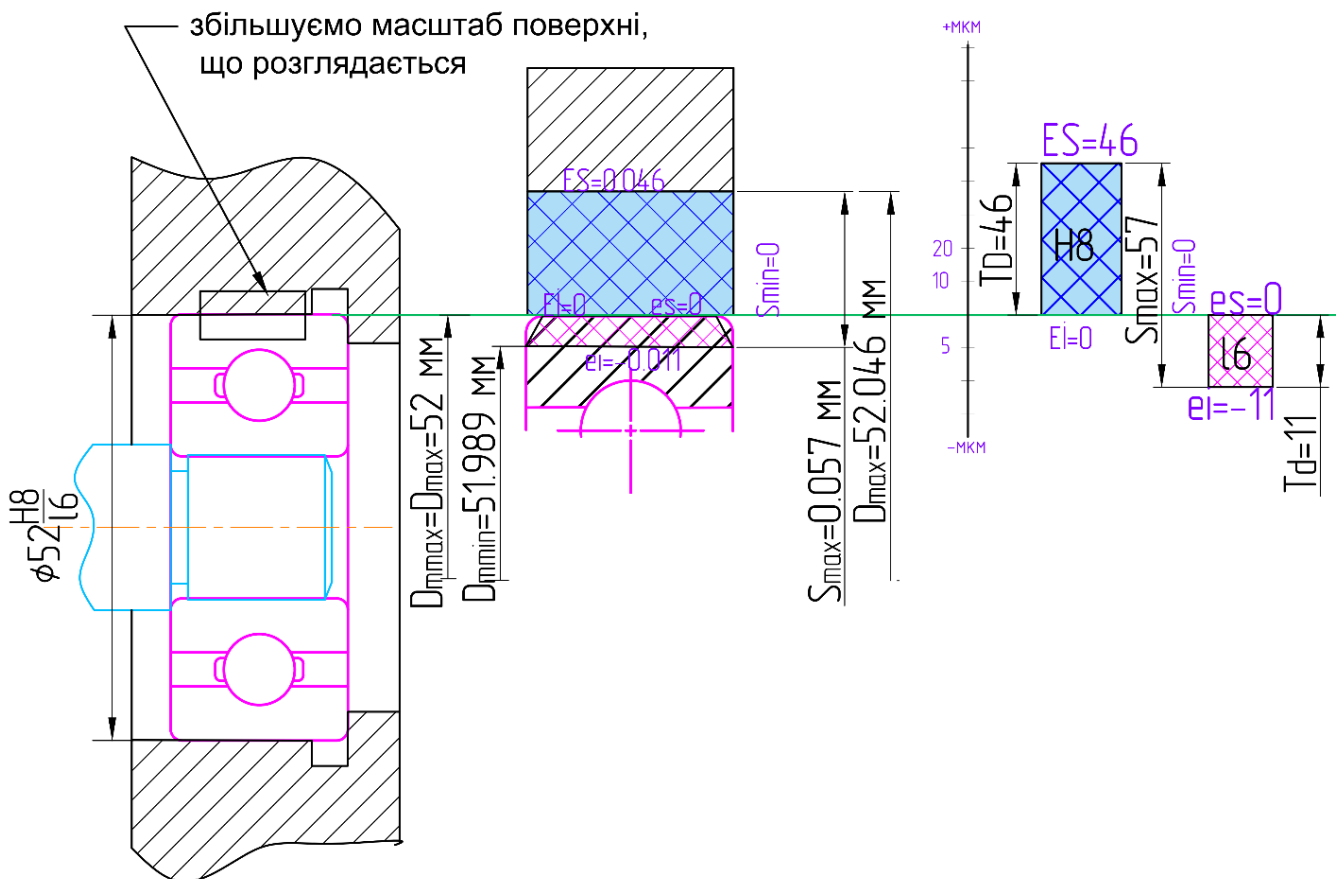


Рисунок 2.5 - Схема розташування полів допусків для з'єднання підшипника з корпусом $\phi 52 \frac{H8}{f6}$ (*Виконується на форматі А1 див. додаток Б2)

Переглянути приклад оформлення цього завдання можна в форматі tif

https://drive.google.com/file/d/1UxbgclAF1nhnlis0FpE1CI4G7IAND86m/view?usp=sharing	Для відкриття в moodle
https://drive.google.com/file/d/1JfliGOBfyKPMhTGQHicMsd90_15sGTYO/view?usp=sharing	Для відкриття в PDF XChange Viewer

9. Проставлення розмірів, параметрів шорсткості та допуски форми і розташування поверхонь (*Виконується на форматі А1 див. додаток Б2)

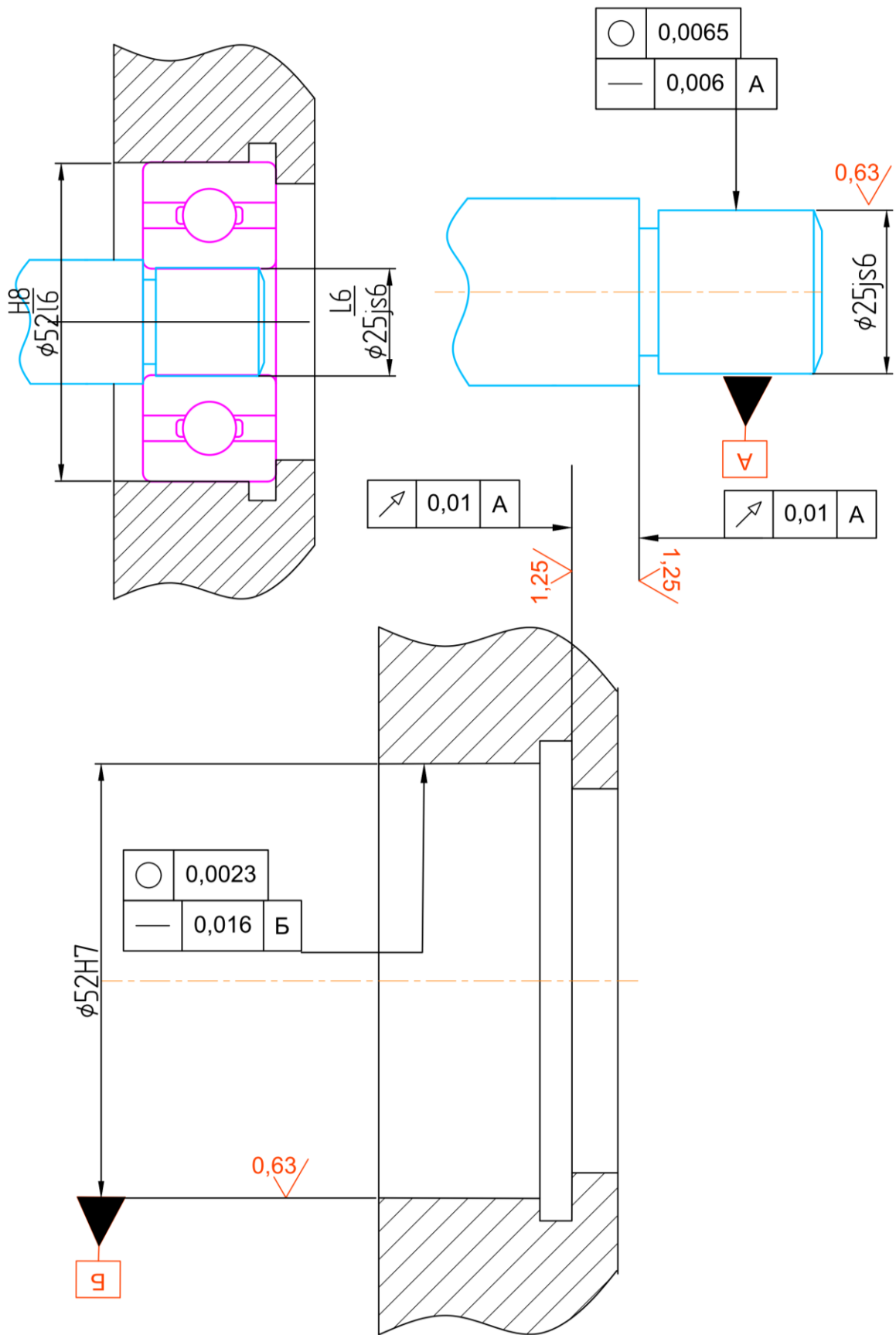


Рисунок 2.6 Приклад виконання креслення підшипникових вузлів та його елементів. Ілюстрація до завдання 2 «Розрахунок посадок для підшипника кочення» *Виконується на форматі А1 див. додаток Б2

3. Шпоночне з'єднання

Шпоночне з'єднання призначено для передачі обертового моменту від однієї деталі до іншої, частіше за все від валу до розташованих на ньому деталей.

Шпоночне з'єднання може забезпечувати нерухоме або рухоме вздовж осі з'єднання деталей.

По формі шпонки розрізняють:

- Призматичні;
- Клинові;
- Сегментні;
- Тангенціальні.

Переважно використовуються призматичні шпонки. Використання призматичних шпонок дає можливість точного центрування елементів, що спряжуються, і отримання нерухомих і ковзаючих з'єднань

Сегментні шпонки по призначенню аналогічні призматичним шпонкам і використовуються при з'єднанні деталей невеликої довжини. Шпонки виготовляють у вигляді сегменту, що забезпечує технологічність виготовлення шпоночного пазу шляхом фрезерування дисковою фрезою, а також зручність складання шпоночного з'єднання.

Основні розміри шпонок і шпонкових пазів у з'єднаннях з призматичними шпонками регламентує чинний нормативний документ. Вони представлені на рис.3.1 [2].

Для шпонкових з'єднань з сегментними шпонками розміри елементів з'єднань згідно ДСТУ ГОСТ 24071-2005, представлені на рис.3.2 [2].

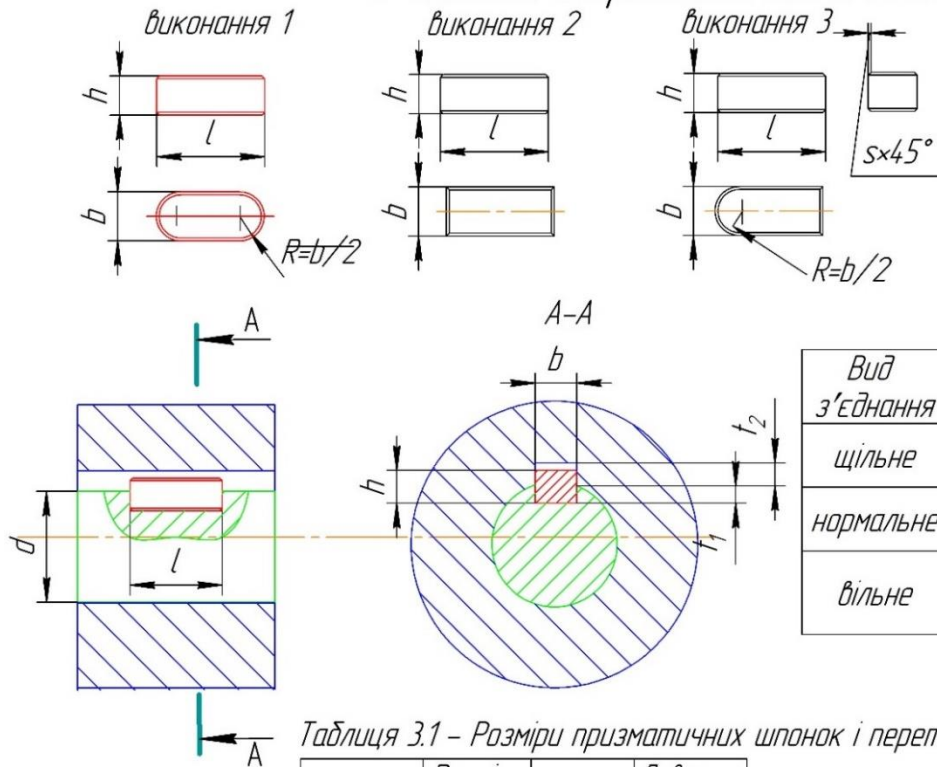
Номінальним розміром, за яким відбувається з'єднання валу і корпусу шпонкою, прийнятий розмір шпонки b . Згідно з номінальним розміром встановлено три види з'єднань:

- вільне - для отримання нерухомих посадок, які застосовуються при утруднених умовах складання (вільне з'єднання для сегментних шпонок не передбачено);
- нормальне - для отримання нерухомих розбірних з'єднань при сприятливих умовах складання;
- щільне - для отримання нерухомих з'єднань з напруженням при складанні, що працюють при реверсивних навантаженнях.

Шпонки переважно з'єднуються з валами по ширині шпонки нерухомою посадкою, а з втулкою - однією з рухомих посадок.

Натяг потрібний для фіксування положення шпонки при експлуатації, а зазор - для компенсації неминучих похибок пазів та їх перекосу.

З'єднання з призматичними шпонками



Розмір шпонки	Поле допуску
ширина b	$h9$
висота h	$h9$ при $h=(2-6)$ мм $h11$ при $h>6$ мм
довжина l	$h14$

Вид з'єднання	Паз валу	Паз втулки	Призначення
щільне	$P9$	$P9, JS9^*$	для нерухомих з'єднань при ударному навантаженні
нормальне	$N9$	$JS9, D10^*$	для нерухомих з'єднань при спокійному навантаженні
вільне	$D10$	$N9, H9^*$	для ковзаючих шпонок
	$N9, H9^*$	$D10$	для направляючих шпонок

Таблиця 3.2 – Граничні відхилення глибини пазу і розмірів, що пов'язані з глибиною пазу

Таблиця 3.1 – Розміри призматичних шпонок і перетину пазу

Діаметр валу d , мм	Розмір перетину шпонки		Глибина пазу		Довжина шпонки* l	
	b	h	t_1	t_2	від	до
від 6 до 8	2	2	1,2	1,0	6	20
>8 до 10	3	3	1,8	1,4	6	36
>10 до 12	4	4	2,5	1,8	8	45
>12 до 17	5	5	3	2,3	10	56
>17 до 22	6	6	3,5	2,8	14	70
>22 до 30	8	7	4	3,3	18	90
>30 до 38	10	8	5	3,3	22	110
>38 до 44	12				28	140

* довжина шпонки повинна вибиратися із ряду: 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140

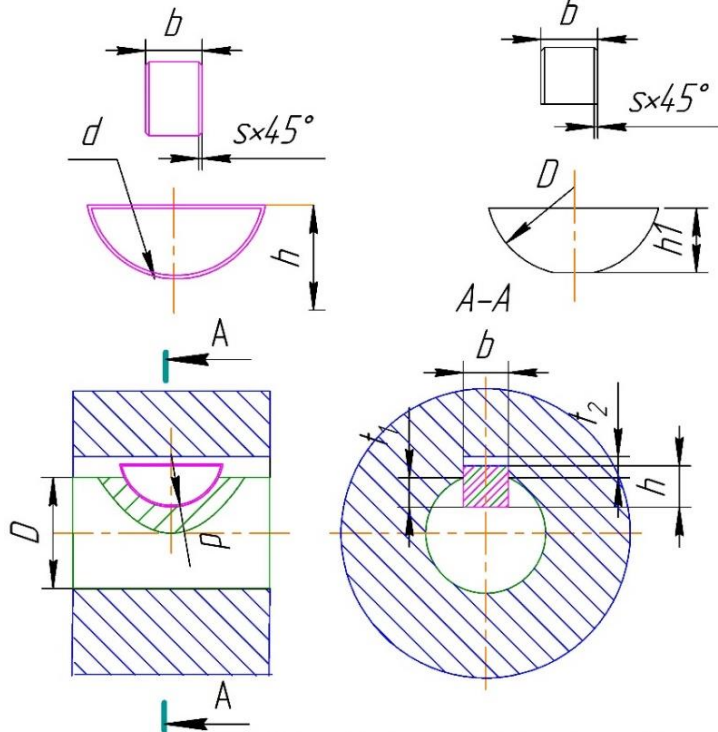
Висота шпонки h	Граничні відхилення розмірів		
	t_1	$d-t_1$	t_2 або $d+t_2$
від 2 до 6	$+0,1$ 0	0 $-0,1$	$+0,1$ 0
>6 до 18	$+0,2$ 0	0 $-0,2$	$+0,2$ 0
>18 до 50	$+0,3$ 0	0 $-0,3$	$+0,3$ 0

Рисунок 3.1 - З'єднання з призматичним шпонками

З'єднання з сегментними шпонками

виконання 1

виконання 2



Таблиця 3.4 – Граничні відхилення глибини пазу і розмірів, що пов'язані з глибиною пазу

Висота шпонки h	Граничні відхилення розмірів		
	t_1	$D-t_1$	t_2 або $D+t_2$
від 1,4 до 3,7	+0,1 0	0 -0,1	+0,1 0
>3,7 до 7,5	+0,2 0	0 -0,2	+0,1 0
>7,5 до 10	+0,3 0	0 -0,3	+0,1 0
>10 до 13	+0,3 0	0 -0,3	+0,2 0

Розмір шпонки	Поле допуску
ширина b	$h9$
висота h	$h11$
діаметр d	$h12$

Вид з'єднання	Паз валу	Паз втулки	Призначення
щільне	$p9$	$p9$	для нерухомих з'єднань при ударному навантаженні
нормальне	$N9$	$JS9$	для нерухомих з'єднань при спокійному навантаженні

Таблиця 3.3 – Розміри сегментних шпонок і шпоночних пазів

Діаметр валу D , мм		Розмір шпонки $b \times h \times d$	Глибина пазу		Діаметр валу D , мм		Розмір шпонки $b \times h \times d$	Глибина пазу	
Призначення*			t_1	t_2	Призначення			t_1	t_2
I	II				I	II			
від 3 до 4	від 3 до 4	1x1,4x4	1,0	0,6	>14 до 16	>20 до 22	4x7,5x19	6,0	1,8
>4 до 5	>4 до 6	1,5x2,6x7	2,0	0,8	>16 до 18	>22 до 25	5x6,5x16	4,5	2,3
>5 до 6	>6 до 8	2x2,6x7	1,8	1,0	>18 до 20	>25 до 28	5x7,5x19	5,5	2,3
>6 до 7	>8 до 10	2x3,7x10	2,9	1,0	>20 до 22	>28 до 32	5x9x22	7,0	2,3
>7 до 8	>10 до 12	2,5x3,7x10	2,7	1,2	>22 до 25	>32 до 36	6x9x22	6,5	2,8
>8 до 10	>12 до 15	3x5x13	3,8	1,4	>25 до 28	>36 до 40	6x10x25	7,5	2,8
>10 до 12	>15 до 18	3x6,5x16	5,3	1,5	>28 до 32	>40	8x11x28	8,0	3,3
>12 до 14	>18 до 20	4x6,5x16	5,0	1,8	>32 до 38		10x13x32	10,0	3,3

* Призначення I – шпонки для передачі обертових моментів;
II – шпонки для фіксації елементів

Рисунок 3.2 - З'єднання з сегментними шпонками

Завдання 3 Розрахунок допусків і посадок для шпоночного з'єднання (вихідні дані)

Вибрати тип шпоночного з'єднання і підібрати шпонку для з'єднання втулки з валом.

Намітити посадки за спряженими розмірам. Розрахувати граничні зазори і натяги. Накреслити схему розташування полів допусків. Визначити розміри і граничні відхили не спряжених розмірів шпонки і пазу. Вказати на кресленні шпоночного з'єднання граничні відхили А1.

			рік непарний		Остання цифра шифру																														
					0	1	2	3	4	5	6	7	8	9																					
Передостання цифра шифру	0	тип шпонки	призматична	+	10	+	44	+	28	+	24	+	22,5	+	16	+	18	+	28	+	20	+	18												
			сегментна																																
		вид з'єднання	вільне	+																															
			нормальне																																
			щільне																																
	1	тип шпонки	призматична		13	+	10,5	+	18	+	24	+	22,5	+	15	+	19	+	17	+	27	+	22												
			сегментна	+																															
		вид з'єднання	вільне																																
			нормальне	+																															
			щільне																																
	2	тип шпонки	призматична	+	9		13,5	+	12	+	22	+	23		10	+	23	+	19	+	15	+	29												
			сегментна			+																													
		вид з'єднання	вільне																																
			нормальне	+																															
			щільне																																
	3	тип шпонки	призматична		38	+	8	+	15	+	12,5	+	28,5	+	16	+	11	+	19	+	18	+	18												
сегментна			+																																
вид з'єднання		вільне																																	
		нормальне	+																																
		щільне																																	
4	тип шпонки	призматична	+	22		36	+	10	+	15,5	+	15	+	14	+	18	+	18	+	18	+	22,5													
		сегментна			+																														
	вид з'єднання	вільне	+																																

			рік парний	Остання цифра шифру																					
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9												
0	тип шпонки	призматична	+	17	+	22	23	16	22	17	18	22,5	9	13											
		сегментна																							
	вид з'єднання	вільне	+																						
		нормальне													+										
		щільне														+									
1	тип шпонки	призматична		13,5	+	16,5	22,5	22	16,5	22,5	17,5	22,5	28	8											
		сегментна	+																						
	вид з'єднання	вільне														+									
		нормальне																							
		щільне																							
					+																				
2	тип шпонки	призматична		10	+	15	22,5	27	27	18	20	23	18	32											
		сегментна	+																						
	вид з'єднання	вільне																							
		нормальне	+																						
		щільне																							
3	тип шпонки	призматична		28	+	10,5	15,5	22	30	22	18,5	22	24	18,5											
		сегментна	+																						
	вид з'єднання	вільне																							
		нормальне	+																						
		щільне																							
4	тип шпонки	призматична		18,5	+	29	12	16	23	30,5	22,5	20,5	22,5	22,5											
		сегментна	+																						
	вид з'єднання	вільне																							
		нормальне	+																						
		щільне																							
5	тип шпонки	призматична		10	+	20	15	17	13	10	10	18	12	19											
		сегментна	+																						
	вид з'єднання	вільне																							
		нормальне	+																						
		щільне																							

6	тип шпонки	призматична	+	18		11		18		23		18			
		сегментна			+				+				+		
	вид з'єднання	вільне	+	15		17		18		18.5		19		13	
		нормальне			+		+		+		+		+		
		щільне			+										+
	тип шпонки	призматична	+	15		15		15		18.5		17		10.5	
		сегментна			+				+				+		+
	вид з'єднання	вільне		17		17		17		18.5		19		10.5	
		нормальне			+		+		+		+		+		
		щільне	+												+
	тип шпонки	призматична	+	15		15		15		18.5		17		20	
		сегментна			+				+				+		+
вид з'єднання	вільне		17		17		17		18.5		19		10.5		
	нормальне	+										+		+	+
	щільне													+	+
тип шпонки	призматична		17		13		17		18		18		18.5		
	сегментна	+				+				+				+	
вид з'єднання	вільне		17		13		17		18		18		18.5		
	нормальне					+				+		+		+	
	щільне	+												+	+
тип шпонки	призматична		17		13		17		18		18		18.5		
	сегментна	+				+				+				+	
вид з'єднання	вільне		17		13		17		18		18		18.5		
	нормальне					+				+		+		+	
	щільне	+												+	+
тип шпонки	призматична		17		13		17		18		18		18.5		
	сегментна	+				+				+				+	
вид з'єднання	вільне		17		13		17		18		18		18.5		
	нормальне					+				+		+		+	
	щільне	+												+	+

Приклад 3.1 Розрахунок шпоночного з'єднання з призматичною шпонкою

Підібрати шпонку для з'єднання $\varnothing 10$ (нормальне). Намітити посадки по спряженим розмірам. Розрахувати граничні зазори і натяги. Накреслити схему полів допусків. Вказати на кресленні шпоночного з'єднання граничні відхили. Визначити розміри і граничні відхили не спряжених розмірів шпонки і пазу.

1. Для заданого діаметру з'єднання визначаємо геометричні розміри шпонки за [2] або табл.3.1:

$$b \times h \times l \\ 3 \times 3 \times (6 \dots 36) \text{ мм}; t_1 = 1,8 \text{ мм}, t_2 = 1,4 \text{ мм}.$$

2. В залежності від типу з'єднання (нормальне, вільне, щільне) назначаємо поле допуску. За завданням з'єднання нормальне, тому назначаємо допуск:

- на ширину пазу у втулці назначаємо - JS9;
- на ширину пазу на валу назначаємо - N9 рис.3.1;
- на ширину шпонки назначаємо поле допуску - h9 рис.3.1.

3. Отже, утворилися посадки по ширині пазу:

- Шпонки з валом $3 \frac{N9}{h9}$;
- Шпонки з втулкою $3 \frac{JS9}{h9}$.

4. Визначаємо граничні відхили для утворених посадок за [6] або табл.В1,В2, В3 додатку В:

$$3h9 \quad IT9 = 25 \text{ мкм}; es = 0 \text{ мкм}, ei = es - IT9 = 0 - 25 = -25 \text{ мкм},$$

$$3N9 \quad IT9 = 25 \text{ мкм}; ES = -4 \text{ мкм}, EI = ES - IT9 = -4 - 25 = -29 \text{ мкм},$$

$$3JS9 \quad IT9 = 25 \text{ мкм}; ES = +\frac{IT9}{2} = +12,5 \text{ мкм}, EI = -\frac{IT9}{2} = -12,5 \text{ мкм}.$$

5. Визначаємо граничні зазори та натяги для з'єднання $3 \frac{N9}{h9}$:

$$S_{\max} = ES - ei = 4 - (-25) = 21 \text{ мкм},$$

$$S_{\min} = EI - es = -29 - (-0) = -29 \text{ мкм},$$

$$-S_{\min} = N_{\max} = 29 \text{ мкм}.$$

6. Визначаємо граничні зазори та натяги для з'єднання $3 \frac{JS9}{h9}$:

$$S_{\max} = ES - ei = +12,5 - (-25) = 37,5 \text{ мкм},$$

$$S_{\min} = EI - es = -12,5 - (-0) = -12,5 \text{ мкм},$$

$$-S_{\min} = N_{\max} = 12,5 \text{ мкм}.$$

7. Назначаємо поле допуску на другорядні і не спряжені розміри шпоночного з'єднання:

• на висоту шпонки $h = 3 \text{ мм}$ назначаємо поле допуску $h9$, оскільки $h < 6 \text{ мм}$

$$3h9 \quad IT9 = 25 \text{ мкм}; \quad es = 0 \text{ мкм}, \quad ei = es - IT9 = 0 - 25 = -25 \text{ мкм};$$

• на довжину шпонки $l = 8 \text{ мм}$ назначаємо поле допуску $h14$:

$$8h14 \quad IT14 = 360 \text{ мкм}; \quad es = 0 \text{ мкм}, \quad ei = es - IT14 = 0 - 360 = -360 \text{ мкм};$$

• на довжину пазу на валу $l = 8 \text{ мм}$ назначаємо поле допуску $H15$:

$$8H15 \quad IT15 = 580 \text{ мкм}; \quad EI = 0 \text{ мкм}, \quad ES = EI + IT15 = 0 + 580 = 580 \text{ мкм}.$$

8. Визначаємо граничні відхили на глибину пазу валу і втулки відповідно [2] або табл.3.2:

$$t_1 = 1.8({}^{+0.1}) \text{ мм}, \quad t_2 = 1.4({}^{+0.1}) \text{ мм}.$$

9. Креслимо схему розташування полів допусків для утворених посадок рис.3.3.

10. Наносимо розміри шпоночного з'єднання на складальному кресленні рис.3.4.

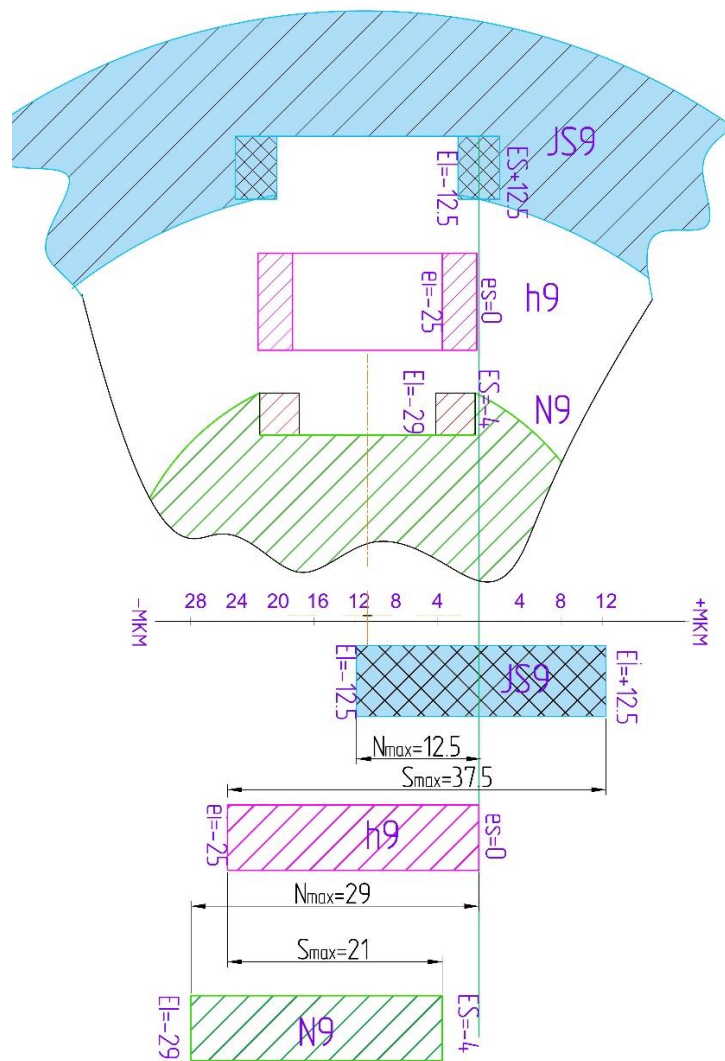


Рисунок 3.3 - Схема розташування полів допусків для з'єднання

$$3 \frac{JS9}{h9}; 3 \frac{N9}{h9}$$

Завдання 3. Розрахунок допусків і посадок для шпоночного з'єднання

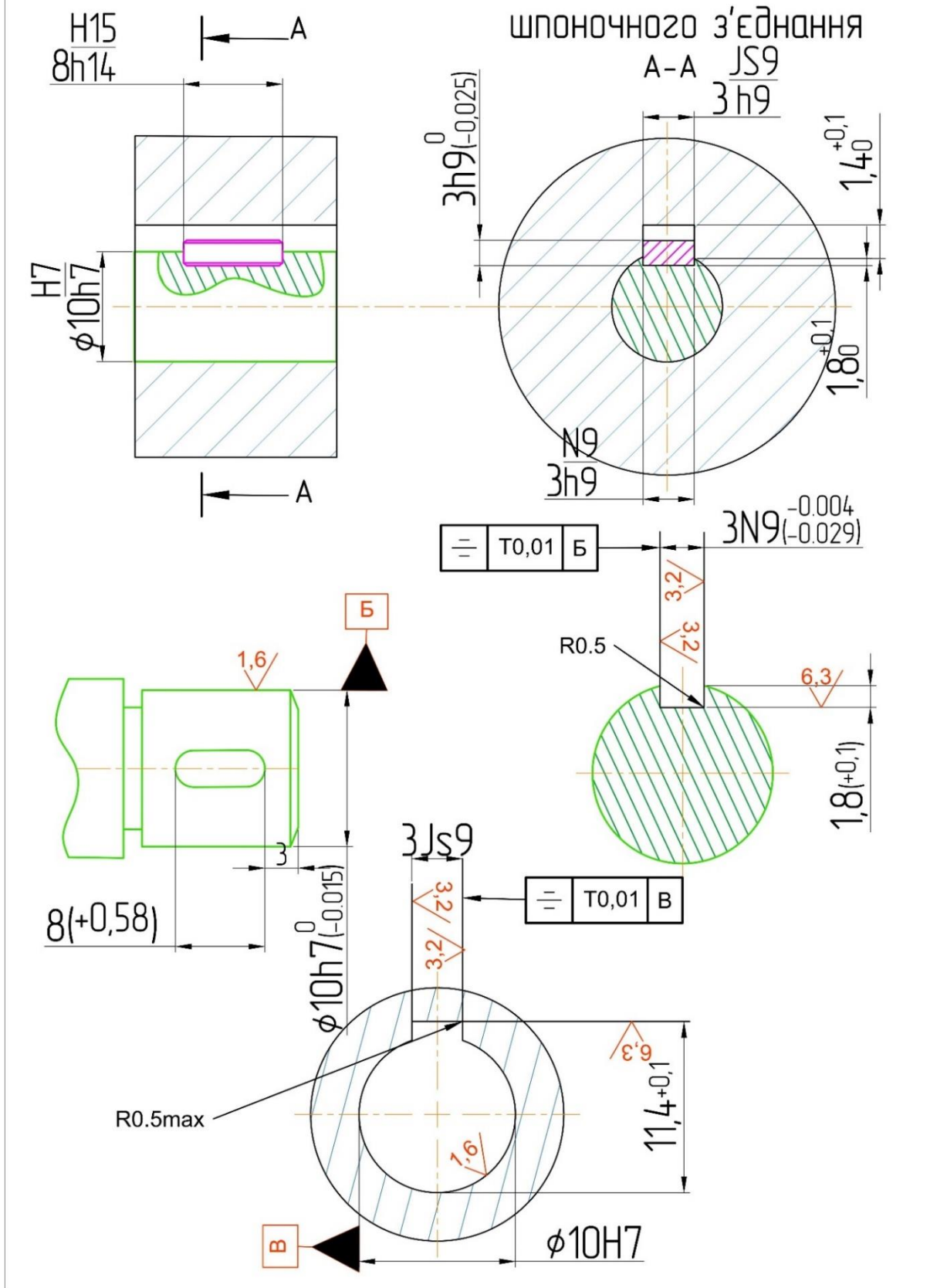


Рисунок 3.4 - Нанесення розмірів шпоночного з'єднання (призматична шпонка). Ілюстрація до прикладу 3.1 «Розрахунок шпоночного з'єднання з призматичною шпонкою». *Виконується на форматі А1 див. додаток Б2

Приклад 3.2 Розрахунок шпоночного з'єднання з сегментною шпонкою

Підібрати шпонку для з'єднання Ø38 (нормальне для передачі обертового моменту). Намітити посадки по спряженим розмірам. Розрахувати граничні зазори і натяги. Накреслити схему полів допусків. Вказати на кресленні шпоночного з'єднання граничні відхили. Визначити розміри і граничні відхили не спряжених розмірів шпонки і пазу.

1. Для заданого діаметру з'єднання визначаємо геометричні розміри сегментної шпонки за [2] або табл.3.2:

$$b \times h \times d \\ 10 \times 13 \times 32 \text{ мм}; t_1 = 10 \text{ мм}, t_2 = 3.3 \text{ мм}.$$

2. В залежності від типу з'єднання (нормальне, щільне) назначаємо поле допуску. За завданням з'єднання нормальне, тому назначаємо допуск:

- на ширину пазу у втулці JS9;
- на ширину пазу на валу N9 рис.3.2;
- Назначаємо поле допуску h9 на ширину шпонки рис.3.2.

Отже, утворилися посадки по ширині пазу:

- Шпонки з валом $10 \frac{N9}{h9}$;
- Шпонки з втулкою $10 \frac{JS9}{h9}$.

10. Визначаємо граничні відхили для утворених посадок за [6] або табл.В1,В2, В3 додатку В:

$$10h9 \quad IT9 = 36 \text{ мкм}; es = 0 \text{ мкм}, ei = es - IT9 = 0 - 36 = -36 \text{ мкм},$$

$$10N9 \quad IT9 = 36 \text{ мкм}; ES = 0 \text{ мкм}, EI = ES - IT9 = 0 - 36 = -36 \text{ мкм},$$

$$10JS9 \quad IT9 = 36 \text{ мкм}; ES = +\frac{IT9}{2} = +18 \text{ мкм}, EI = -\frac{IT9}{2} = -18 \text{ мкм}.$$

4. Визначаємо граничні зазори та натяги для з'єднання $10 \frac{N9}{h9}$:

$$S_{\max} = ES - ei = 0 - (-36) = 36 \text{ мкм},$$

$$S_{\min} = EI - es = -36 - (-0) = -36 \text{ мкм},$$

$$-S_{\min} = N_{\max} = 36 \text{ мкм}.$$

5. Визначаємо граничні зазори та натяги для з'єднання $10 \frac{JS9}{h9}$

$$S_{\max} = ES - ei = +18 - (-36) = 54 \text{ мкм},$$

$$S_{\min} = EI - es = -18 - (-0) = -18 \text{ мкм},$$

$$-S_{\min} = N_{\max} = 18 \text{ мкм}.$$

6. Назначаємо поле допуску на другорядні і не спряжені розміри шпоночного з'єднання рис.3.2:

- на висоту шпонки $h = 13 \text{ мм}$ назначаємо поле допуску $h11$:

$$13h11 \quad IT11 = 25 \text{ мкм}; es = 0 \text{ мкм}, ei = es - IT11 = 0 - 110 = -110 \text{ мкм};$$

- на діаметр шпонки $d = 32 \text{ мм}$ назначаємо поле допуску $h12$:

$$32h12 \quad IT12 = 250 \text{ мкм}; es = 0 \text{ мкм}, ei = es - IT12 = 0 - 250 = -250 \text{ мкм};$$

7. Визначаємо граничні відхили на глибину пазу валу і втулки відповідно [2] або табл.3.4:

$$t_1 = 10({}^{+0.3}) \text{ мм}, t_2 = 3.3({}^{+0.3}) \text{ мм}.$$

8. Креслимо схему розташування полів допусків для утворених посадок рис.3.5.

9. Наносимо розміри шпоночного з'єднання на складальному кресленні рис.3.6

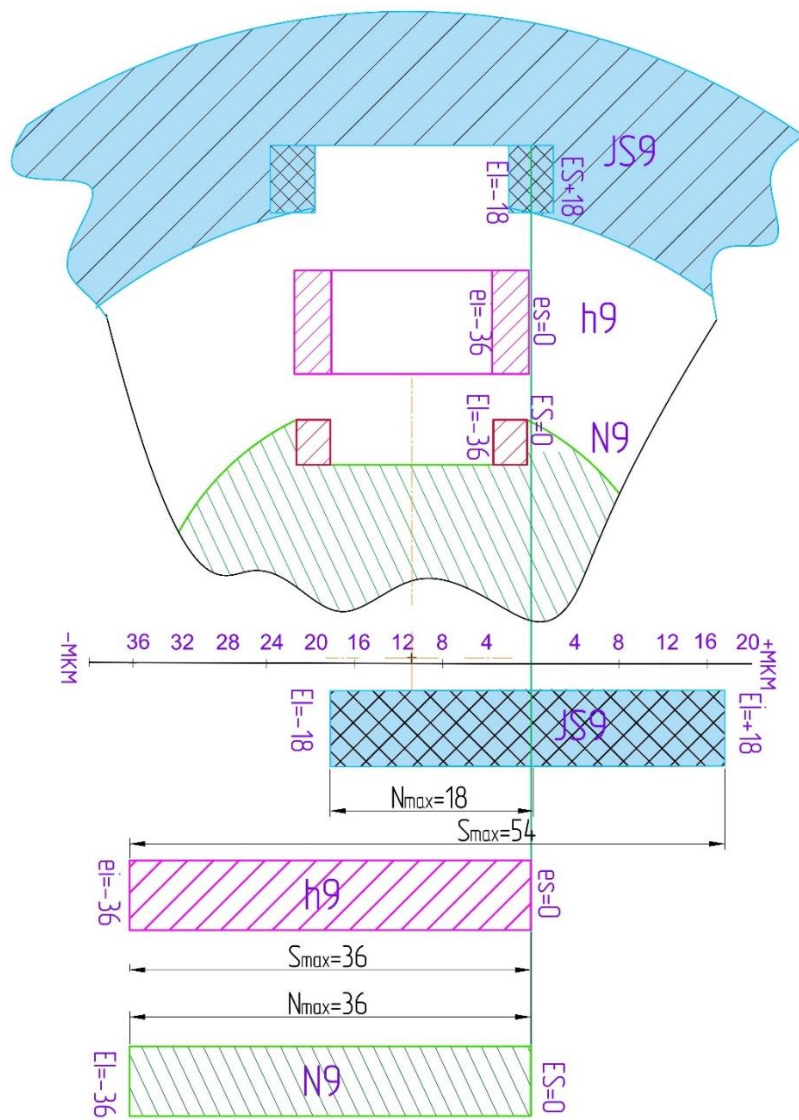


Рисунок 3.5 - Схема розташування полів допусків для з'єднання

$$10 \frac{JS9}{h9}; 10 \frac{N9}{h9}$$

Завдання 3. Розрахунок допусків і посадок для шпоночного з'єднання

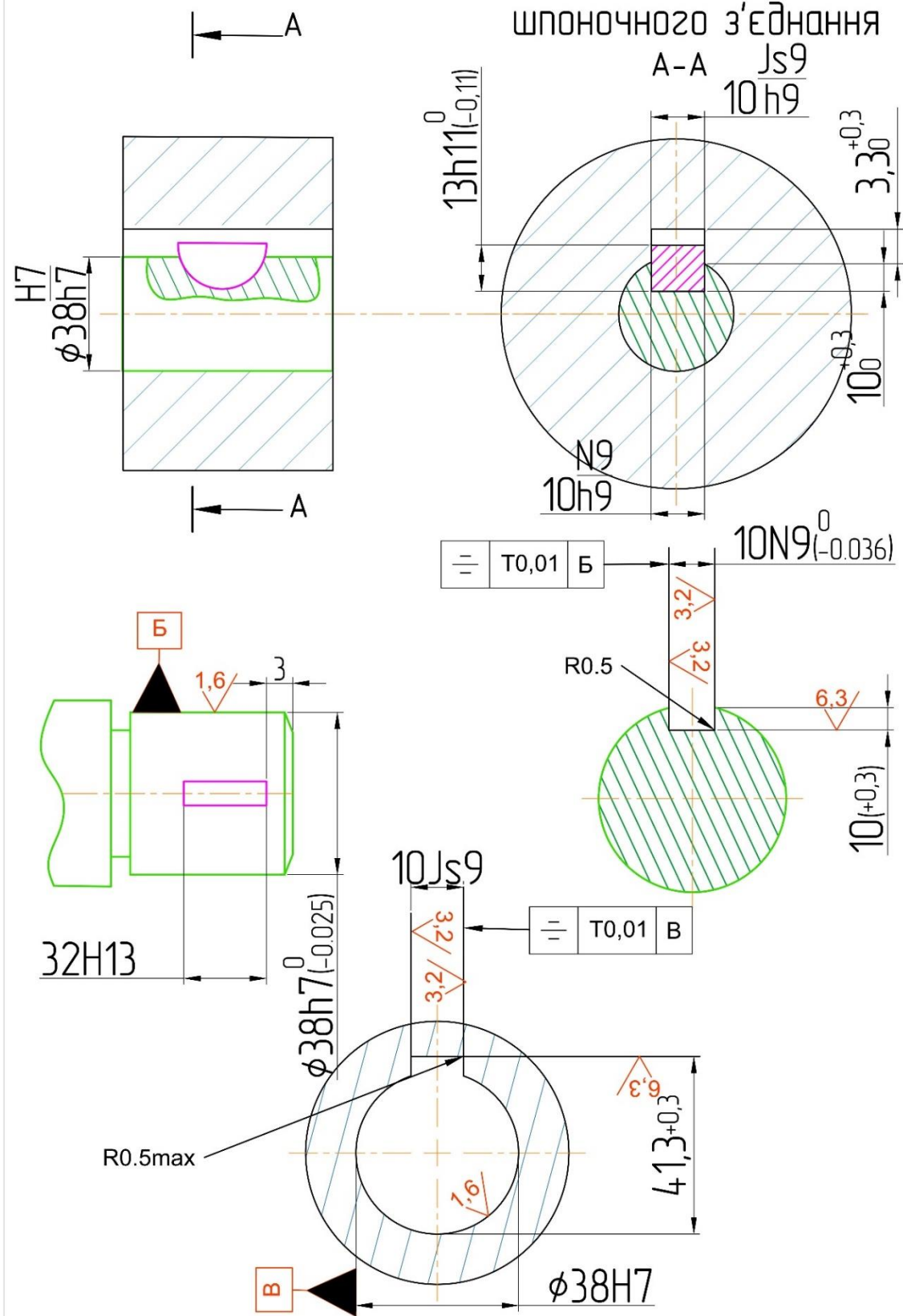


Рисунок 3.6 - Нанесення розмірів шпоночного з'єднання (сегментна шпонка). Ілюстрація до прикладу 3.2 «Розрахунок шпоночного з'єднання з сегментною шпонкою» *Виконується на форматі А1 див. додаток Б2

4. Загальні принципи стандартизації допусків і посадок нарізі

На довжині згвинчування різьбових деталей розташовано декілька витків нарізі, що утворюють різьбовий контур. В нарізному з'єднанні розрізняють дійсний, номінальний та граничний контури.

Номінальний контур нарізі визначає найбільший граничний контур болта і найменший граничний контур гайки [12].

Від номінального контуру в напрямку, перпендикулярному до осі нарізі, відраховують відхилення.

При виготовленні нарізних деталей неминучими є похибки профілю нарізі та її розмірів, можлива не концентричність діаметральних перерізів та інші відхилення, які можуть порушувати згвинчуваність і погіршити якість з'єднання.

Посадки нарізних з'єднань визначаються в основному характером з'єднання бокових сторін профілю. Розташування полів допусків зовнішнього та внутрішнього діаметрів виключає можливість отримання натягу по вершинах і впадинах нарізі і вони забезпечують гарантований зазор.

Для нарізних деталей застосовують не квалітети, а ступені точності ДСТУ ISO 261:2005 : 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 в порядку зменшення точності із збільшенням ступені.

Для вибору ступені точності в залежності від довжини згвинчування нарізі і вимог до точності з'єднань встановлені три групи довжин згвинчування: короткі - S, нормальні - N (від $2,24 \cdot P \cdot d^{0,2}$ до $6,7 \cdot P \cdot d^{0,2}$), довгі - L (табл.В8) [2] ДСТУ 965-1:2005.

Поля допусків болтів і гайок встановлені для трьох класів точності: **точного, середнього і грубого.**

Точний клас рекомендується для відповідальних статично навантажених нарізних з'єднань, або при потребі малих коливань характеру посадки.

Середній клас використовують для нарізі загального призначення. Грубий клас – для нарізі, які нарізають на гарячекатаних заготовках, довгих глухих отворах тощо.

На схемах полів допусків нарізі значення граничних відхилів і допусків вказують із коефіцієнтом $\frac{1}{2}$, так як ці значення відносяться до діаметру нарізі, а профіль відображає лише половину нарізі, що знаходиться по одну сторону від осі.

4.1 Посадки з нарізних з'єднань зазором

Для отримання посадок нарізних деталей з зазором в ДСТУ ISO 965-3:2005 передбачено ряди основних відхилень верхніх es для зовнішньої нарізі (гвинтів) і нижніх EI для внутрішньої нарізі (гайок), котрі визначають розташування поля допуску діаметру різьби відносно номінального профілю рисунок 4.2.

Таблиця 4.1 - Основні параметри метричної нарізі для посадок з зазором

<i>Параметри</i>	<i>Умовне позначення</i>	<i>Таблиці числових значень</i>
Основні розміри метричної нарізі	$d; d_2; d_1; d_3$ $D; D_2; D_1$	Табл.В9
Основні відхили діаметрів нарізі	$es; es_2; EI; EI_2$	Табл.В10
Допуск зовнішнього і внутрішнього діаметра	$T_d; T_{D_1}$	Табл.В11
Допуск середнього діаметра нарізі	$T_{d_2}; T_{D_2}$	Табл.В13
Поля допусків для посадок з зазором		Табл.В12
Граничні відхили діаметрів зовнішньої нарізі	$4g; 4h; 5g6g; 6d; 6e 6f$ $6g; 6h; 7g6g; 8g$	Табл.В14
Граничні відхили діаметрів внутрішньої нарізі	$4H; 4H5H; 5H; 6H;$ $6G; 7G; 7H; 8H$	Табл.В15

Форма впадини зовнішньої нарізі. При закругленій впадині нарізі гвинта рис.4.1 радіус кривизни впадини ні в одній точці не повинен бути менше $R_{\min} = 0,1P$. При високих вимогах до міцності нарізі допускається встановлювати $R_{\min} = 0,125P$. Значення R_{\min} [2] або табл.В6. При плоскорізаний впадині гвинта реальний профіль впадини необхідно розташовувати між лініями плоского зрізу на відстані $H/4$ і $H/8$ від вершини вихідного трикутника рис.4.1.



Рисунок 4.1 - Розташування границі профілю плоскорізаної та закругленої впадини зовнішньої нарізі

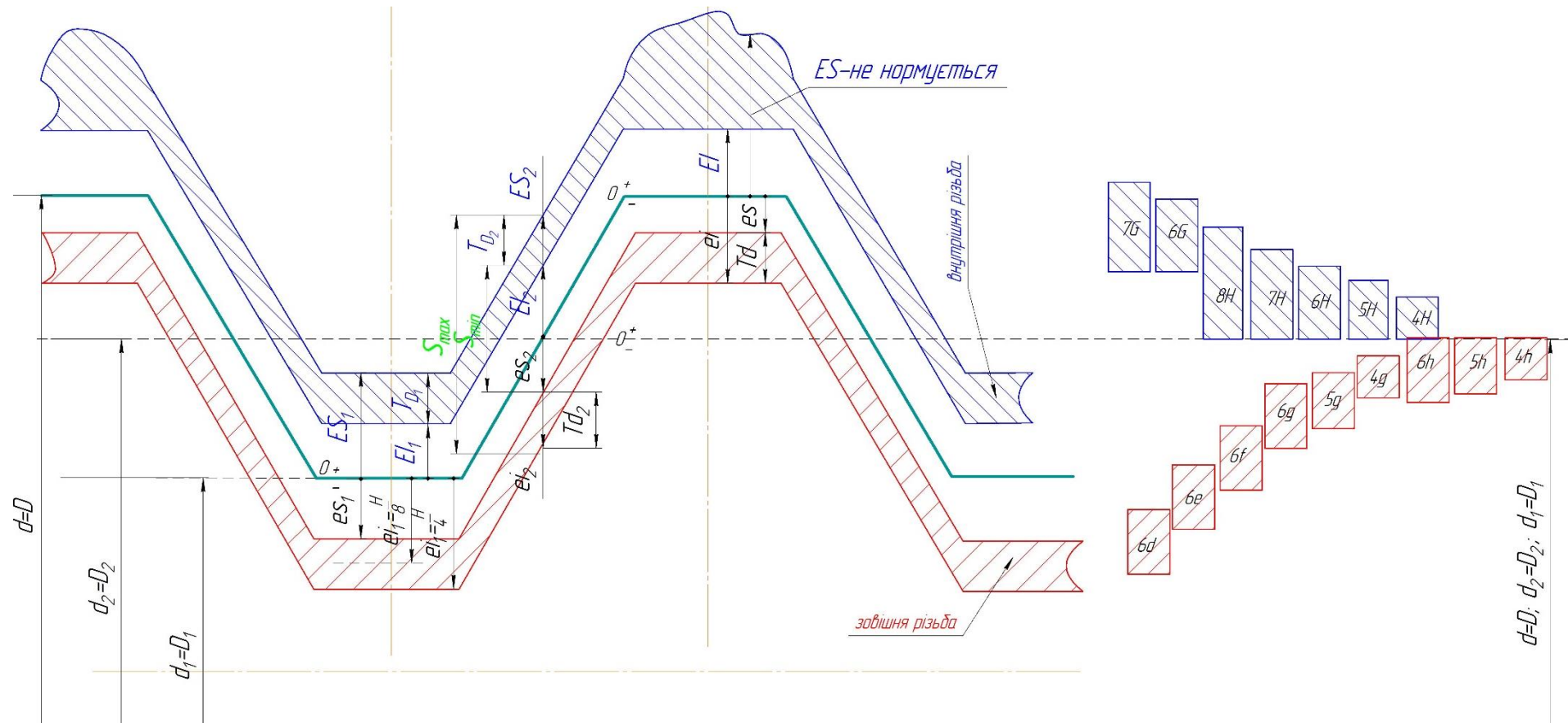


Рисунок 4.2 - Розташування полів допусків метричної нарізі в посадках з зазором

Умовне позначення нарізі

Позначення нарізі складається із двох частин: із позначення геометричних параметрів та поля допуску

1. Нарізь із крупним кроком, повинна позначатися буквою "М" та номінальним діаметром, наприклад $M24 - 5g6g$

2. Нарізь із мілким кроком, повинна позначатися буквою "М" номінальним діаметром та кроком, наприклад

$M10 \times 1.25 - 5g6g$

$M10 \times 1.25 - 4H5H$

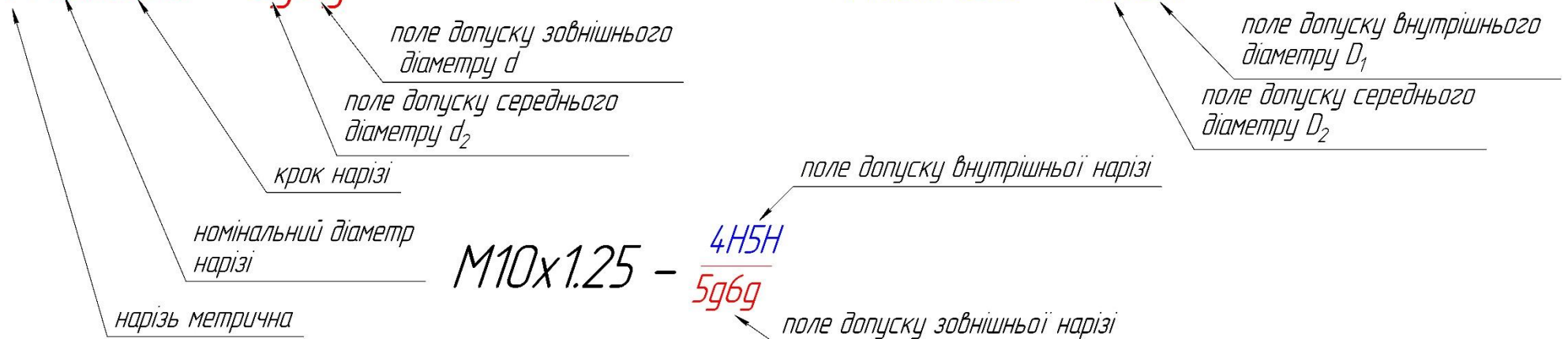


Рисунок 4.3 - Умовне позначення нарізі із зазором

4.2 Допуски і граничні відхилення нарізів для посадок перехідних і з натягом

Посадки з натягом по середньому діаметру використовують, коли конструкція вузла не допускає використання нарізного з'єднання типу болт-гайка через можливість порушення герметичності і само відвинчування шпильок під дією вібрації, змінних навантажень і зміни робочої температури.

Посадки з натягом та перехідні регламентовані ще офіційно не прийнятим нормативним документом.

Таблиця 4.2 - Основні параметри метричної різьби для посадок перехідних та з натягом

<i>Параметри</i>	<i>Умовне позначення</i>	<i>Таблиці числових значень</i>
Основні розміри метричної нарізі	$d; d_2; d_1; d_3$ $D; D_2; D_1$	Табл.В9
Основні відхилення діаметрів нарізі	$es; es_2; EI; EI_2$	Табл.В10
Допуск зовнішнього і внутрішнього діаметра	$T_d; T_{D_1}$	Табл.В11
Допуск середнього діаметра нарізі	$T_{d_2}; T_{D_2}$	Табл.В13
Поля допусків і посадки (перехідні і з натягом)		Табл.В12.2
Граничні відхилення діаметрів зовнішньої нарізі (перехідна)	$4jh; 4j; 4jk; 2m$	Табл.В16.1
Граничні відхилення діаметрів внутрішньої нарізі (перехідна)	$3H6H; 4H5H; 5H6H$	Табл.В16.2
Граничні відхилення для посадок з натягом	$\frac{2H5D}{2r}; \frac{2H5C}{2r};$	Табл.В17.1
	$\frac{2H5D(2)}{3p(2)}; \frac{2H5C(2)}{3p(2)}$	Табл.В17.2
	$\frac{2H4D(3)}{3n(3)}; \frac{2H4C(3)}{3n(3)}$	Табл.В17.3

Схема розташування полів допусків метричної нарізі в перехідних посадках

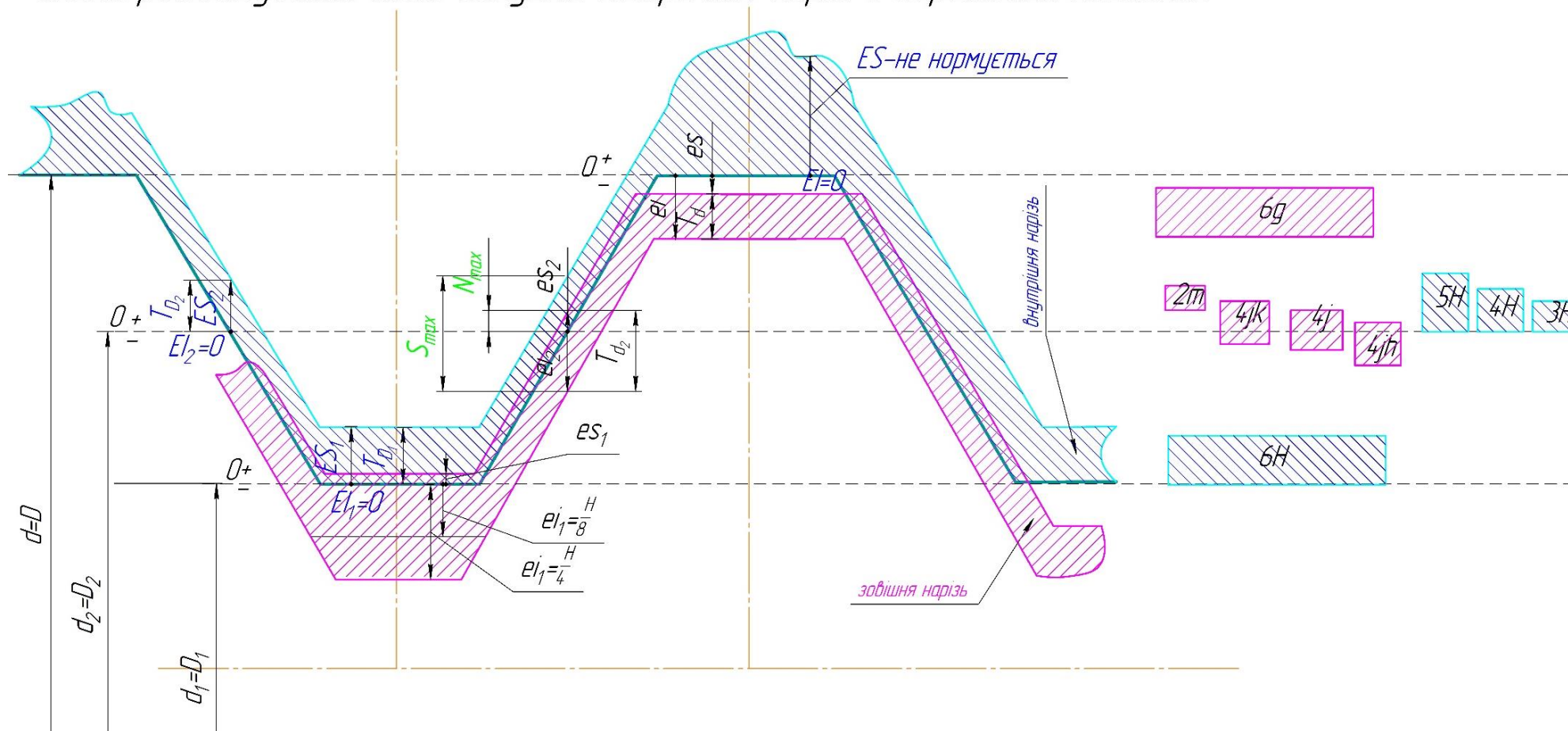


Рисунок 4.4 - Розташування полів допусків метричної нарізі в перехідних посадках

Схема розташування полів допусків метричної нарізі в посадках з натягом

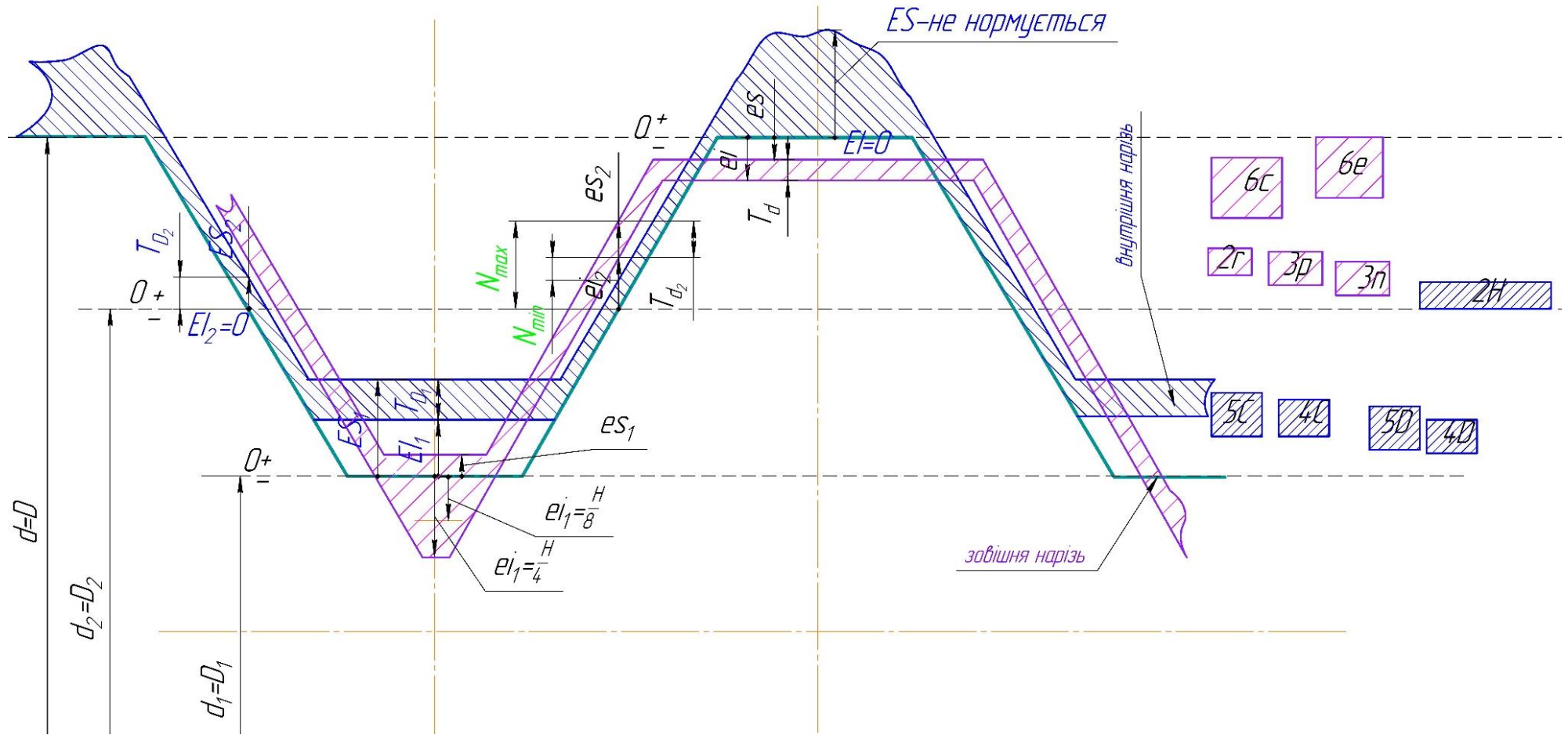
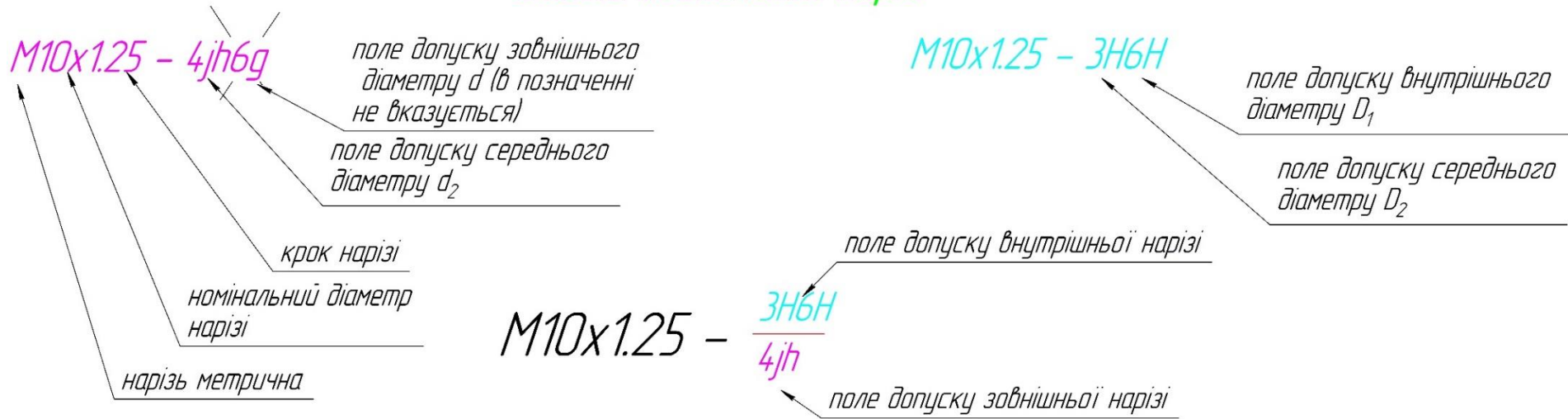


Рисунок 4.5 - Розташування полів допусків метричної нарізі в посадках з натягом

Умовне позначення нарізі



Умовне позначення нарізі

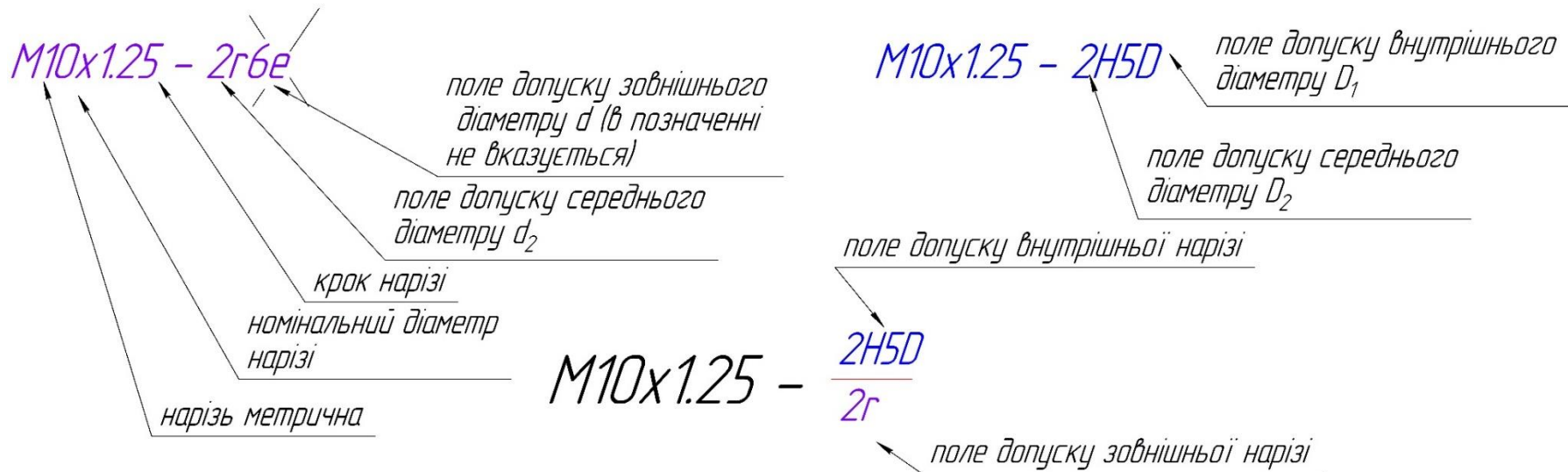
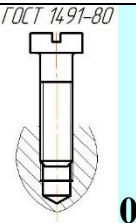
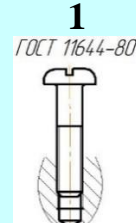
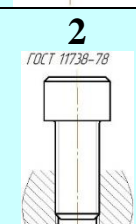

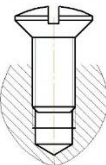
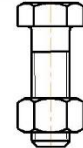
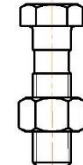
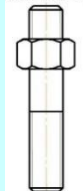


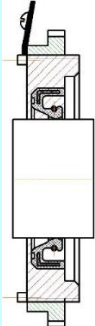

Рисунок 4.6 - Умовне позначення нарізі перехідної та з натягом

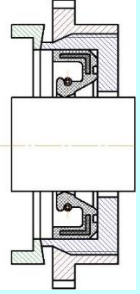
Завдання 4.1 Розрахунок допусків і посадок різьбового з'єднання (вихідні дані)

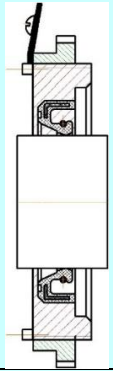
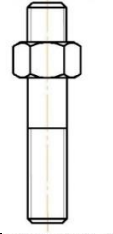
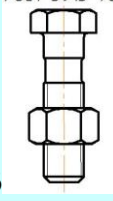
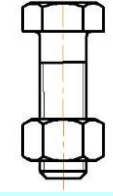
Визначити допуски і граничні відхилення, розміри, зазори і натяги для заданої посадки (різьба метрична). Накреслити ескізи полів допуску по профілю і основним діаметрам різьбового з'єднання А1.

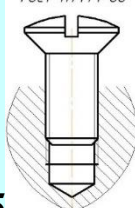
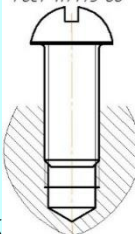
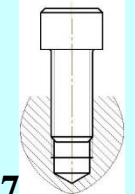
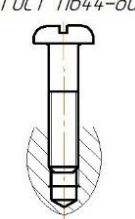
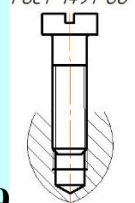
деталь з'єднання	Остання цифра шифру (рік непарний)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ГОСТ 1491-80  0	$M8 \times 1.25 - \frac{2H5D}{2r}$	$M8 \times 1 - \frac{2H5D}{2r}$	$M10 \times 1.25 - \frac{4H6H}{2m}$	$M5 \times 0.5 - \frac{6G}{6f}$	$M5 \times 0.8 - \frac{5H}{6h}$	$M1.2 \times 0.2 - \frac{4H5H}{4h}$	$M10 \times 1.25 - \frac{4H5H}{6d}$	$M20 \times 2 - \frac{2H5D}{2r}$	$M2.5 \times 0.35 - \frac{4H5H}{4h}$	$M6 \times 0.75 - \frac{7G}{6h}$
ГОСТ 11644-80  1	$M6 \times 1 - \frac{4H6H}{4jk}$	$M10 \times 1.5 - \frac{2H5C}{2r}$	$M8 \times 1 - \frac{2H5D(2)}{3p}$	$M10 \times 1.25 - \frac{2H5D(2)}{3p(2)}$	$M6 \times 0.75 - \frac{6G}{6h}$	$M6 \times 1 - \frac{7H}{7g6g}$	$M10 \times 1.5 - \frac{4H5H}{4h}$	$M10 \times 1 - \frac{4H5H}{5g6g}$	$M4.5 \times 0.75 - \frac{5H}{5g6g}$	$M3.5 \times 0.35 - \frac{6H}{5g6g}$
ГОСТ 11738-78  2	$M27 \times 3 - \frac{4H6H}{4j}$	$M12 \times 1.5 - \frac{4H6H}{4jk}$	$M20 \times 2.5 - \frac{5H6H}{4jk}$	$M14 \times 1.5 - \frac{4H6H}{4j}$	$M10 \times 1.5 - \frac{2H5C(2)}{3p(2)}$	$M20 \times 2 - \frac{3H6H}{4j}$	$M12 \times 1.75 - \frac{5H6H}{4jk}$	$M10 \times 1.25 - \frac{5H}{6d}$	$M10 \times 0.75 - \frac{4H5H}{4h}$	$M27 \times 2 - \frac{5H6H}{2m}$
ГОСТ 117473-80  3	$M8 \times 1.25 - \frac{4H5H}{4h}$	$M5 \times 0.5 - \frac{5H}{6f}$	$M14 \times 2 - \frac{5H6H}{4j}$	$M12 \times 1.75 - \frac{2H5C}{2r}$	$M5 \times 0.8 - \frac{8H}{7g6g}$	$M4.5 \times 0.75 - \frac{4H5H}{6h}$	$M8 \times 1 - \frac{6H}{5g6g}$	$M20 \times 2 - \frac{4H6H}{4j}$	$M2 \times 0.25 - \frac{4H}{4h}$	$M10 \times 0.5 - \frac{4H}{4g}$

<p>4</p> <p>ГОСТ 11747-80</p> 	$M5 \times 0.8 - \frac{6H}{6g}$	$M8 \times 1 - \frac{5H}{6f}$	$M4.5 \times 0.75 - \frac{4H5H}{5g6g}$	$M10 \times 1.25 - \frac{2H5D}{2r}$	$M12 \times 1.5 - \frac{2H5C}{2r}$	$M12 \times 1.5 - \frac{5H6H}{4j}$	$M4.5 \times 0.5 - \frac{4H5H}{6h}$	$M6 \times 1 - \frac{2H5D}{2r}$	$M2 \times 0.4 - \frac{5H}{6f}$	$M20 \times 2 - \frac{6G}{6f}$
<p>5</p> <p>ГОСТ 7798-80 ГОСТ 5915-70</p> 	$M42 \times 2 - \frac{7H}{8g}$	$M10 \times 1 - \frac{3H6H}{2m}$	$M8 \times 0.75 - \frac{6H}{6g}$	$M18 \times 1.5 - \frac{5H6H}{4jk}$	$M16 \times 1.5 - \frac{3H6H}{2m}$	$M6 \times 0.8 - \frac{8H}{8g}$	$M14 \times 1.5 - \frac{4H6H}{4j}$	$M14 \times 1.25 - \frac{4H5H}{6h}$	$M48 \times 2 - \frac{8H}{8g}$	$M10 \times 1.5 - \frac{6G}{6h}$
<p>6</p> <p>ГОСТ 7795-80 ГОСТ 5915-70</p> 	$M8 \times 1 - \frac{2H5D}{2r}$	$M6 \times 0.5 - \frac{7G}{7g6g}$	$M20 \times 1.5 - \frac{4H6H}{2m}$	$M8 \times 0.5 - \frac{6G}{6h}$	$M14 \times 0.75 - \frac{5H}{4h}$	$M10 \times 1 - \frac{7G}{6h}$	$M6 \times 1 - \frac{8H}{8g}$	$M16 \times 1.5 - \frac{6G}{7g6g}$	$M18 \times 1.5 - \frac{4H}{5g6g}$	$M48 \times 1.5 - \frac{7G}{7g6g}$
<p>7</p> <p>ГОСТ 22032-76 ГОСТ 5915-70</p> 	$M8 \times 1.25 - \frac{2H5D}{2r}$	$M10 \times 1.5 - \frac{2H5C}{3p(2)}$	$M8 \times 1.25 - \frac{2H5D}{3p(2)}$	$M18 \times 1.5 - \frac{5H6H}{4jk}$	$M6 \times 1 - \frac{7H}{7g6g}$	$M3 \times 0.5 - \frac{5H}{5g6g}$	$M12 \times 1.25 - \frac{2H5D}{2r}$	$M4.5 \times 0.5 - \frac{7H}{7g6g}$	$M3 \times 0.35 - \frac{6G}{6h}$	$M2 \times 0.25 - \frac{5H}{5g6g}$

	$M 42 \times 2 - \frac{5H}{5g6g}$	$M 36 \times 3 - \frac{5H6H}{4jh}$	$M 42 \times 2 - \frac{2H5C}{2r}$	$M 40 \times 1,5 - \frac{7G}{6g}$	$M 30 \times 2 - \frac{2H5C}{2r}$	$M 27 \times 2 - \frac{2H5C(2)}{3p(2)}$	$M 27 \times 2 - \frac{4H6H}{4j}$	$M 30 \times 1,5 - \frac{2H5C(2)}{3p(2)}$	$M 24 \times 0,75 - \frac{2H5D}{3p(2)}$	$M 20 \times 1 - \frac{2H6H}{2m}$
	$M 20 \times 1,5 - \frac{4H6H}{4j}$	$M 10 \times 1,5 - \frac{5H6H}{4jk}$	$M 20 \times 1,5 - \frac{4H5H}{6d}$	$M 24 \times 3 - \frac{2H5C}{2r}$	$M 22 \times 1,5 - \frac{3H6H}{2m}$	$M 10 \times 1,5 - \frac{4H5H}{6e}$	$M 27 \times 3 - \frac{2H5C(2)}{3p(2)}$	$M 30 \times 2 - \frac{2H5C(2)}{3p(2)}$	$M 14 \times 1,25 - \frac{2H5D}{2r}$	$M 20 \times 1,5 - \frac{6H}{6f}$

Передостання цифра	деталь з'єднання	Остання цифра шифру (рік парний)									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		$M 56 \times 3 - \frac{7H}{8g}$	$M 52 \times 1,5 - \frac{4H5H}{5g6g}$	$M 20 \times 2 - \frac{4H6H}{2m}$	$M 30 \times 1,5 - \frac{7G}{6g}$	$M 36 \times 1,5 - \frac{6G}{6h}$	$M 48 \times 2 - \frac{8H}{8g}$	$M 18 \times 1,5 - \frac{2H5C}{2r}$	$M 36 \times 2 - \frac{2H5D}{2r}$	$M 18 \times 1,5 - \frac{5H6H}{4jk}$	$M 12 \times 1,25 - \frac{5H6H}{4jk}$

<p>1</p> 	$M12 \times 1.5 - \frac{4H6H}{4jk}$	$M14 \times 2 - \frac{5H6H}{4j}$	$M48 \times 2 - \frac{6G}{7g6g}$	$M48 \times 2 - \frac{6H}{6e}$	$M10 \times 1.25 - \frac{4H5H}{4h}$	$M42 \times 1.5 - \frac{4H5H}{6e}$	$M10 \times 1.5 - \frac{4H5H}{4h}$	$M18 \times 1.5 - \frac{2H5C}{2r}$	$M20 \times 1 - \frac{2H5DC}{2r}$	$M15 \times 1.5 - \frac{3H6H}{2m}$
<p>2</p> <p>ГОСТ 22032-76 ГОСТ 5915-70</p> 	$M4.5 \times 0.75 - \frac{4H5H}{5g6g}$	$M3.5 \times 0.35 - \frac{6H}{5g6g}$	$M4.5 \times 0.75 - \frac{5H}{5g6g}$	$M5 \times 0.8 - \frac{8H}{8g}$	$M7 \times 1 - \frac{8H}{8g}$	$M4.5 \times 0.75 - \frac{5H}{4h}$	$M2.5 \times 0.35 - \frac{4H5H}{4h}$	$M4.5 \times 0.75 - \frac{5H}{5g6g}$	$M5 \times 0.5 - \frac{6G}{6f}$	$M10 \times 1.5 - \frac{3H5H}{2m}$
<p>3</p> <p>ГОСТ 7795-80 ГОСТ 5915-70</p> 	$M10 \times 1.5 - \frac{2H5C}{2r}$	$M4.5 \times 0.5 - \frac{4H}{5g6g}$	$M5 \times 0.5 - \frac{5H}{6f}$	$M5 \times 0.8 - \frac{6H}{6g}$	$M2.5 \times 0.35 - \frac{4H5H}{4h}$	$M8 \times 1 - \frac{6H}{5g6g}$	$M4.5 \times 0.75 - \frac{4H5H}{6h}$	$M8 \times 1.25 - \frac{4H5H}{4h}$	$M5 \times 0.8 - \frac{7G}{8g}$	$M5 \times 0.8 - \frac{5H}{6h}$
<p>4</p> <p>ГОСТ 7798-80 ГОСТ 5915-70</p> 	$M8 \times 1 - \frac{5H}{6f}$	$M8 \times 1.25 - \frac{2H5D}{2r}$	$M4 \times 0.7 - \frac{5H}{4h}$	$M14 \times 1.5 - \frac{4H6H}{4j}$	$M14 \times 1.5 - \frac{4H6H}{4j}$	$M12 \times 1.5 - \frac{5H6H}{4j}$	$M9 \times 1 - \frac{2H5D}{2r}$	$M5 \times 0.5 - \frac{7H}{7g6g}$	$M20 \times 1.5 - \frac{2H5D}{2r}$	$M5 \times 0.5 - \frac{6H}{6g}$

 <p>ГОСТ 1174-74-80</p> <p>5</p>	$M1.2 \times 0.25 - \frac{4H}{4g}$	$M8 \times 0.75 - \frac{6H}{6g}$	$M3.5 \times 0.35 - \frac{6H}{5g6g}$	$M3 \times 0.5 - \frac{5H}{5g6g}$	$M7 \times 1 - \frac{7G}{6h}$	$M12 \times 1.5 - \frac{2H5C}{2r}$	$M6 \times 1 - \frac{8H}{8g}$	$M4 \times 0.7 - \frac{4H5H}{6h}$	$M12 \times 1.5 - \frac{2H5C}{2r}$	$M8 \times 1 - \frac{7H}{7g6g}$
 <p>ГОСТ 1174-73-80</p> <p>6</p>	$M10 \times 1.5 - \frac{4H6H}{4j}$	$M3 \times 0.5 - \frac{7G}{7g6g}$	$M1.6 \times 0.35 - \frac{6G}{6h}$	$M4.5 \times 0.5 - \frac{6G}{6h}$	$M3 \times 0.35 - \frac{4H}{4g}$	$M7 \times 0.75 - \frac{7H}{6g}$	$M9 \times 1 - \frac{2H5D}{2r}$	$M6 \times 1 - \frac{7H}{7g6g}$	$M4 \times 0.5 - \frac{4H}{5g6g}$	$M10 \times 1.5 - \frac{2H5C}{2r}$
 <p>ГОСТ 11738-78</p> <p>7</p>	$M16 \times 1.5 - \frac{2H5D}{2r}$	$M12 \times 1.5 - \frac{5H6H}{4jk}$	$M48 \times 1.5 - \frac{6G}{7g6g}$	$M3 \times 0.5 - \frac{6G}{7g6g}$	$M12 \times 1.75 - \frac{2H5C}{2r}$	$M2.5 \times 0.45 - \frac{5H}{5g6g}$	$M7 \times 0.5 - \frac{6G}{7g6g}$	$M56 \times 2 - \frac{6G}{6f}$	$M3 \times 0.35 - \frac{6G}{6h}$	$M1.6 \times 0.35 - \frac{5H}{5g6g}$
 <p>ГОСТ 11644-80</p> <p>8</p>	$M10 \times 1.5 - \frac{5H6H}{4jk}$	$M16 \times 1.5 - \frac{7G}{6g}$	$M6 \times 0.75 - \frac{6H}{5g6g}$	$M10 \times 1.25 - \frac{2H5D}{2r}$	$M4 \times 0.7 - \frac{5H}{6h}$	$M12 \times 1 - \frac{6H}{6d}$	$M2.5 \times 0.35 - \frac{4H5H}{4h}$	$M7 \times 1 - \frac{7H}{7g6g}$	$M12 \times 0.75 - \frac{6H}{6e}$	$M2.5 \times 0.45 - \frac{5H}{5g6g}$
 <p>ГОСТ 1491-80</p> <p>9</p>	$M8 \times 1.25 - \frac{3H5H}{2m}$	$M20 \times 2 - \frac{2H5C(2)}{3p(2)}$	$M8 \times 1 - \frac{7H}{7g6g}$	$M6 \times 1 - \frac{8H}{8g}$	$M10 \times 1.25 - \frac{3H5H}{2m}$	$M5 \times 0.8 - \frac{7H}{8g}$	$M10 \times 1.25 - \frac{5H}{6d}$	$M3.5 \times 0.35 - \frac{6H}{5g6g}$	$M7 \times 0.75 - \frac{7G}{6h}$	$M14 \times 2 - \frac{5H6H}{4j}$

Приклад 4.1 Розрахунок нарізного з'єднання (з зазором)

Розрахувати нарізне з'єднання $M2 \times 0,25 - \frac{5H}{5g6g}$. Визначити допуски, граничні відхилення, граничні розміри елементів; граничні зазори. Побудувати схеми розташування полів допуску за основними діаметрами нарізі. Побудувати спрощену схему розташування полів допуску.

граничні відхилення, граничні розміри елементів; граничні зазори. Побудувати схеми розташування полів допуску за основними діаметрами нарізі. Побудувати спрощену схему розташування полів допуску.

1. Відповідно до умовного позначення нарізного з'єднання визначаємо основні відхилення для зовнішньої нарізі рис.4.3:



$$d \xrightarrow{\text{встановлен}} 6g$$

$$d_2 \xrightarrow{\text{встановлен}} 5g$$

$$d_1 - \text{не встановлено}$$

2. Визначаємо номінальні розміри нарізі табл.В9 додатку В:

гвинт $M2 \times 0,25 - 5g6g$ $P = 0,25$

$$d = 2 \text{ мм},$$

$$d_1 = 1,729 \text{ мм},$$

$$d_2 = 1,838 \text{ мм},$$

$$d_3 = 1,693 \text{ мм}.$$

гайка $M2 \times 0,25 - 5H$

$$D = 2 \text{ мм},$$

$$D_1 = 1,729 \text{ мм},$$

$$D_2 = 1,838 \text{ мм}$$

3. Визначаємо основні відхилення зовнішньої нарізі табл.В10 додатку В:

$$d : es = -18 \text{ мкм},$$

$$d_2 : es_2 = -18 \text{ мкм}.$$

4. Визначаємо допуск для зовнішньої нарізі:

$$T_d(6) = 67 \text{ мкм}, \text{ табл.В11 додатку В},$$

$$T_{d_2}(5) = 45 \text{ мкм}, \text{ табл.В13 додатку В}$$

5. Визначаємо нижні відхилення зовнішньої нарізі:

$$ei = es - T_d(6) = -18 - 67 = -85 \text{ мкм},$$

$$ei_2 = es_2 - T_{d_2}(5) = -18 - 45 = -63 \text{ мкм}.$$

6. Перевіряємо отримані значення по табл.В14 додатку В

$$d: \quad es = -18 \text{ мкм}, ei = -85 \text{ мкм},$$

$$d_2: \quad es_2 = -18 \text{ мкм}, ei_2 = -63 \text{ мкм},$$

$$d_1: \quad es_1 = es_2 = -18 \text{ мкм}, ei_1 = -(\text{формі впадини}),$$

$$\text{для круглої впадини табл.В7} \quad 0,025 \text{ мм},$$

$$\text{для плоскорізанної впадини табл.В6} \quad \frac{H}{8} = 0,027 \text{ мм}; \frac{H}{4} = 0,054 \text{ мм}$$

7. Визначаємо граничні розміри зовнішньої нарізі:

$$d_{\max} = d + es = 2 + (-0,018) = 1,982 \text{ мм},$$

$$d_{\min} = d + ei = 2 + (-0,085) = 1,915 \text{ мм},$$

$$d_{2\max} = d_2 + es_2 = 1,838 + (-0,018) = 1,82 \text{ мм},$$

$$d_{2\min} = d_2 + ei_2 = 1,838 + (-0,063) = 1,775 \text{ мм},$$

$$d_{1\max} = d_1 + es_1 = 1,729 + (-0,018) = 1,711 \text{ мм},$$

$$d_{1\min} = d_3 = d - 1,2268 \cdot P = 2 - 1,2268 \cdot 0,25 = 1,693 \text{ мм}.$$

8. Відповідно до умовного позначення нарізного з'єднання визначаємо основні відхили для внутрішньої нарізі:

M2x0.25 - 5H

поле допуску середнього діаметру D_2

поле допуску внутрішнього діаметру D_1

$$D_1 \xrightarrow{\text{встановлен о}} 5H$$

$$D_2 \xrightarrow{\text{встановлен о}} 5H$$

D - не встановлен о

9. Визначаємо основні відхили внутрішньої нарізі табл.В10 додатку В:

$$D_1: EI_1 = 0,$$

$$D_2: EI_2 = 0.$$

10. Допуск внутрішньої нарізі:

$$T_{D_1}(5) = 56 \text{ мкм}, \text{ табл.В11 додатку В},$$

$$T_{D_2}(5) = 60 \text{ мкм}, \text{ табл.В13 додатку В}.$$

11. Визначаємо верхні відхили внутрішньої нарізі:

$$D_1 : ES_1 = EI_1 + T_{D_1} = 0 + 56 = 56 \text{ мкм},$$

$$D_2 : ES_2 = EI_2 + T_{D_2} = 0 + 60 = 60 \text{ мкм}.$$

12. Перевіряємо отримані значення відхилів по табл.В15 додатку В:

$$D : EI = EI_2 = 0 \text{ мкм}, ES - \text{не встановлено},$$

$$D_1 : EI_1 = 0 \text{ мкм}, ES_1 = 56 \text{ мкм},$$

$$D_2 : EI_2 = 0 \text{ мкм}, ES_2 = 60 \text{ мкм}.$$

13. Визначаємо граничні розміри внутрішньої нарізі:

$$D_{\max} - \text{не встановлено},$$

$$D_{\min} = D + EI = 2 + 0 = 2 \text{ мм},$$

$$D_{1\max} = D_1 + ES_1 = 1,729 + 0,056 = 1,785 \text{ мм},$$

$$D_{1\min} = D_1 + EI_1 = 1,729 + 0 = 1,729 \text{ мм},$$

$$D_{2\max} = D_2 + ES_2 = 1,838 + 0,060 = 1,898 \text{ мм},$$

$$D_{2\min} = D_2 + EI_2 = 1,838 + 0 = 1,838 \text{ мм}.$$

14. Розраховуємо граничні зазори за основними діаметрами нарізного з'єднання:

по зовнішньому діаметру нарізі d, D

$$S_{\min} = EI - es = 0 - (-18) = 18 \text{ мкм},$$

$$S_{\max} = ES - ei = \text{не нормується},$$

по середньому діаметру нарізі d_2, D_2

$$S_{2\max} = ES_2 - ei_2 = 60 - (-63) = 123 \text{ мкм},$$

$$S_{2\min} = EI_2 - es_2 = 0 - (-18) = 18 \text{ мкм},$$

по внутрішньому діаметру нарізі d_1, D_1

$$S_{1\max} = ES_1 - ei_1 = 0,056 - (-0,027) = 0,083 \text{ мм} = 83 \text{ мкм},$$

$$S_{1\max} = ES_1 - ei_1 = 0,056 - (-0,054) = 0,110 \text{ мм} = 110 \text{ мкм},$$

$$S_{1\min} = EI_1 - es_1 = 0 - (-18) = 18 \text{ мкм}.$$

15. Креслимо схему розташування полів допусків по основним діаметрам для нарізного з'єднання $M2 \times 0,25 - \frac{5H}{5g6g}$ рис.4.7

Завдання 4. Розрахунок допусків і посадок для різьбового з'єднання

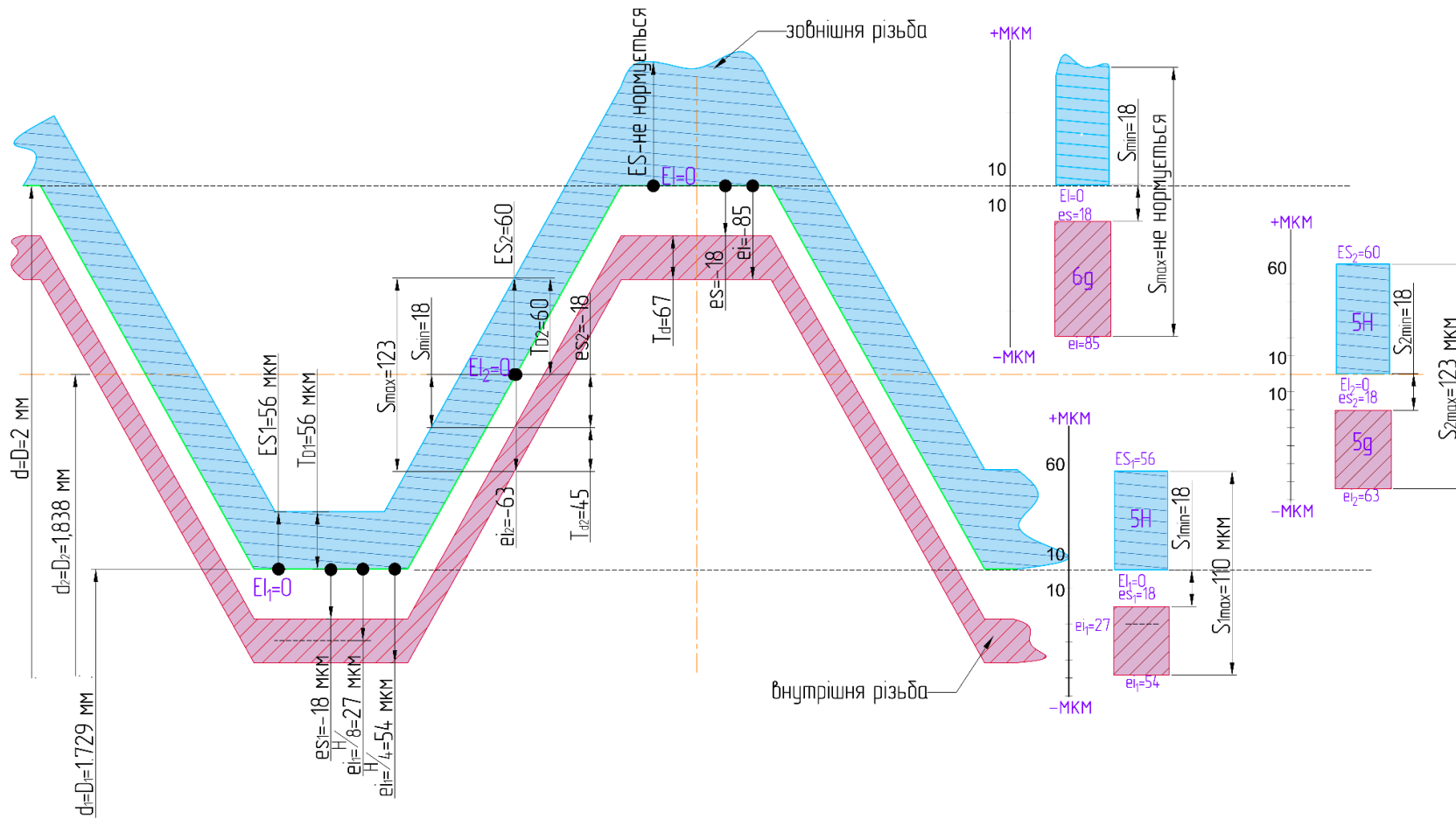


Рисунок 4.7 - Схема розташування полів допусків за основними діаметрами внутрішньої нарізі $M2 \times 0,25 - \frac{5H}{5g6g}$

Ілюстрація до прикладу 4.1 «Розрахунок нарізного з'єднання (з зазором)»

*Виконується на форматі A1 див. додаток Б2

Приклад 4.2 Розрахунок нарізного з'єднання (перехідної посадки)

Розрахувати нарізне з'єднання $M10 \times 1.25 - \frac{3H6H}{4jk}$. Визначити допуски, граничні відхили, граничні розміри елементів; граничні натяги. Побудувати схеми розташування полів допуску по основним діаметрам нарізі. Побудувати спрощену схему розташування полів допуску.

граничні відхили, граничні розміри елементів; граничні натяги. Побудувати схеми розташування полів допуску по основним діаметрам нарізі. Побудувати спрощену схему розташування полів допуску.

1. Відповідно до умовного позначення нарізного з'єднання визначаємо основні відхили для зовнішньої нарізі:



$d \xrightarrow{\text{встановлюю}} 6g$; $d_2 \xrightarrow{\text{встановлюю}} 4jk$; d_1 – не встановлено

2. Визначаємо номінальні розміри нарізі табл.В9 додатку В:

болт $M10 - 4jk$ $P = 1.25$ мм,

$d = 10$ мм,

$d_1 = 8,647$ мм,

$d_2 = 9,188$ мм,

$d_3 = 8,466$ мм.

гайка $M10 - 3H6H$,

$D = 10$ мм,

$D_1 = 8,647$ мм,

$D_2 = 9,188$ мм.

3. Визначаємо основні відхили зовнішньої нарізі табл.В10 додатку В:

$d \rightarrow 6g$: $es = -28$ мкм,

$d_2 \rightarrow 4jk$: $ei_2 = -14$ мкм.

4. Визначаємо допуск для зовнішньої нарізі:

$T_d(6) = 212$ мкм, табл.В11,

$T_{d_2}(4) = 75$ мкм, табл.В13.

5. Визначаємо нижні та верхні відхили зовнішньої нарізі:

$ei = es - T_d(6) = -28 - 212 = -240$ мкм,

$es_2 = ei_2 + T_{d_2}(4) = -14 + 75 = +61$ мкм.

6. Перевіряємо отримані значення по табл.В16.1 додатку В:
 $d: es = -28 \text{ мкм}, ei = -240 \text{ мкм},$
 $d_2: ei_2 = -14 \text{ мкм}, es_2 = +61 \text{ мкм},$
 $d_1: es_1 = es_2 = +61 \text{ мкм}, ei_1 = -(\text{формі впадини})$
 для плоскорізаної впадини $\frac{H}{8} = 0,135 \text{ мм}; \frac{H}{4} = 0,270 \text{ мм}$ табл.В6

7. Визначаємо граничні розміри зовнішньої нарізі:

$$d_{\max} = d + es = 10 + (-0,028) = 9,972 \text{ мм},$$

$$d_{\min} = d + ei = 10 + (-0,240) = 9,76 \text{ мм},$$

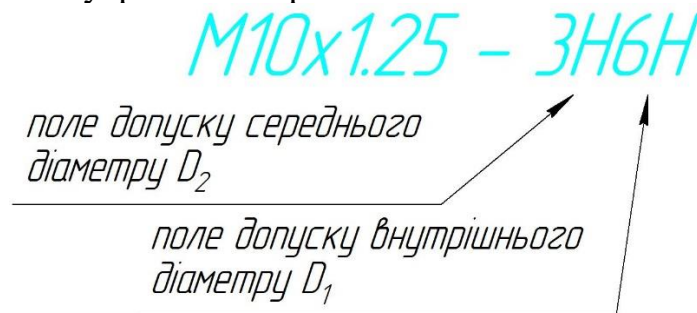
$$d_{2\max} = d_2 + es_2 = 9,188 + (0,061) = 9,249 \text{ мм},$$

$$d_{2\min} = d_2 + ei_2 = 9,188 + (-0,014) = 9,174 \text{ мм},$$

$$d_{1\max} = d_1 + es_1 = 8,647 + (0,061) = 8,708 \text{ мм},$$

$$d_{1\min} = d_3 = d - 1,2268 \cdot P = 10 - 1,2268 \cdot 1,25 = 8,4665 \text{ мм}.$$

8. Відповідно до умовного позначення нарізного з'єднання визначаємо основні відхили для внутрішньої нарізі:



$$D_1 \xrightarrow{\text{встановлюю}} 6H; \quad D_2 \xrightarrow{\text{встановлюю}} 3H; \quad D - \text{не встановлено}$$

9. Визначаємо основні відхили внутрішньої нарізі табл.В10 додатку В:

$$D_1 \rightarrow 6H : \quad EI_1 = 0 \text{ мкм}$$

$$D_2 \rightarrow 3H : \quad EI_2 = 0$$

10. Допуск внутрішньої нарізі :

$$T_{D_1}(6) = 265 \text{ мкм}, \text{ табл.В11},$$

$$T_{D_2}(3) = 80 \text{ мкм}, \text{ табл.В13}$$

11. Визначаємо верхні відхили внутрішньої нарізі:

$$D_1 : \quad ES_1 = EI_1 + T_{D_1} = 0 + 265 = 265 \text{ мкм},$$

$$D_2 : \quad ES_2 = EI_2 + T_{D_2} = 0 + 80 = 80 \text{ мкм}.$$

12. Перевіряємо отримані значення відхилів по табл.В16.2 додатку В:

$$D: \quad EI = EI_2 = 0 \text{ мкм}, ES - \text{не встановлено},$$

$$D_1: \quad EI_1 = 0 \text{ мкм}, ES_1 = +265 \text{ мкм},$$

$$D_2: \quad EI_2 = 0 \text{ мкм}, ES_2 = 80 \text{ мкм}.$$

13. Визначаємо граничні розміри внутрішньої нарізі:

$$D_{\max} - \text{не встановлено},$$

$$D_{\min} = D + EI = 10 + 0 = 10 \text{ мм},$$

$$D_{1\max} = D_1 + ES_1 = 8,647 + 0,265 = 8,912 \text{ мм},$$

$$D_{1\min} = D_1 + EI_1 = 8,647 + 0,080 = 8,727 \text{ мм}.$$

$$D_{2\max} = D_2 + ES_2 = 9,188 + 0,080 = 9,268 \text{ мм},$$

$$D_{2\min} = D_2 + EI_2 = 9,188 + 0 = 9,188 \text{ мм}.$$

14. Розраховуємо граничні зазори по основним діаметрам нарізного з'єднання:

по зовнішньому діаметру нарізі d, D

$$S_{\min} = EI - es = 0 - (-28) = 28 \text{ мкм},$$

$$S_{\max} = ES - ei = \text{не нормується},$$

по середньому діаметру нарізі d_2, D_2

$$N_{\max} = es_2 - EI_2 = 61 - 0 = 61 \text{ мкм},$$

$$S_{\max} = ES_2 - ei_2 = 80 - (-14) = 94 \text{ мкм},$$

по внутрішньому діаметру нарізі d_1, D_1

$$S_{1\max} = ES_1 - ei_1 = 265 - (-135) = 0,400 \text{ мм} = 400 \text{ мкм},$$

$$S_{1\max} = ES_1 - ei_1 = 265 - (-270) = 0,535 \text{ мм} = 535 \text{ мкм},$$

$$S_{1\min} = EI_1 - es_1 = 0 - (61) = -61 \text{ мкм},$$

$$S_{1\min} = N_{1\max} = 61 \text{ мкм}.$$

15. Креслимо схему розташування полів допусків по основним діаметрам для нарізного з'єднання $M10 \times 1,25 - \frac{3H6H}{4jk}$ рис.4.8.

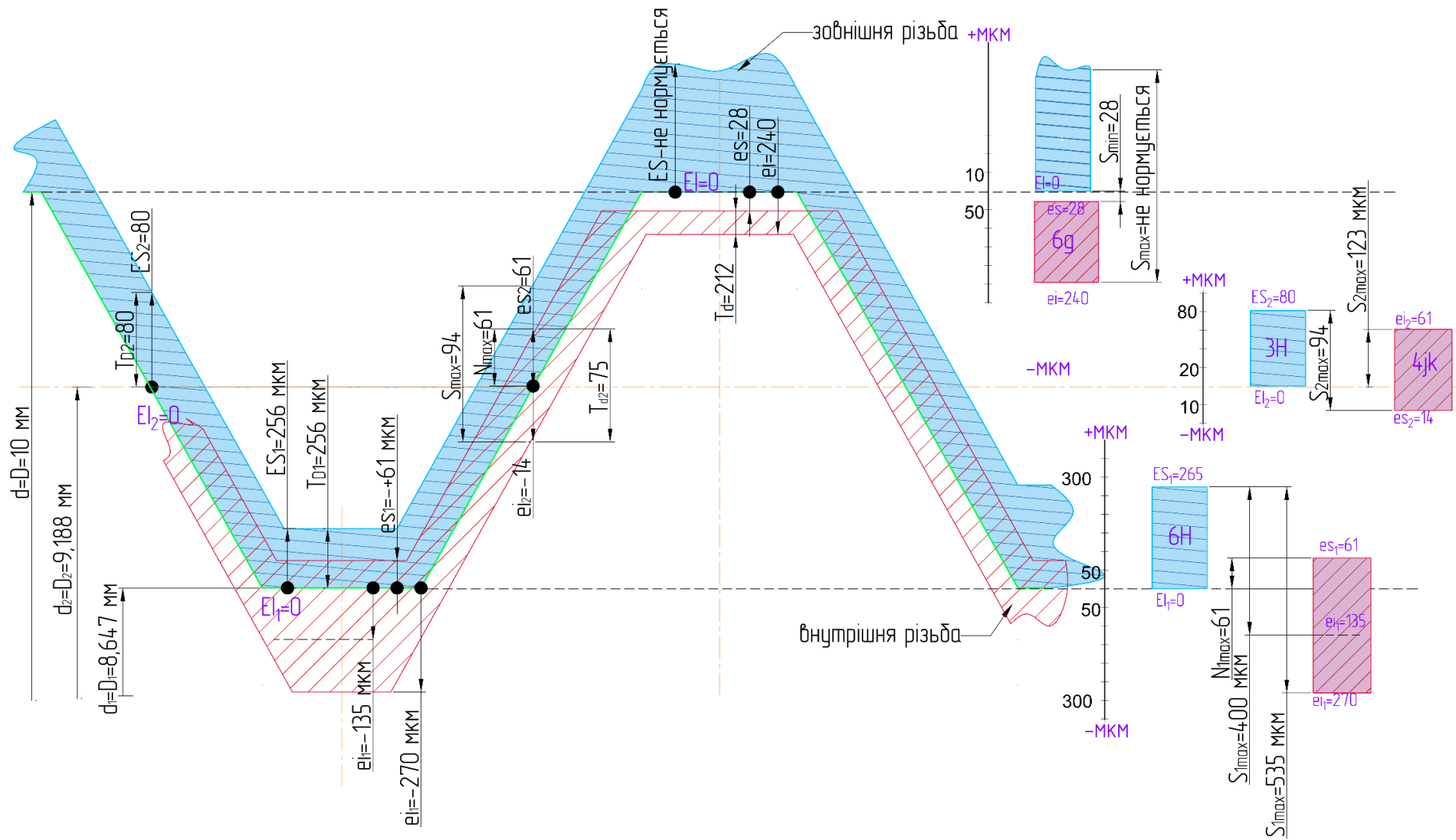


Рисунок 4.8 - Схема розташування полів допусків за основними діаметрами внутрішньої нарізі $M10 \times 1,25 - \frac{3H6H}{4jk}$

Ілюстрація до прикладу 4.2 «Розрахунок нарізного з'єднання (перехідної посадки)»

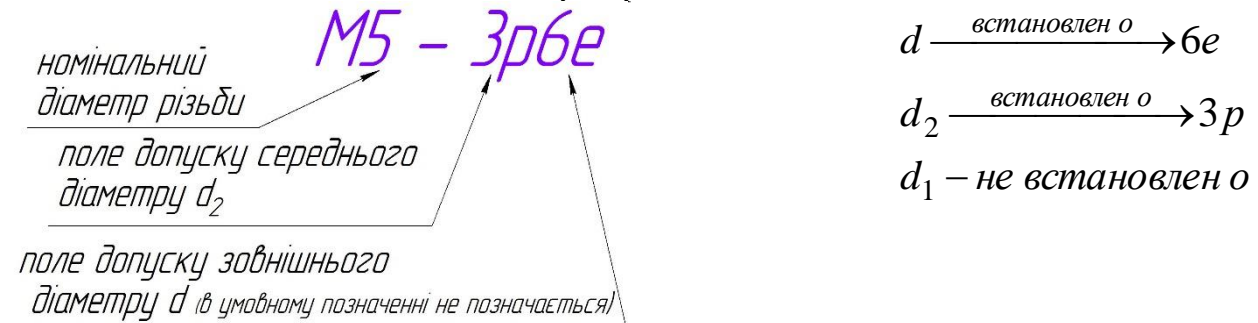
*Виконується на форматі А1 див. додаток Б2

Приклад 4.3 Розрахунок нарізного з'єднання (з натягом)

Розрахувати нарізне з'єднання $M5 - \frac{2H5D}{3p(2)}$. Визначити допуски, граничні відхили, граничні розміри елементів; граничні натяги. Побудувати схеми розташування полів допуску за основними діаметрами нарізі. Побудувати спрощену схему розташування полів допуску.

відхили, граничні розміри елементів; граничні натяги. Побудувати схеми розташування полів допуску за основними діаметрами нарізі. Побудувати спрощену схему розташування полів допуску.

1. Відповідно до умовного позначення нарізного з'єднання визначаємо основні відхили для зовнішньої нарізі рис.4.9:



2. Визначаємо номінальні розміри нарізі табл.В9 додатку В:

болт $M5 - 3p P = 0,8$,

$d = 5$ мм,

$d_1 = 4,134$ мм,

$d_2 = 4,480$ мм,

$d_3 = 4,019$ мм.

гайка $M5 - 2H5D$,

$D = 5$ мм,

$D_1 = 4,134$ мм,

$D_2 = 4,480$ мм.

3. Визначаємо основні відхили зовнішньої нарізі табл.В10 додатку В:

d : $es = -60$ мкм,

d_2 : $ei_2 = +48$ мкм.

4. Визначаємо допуск для зовнішньої нарізі:

$T_d(6) = 150$ мкм, табл.В11,

$T_{d_2}(3) = 48$ мкм, табл.В13.

5. Визначаємо нижні та верхні відхили зовнішньої нарізі:

$ei = es - T_d(6) = -60 - 150 = -210$ мкм,

$es_2 = ei_2 - T_{d_2}(3) = +48 + 48 = +96$ мкм.

6. Перевіряємо отримані значення за табл.В17.1, В17.2 додатку В:

$$d: \quad es = -60 \text{ мкм}, ei = -210 \text{ мкм},$$

$$d_2: \quad ei_2 = +48 \text{ мкм}, es_{2(I)} = +72 \text{ мкм}, es_{2(II)} = +96 \text{ мкм},$$

$$d_1: \quad es_1 = es_2 = +48 \text{ мкм}, ei_1 = -(\text{форми впадини}),$$

$$\text{для плоскорізаної впадини } \frac{H}{8} = 0,086 \text{ мм}; \frac{H}{4} = 0,173 \text{ мм}, \text{ табл.В6}$$

7. Визначаємо граничні розміри зовнішньої нарізі:

$$d_{\max} = d + es = 5 + (-0,060) = 4,940 \text{ мм},$$

$$d_{\min} = d + ei = 5 + (-0,210) = 4,790 \text{ мм},$$

$$d_{2\max} = d_2 + es_{2(I)} = 4,480 + (0,072) = 4,552 \text{ мм},$$

$$d_{2\max} = d_2 + es_{2(II)} = 4,480 + (0,096) = 4,576 \text{ мм},$$

$$d_{2\min} = d_2 + ei_2 = 4,480 + (0,048) = 4,528 \text{ мм},$$

$$d_{1\max} = d_1 + es_1 = 4,134 + (0,048) = 4,182 \text{ мм},$$

$$d_{1\min} = d_3 = d - 1,2268 \cdot P = 5 - 1,2268 \cdot 0,8 = 4,01856 \text{ мм}.$$

8. Відповідно до умовного позначення нарізного з'єднання визначаємо основні відхили для внутрішньої нарізі:



$$D_1 \xrightarrow{\text{встановлен } o} 5D$$

$$D_2 \xrightarrow{\text{встановлен } o} 2H$$

D – не встановлен o

9. Визначаємо основні відхили внутрішньої нарізі табл.В10 додатку В:

$$D_1: \quad EI_1 = +90 \text{ мкм},$$

$$D_2: \quad EI_2 = 0.$$

10. Допуск внутрішньої нарізі:

$$T_{D_1} (5) = 160 \text{ мкм}, \text{ табл.В11},$$

$$T_{D_2} (2) = 50 \text{ мкм}, \text{ табл.В13}.$$

11. Визначаємо верхні відхили внутрішньої нарізі:

$$D_1: \quad ES_1 = EI_1 + T_{D_1} = 90 + 160 = 250 \text{ мкм},$$

$$D_2: \quad ES_2 = EI_2 + T_{D_2} = 0 + 50 = 50 \text{ мкм}.$$

12. Перевіряємо отримані значення відхилів за табл.В17.1 або В17.2 додатку В

$$D: \quad EI = EI_2 = 0 \text{ мкм}, ES - \text{не встановлено},$$

$$D_1: \quad EI_1 = +90 \text{ мкм}, ES_1 = +250 \text{ мкм},$$

$$D_2: \quad EI_2 = 0 \text{ мкм}, ES_{2(I)} = 25 \text{ мкм}, ES_{2(II)} = 50 \text{ мкм}.$$

13. Визначаємо граничні розміри внутрішньої нарізі:

$$D_{\max} - \text{не встановлено},$$

$$D_{\min} = D + EI = 5 + 0 = 5 \text{ мм},$$

$$D_{1\max} = D_1 + ES_1 = 4,134 + 0,250 = 4,384 \text{ мм},$$

$$D_{1\min} = D_1 + EI_1 = 4,134 + 0,090 = 4,224 \text{ мм},$$

$$D_{2\max(I)} = D_2 + ES_{2(I)} = 4,480 + 0,025 = 4,505 \text{ мм},$$

$$D_{2\max(II)} = D_2 + ES_{2(II)} = 4,480 + 0,050 = 4,53 \text{ мм},$$

$$D_{2\min} = D_2 + EI_2 = 4,480 + 0 = 4,480 \text{ мм}.$$

14. Розраховуємо граничні зазори по основним діаметрам нарізного з'єднання:

по зовнішньому діаметру різьби d, D

$$S_{\min} = EI - es = 0 - (-60) = 60 \text{ мкм},$$

$$S_{\max} = ES - ei = \text{не нормується},$$

по середньому діаметру різьби d_2, D_2

$$N_{\max(I)} = es_{2(I)} - EI_2 = 72 - 0 = 72 \text{ мкм},$$

$$N_{\min(I)} = ei_2 - ES_{2(I)} = 48 - 25 = 23 \text{ мкм},$$

$$N_{\max(II)} = es_{2(II)} - EI_2 = 96 - 0 = 96 \text{ мкм},$$

$$N_{\min(II)} = ei_2 - ES_{2(II)} = 48 - 50 = -2 \text{ мкм},$$

по внутрішньому діаметру різьбид d_1, D_1

$$S_{1\max} = ES_1 - ei_1 = 250 - (-86) = 0,336 \text{ мм} = 336 \text{ мкм},$$

$$S_{1\max} = ES_1 - ei_1 = 250 - (-173) = 0,423 \text{ мм} = 423 \text{ мкм},$$

$$S_{1\min} = EI_1 - es_1 = 90 - (48) = 42 \text{ мкм}.$$

15. Креслимо схему розташування полів допусків за основними діаметрами для нарізного з'єднання $M5 - \frac{2H5D}{3p(2)}$ рис.4.9.

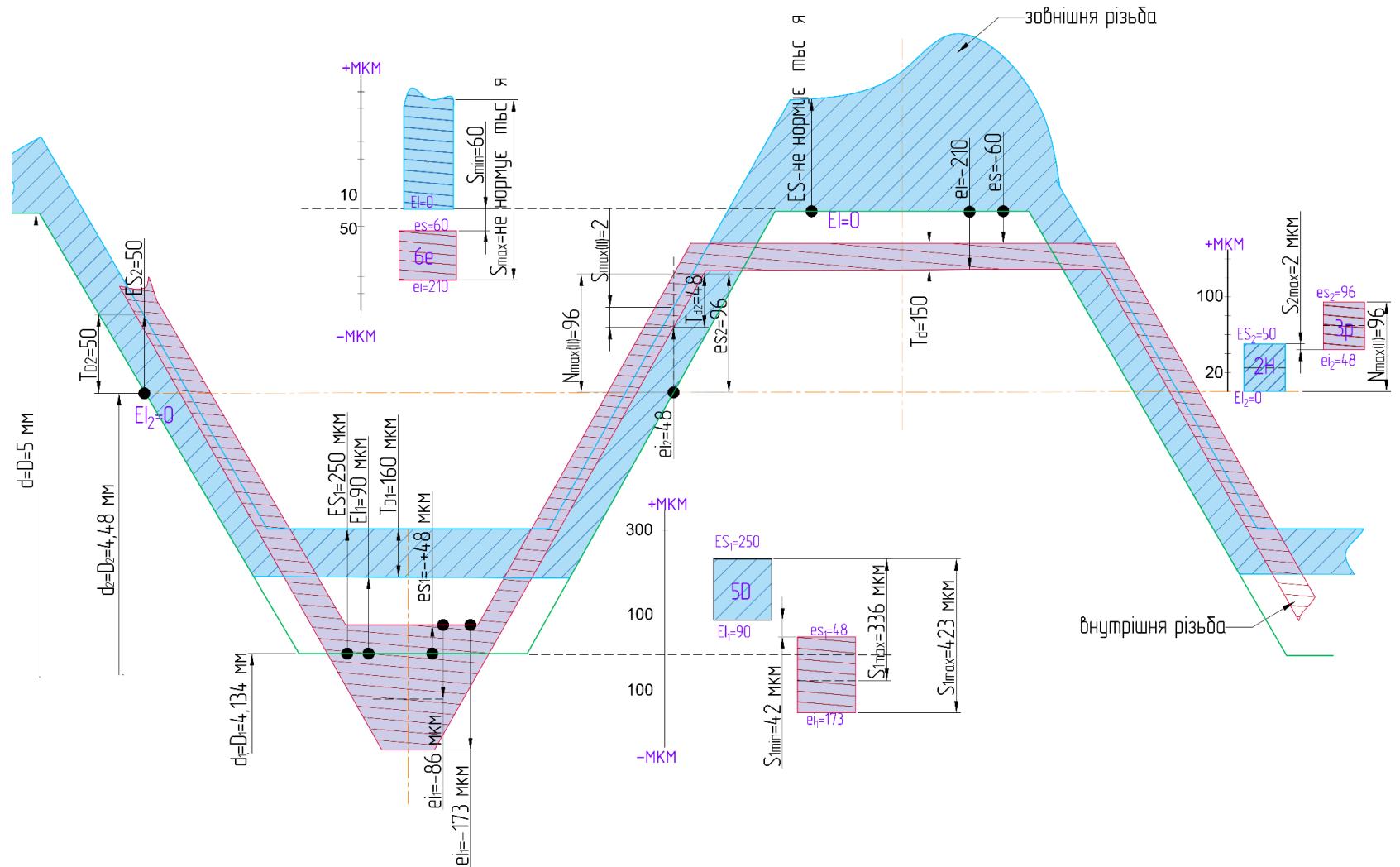


Рисунок 4.9 - Схема розташування полів допусків за основними діаметрами внутрішньої нарізі $M5 - \frac{2H5D}{3p(2)}$.

Ілюстрація до прикладу 4.3 «Розрахунок нарізного з'єднання (з натягом)» *Виконується на форматі А1 див. додаток

5. Контроль гладких деталей калібрами

Придатність деталей з допуском від IT6 до IT17, особливо при масовому та крупносерійному виробництвах, найбільш часто перевіряють граничними калібрами. Калібрами перевіряють розміри гладких циліндричних, конусних, різьбових та шліцевих деталей, глибини і виступи, а також розташування поверхонь та інші параметри. За допомогою граничних калібрів визначають не числове значення параметрів, що контролюються, а придатність деталі, тобто виявляють, чи виходить контрольний параметр за нижню або верхню границю, або знаходиться в межах допустимих границь [12].

Вали і отвори з допуском IT5 і точніше не рекомендується перевіряти калібрами, так як вони вносять велику похибку вимірювання. Такі деталі перевіряють універсальними вимірювальними засобами.

Комплект робочих граничних калібрів для контролю гладких циліндричних деталей складається із прохідного калібру ПР (ним контролюють граничний розмір, що відповідає максимуму матеріалу перевіряемого об'єкту, рис.5.1 і не прохідного калібру НЕ (ним контролюють граничний розмір, що відповідає мінімуму матеріалу перевіряемого об'єкту рис.5.1).

5.1 Допуски на гладкі граничні робочі калібри

ДСТУ 2234-93 встановлює на гладкі калібри наступні допуски на виготовлення:

H - допуск нових калібрів для отворів;

H_S - допуск на виготовлення робочих калібрів із сферичним поверхнями для отворів;

H_1 - допуск на виготовлення калібрів для валів;

H_p - допуск на виготовлення контрольних калібрів для скоб;

Z, Z_1 - відхилення середини поля допуску прохідного калібру для калібру-пробки та калібру-скоби відносно прохідної межі;

Y, Y_1 - допустимий вихід розміру спрацьованого прохідного калібру відповідно для отвору і валу за границю поля допуску виробу.

На рис.5.1 представлені схеми розташування полів допусків калібрів для контролю отворів та валів діаметром до 180 мм 6-8 та 9-17 квалітетів точності.

На рис.5.1 позначено:

$D_{max}(d_{max})$ - найбільший граничний розмір контрольованої деталі;

$D_{min}(d_{min})$ - найменший граничний розмір контрольованої деталі;

IT_D, IT_d - допуск деталі.

Початком відліку відхилень для прохідних калібрів є прохідна межа валу або отвору (найбільший граничний розмір валу або найменший - отвору), непрохідних - їхня непрохідна межа (найменший граничний розмір валу або найбільший - отвору).

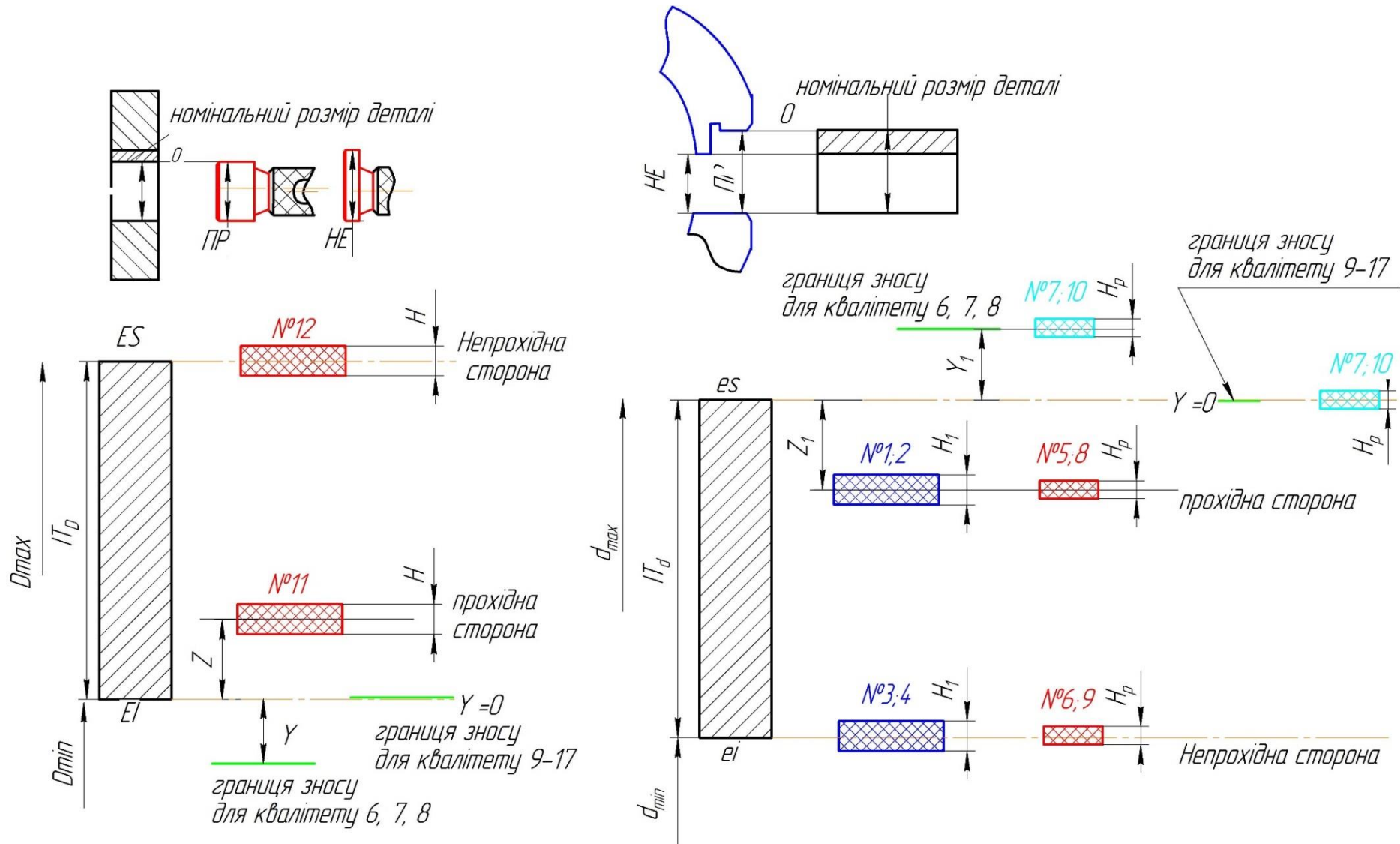


Рисунок 5.1 - Схема для вибору номінальних розмірів граничних гладких калібрів

Завдання 5. Розрахунок виконавчих розмірів калібрів

Визначити виконавчі і граничні розміри калібру – скоби та калібру – пробки для контролю валу і отвору і контрольних калібрів до нього. Накреслити схему розташування полів допусків цих калібрів (повну та спрощену).

*Примітка. Вихідні дані для розрахунку калібрів взяти із завдання 1

Приклад 5.1 Розрахунок виконавчих розмірів калібру-пробки

Визначити виконавчі і граничні розміри калібру – пробки для контролю отвору $\varnothing 5H7$

1. Визначаємо граничні відхилення отвору, що контролюється $\varnothing 5H7$:

$$EI = 0 \text{ мкм}, ES = +12 \text{ мкм}.$$

Визначаємо максимальний і мінімальний граничний розмір отвору:

$$D_{\max} = D + ES = 5,012 \text{ мм},$$

$$D_{\min} = D + EI = 5 \text{ мм}.$$

2. Визначаємо граничні відхилення і допуски калібру-пробки за табл.В19 додатку В:

$$H = 2,5 \text{ мкм}; Z = 2 \text{ мкм}; Y = 1,5 \text{ мкм}.$$

3. Розраховуємо виконавчі розміри калібру-пробки за формулами табл.В18 додатку В:

- Найбільший розмір прохідного нового калібру-пробки

$$PP_{\max} = D + EI + Z + \frac{H}{2} = 5 + 0 + 0,002 + \frac{0,0025}{2} = 5,00325 \text{ мм},$$

$$PP_{\min} = D + EI + Z - \frac{H}{2} = 5 + 0 + 0,002 - \frac{0,0025}{2} = 5,00075 \text{ мм}.$$

Розмір прохідного калібру, що проставляється на кресленні ПР $\varnothing 5.00325_{(-0,0025)}$.

- Найменший розмір зношеного прохідного калібру

$$PP_{\text{зном}} = D_{\min} - Y = 5 - 0,0015 = 4,9985 \text{ мм}.$$

якщо прохідний калібр має цей розмір, його необхідно вилучити з експлуатації.

- Найменший розмір непрохідного нового калібру:

$$HE_{\max} = D_{\max} + \frac{H}{2} = 5,012 + \frac{0,0025}{2} = 5,01325 \text{ мм},$$

$$HE_{\min} = D_{\max} - \frac{H}{2} = 5,012 - \frac{0,0025}{2} = 5,01075 \text{ мм}.$$

Розмір непрохідного калібру, що проставляється на кресленні НЕ $\varnothing 5.01325_{(-0,0025)}$

4. Креслимо спрощену та повну схему розташування полів допуску калібру-пробки рис.5.2.

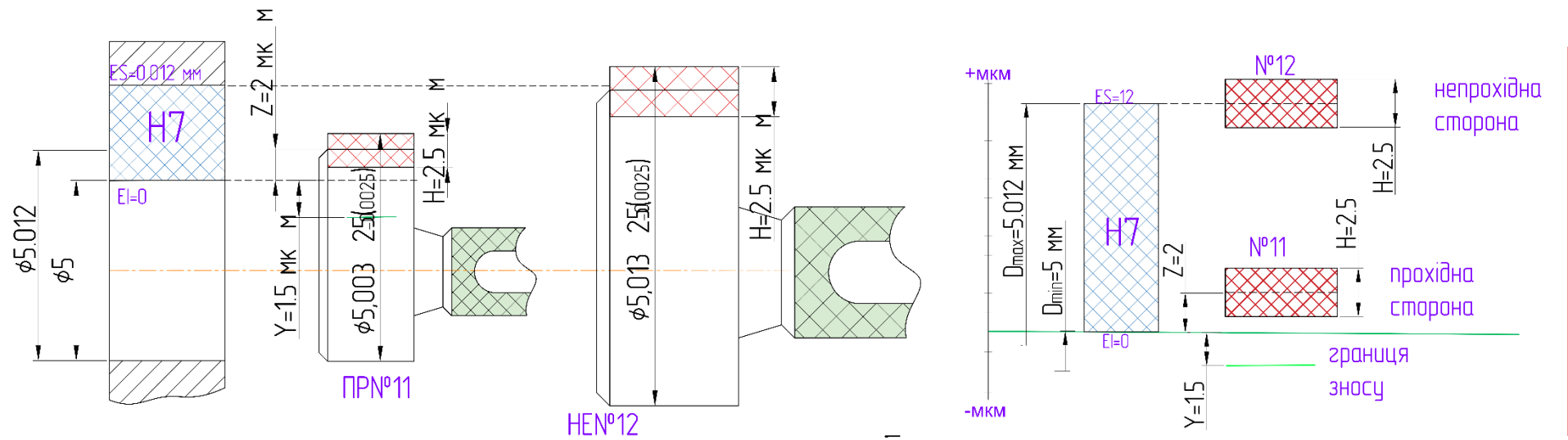


Рисунок 5.2 - Повна схему розташування полів допуску калібру-пробки та деталі, що контролюється.

Ілюстрація до прикладу 5.1 «Розрахунок виконавчих розмірів калібру-пробки». *Виконується на форматі А1 див. додаток Б2

Приклад 5.2 Розрахунок виконавчих розмірів калібру-скоби та контрольних калібрів до нього

Визначити виконавчі і граничні розміри калібру-скоби для контролю валу $\varnothing 5g6$ і контрольних калібрів до нього.

1. Визначаємо граничні відхилення для поля допуску $5g6$:

$$es = -4 \text{ мкм}; ei = -12 \text{ мкм}.$$

Визначаємо максимальний і мінімальний граничний розмір контрольованого валу:

$$d_{\max} = d + es = 5 + (-0,004) = 4,996 \text{ мм},$$

$$d_{\min} = d + ei = 5 + (-0,012) = 4,988 \text{ мм}.$$

2. Визначаємо граничні відхилення і допуски калібру-скоби за табл.В19 додатку В:

$$H1 = 2,5 \text{ мкм}; H_p = 1 \text{ мкм}; Z1 = 2 \text{ мкм}; Y1 = 1,5 \text{ мкм}.$$

3. Розраховуємо виконавчі розміри калібру-скоби за формулами табл.В18 додатку В:

- Прохідна нова сторона:

$$P - PP_{\max} = d_{\max} - Z1 + \frac{H1}{2} = 4,996 - 0,002 + \frac{0,0025}{2} = 4,99525 \text{ мм},$$

$$P - PP_{\min} = d_{\max} - Z1 - \frac{H1}{2} = 4,996 - 0,002 - \frac{0,0025}{2} = 4,99275 \text{ мм}.$$

Розмір калібру, що проставляється на кресленні $4,99275^{+0,0025}$.

- Непрохідна робоча сторона:

$$P - HE_{\max} = d_{\min} + \frac{H1}{2} = 4,988 + \frac{0,0025}{2} = 4,98925 \text{ мм},$$

$$P - HE_{\min} = d_{\min} - \frac{H1}{2} = 4,988 - \frac{0,0025}{2} = 4,98675 \text{ мм}.$$

Розмір калібру, що проставляється на кресленні $4,98675^{+0,0025}$.

- Розраховуємо розміри контрольних калібрів:

$$K - PP_{\max} = d_{\max} - Z1 + \frac{H_p}{2} = 4,996 - 0,002 + \frac{0,001}{2} = 4,9945 \text{ мм},$$

$$K - PP_{\min} = d_{\max} - Z1 - \frac{H_p}{2} = 4,996 - 0,002 - \frac{0,001}{2} = 4,9935 \text{ мм}.$$

Розмір калібру, що проставляється на кресленні $4,9945(-0,001)$.

$$K - HE_{\max} = d_{\min} + \frac{Hp}{2} = 4,988 + \frac{0,001}{2} = 4,9885 \text{ мм},$$

$$K - HE_{\min} = d_{\min} - \frac{Hp}{2} = 4,988 - \frac{0,001}{2} = 4,9875 \text{ мм}.$$

Розмір калібру, що проставляється на кресленні $4,9885(-0,001)$.

- Контрольний калібр зносу прохідної сторони

$$K - I = d_{\max} + Y1 + \frac{Hp}{2} = 4,996 + 0,0015 + \frac{0,001}{2} = 4,998 \text{ мм}.$$

Розмір калібру, що проставляється на кресленні $4,998(-0,001)$.

4. Креслимо спрощену та повну схему розташування полів допуску калібрускоби (рис.5.3)

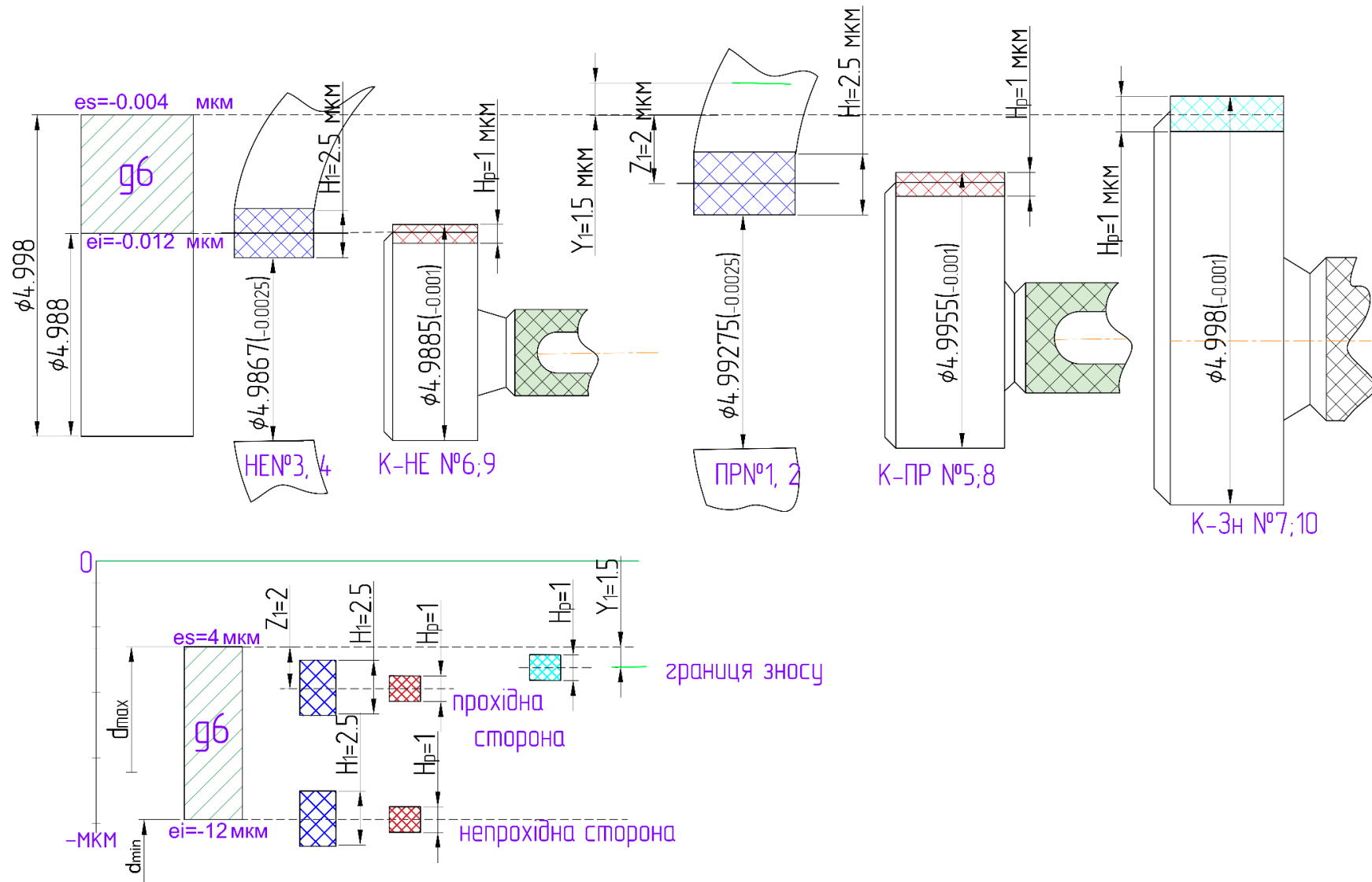


Рисунок 5.3 - Повна схему розташування полів допуску калібру-скоби та деталі, що контролюється. Ілюстрація до прикладу 5.2 «Розрахунок виконавчих розмірів калібру-скоби». *Виконується на форматі А1 див. додаток Б2

6. Взаємозамінність напівпровідникових приладів та інтегральних мікросхем

Питання, пов'язані із взаємозамінністю вітчизняних і закордонних напівпровідникових приладів, виникають при необхідності заміни вийшовшого із ладу приладу, а також при визначенні можливості відтворення схеми.

Повна аналогічність (еквівалентність) вітчизняних і закордонних напівпровідникових приладів це відповідність їх функціонального призначення, електричних параметрів і характеристик, конструктивного оформлення, габаритних і приєднувальних розмірів, маси, форми і розташування виводів, електричного зв'язку виводів з корпусом, надійності і стабільності. Проте повної відповідності отримати практично неможливо, так як процес створення напівпровідникових приладів – це технологічний комплекс, характерний для кожної фірми – виробника.

Експлуатаційні властивості транзисторів описуються великою кількістю параметрів, тому можна вважати, що практично повна тотожність вітчизняних і закордонних транзисторів недосяжна і не у всіх випадках необхідна. Доцільно говорити про часткову (неповну) або приблизну еквівалентність. Підбір аналогів повинен проводитись з урахуванням конкретної електричної схеми, а не тільки шляхом порівняння всіх параметрів приладів (показників функціонування).

При відтворенні технічних показників схеми повинні задовольнятися перш за все вимоги до вихідних параметрів. Тому не всі параметри транзисторів будуть однаково важливими, а тільки ті, по яким повинна бути забезпечена взаємозамінність. При аналізі комплексу вихідних параметрів їх умовно можна розділити на основні (необхідно найкраща відповідність) і другорядні (значення можуть змінюватись в достатньо широких межах) параметри.

Підбір аналогів повинен виконуватись порівнянням електричних параметрів (показників функціонування) вітчизняних і закордонних приладів із довідників, стандартів або технічних вимог на ці прилади, де вказано основне призначення приладів, технологія виготовлення, структура (р - n - р або n - р - n), гранично допустимі параметри, дані про електричні параметри і їх зміна від режиму і температури, тип корпусу.

Необхідно відмітити, що до закордонної рекламної інформації про нові прилади необхідно відноситися критично, з достатньою часткою обережності, так як зазвичай рекламні параметри відповідають одиночним зразкам приладів з максимально досягнутими (рекламними) значеннями. В процесі серійного виробництва значення цих параметрів в середньому виявляються гіршими рекламних.

Уніфікація і стандартизація вітчизняних напівпровідникових приладів і їх корпусів дозволила усунути занадто велику різноманітність типів приладів.

Необхідно відмітити, що взаємозамінність по приєднувальним і габаритним розмірам вітчизняних і закордонних приладів, котра визначає можливість заміни

приладів при виконанні умов спряження з панельками, тепловідводами, ізоляційними прокладками, екранами, з отворами в платі, може не виконуватися.

6.1 Умовне позначення і класифікація напівпровідникових приладів

п'ятий елемент
розподіл технологічного типу на параметричні групи

четвертий елемент
порядковий номер розробки технологічного типу приладу від 01 до 99

третій елемент
цифра, що визначає призначення приладу

другий елемент
буква, що вказує підклас або групу приладу

перший елемент
буква, що вказує на основі якого напівпровідникового матеріалу виконаний діод

A	діоди надвисокочастотні
Б	прилад з об'ємним ефектом Ганна
В	варіації
Г	генератори шуму
Д	діоди випрямляючі, імпульсні і універсальні
И	діоди тунельні і одернені
К	стабілізатори струму
Л	діоди випромінюючі
Н	тиристори діодні
С	стабілітрони і стабістори
У	тиристори триодні
Ц	випрямляючі стабдди і блоку

Г	германій і його з'єднання
К	кремній і його з'єднання
А	з'єднання галію
И	з'єднання індію

Надвисокочастотні (А)	змшуючі	1	
	детекторні	2	
	параметричні	4	
	регулюючі (перемикаючі, обмежуючі і модуляторні) помножуючі генераторні	5	
Варіації (В)	підстроєчні	1	
	помножуючі	2	
Генератори шуму (Г)	низькочастотні	1	
	високочастотні	2	
Діоди (Д)	випрямляючі	малої потужності із середнім значенням струму не більше 0,3 А	1
		середньої потужності із середнім значенням струму більше 0,3 А, але не більше 10А	2
	Діодні перетворювачі (магнітні діоди, термодіоди)		3
	імпульсні	з часом відновлення зворотного опору більше 500 нс	4
		більше 150, але не більше 500 нс	5
		більше 30, але не більше 150 нс	6
		не менше 5, але не більше 30 нс	7
		більше 1, але не більше 5 нс	8
		з ефективним часом життя неосновних носіїв заряду менше 1 нс	9
Діоди тунельні і одернені (И)	підсилюючі	1	
	генераторні	2	
	перемикаючі	3	
	одернені	4	
Випромінюючі (Л)	діоди випромінюючі інфрачервоного діапазону	1	
	Модулі випромінюючі інфрачервоного діапазону	2	
Діоди світловипромінюючі		3	
Тиристори діодні (Н)	малої потужності (прямий струм до 0,3А)	1	
	середньої потужності (прямий струм від 0,3 до 10А)	2	
Стабілітрони і стабістори (С)	потужність не більше 0,3 Вт з напругою стабілізації	до 10 В	1
		від 10 до 99 В	2
		від 100 до 199 В	3
	потужність від 0,3 до 5 Вт з напругою стабілізації	до 10 В	4
		від 10 до 99 В	5
		від 100 до 199 В	6
	потужність більше 5 Вт з напругою стабілізації	до 10 В	7
		від 10 до 99 В	8
		від 100 до 199 В	9
Випрямляючі стабдди (Ц)	малої потужності (прямий струм до 0,3А)	1	
	середньої потужності (прямий струм від 0,3 до 10А)	2	
Випрямляючі блоку (Ц)	малої потужності (прямий струм до 0,3А)	3	
	середньої потужності (прямий струм від 0,3 до 10А)	4	

закодоване позначення номінальної напруги стабілізації

Позначення напівпровідникових діодів



Умовні позначення і класифікація закордонних напівпровідникових приладів (діодів). Стандарт США EIA-JEDEC-Electronic Industries Association

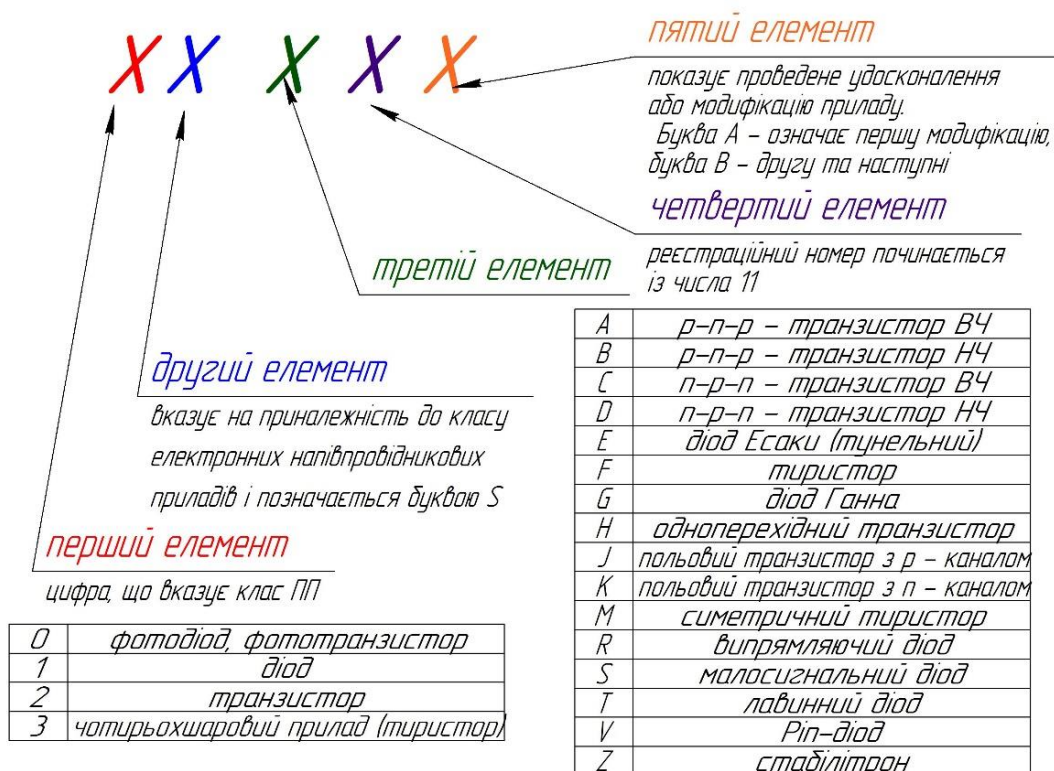
Відповідно до цього стандарту електронні напівпровідникові прилади позначаються кодом (маркуванням) наступним чином:



1N4148 – діод з реєстраційним номером 4148
 3N4444 – тиристор з реєстраційним номером 4444
 2N3055E – транзистор з реєстраційним номером 30055 і кваліфікаційною відмінністю E

Японський стандарт J8-C-7012

Японський промисловий стандарт створений на базі системи JEDEC і Pro-Electron. Відповідно до цього стандарту умовне позначення електронного напівпровідникового приладу складається із п'яти елементів.



1SR68B – діод (1) напівпровідниковий (S) випрямляючий (R) з реєстраційним номером 68, третьої модифікації B

Європейська система PRO Electron-International PRO Electron

В цій системі електронні напівпровідникові прилади позначають так



Прилади загального призначення	числа від 100 до 999
Промислове обладнання або пристрої спеціального призначення	буква (Z, Y, X і т.д.) числа від 10 до 99

буква відповідає підкласу приладу і вказує його функціональне призначення

A	діоди сигнальні, малопотужні
B	варикапи
C	транзистори низькочастотні, малопотужні
D	транзистори низькочастотні, потужні
E	діоди тунельні
F	транзистори високочастотні
G	багатоелементні, багатофункціональні прилади зі спеціальною третьою буквою
H	магнітодіоди
L	транзистори високочастотні, потужні
N	оптопарі
P	фототранзистори (можливий варіант третьої букви)
Q	світловипромінюючі прилади: світлодіоди, лазерні діоди (можливий варіант третьої букви)
R	тиристори малопотужні (можливий варіант третьої букви)
S	транзистори малопотужні, перемикаючі
T	тиристори потужні (можливий варіант третьої букви)
U	транзистори потужні перемикаючі
W	прилади на поверхневих акустичних хвилях
X	варактори, помножувачі, діоди з накопиченням заряду
Y	діоди випрямляючі
Z	стабілітрони, опорні діоди, діоди спеціального призначення (можливий варіант третьої букви)

буква, що вказує на основі якого напівпровідникового матеріалу виконаний прилад

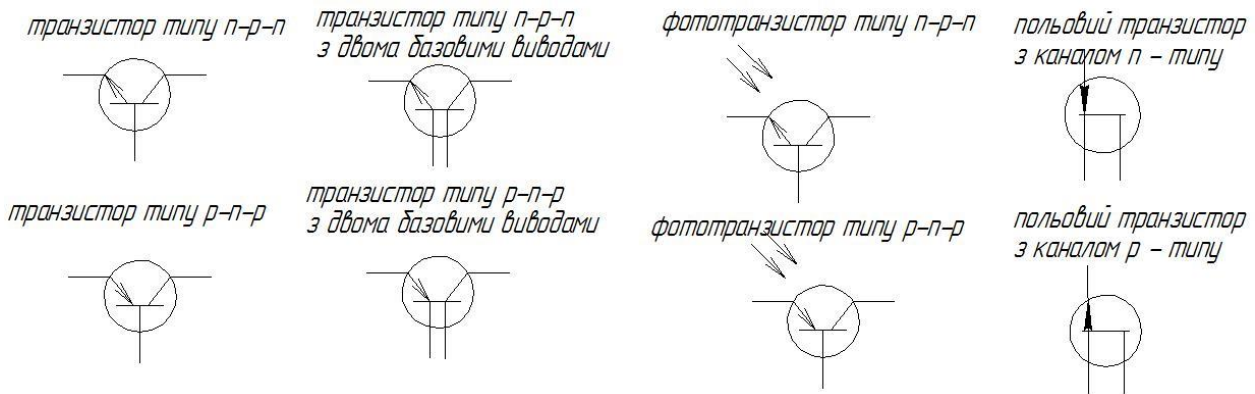
A	германій
B	кремній
C	арсенід галію
R	хімічне з'єднання (наприклад, сульфід кадмію)

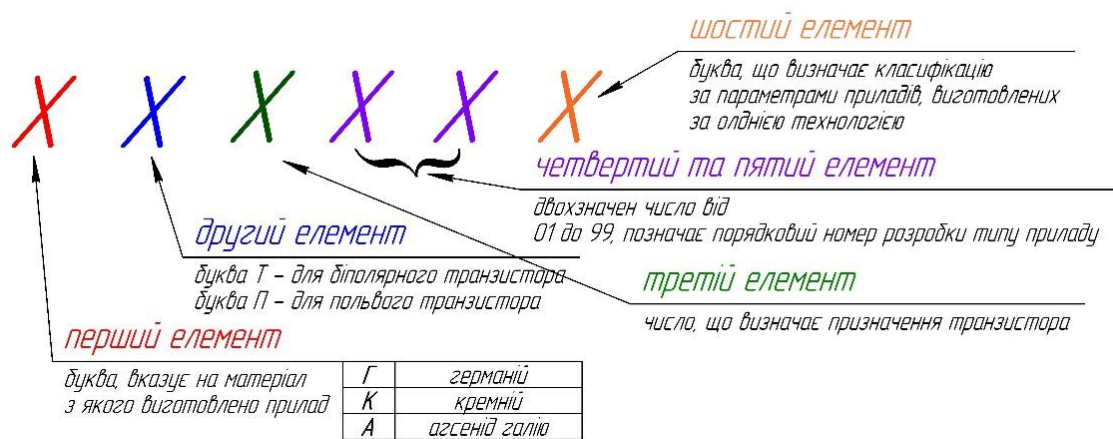
AA112 – германієвий малопотужний діод загального призначення

BD232 – кремнієвий низькочастотний транзистор, потужний, загального призначення

CQY17 – арсенід-галієвий світловипромінюючий діод для промислового обладнання

Позначення транзисторів



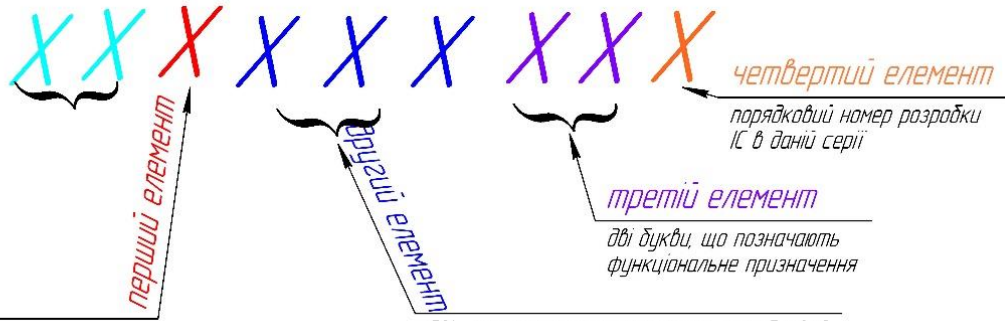


Позначення транзистора	Потужність, розсіявана транзистором	гранична частота коефіцієнта передачі струму, МГц				
		до 3	до 30	більше 30	30..300	більше 300
шестизначне	мала не більше 0,3 Вт	1	2	3	-	-
	середня від 0,3 до 1,5 Вт	4	5	6	-	-
	велика більше 1,5 Вт	7	8	9	-	-
семизначне	до 1 Вт	-	1	-	2	4
	більше 1 Вт	-	7	-	8	9

6.2 Умовне позначення і класифікація інтегральних мікросхем

Взаємозамінністю інтегральних мікросхем (ІМС) називають можливість рівноцінно замінювати мікросхему іншою із більшості однотипних. Найбільш широко використовують повну взаємозамінність мікросхем, котра забезпечує можливість складання (РЕА) без попереднього відбору, зберігаючи при цьому задані в технічних вимогах на електронну апаратуру параметри і характеристики. Взаємозамінність мікросхем можна розділити на зовнішню і внутрішню. Зовнішня взаємозамінність пов'язана з геометричними розмірами і формами приєднувальних поверхонь і видів мікросхем, а також експлуатаційними показниками: діапазоном температур оточуючого середовища, параметрами надійності, масою. Внутрішня взаємозамінність визначається перш за все функціональним призначенням мікросхем і електричними параметрами, а також схемотехнологічним виконанням

Букви К, КР, КМ, КЕ, КА, КИ перед умовним позначенням характеризують умови їх приймання і особливості конструктивного виконання.
 Буква К вказує, що мікросхема широкого використання;
 Буква Р – пластмасовий корпус;
 Буква М – металевий, металокерамічний, склокерамічний корпус;
 Буква Е – металополімерний корпус;
 Буква А – пластмасовий корпус;
 Буква И – склокерамічний планарний



Група мікросхем за конструктивно-технологічними ознакам

1, 5, 6, 7	напівпровідникові
2, 4, 8	гібридні
3	інші (керамічні, вакуумні, плівкові)

дві-три цифри, що позначають порядковий номер серії мікросхем



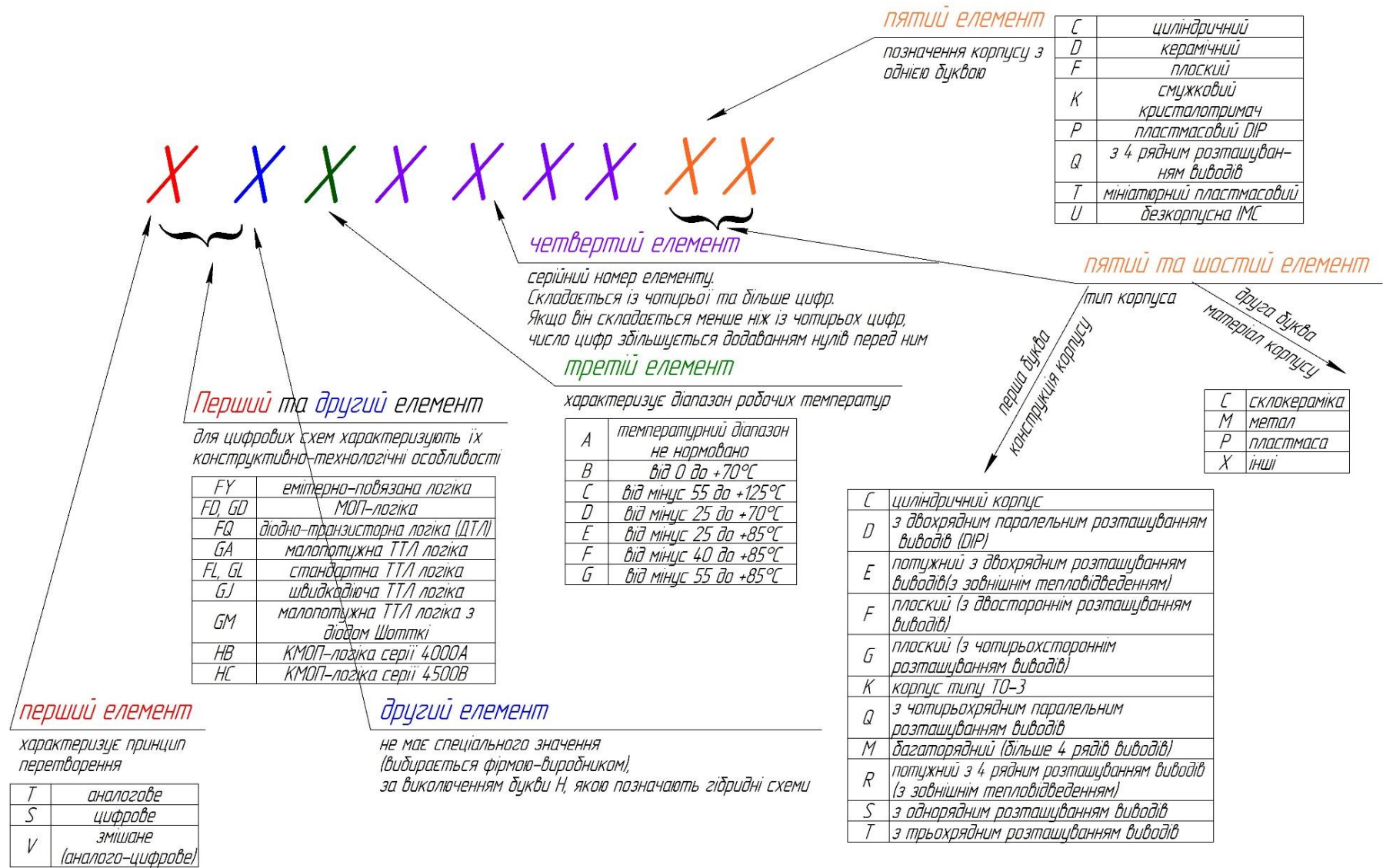
третій елемент

дві букви, що позначають функціональне призначення

Підгрупа	Вид мікросхеми	Літерне позначення	Підгрупа	Вид мікросхеми	Літерне позначення	Підгрупа	Вид мікросхеми	Літерне позначення	Підгрупа	Вид мікросхеми	Літерне позначення		
Генератори	прямокутних сигналів	ГГ	Комутатори і ключі	струму	КТ	Схеми вторинних джерел живлення	випрямлячі	ЕВ	Фільтри	Верхніх частот	ФВ		
	Лінійно змінних сигналів	ГЛ		напруги	КН		стабілізатори напруги імпульсні	ЕК		Смугові	ФЕ		
	Шуму	ГМ		Інші	КП		перетворювачі	ЕМ		Нижніх частот	ФН		
	Інші	ГП	Модулятори	Амплітудні	МА		стабілізатори напруги неперервні	ЕН		Інші	ФП	Режекторні	ФР
	Гармонійних сигналів	ГС		Імпульсні	МИ		Інші	ЕП		Адресних струмів	АА		
Сигналів спеціальної форми	ГФ	Частотні		МС	Схеми управління імпульсними стабілізаторами		ЕТ	Імпульсів прямокутної форми	АГ				
Детектори	Амплітудні	ДА		Фазові	МФ		Тригери	Типу JK	ТВ	Разрядних струмів	АР		
	Імпульсні	ДИ	діодів	НД	Динамічні			ТД	Інші	АП			
	Інші	ДП	Конденсаторів	НЕ	Комбіновані (типів DT, RST)			ТК	Імпульсів спеціальної форми	АФ			
	Частотні	ДС	Комбіновані	НК	Інші			ТМ	Схеми арифметичних і дискретних пристроїв	Регістри	ІР		
Фазові	ДФ	Інші	НП	Типу D	ТН	Суматори		ІМ					
Логічні елементи	елемент І-НЕ	ЛА	Резисторів	НР	Шіфтати	ТЛ		Напівсуматори		ІЛ			
	елемент І-НЕ/ИЛИ-НЕ	ЛБ	Транзисторів	НТ	Типу RS	ТР		Лічильники		ІЕ			
	Розширювачі	ЛД	Функціональні	НФ	Інші	ТП		Шифратори		ІВ			
	елемент ИЛИ-НЕ	ЛЕ	Цифроаналогові	ПА	Типу RS	ТР		Дешифратори		ІД			
	елемент И-ИЛИ-НЕ/И	ЛК	Аналого-цифрові	ПВ	Типу T	ТТ		Комбіновані		ІК			
	елемент ИЛИ	ЛЛ	Тривалості	ПД	високої частоти	УВ	Інші	ІП					
	елемент ИЛИ-НЕ/ИЛИ	ЛМ	Помножувачі частоти аналогові	ПЕ	операційні	УД	Схеми затримки	Арифметично логічні пристрої		ІА			
	елемент НЕ	ЛН	Дільники частоти аналогові	ПК	Повторювачі	УЕ		Пасивні		БМ			
	елемент И-ИЛИ-НЕ	ЛР	Синтезатори частоти	ПЛ	Імпульсних сигналів	УИ		Активні	БР				
	елемент И-ИЛИ	ЛС	Потужності	ПМ	Зчитування і відтворення	УЛ		Інші	БП				
Інші	ЛП	Напруги	ПН	Широкосмугові	УК	Схеми селекції і порівняння (С)		Амплітудні (рівня сигналів)	СА				
Багатофункціональні схеми	Аналогові	ХА	тривалості	ПП	Індикації		УМ	Часові	СВ				
	Комбіновані	ХК	Код-код	ПР	Низької частоти		УН	Частотні	СС				
	Цифрові	ХЛ	Частоти	ПС	Інші		УП	Фазові	СФ				
	Цифрові матриці	ХМ	Рівня (узгоджувачі)	ПУ	Проміжкової частоти		УР	Інші	СП				
	Аналогові матриці	ХН	Дільники частоти цифрові	ПЦ	Диференційні	УС							
	Комбіновані аналогові і цифрові матриці	ХТ			Пастинного струму	УТ							
	Інші	ХП											

Умовне позначення і класифікація закордонних інтегральних мікросхем

Міжнародна організація Association International Pro Electron присвоює позначення мікросхем, засноване на наступних принципах кодування



Завдання 6 Взаємозамінність напівпровідникових приладів та інтегральних мікросхем (вихідні дані)

1. Підібрати аналог для заданого типу діода. Розшифрувати умовне позначення діода. Виписати основні технічні характеристики діода

Вар.1	Вар.2	Вар.3	Вар.4	Вар.5	Вар.6	Вар.7
ГД107А	КД102А	КД202А	ГД402А	КД401А	ГД511А	КД413А
Вар.14	Вар.15	Вар.16	Вар.17	Вар.18	Вар.19	Вар.20
ГД107Б	КД103А	КД203А	ГД403А	КД407А	ГД511В	КД413А

Вар.8	Вар.9	Вар.10	Вар.11	Вар.12	Вар.13
КД503А	КД502А	ГД511Б	ГД403В	КД509А	КД917А
Вар.21	Вар.22	Вар.23	Вар.24	Вар.25	Вар.26
КД504А	КД519А	ГД403Б	КД213А	КД210А	КД109А

2. Розшифрувати умовне позначення заданого напівпровідникового приладу

Вар.1	Вар.2	Вар.3	Вар.4	Вар.5	Вар.6	Вар.7
КВ102А	КС133А	АИ101А	КН102А	КЦ101А	АД516А	КВ109А
Вар.14	Вар.15	Вар.16	Вар.17	Вар.18	Вар.19	Вар.20
КВ109В	КС433А	АИ301А	КН102Б	ГИ103А	КВ107В	КС510А

Вар.8	Вар.9	Вар.10	Вар.11	Вар.12	Вар.13
КС210Б	АИ201А	КН102В	КЦ2101А	АД516Б	КС512А
Вар.21	Вар.22	Вар.23	Вар.24	Вар.25	Вар.26
АИ402Б	ГИ304А	ГИ401А	ГИ305А	КС600А	КС518А

3. Підібрати аналог для заданого типу транзистора. Розшифрувати умовне позначення транзистора. Виписати основні технічні характеристики транзистора

Вар.1	Вар.2	Вар.3	Вар.4	Вар.5	Вар.6	Вар.7
КТ909А	КТ815А	КТ630А	КТ616А	КТ501А	КТ316Г	КТ209А
Вар.14	Вар.15	Вар.16	Вар.17	Вар.18	Вар.19	Вар.20
КТ933Б	КТ801А	КТ610А	КТ602А	КТ325А	КТ203А	КТ209Б

Вар.8	Вар.9	Вар.10	Вар.11	Вар.12	Вар.13
ГТ108А	ГТ305А	ГТ402А	ГТ701А	ГД806А	ГД905А
Вар.21	Вар.22	Вар.23	Вар.24	Вар.25	Вар.26
ГТ109Б	ГТ308А	ГТ404А	ГТ703А	ГТ810А	ГТ9701А

4. Підібрати аналог для заданого типу мікросхеми. Розшифрувати умовне позначення. Виписати основні технічні характеристики. Зобразити схему

Вар.1	Вар.2	Вар.3	Вар.4	Вар.5	Вар.6	Вар.7
К140УД1А	К140УД2А	К140УД5А	К140УД1А	К140УД6	К140УД7	К544УД2
Вар.14	Вар.15	Вар.16	Вар.17	Вар.18	Вар.19	Вар.20
К140УД1Б	К140УД2Б	К140УД8А	К140УД8Б	К140УД9	К140УД11	К553УД2

Вар.8	Вар.9	Вар.10	Вар.11	Вар.12	Вар.13
К544УД1Б	К553УД1А	К553УД2	К574УД1А	КМ551УД1А	К574УД1Б
Вар.21	Вар.22	Вар.23	Вар.24	Вар.25	Вар.26
К574УД1В	К140УД14А	К140УД14Б	К140УД12	К140УД13	К140УД8В

5. Розшифрувати умовне позначення заданої інтегральної мікросхеми

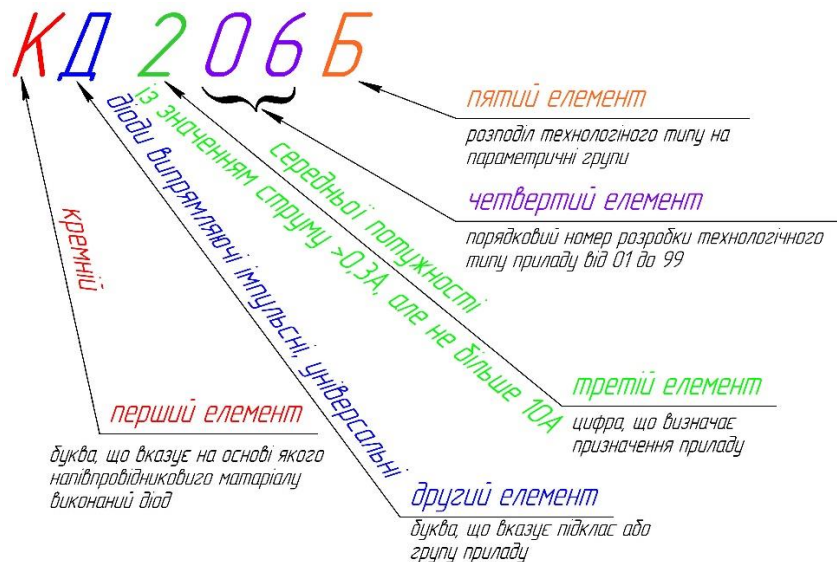
Вар.1	Вар.2	Вар.3	Вар.4	Вар.5	Вар.6	Вар.7
K148УН1	KP538УН1	K174УН4	K157ХА1	K175УВ1	KP119УЕ1	KP119УТ1
Вар.14	Вар.15	Вар.16	Вар.17	Вар.18	Вар.19	Вар.20
KP119КП1	K228КН1	KP143КТ1	K142НД	K142ЕН2Г	K142ЕП1Б	K224АГ1

Вар.8	Вар.9	Вар.10	Вар.11	Вар.12	Вар.13
K228УВ1	KP140МА1А	KP521СА4	K554СА1	K119ДА1А	K547КП1
Вар.21	Вар.22	Вар.23	Вар.24	Вар.25	Вар.26
K224ГГ1	K224ПН1	KP119УН1	K237УН2	K175УВ2	K548УН1А

Приклад 6 Взаємозамінність напівпровідникових приладів та інтегральних мікросхем

Приклад 6.1 Розшифрувати умовне позначення діода. Виписати основні технічні характеристики діода Підібрати аналог для заданого типу діода.

1. Розшифровуємо умовне позначення діода. Випишуємо основні технічні характеристики.



Основні параметри випрямляючих діодів:

- Максимально допустима зворотна напруга діода $U_{обр.max}$ - значення напруги, що прикладено у зворотному напрямку, яку діод може витримати протягом тривалого часу без порушення його працездатності (десятки-тисячі вольт)
- Середній випрямлений струм діода $I_{вп.ср}$ - середнє за період значення випрямленого постійного струму, що протікає через діод (сотні міліампер - десятки ампер).
- Імпульсний прямиий струм діода $I_{пр.и}$ - пікове значення імпульсу струму при заданій максимальній тривалості, скважності і формі імпульсу.
- Середній зворотний струм діода $I_{обр.ср}$ - середнє за період значення зворотного струму (долі мікроампер – декілька міліампер)

- Середня пряма напруга діода при заданому середньому значенні прямого струму $U_{пр\ ср}$ (частки вольт)
- Середня розсіювана потужність діода $P_{ср\ д}$ - середня за період потужність, що розсіюється діодом, при протіканні струму в прямому і зворотному напрямку (сотні міліват – десятки ват)
- Диференційний опір діода $r_{диф}$ - відношення приросту напруги на діоді до приросту струму (одиниці - стоні ом)

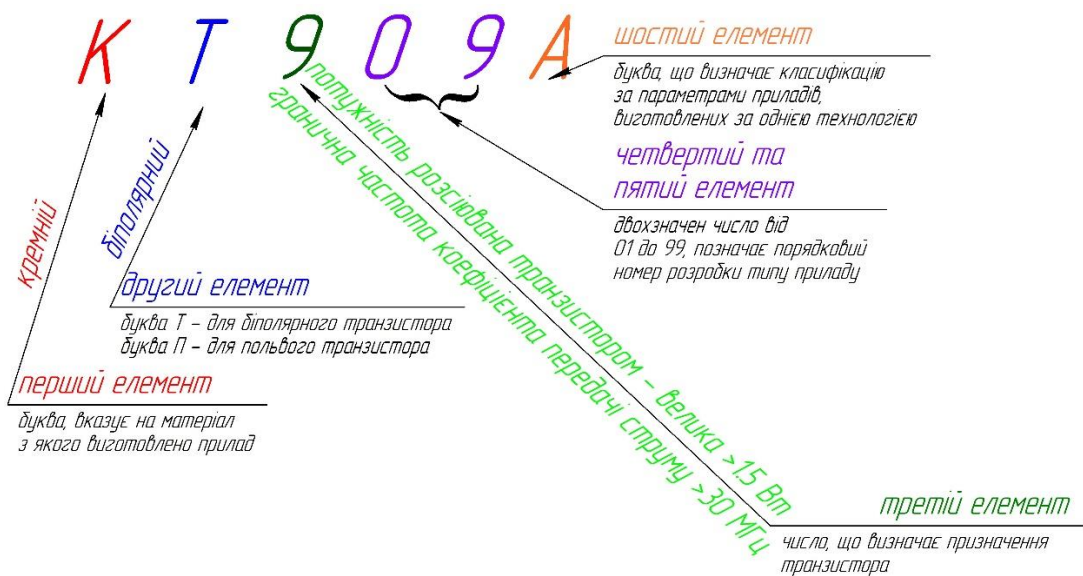
Тип елемента	$I_{пр\ max}, A$	$I_{пр\ и\ max}, A$	$t_{и}, мкс$	$I_{обр\ max}, мкА$ ($I_{обр\ max\ имп}$)	$U_{обр\ max}, В$ ($U_{обр\ max\ имп}$)	$U_{обр\ и\ max}, В$	$U_{пр\ max}, В$	$I_{пр}, A$	$f_p, кГц$	$t_{вос\ обр\ max}, нс$	$I_{пр}, A$	$C_d, пФ$	$T, °C$
КД206Б	10	100	100	700	500		1.2	1.0	1.0	10000	5		-60...+125
КД206В	10	100	100	700	600		1.2	1.0	1.0	10000	5		-60...+125
КД210А1	10	50	50000	1500		800	1.0	10	1.0				-60...+100

2. Підбираємо аналог для заданого типу діода

Тип елемента	$I_{пр\ max}, A$	$I_{пр\ и\ max}, A$	$t_{и}, мкс$	$I_{обр\ max}, мкА$ ($I_{обр\ max\ имп}$)	$U_{обр\ max}, В$ ($U_{обр\ max\ имп}$)	$U_{обр\ и\ max}, В$	$U_{пр\ max}, В$	$I_{пр}, A$	$f_p, кГц$	$t_{вос\ обр\ max}, нс$	$I_{пр}, A$	$C_d, пФ$	$T, °C$
КД206Б	10	100	100	700	500		1.2	1.0	1.0	10000	5		-60...+125
КД206В	10	100	100	700	600		1.2	1.0	1.0	10000	5		-60...+125
2Д203Б	10	100	50000	1500	560	800	1.0	10	1.0				-60...+125
2Д203В	10	100	50000	1500	560	800	1.0	10	1.0				-60...+125
2Д203Г	10	100	50000	1500	700	1000	1.0	10	1.0				-60...+125
2Д203Д	10	100	50000	1500	700	1000	1.0	10	1.0				-60...+125
КД206А	10	100	100	700	400		1.2	1.0	1.0	10000	5		-60...+125
2Д213А	10	100	10000	200	200	200	1	10	100	300	1	500	-60...+125
2Д213А6	10	100	10000	200	200	200	1	10	100	300	1	500	-60...+125
2Д213Б	10	100	10000	200	200	200	1.2	10	100	170	1	500	-60...+125
2Д213Б6	10	100	10000	200	200	200	1.2	10	100	170	1	500	-60...+125
2Д213В	10	100	10000	200	100	100	1	10	100	500	1	500	-60...+125
2Д213В6	10	100	10000	200	100	100	1	10	100	300	1	500	-60...+125
2Д213Г	10	100	10000	200	100	100	1.2	10	100	170	1	500	-60...+125

Приклад 6.3 Розшифрувати умовне позначення транзистора. Виписати основні технічні характеристики транзистора Підібрати аналог для заданого типу транзистора.

1. Розшифровуємо умовне позначення транзистора. Випишемо основні технічні характеристики



Основні параметри біполярних транзисторів і їх орієнтовні значення:

- Коефіцієнти передачі емітерного і базового струму (диференційні коефіцієнти передачі, котрі в першому наближенні вважають рівними інтегральним) $h_{21э}$, $h_{21б}$.
- Диференційний опір емітерного переходу (одиниці - десятки Ом).
- Зворотній струм колекторного переходу при заданій зворотній напрузі (декілька наноампер - десятки міліампер) $I_{КБ0}$, $U_{КБ} < 0$.
- Об'ємний опір бази $r'_б$ (десятки - сотні Ом); коефіцієнт внутрішнього зворотного зв'язку по напрузі $h^{*}12б$ ($10^{-3} - 10^{-4}$).
- Вихідна провідність h_{22}^{*} або диференційний опір колекторного переходу (частки-сотні мкСм) $r_{к\ диф}^{*}$.
- Максимально допустимий струм колектору $I_{К\ max}$ (сотні міліампер - десятки ампер).
- Напруга насичення колектор-емітер $U_{КЭ\ нас}$ (десяті частки - один вольт).
- Найбільша потужність розсіювана колектором $P_{К\ max}$ (міліват - десятки ват).
- Ємність колекторного переходу $C_к$ (одиниці - десятки пікофарад).
- Тепловий опір між колектором транзистора і корпусом $R_т$.
- Гранична частота коефіцієнта передачі струму $f_{h_{21}}$, на якій коефіцієнт передачі струму h_{21} зменшується до 0,7 свого статичного значення (одиниці кілогерц - сотні мегагерц).
- Максимальна частота генерації f_{max} - це найбільша частота, при якій транзистор може працювати в схемі автогенератора.

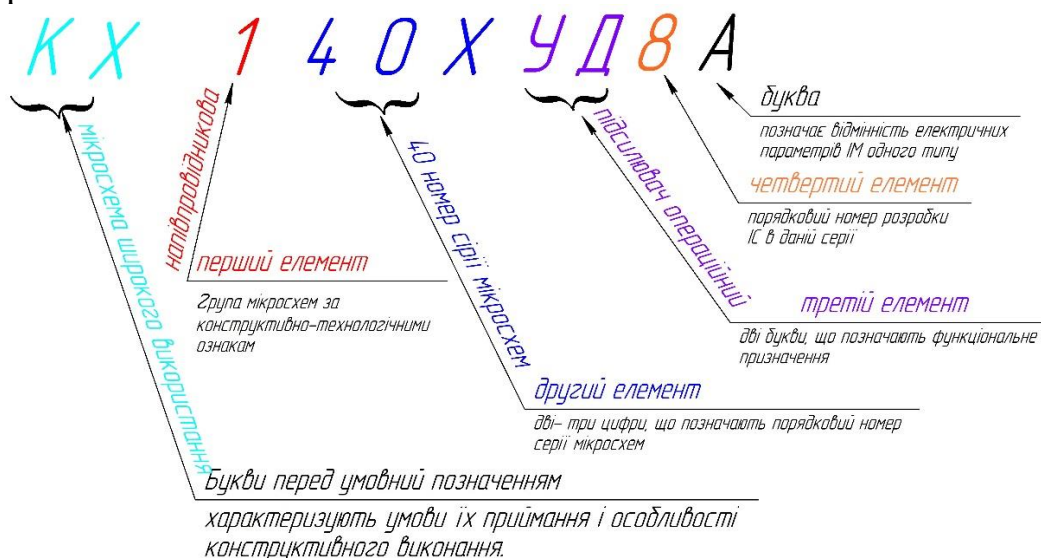
Тип елемента	$I_K \text{ max}, A$	$I_{K,н} \text{ max}, A$	$U_{KЭ0 гр} (U_{KЭ0 max}) [U_{KЭЭ max}, I, B]$	$U_{KБ0 max}, B$	$U_{ЭБ0 max}, B$	$R_{K, ср max} (R_{K max}), Вт$	$T_K (T), ^\circ C$	$T_{п max}, ^\circ C$	$T_{Kmax} (T_{max}), ^\circ C$	$h_{21э}$ ($h_{21э}$)	$U_{KЭ} (U_{KБ}), В$	$I_K (I_э), A$	$U_{KЭ} \text{ нас}, B$	$I_{КБ0} (I_{КЭЭ}), mA$	$f_{гр} (f_{раб}), ГГц$	$K_{ур, дб}$	$C_K, пф$	$C_э, пф$
КТ909А	2	4	[60]		3.5	27	40	120	85			0.3	(30)	0.36	1.7	30	350	
КТ909Б	4	8	[60]		3.5	54	40	120	85			0.3	(60)	0.5	1.75	60	700	
КТ909Г	4	8	[60]		3.5	54	40	120	85			0.3	(60)	0.45	1.5	60	700	
КТ911А	0.4		[40]	55	3	3	25	120	85	15...80	5	0.2		5	0.75	2.5	10	25

2. Підбираємо аналог для заданого типу транзистора

Тип елемента	$I_K \text{ max}, A$	$I_{K,н} \text{ max}, A$	$U_{KЭ0 гр} (U_{KЭ0 max}) [U_{KЭЭ max}, I, B]$	$U_{KБ0 max}, B$	$U_{ЭБ0 max}, B$	$R_{K, ср max} (R_{K max}), Вт$	$T_K (T), ^\circ C$	$T_{п max}, ^\circ C$	$T_{Kmax} (T_{max}), ^\circ C$	$h_{21э}$ ($h_{21э}$)	$U_{KЭ} (U_{KБ}), В$	$I_K (I_э), A$	$U_{KЭ} \text{ нас}, B$	$I_{КБ0} (I_{КЭЭ}), mA$	$f_{гр} (f_{раб}), ГГц$	$K_{ур, дб}$	$C_K, пф$	$C_э, пф$
2Т909А	2	4	[60]		3.5	27	40	160	125			0.3	(25)	0.36	1.7	30	350	
КТ909А	2	4	[60]		3.5	27	40	120	85			0.3	(30)	0.36	1.7	30	350	
КТ916А	2	4	[5]		3.5	30	25	125	85	35	5	0.25	0.4	(25)	1.1	2.25	20	190
2Т916А	2	4	[55]		3.5	30	25	160	125	35	5	0.25	0.4	(25)	1.1	2.25	20	190
КТ934Д	2		[60]		4	30	25	160	85					(30)	0.45	2.4	32	300
2Т934В	2		[60]		4	30	25	160	125	5...150	5	0.25	0.2	(20)	0.5	3	32	300
КТ934В	2		[60]		4	30	25	160	85	5...150	5	0.25		(30)	0.5	3	32	300

Приклад 6.4 Розшифрувати умовне позначення. Виписати основні технічні характеристики. Зобразити схему. Підібрати аналог для заданого типу мікросхеми.

1. Розшифруємо умовне позначення мікросхеми. Випишемо основні технічні характеристики.



Параметри і характеристики ОП можна умовно розділити на входні, вихідні і характеристики передачі.

До входних параметрів відносять: напруга зміщення нуля; входні струми; різниця входних струмів; входний опір; Коефіцієнт ослаблення синфазних

вхідних напруг; діапазон синфазних вхідних напруг; температурний дрейф напруги зміщення нуля.

- **Напруга зміщення нуля $U_{см}$** – це потенціал на виході підсилювача при нульовому вхідному сигналі, котрий поділений на коефіцієнт підсилення підсилювача. Даний параметр показує, яке джерело напруги необхідно підключити до входу ОП для того, щоб на виході отримати $U_{вих}=0$.

- **Вхідні струми** зумовлені необхідністю забезпечити нормальний режим роботи вхідного диференційного каскаду на біполярних транзисторах.

- **Вхідний опір $R_{вх}$** в залежності від характеру подаваного сигналу розділяють на диференційний і синфазний.

Вхідний опір для диференційного сигналу – це повний вхідний опір зі сторони будь-якого входу, в той час як другий вхід з'єднаний з загальним виводом. Значення його лежить в межах від декількох десятків кОм до сотень МОм.

Вхідний опір для синфазного сигналу характеризує зміну середнього струму при прикладенні до входів синфазної напруги. Він на декілька порядків більший опору для диференційного сигналу.

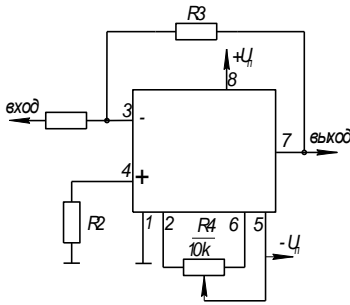
- **Коефіцієнт ослаблення синфазного $K_{ос.сф}$** сигналу визначається як відношення напруги синфазного сигналу, поданого на обидва входи, до диференційної вхідної напруги.

Тип микросхемы	Функциональные особенности	U ил.В	Uсм, мВ	Uсм/ΔT, мкВ/°C	Iвх, нА	ΔIвх, нА	Kу, дБ	Vцвх, В/мкс	Kос.сф, дБ	Kвл.п., мкВ/В, (дБ)	Uш.нВ/√Гц, (Uш.эф.мкВ)	Rвх, МОм	Iуст, (Iпр), мкс	Pпот, мВт; (Iпот, мА)	fпр, (fг), МГц
K1409D20A	сдвоен.	±5...±17	6		400		68	0.3	72			0.4			120 0.8
K1409D20B	сдвоен.	±5...±17	6		400		68	0.3	72			0.4			120 0.8
K1404P8	с пол.тр.	+5	+1150		0.2		62	2	70			10000			180 1
K1409D8B	с пол.тр.	±5...±18	100		1		62	5	70			10000			180 1
K1409D8B	с пол.тр.	±5...±18	100		1.2		62	2	70			10000			180 1
K1409D8Г	с пол.тр.	±5...±18	6		1.5		62	10	70			10000			180 1

2. Підбираємо аналог для заданого типу мікросхеми

Тип микросхемы	Фирма производитель	Функциональные особенности	U ил.В	Uсм, мВ	Uсм/ΔT, мкВ/°C	Iвх, нА	ΔIвх, нА	Kу, дБ	Vцвх, В/мкс	Kос.сф, дБ	Kвл.п., мкВ/В, (дБ)	Uш.нВ/√Гц, (Uш.эф.мкВ)	Rвх, МОм	Iуст, (Iпр), мкс
KP1409D1Г	СНГ	с пол.тр.	±4...±9	15		0.2		62	5	72			100000	
K1409D8B	СНГ	с пол.тр.	±5...±18	100		1		62	5	70			10000	
KP1409D8B	СНГ	с пол.тр.	±5...±18	100		1		62	5	70			10000	
K1409D1Г	СНГ	с пол.тр.	±4...±9	15		0.2		62	5	72			100000	
K1409D8Г	СНГ	с пол.тр.	±5...±18	6		1.5		62	10	70			10000	
K1404P8	СНГ	с пол.тр.	+5	+1150		0.2		62	2	70			10000	
K1409D8B	СНГ	с пол.тр.	±5...±18	100		1.2		62	2	70			10000	
KP1409D8A	СНГ	с пол.тр.	±5...±18	50		0.2		62	2	70			10000	
KP1409D8B	СНГ	с пол.тр.	±5...±18	100		1.2		62	2	70			10000	
KP1409D8Г	СНГ	с пол.тр.	±5...±18	6		1.5		62	10	70			10000	

Схема включення



- 1 - корпус;
- 2, 6 - балансування;
- 3 - інвертувальний вхід;
- 4 - неінвертувальний вхід;
- 5, 8 - живлення;
- 7 - вихід

7. Участь технічних служб в виборі вимірювальних засобів

Правильний вибір засобів вимірювання має важливе значення для забезпечення необхідної точності вимірювання [16, 24]. Засоби вимірювання повинні забезпечувати похибку вимірювання меншу нормованого значення.

На виробництві в виборі вимірювальних засобів повинні брати участь конструкторська, технологічна в метрологічна служби в межах їх службових обов'язків.

Конструкторська служба бере участь в виборі вимірювальних засобів тільки правильним зазначенням допустимих відхилень на розмір деталі.

Технологічна служба – на стадії розробки технологічного процесу виготовлення виробу на кожну операцію вказують конкретні засоби вимірювання і умови їх використання з урахуванням допустимої похибки вимірювання.

Метрологічна служба виконує вибір конкретних засобів вимірювання з урахуванням умов вимірювання. Ця служба зобов'язана встановити, в якій мірі випадки використання, наведені в [14, т.2 табл. 1.16 і 1.17], відповідають поставленій задачі, а рекомендовані там умови вимірювання відповідають реально існуючим.

Робочий використовує ті засоби вимірювання, які вказані і технологічній документації, відповідно до їх умовного позначення. Тому необхідно вміти правильно розшифрувати умовне позначення засобу вимірювання і знати правила користування ними.

Засоби вимірювання вибирають в залежності від точності (допуску) контрольованої деталі і допустимої похибки вимірювання, встановленої в нормативному документі або табл.В20.1. додатку В.

Кожний засіб вимірювання характеризується основною похибкою, величина якої вказана в характеристиці цього засобу вимірювання.

Вибір засобу вимірювання складається в порівнянні його основної похибки з допустимою похибкою вимірювання; при цьому основна похибка повинна бути менша (або рівна) допустимій похибці вимірювання.

7.1 Вибір конкретних вимірювальних засобів

Вибирати конкретний вимірювальний засіб можна за [14, т.2 табл.1.16 і 1.17] в залежності від вимірюваного розміру, допуску на виготовлення і допустимої похибки вимірювання. Проте за [14, т.2 табл.1.16 і 1.17] важко виявити весь комплекс вимірювальних засобів, котрі можна використовувати для вимірювання з допустимою похибкою.

Для спрощення процесу вибору конкретних вимірювальних засобів складені таблиці [14, т.2 табл.1.19-1.24].

В табл. 1.19 - 1.22 вказані діапазони номінальних розмірів, квалітети від IT2 до IT7, у вигляді дробу - допустимі похибки вимірювання (чисельник) і допуски на виготовлення (знаменник) [14, т.2 табл.1.13] або табл.В20.1 додатку В, номерами і буквами із табл. 1.16 і 1.17 вказані вимірювальні засоби і варіанти їх використання, при яких похибка вимірювання не перевищує допустимих значень.

Похибка, що залежить від засобу вимірювання

Нормовану допустиму похибку вимірювального засобу необхідно розглядати як похибку вимірювання при одному із можливих варіантів використання цього вимірювального засобу. Складову похибку вимірювання, що залежить від засобу, у всіх випадках приймають із передумови, що прилад справний і відповідає вимогам технічної документації.

Похибка температурна

Визначення сумарного впливу температурних деформацій на похибку вимірювання складний процес і пов'язаний з необхідністю мати дані про фізичні властивості матеріалів деталей і об'єкту вимірювання, температурних полях в них і умовах теплопередачі. З огляду на те, що при вимірюваннях, як правило, мають досить обмежену інформацію про фактори, що впливають на температурну деформацію, то використовують критерій сумарної кількісної оцінки похибки - "температурний режим". Температурний режим - це умовна, виражена в градусах Цельсія, різниця температур об'єкту вимірювання і вимірювального засобу, котра при визначених ідеальних умовах викликає таку ж похибку, як і весь комплекс реально існуючих причин. Ці умови зводяться до того, що об'єкт вимірювання і вимірювальний засіб мають постійну по об'єму температуру, а коефіцієнт лінійного розширення матеріалів, із яких вони виготовлені $11 \cdot 10^{-6}$ 1/град.

Суб'єктивні похибки

Можливі чотири види суб'єктивних похибок вимірювання:

- Суб'єктивні похибки зчитування;
- Суб'єктивні похибки присутності;
- Суб'єктивні похибки дії;
- Професійні суб'єктивні похибки.

До суб'єктивних похибок дії відносяться похибки, що вносяться оператором при налагодженні приладу, підготовці об'єкту вимірювання або установчих мір. Повністю врахувати всі види суб'єктивних складових похибок вимірювання

неможливо, так як їх значення суттєво залежить від кваліфікації оператора, досвіду його роботи з тим або іншим засобом.

Завдання 7 Вибір засобу вимірювання для вимірювання зовнішніх та внутрішніх поверхонь

Вибрати вимірювальний засіб для вимірювання отвору і валу за заданим розміром (вихідні дані для гладкого циліндричного з'єднання завдання 1).

*Розрахувати граничну похибку вимірювання для трьох засобів вимірювання для кожної деталі.

Кожен вимірювальний засіб знайти в Internet із технічними характеристиками.

Приклад 7.1 Вибір засобу вимірювання (станковий засіб вимірювання для зовнішнього розміру)

Вибрати конкретний вимірювальний засіб в залежності від вимірюваного розміру $\varnothing 5g6$, допуску на виготовлення і допустимої похибки вимірювання.

Вибрати конкретний вимірювальний засіб можна за допомогою [14, т.2 табл.1.16, 1.17] в залежності від вимірюваного розміру, допуску на виготовлення і допустимої похибки вимірювання.

По [14, т.2 табл.1.19] вибираємо станкові засоби вимірювання зовнішніх розмірів (із умови $\varnothing 5g6$). Маємо 9б, 10а, 12б, 15а, 20б, 21а, 30б, 33а, 34а, 36б.

9б. Головка ричажно-зубчата з ціною поділки 0,002 мм з настійкою по кінцевим мірам довжини з настройкою на нульову поділку

- Клас кінцевих мір 5;
- Гранична похибка вимірювання 1.4 мкм.

Internet, наприклад <http://mip.zavod-vtuz.ru/tesa/katalog-2010-kontrolno-izmeritelnye-pribory>

12б Індикатори багатообертові з ціною поділки 0,001 мм і границею вимірювання 1 мм

- Використане переміщення вимірювального стержня 1 мм;
- Клас кінцевих мір 2;
- Гранична похибка вимірювання 2 мкм.

Internet, наприклад <http://www.instrumentalist.ru/-StartID=3&ID=41&CategoryID=40&ProductID=101.htm>

15а Головки вимірювальні пружинні (мікрокатори) з ціною поділки 0,002 мм і границею вимірювання $\pm 0,060$ мм

- Використане переміщення вимірювального стержня 0,060 мм;
- Клас кінцевих мір 2;

- Гранична похибка вимірювання 1,5 мкм.

Internet, наприклад <http://microtech-ru.ru/indikatory/mikrokator-i-mikator-5igpv-2igpv-1ipm-1igpv-05igpv-02igpv.html>

30б Оптиметр вертикальний, оптиметр горизонтальний, машина вимірювальна з ціною поділки 0,001 мм і границею вимірювання по шкалі $\pm 0,1$ мм, при відносному методі вимірювання

- Розряд кінцевих мір - 2
- Гранична похибка вимірювання 0,4 мкм.

Internet, наприклад http://promsouz.com/kipia/lab_oborud/optimetry.html

Таблиця 7.1 - Розрахунок граничної похибки засобу вимірювання для зовнішніх розмірів

Засіб вимірювання [14, табл.1.19]	Вихідні дані [14, т.2, табл. 1.16]	Параметр	Формула	Числове значення
96. Головка ричажно-зубчаста з ціною поділки 0,002 мм з настійкою по кінцевим мірам довжини з настійкою на нульову поділку	Розряд (клас) кінцевих мір 5;	Матеріал міри - сталь X [14.,т.2 табл.1.18] або табл.В20.2 додатку В		$\Delta_{1lim} = 0,90$ мкм.
	Гранична похибка вимірювання	[14, т.2 табл.1.16]		$\Delta_{2lim} = 1,4$ мкм.
		гранична похибка відліку	$\Delta_{3lim} = \frac{1}{2} \cdot C$	$\Delta_{3lim} = \frac{1}{2} \cdot 0.002 = 0.001$ мм = 1 мкм
		Температурна похибка	$\Delta_{4lim} = l \cdot (\alpha_d \cdot (t_d - 20) - \alpha_k \cdot (t_k - 20))$ де l - вимірювальний розмір деталі; α_k, α_d - коефіцієнт лінійного розширення матеріалу деталі і кінцевої міри; t_k, t_d - температура деталі і засобу вимірювання.	$\Delta_{4lim} = 5 \cdot 10^{-3} \cdot \left(\begin{matrix} 12 \cdot 10^{-6} \cdot (25 - 20) - \\ -11,5 \cdot 10^{-6} \cdot (25 - 20) \end{matrix} \right) =$ = 0,0125 мкм
		Граничні похибка вимірювання при одночасному впливі випадкових похибок окремих впливових факторів:	$\Delta_{\Sigma lim} = \pm \sqrt{\Delta_{1lim}^2 + \Delta_{2lim}^2 + \dots + \Delta_{nlim}^2}$ де $\Delta_{1lim}, \Delta_{2lim}, \Delta_{nlim}$ - граничні похибки окремих впливових факторів	$\Delta_{\Sigma lim} = \sqrt{0,9^2 + 1,4^2 + 1^2 + 0,0125^2} =$ = 1,942 мкм
		допустима похибка вимірювання лінійних розмірів	[14, т.2 табл.1.13] або табл.В20.1 додатку В	$\delta = 2$ мкм
Висновок. Якщо $\Delta_{\Sigma lim} \leq \delta$, то вибраний засіб вимірювання можна використовувати для контролю заданого розміру $\varnothing 5g6$				

Приклад 7.2 Вибір засобу вимірювання (станковий засіб вимірювання для внутрішнього розміру)

Вибрати конкретний вимірювальний засіб в залежності від вимірюваного розміру $\varnothing 5H7$, допуску на виготовлення і допустимої похибки вимірювання.

Вибрати конкретний вимірювальний засіб можна за допомогою [14, т.2 табл.1.16, 1.17] в залежності від вимірюваного розміру, допуску на виготовлення і допустимої похибки вимірювання.

По [14, т.2 табл.1.19] вибираємо станкові засоби вимірювання зовнішніх розмірів (із умови $\varnothing 5H7$). Маємо 9б, 10а, 12б, 15а, 20б, 21а, 30б, 33а, 34а, 36б.

Таблиця 7.2 - Розрахунок граничної похибки засобу вимірювання для внутрішніх розмірів

Засіб вимірювання [14, табл.1.20]	Вихідні дані [14, т.2 табл. 1.16]	Параметр	Формула	Числове значення	
****	Розряд (клас) кінцевих мір	Матеріал міри - сталь Х [14, т.2 табл.1.18] або табл.В20.2 додатку В		***	
	Гранична похибка вимірювання	[14, т.2 табл.1.16]		***	
		гранична похибка відліку	$\Delta_{3\text{lim}} = \frac{1}{2} \cdot C$	***	
		Температурна похибка	$\Delta_{4\text{lim}} = l \cdot (\alpha_{\delta} \cdot (t_{\delta} - 20) - \alpha_{\kappa} \cdot (t_{\kappa} - 20))$ де l - вимірювальний розмір деталі; α_{κ} , α_{δ} - коефіцієнт лінійного розширення матеріалу деталі і кінцевої міри; t_{κ} t_{δ} - температура деталі і засобу вимірювання.	***	
		Гранична похибка вимірювання при одночасному впливі випадкових похибок окремих впливових факторів:	$\Delta_{\sum\text{lim}} = \pm \sqrt{\Delta_{1\text{lim}}^2 + \Delta_{2\text{lim}}^2 + \dots + \Delta_{n\text{lim}}^2}$ де $\Delta_{1\text{lim}}$, $\Delta_{2\text{lim}}$, $\Delta_{n\text{lim}}$ - граничні похибки окремих впливових факторів		***
		допустима похибка вимірювання лінійних розмірів	[14, т.2 табл.1.13] або табл.В20.1 додатку В		****

Висновок. Якщо $\Delta_{\sum\text{lim}} \leq \delta$, то вибраний засіб вимірювання можна використовувати для контролю заданого розміру

8. Шорсткість поверхні. Допуски форми та розташування поверхні

а. Шорсткість поверхні

Якість поверхневого шару визначається сукупністю характеристик: фізико-механічним станом, мікроструктурою металу поверхневого шару, шорсткістю поверхні. Стан поверхневого шару впливає на експлуатаційні властивості деталей: зносостійкість, вібростійкість, контактну жорсткість, міцність з'єднання [13, 14, 24].

Терміни та визначення шорсткості поверхні встановлює ДСТУ ISO 4287:2012 та ДСТУ2413-94. Позначення параметрів і характеристик шорсткості поверхні та їх числові значення наведено в ДСТУ ISO 4288-2001.

Шорсткість поверхні - це сукупність нерівностей поверхні з відносно малими кроками, що виділена за допомогою базової довжини.

Базова довжина l - це довжина базової лінії, яка використовується для виділення нерівностей, що характеризують шорсткість поверхні.

Крок нерівностей - це відрізок середньої лінії профілю, що обмежує нерівність профілю (тобто виступ профілю і сполучену з ним западину профілю).

Кількісна оцінка шорсткості поверхні виконується від середньої лінії профілю m – базової лінії, що має форму номінального профілю і проведеної так, що в межах базової довжини середнє квадратичне відхилення профілю до цієї лінії буде мінімальним рис.8.1.

Встановлені параметри шорсткості можна підрозділити на 3 групи:

- Висотні (R_z , R_a , R_{max}), пов'язані з висотними властивостями нерівностей;
- Крокові (S , S_m), пов'язані з властивостями нерівностей у напрямку довжини профілю;
- Опорні (t_p , η_p), пов'язані з формою нерівностей профілю.

Параметри, що пов'язані з висотними властивостями нерівностей

Висота нерівностей за 10 точками R_z - сума середніх абсолютних значень висот 5 найбільших виступів профілю і глибин 5 найбільших западин профілю в межах базової довжини:

$$R_z = \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^5 |y_{pi\max}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vi\min}| \right).$$

де $y_{pi\max}$, ($y_{vi\min}$) - висота (глибина) i -го найбільшого виступу (западини) профілю, обумовлена відстанню від середньої лінії профілю до вищої (нижчої) точки виступу (западини).

Середньоарифметичне відхилення профілю R_a - це визначається як середнє арифметичне абсолютних значень відхилень профілю в межах базової довжини:

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx \text{ або } R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

l - базова довжина. Числові значення базової довжини вибирають із ряду 0,01, 0,03, 0,08, 0,25, 0,80, 2,5, 8, 25 мм;

n – число вибраних точок профілю на базовій довжині.

Найбільша висота нерівностей профілю R_{max} - відстань між лінією виступів і лінією впадин профілю в межах базової довжини, або сума висоти найбільшої западини профілю R_{vi} (відстань від нижчої точки профілю до середньої лінії в межах базової довжини) та найбільшого виступу профілю R_{pi} (відстань від верхньої точки профілю до середньої лінії в межах базової довжини): $R_{max} = R_v + R_p$.

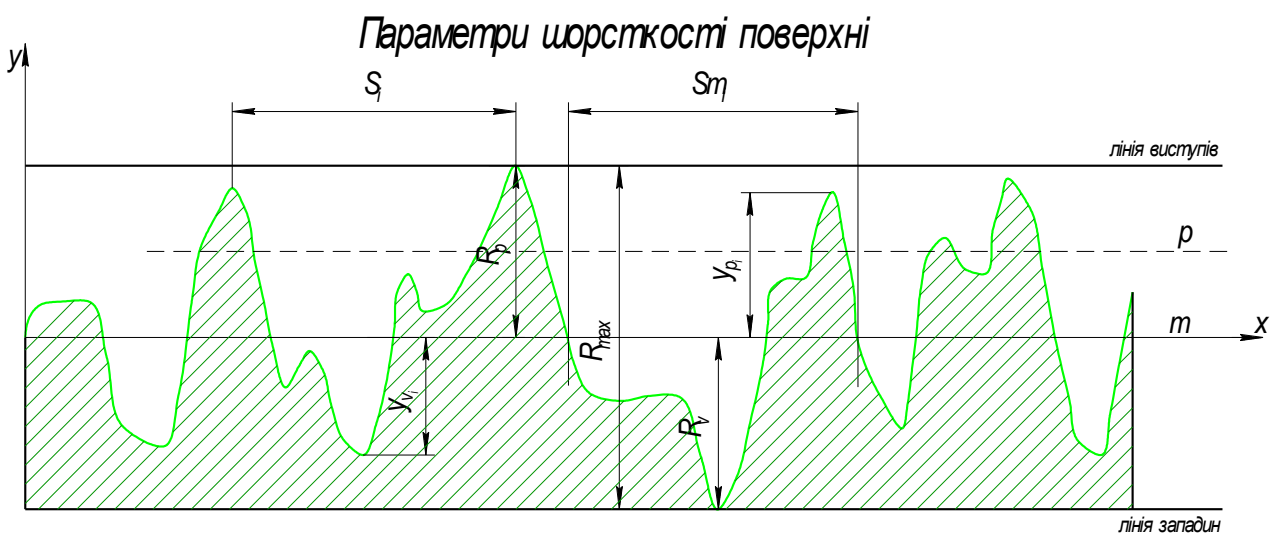


Рисунок 8.1 - Параметри шорсткості поверхні

Параметри, що пов'язані із властивостями нерівностей у напрямку довжини профілю

Середній крок нерівностей профілю по вершинам S - це середнє значення кроків місцевих виступів профілю, що знаходяться в межах базової довжини:

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i$$

де S_i - і - й крок нерівностей профілю по вершинам, рівний довжині відрізка середньої лінії між проекціями на неї двох найвищих точок сусідніх виступів профілю.

Середній крок нерівностей профілю S_m - це середнє значення кроку нерівностей профілю в межах базової довжини:

$$S_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{mi}$$

де S_{mi} - крок нерівностей профілю, рівний довжині відрізка середньої лінії, що перетинає профіль в трьох сусідніх точках і обмежений двома крайніми точками.

Параметр, що пов'язаний з формою нерівностей профілю

Відносна опорна довжина профілю t_p - відношення опорної довжини профілю до базової довжини: $t_p = \frac{\eta_p}{l}$, що виражається в % від R_{max} .

де η_p - опорна довжина профілю визначається як сума відрізків b_i , що відсікаються на заданому рівні p . Значення рівня перетину профілю p відраховують від лінії виступів і вибирають із ряду: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90% від R_{max} .

Нормування шорсткості поверхні

Використовується три основних способи регламентації конструктором якості поверхні, в тому числі і шорсткості: 1) за прототипом; 2) розрахунковий; 3) експериментальний.

Вибір параметрів та їх значень для нормування шорсткості повинен проводитися з урахуванням призначення поверхні та встановлення взаємозв'язку із експлуатаційними властивостями поверхні.

В табл.В22 додатку В наведені деякі важливі експлуатаційні властивості поверхні, що залежать від шорсткості, і номенклатура параметрів, за допомогою яких забезпечуються ці показники.

Основним у всіх випадках є нормування висотних параметрів. Рекомендовано, в тому числі і для самих грубих поверхонь, нормувати параметр R_a , який є більш інформативним, ніж R_z , R_{max} .

Параметри R_z , R_{max} нормують в тих випадках, коли за функціональними вимогами необхідно обмежити повну висоту нерівностей профілю, а також коли прямий контроль R_a за допомогою профілометрів є неможливим, наприклад, для поверхонь, що мають малі розміри або складну конфігурацію.

Для відповідальних поверхонь проводиться нормування не тільки висотних параметрів, але і крокових та параметра t_p , оскільки вони забезпечують деякі експлуатаційні властивості.

Нормування параметрів S , S_m для поверхонь, профіль яких описується процесами, близькими до випадкових (як правило, отриманих шліфуванням, поліруванням, доведенням, електроерозійною обробкою і т.д.), дозволяє нормувати спектральні характеристики профілю. Ця властивість крокових параметрів важлива не тільки для врахування впливу нерівностей на експлуатаційні властивості поверхні, але дозволяє вирішувати деякі задачі, пов'язані з метрологічним забезпеченням якості поверхні.

Параметр t_p дозволяє надійно нормувати багато важливих експлуатаційних властивостей поверхні, які залежать від висотних параметрів профілю і визначаються формою нерівності.

На додаток до кількісних параметрів в деяких випадках доцільно нормувати напрямок нерівностей.

При необхідності конструктором встановлюється також спосіб і послідовність способів отримання (обробки) поверхні, якщо вони є єдиними для забезпечення її заданої якості.

Вибір числових значень параметрів шорсткості виконується за нормативним документом. При нормування висотних параметрів в першу чергу необхідно використовувати рекомендовані значення, вказані в табл.В23.1 додатку В.

Числові значення крокових параметрів S_m і S вибирають із табл.В24.

Відносна опорна довжина профілю $t_p(\%)$ вибирають із ряду: 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90.

Числові значення рівня перетину профілю $p(\%)$ відраховують від лінії виступів і вибирають із ряду: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90% від R_{max} .

Числові значення базової довжини l (мм) вибирають із В23.2 додатку В.

* Якщо параметри R_a , R_z , R_{max} визначені на базовій довжині у відповідності із табл.9.6, то ця базова довжина не вказується у вимогах до шорсткості.

При призначенні параметрів шорсткості поверхні необхідно перевірити можливість їх досягнення раціональними методами обробки деталей. Як правило, необхідно застосовувати найбільшу шорсткість допустиму конструктивними вимогами.

Зазвичай виконувати отвір складніше, ніж вал. Це часто враховується призначенням різної шорсткості поверхні спряжених деталей: для отвору шорсткість дещо більша.

Правильне рішення, прийняте при виборі параметрів шорсткості поверхні деталі, а також при виборі методів обробки, що забезпечують отримання поверхонь із заданою шорсткістю, виявляє суттєвий вплив на якість конструкції, її технологічність і дозволяє встановити найбільш економічні методи виготовлення деталей.

Для забезпечення умов взаємозамінності призначення шорсткості спряжених поверхонь може проводитися в залежності від точності спряження (вибраної посадки) і точності обробки (вибраного квалітету). **Прямого зв'язку між точністю і шорсткістю поверхні немає.** Разом з тим при виборі шорсткості поверхні необхідно враховувати, що значення R_z повинно складати лише деяку частину допуску відповідного розміру.

Приймаючи до уваги дослідні дані і враховуючи явище м'яття та згладжування мікро нерівностей в процесі пресування деталей в нерухомих з'єднаннях і в процесі припрацювання деталей в рухомих з'єднаннях, між R_z і допуском IT рекомендується приймати приблизну залежність: для квалітетів 5-10 $R_z \leq 0.25 \cdot IT$; для квалітетів грубіше 10 – го $R_z \leq 0.125 \cdot IT$.

Для точного нормування параметру R_z використовують залежність:

$$R_z \leq \frac{K \cdot \delta^n}{(D + A)^m}$$

де R_z - найбільша розрахункова висота нерівності, мм;

D - номінальний діаметр з'єднання, мм;

δ - допуск, мкм;

$A = 45$; $m = 0.13$; $n = 0.93$ - коефіцієнти;

$K = 0.57$ - коефіцієнт для посадок з натягом і нульовим зазором, а також для посадок з зазором, що використовуються для забезпечення вільного складання або при centruванні деталей; $K = 0.475$ - коефіцієнт для з зазором, що працюють в умовах зносу при терті ковзання.

Отримані розрахункові значення R_z є основою для вибору за табл.В23.1, В24 стандартного значення R_z , або для вибору стандартного значення R_a .

Якщо в конструкціях з'єднань, відповідно до експлуатаційних вимог деталей, необхідно обмежити відхилення форми або відхилення розташування у повірянні із допуском розміру, то відповідно повинна бути і обмежена шорсткість поверхні. Мінімальні вимоги до шорсткості поверхні в залежності від допусків розміру і форми наведені в табл.В27 додатку В.

Приклади нормування шорсткості в залежності від функціонального призначення поверхонь деталей наведені в табл.В25.

Цілеспрямоване формування поверхневого шару із заданими властивостями в процесі виготовлення деталей є однією із найважливіших задач сучасного приладобудування. Суттєвий резерв в підвищенні якості виробу необхідно шукати в правильному формуванні контуру поверхні в залежності від її службової функції, причому конструктор повинен знати, що необхідно задати, а технолог – вміти виконати задане.

Класи шорсткості поверхні, що відповідають різним видам обробки, наведені в таблиці В26. При виборі класу шорсткості повинні бути враховані властивості матеріалу і твердість поверхні деталі. Високі показники для сталі можна отримати при твердості не менше HRC 30-35. Сталеві вироби, що піддаються чистовій обробці, повинні бути піддані покращенню або нормалізації. Термічно необроблені низько вуглецеві сталі погано піддаються тонкій обробці.

За умовами обробки отримати чисту обробку і точні розміри в отворах складніше, ніж на валах. Тому, як правило, вимоги до шорсткості поверхні в отворах назначають на 1-2 класи нижче, ніж на валах.

В деяких випадках (з'єднання з натягом, підшипники тертя) існують оптимальні параметри поверхні, відхилення від яких в ту чи іншу сторону знижують працездатність з'єднання.

Вільні поверхні (які не входять до з'єднання або розташовані з зазором по відношенню до найближчої поверхні) необхідно в інтересах економічності обробляти за низьким класом шорсткості.

Позначення шорсткості поверхонь

Згідно нормативного документу, який втратив чинність, шорсткість поверхні позначають на кресленні для всіх поверхонь деталей, що виконуються по даному кресленні, незалежно від методу їх утворення, окрім поверхонь, шорсткість яких не обумовлена вимогами конструкції. Структура позначення шорсткості поверхні наведена на рис.8.1.

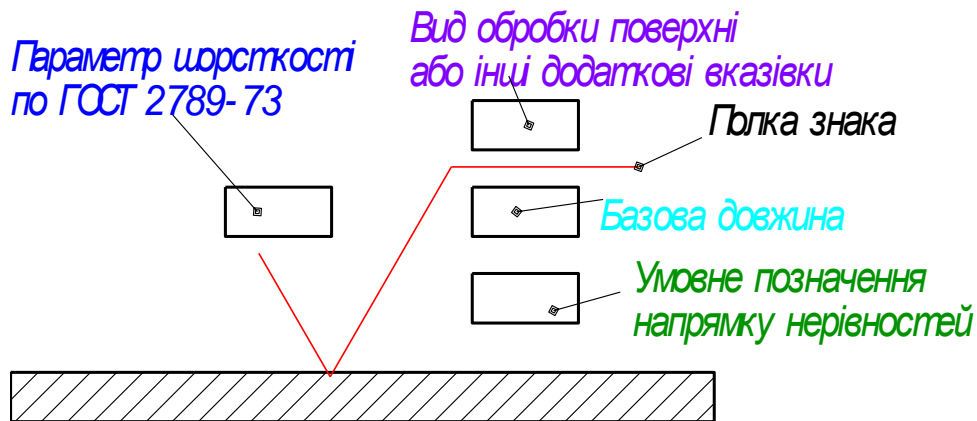
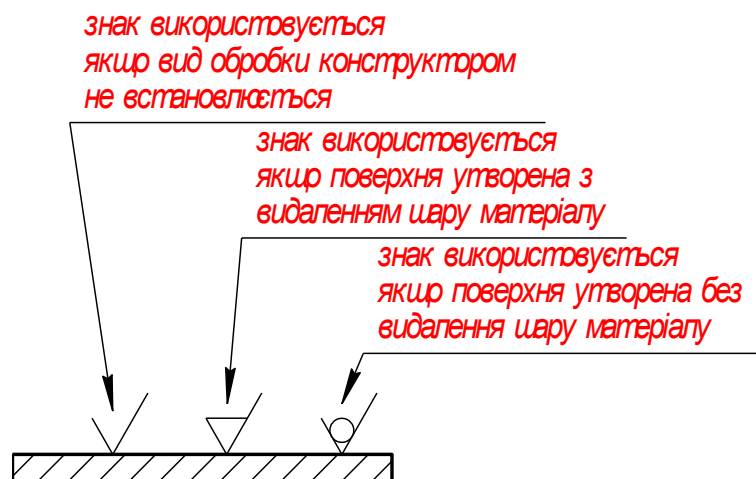
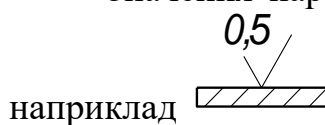


Рисунок 8.1 - Структура позначення шорсткості поверхні *Примітка. Нормативний документ втратив чинність

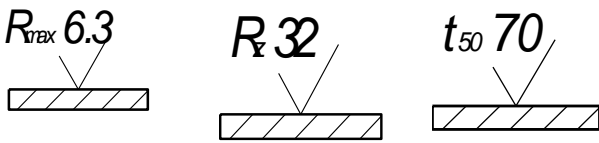
В позначенні шорсткості поверхні, вид обробки якої конструктор не встановлює, використовують знак (а) цей знак є переважним. В позначенні шорсткості, що утворюється видаленням шару матеріалу, наприклад, точінням, фрезеруванням, свердлінням, шліфуванням, поліруванням, травленням і т.п., використовують знак (б). В позначенні шорсткості поверхні, що утворюється без зняття шару матеріалу, наприклад литвом, ковкою, об'ємною штамповкою, прокатом, використовують знак (в).



Значення параметра шорсткості R_a вказують в позначенні без символу,



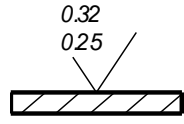
Для інших параметрів – після відповідного символу, наприклад $R_{\max}6.3$; $S_m0.63$; $S\ 0.32$; R_z32 ; $t_{50}70$.



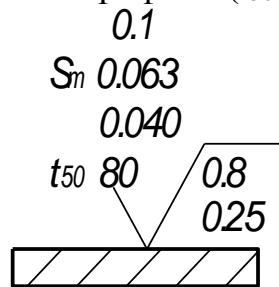
В прикладі $t_{50}70$ вказана відносна опорна довжина профілю $t_p = 70\%$ при рівні перетину профілю $p=50\%$.

При вказанні діапазону значень параметрів шорсткості поверхні (найбільшого і найменшого) в позначенні приводять границі значень параметра, розміщуючи їх в два рядки, наприклад

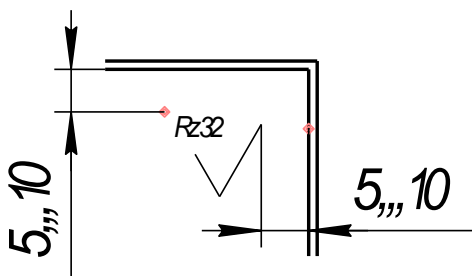
При вказанні двох і більше параметрів шорсткості поверхні в позначенні їх значення записують зверху до низу в наступному порядку:



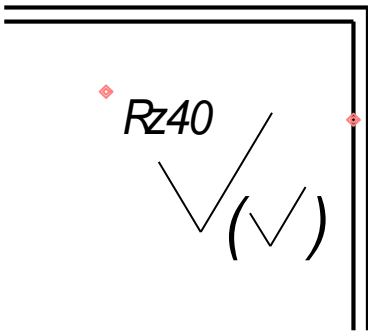
- Параметр висоти нерівностей профілю (R_a не більше $0,1\text{мкм}$, значення базової довжини відповідає значенням таблиці 9.6, і дорівнює $0,25\text{мм}$);
- Параметр шагу нерівностей профілю (S_m від $0,063$ до $0,040\text{мм}$ на базовій довжині $0,8\text{мм}$);
- Відносна опорна довжина профілю ($t_{50}80$ на базовій довжині $0,25\text{мм}$).



При однаковій шорсткості для всіх поверхонь деталі позначення шорсткості розміщують у правому верхньому куті креслення і на зображенні не наносять.



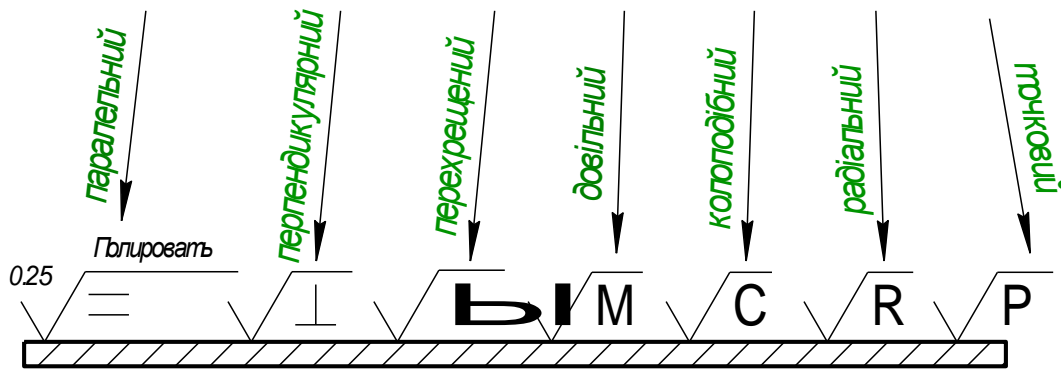
При вказанні однакої шорсткості для частини поверхні деталі в правому верхньому куті креслення розміщують позначення однакої шорсткості і знак у дужках.



Це означає, що всі поверхні, на зображенні яких не нанесені позначення шорсткості, повинні мати шорсткість, вказану перед знаком в правому верхньому куті креслення.

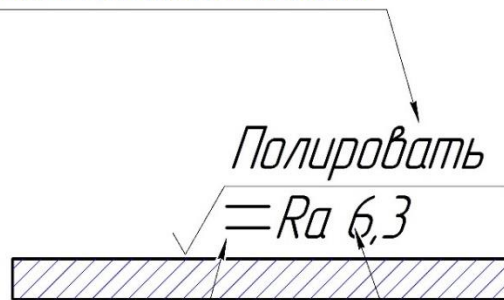
В деяких випадках встановлюють вимоги до напрямку нерівностей і виду обробки, якщо він єдиний для забезпечення якості поверхні.

Напрямок нерівностей



Позначення шорсткості із змінами №3 ГОСТ 2.309-73 ЄСКД. Позначення шорсткості поверхонь (протокол №21 28.05.2002) (скасовано 01.01.2020 р.)

спосіб обробки поверхні та (або) інші додаткові вказівки



умовне позначення напрямку нерівностей

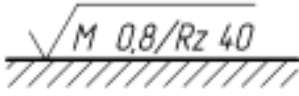
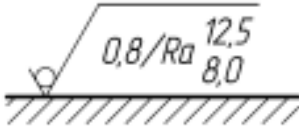
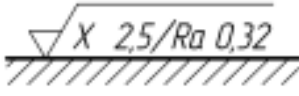
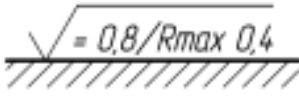
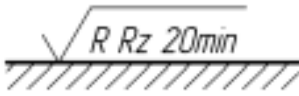
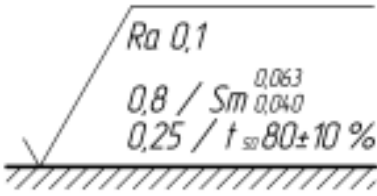
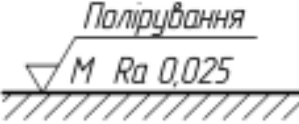
базова довжина за ГОСТ 2789-73

параметр (параметри) шорсткості за ГОСТ 2789-73

Рисунок 8.2 - Позначення шорсткості із змінами *Примітка. Нормативний документ втратив чинність

Приклади позначення шорсткості наведено нижче [2]

Приклади позначення шорсткості

Позначення	Пояснення
	<ul style="list-style-type: none"> - Спосіб обробки поверхні конструктором не встановлений; - висота нерівностей профілю по десяти точках Rz не більше 40 мкм на базовій довжині $l = 0,8$ мм; - напрямок нерівностей: M – довільний.
	<ul style="list-style-type: none"> - поверхня має бути отримана без видалення шару матеріалу; - середнє арифметичне відхилення профілю Ra не більше 12,5 мкм та не менше 8,0 мкм на базовій довжині $l = 0,8$ мм.
	<ul style="list-style-type: none"> - Поверхня повинна бути отримана тільки видаленням шару матеріалу; - напрямок нерівностей: X - перехресний; - середнє арифметичне відхилення профілю Ra не більше 0,32 мкм на базовій довжині $l = 2,5$ мм
	<ul style="list-style-type: none"> - Спосіб обробки поверхні конструктором не встановлений; - напрямок нерівностей: $=$ - паралельний; - найбільша висота нерівностей профілю $Rmax$ не більше 0,4 мкм на базовій довжині $l = 0,8$ мм.
	<ul style="list-style-type: none"> - Спосіб обробки поверхні конструктором не встановлений; - напрямок нерівностей: R – радіальний; - висота нерівностей профілю по десяти точках Rz не менше 20 мкм на базовій довжині $l = 2,5$ мм (в позначенні довжина не вказується, так як відповідає стандартному значенню для даного висотного параметру за табл. В.5).
	<ul style="list-style-type: none"> - Спосіб обробки поверхні конструктором не встановлений; - середнє арифметичне відхилення профілю Ra не більше 0,1 мкм на базовій довжині $l = 0,25$ мм (в позначенні довжина не вказується, так як відповідає стандартному значенню для даного висотного параметру за табл. В.5); - середній крок нерівностей профілю S_m повинен знаходитись у межах від 0,063 мм до 0,04 мм на базовій довжині $l = 0,8$ мм; - відносна опорна довжина профілю на 50 % рівні перерізу профілю має номінальне значення 80 % з граничними відхиленнями $\pm 10\%$ на базовій довжині $l = 0,25$ мм.
	<ul style="list-style-type: none"> - Поверхня повинна бути отримана тільки видаленням шару матеріалу; - спосіб обробки – полірування; - напрямок нерівностей: M – довільний; - середнє арифметичне відхилення профілю Ra не більше 0,025 мкм на базовій довжині $l = 0,08$ мм (в позначенні довжина не вказується, так як відповідає стандартному значенню для даного висотного параметру за табл. В.5).

8.2 Допуски форми та розташування поверхні. Нормування допусків форми та розташування поверхонь

Терміни, визначення, правила позначення на кресленнях допусків форми, розташування, сумарних допусків форми та розташування встановлено ДСТУ EN ISO 1101:2018 та ДСТУ 2498-94 [2] (див. конспект лекцій – тема 21 та Практична робота №9 [Курс: Основи метрології та взаємозамінності \(chdtu.edu.ua\)](http://chdtu.edu.ua)) або [2, 12].

Числові значення допусків форми та розташування поверхонь встановлює чинний нормативний документ. Для усіх видів відхилень форми та розташування поверхонь передбачено 16 ступенів точності (ступені точності позначають в порядку спадання точності 1, 2, ...). Допуски для одного інтервалу розмірів від одного ступеня точності до наступного зростають в 1,6 рази, а в межах одного ступеня точності від одного інтервалу розмірів до наступного зростають в 1,2 рази (табл. В28 – В32). На кресленнях деталей допуски форми та розташування призначаються для поверхонь основного функціонального призначення. Це поверхні, відхилення форми та розташування яких, впливають на роботу підшипників кочення та ковзання, на якість зубчастих та черв'ячних передач, на биття шківів та зірочок, на якість ущільнень, муфт тощо.

Невказані допуски форми та розташування (допуски так званих інших або «грубих» поверхонь) опосередковано обмежуються допусками розмірів і повинні відповідати ДСТУ ISO 2768-2-2001.

Вибір допусків форми залежить від конструктивних та технологічних вимог до виробу та залежить від величини допуску розміру. Допуски форми (циліндричності, круглості, профілю поздовжнього перерізу, площинності, прямолінійності), а також допуск паралельності призначаються тільки у випадках, коли вони повинні бути меншими за допуск розміру.

Відхилення розташування такі, як відхилення від перпендикулярності, від симетричності, від співвісності, від перетину осей, радіальне та торцеве биття не є частиною допуску розміру.

Для полегшення вибору числових значень допусків рекомендуються рівні відносної геометричної точності, які характеризуються співвідношеннями між допуском розміру та допуском форми або розташування. Співвідношення та приклади застосування відповідних рівнів наведено в табл. 8.1 та 8.2 [2]

Таблиця 8.1 - Рівні відносної геометричної точності (ГОСТ 24643-81) [2]

<i>Рівень відносної геометричної точності</i>	<i>Співвідношення між допуском розміру та допуском форми або розташування</i>
А - нормальна відносна геометрична точність	Допуск форми або розташування становить приблизно 60% від допуску розміру
В - підвищена відносна геометрична точність	Допуск форми або розташування становить приблизно 40% від допуску розміру
С - висока відносна геометрична точність	Допуск форми або розташування становить приблизно 25% від допуску розміру
Для циліндричних поверхонь	

А - нормальна відносна геометрична точність	Допуск форми або розташування становить приблизно 30% від допуску розміру
В - підвищена відносна геометрична точність	Допуск форми або розташування становить приблизно 20% від допуску розміру
С - висока відносна геометрична точність	Допуск форми або розташування становить приблизно 12% від допуску розміру

* для циліндричних поверхонь для усіх рівнів відносної геометричної точності допуск форми зменшений вдвічі, так як допуск форми обмежує відхилення радіуса, а допуск розміру обмежує відхилення діаметру

Допуски циліндричності, круглості, профілю поздовжнього перерізу, які відповідають рівням *А*, *В* та *С* відносної геометричної точності залежно від якості допуску розміру наведено в табл.В33, а допуски площинності, прямолінійності і паралельності - в табл.В34.

Допуски розташування призначають за двома методами:

- 1) *розрахунковим* - за розрахунками розмірних ланцюгів, можливих змін функціонування, зношування тощо;
- 2) *табличним* - за рекомендаціями довідників та технічної літератури, розробленими для різних способів оброблення поверхонь з урахуванням досліджень та виробничого досвіду.

Таблиця 8.2 - Приклади застосування рівнів відносної геометричної точності

<i>Рівень відносної геометричної точності</i>	<i>Приклади застосування</i>
А - нормальна відносна геометрична точність	Поверхні в рухомих з'єднаннях з невеликими швидкостями відносного переміщення та навантаженнями, якщо не висуваються особливі вимоги до плавності ходу або до мінімального тертя. Поверхні у з'єднаннях з натягом або з перехідними посадками за необхідності розбирання та повторного складання, підвищених вимогах до точності центрування та стабільності натягу. Вимірювальні поверхні калібрів.
В - підвищена відносна геометрична точність	Поверхні в рухомих з'єднаннях із середніми швидкостями та навантаженнями, за підвищених вимог до плавності ходу та герметичності ущільнень. Поверхні у з'єднаннях з натягом та з перехідними посадками за підвищених вимог до точності та міцності в умовах великих швидкостей та навантажень, ударів та вібрацій.
С - висока відносна геометрична точність	Поверхні в рухомих з'єднаннях з великими швидкостями та навантаженнями, за високих вимог до плавності ходу, зниження тертя, герметичності ущільнень. Поверхні у з'єднаннях з натягом та з перехідними посадками за високих вимог до точності та міцності в умовах дії великих швидкостей та навантажень, ударів та вібрацій.

Під час призначення допусків розташування елементів деталей насамперед визначаються бази, по відношенню до яких ці допуски будуть задаватись.

Як правило, за бази приймаються конструкторські бази - поверхні або елементи деталей, які визначають положення деталі в механізмі. Наприклад, для валів, які встановлені в підшипниках, базою є вісь, що проходить через середини посадкових поверхонь підшипників; тобто спільна вісь двох заплечиків валу.

Під час призначення допуску *паралельності* за базу приймається більший за довжиною з двох розглядуваних елементів. Якщо два елементи мають однакову довжину, то за базу може бути прийнятий будь-який з них.

Під час призначення допуску *перпендикулярності* за базу приймається елемент, який утворює більшу сторону розглядуваного прямого кута. Якщо сторони кута мають однакову номінальну довжину, то за базу може бути прийнята будь-яка з них.

Під час призначення допусків *симетричності та перетину осей* за базу слід прийняти елемент з більшою довжиною. Якщо розглядувані елементи мають однакову довжину, то за базу може бути прийнятий будь-який з них.

Під час призначення допусків *співвісності, радіального та торцевого биття*, а також *биття в заданому напрямку* за базу приймаються підшипникові (опорні) поверхні, якщо вони однозначно можуть бути визначені. В інших випадках за базу для загального допуску радіального биття приймається з двох співвісних елементів елемент з більшою довжиною. Якщо елементи мають однакову довжину, то за базу може бути прийнятий будь-який з них.

Допуски форми та розташування, що не вказані індивідуально

Загальний допуск форми та розташування – це допуск, який вказують на кресленні чи в інших технічних документах загальним записом і застосовується в тих випадках, коли допуск форми чи розташування не вказаний індивідуально для відповідного елемента. Невказані допуски форми та розташування, їхні числові значення та позначення на кресленнях встановлено ДСТУ ISO 2768-1-2001.

Призначатись ці допуски (з відповідними умовними позначеннями) можуть за одним із цих стандартів. За ДСТУ ISO 2768-2-2001 основні допуски форми та розташування встановлені у трьох класах точності - H, K, L.

Основні допуски форми. Основні допуски прямолінійності та площинності для елементів з невказаними граничними відхилами наведені в табл.В35.

Основний допуск *круглості* в числовому значенні дорівнює допуску на діаметр, але він не повинен перевищувати величину основного допуску радіального биття поверхні.

Основні допуски розташування та биття. Основний допуск паралельності дорівнює допуску розміру між елементами, що розглядаються. За базу слід вибирати довший з двох елементів. Якщо елементи мають однакову номінальну довжину, то будь-який з них може бути базою.

Основний допуск перпендикулярності вибирають за табл.В36.

Основні допуски симетричності наведені в табл.В37. Їх застосовують, коли принаймні один з двох елементів має медіанну площину або коли осі двох елементів є взаємно-перпендикулярні.

Основні допуски радіального і торцевого биття, а також биття у заданому напрямку (перпендикулярно до твірної поверхні) мають відповідати значенням, наведеним в табл.В38.

Основні допуски циліндричності, профілю поздовжнього перерізу, нахилу, перекосу осей, позиційні, повного радіального та повного торцевого биття, форми заданого профілю і форми заданої поверхні не встановлюються. Відхили цих видів опосередковано обмежують допусками на лінійні та кутові розміри чи іншими видами допусків форми та розташування, у тому числі і основними.

Якщо такого обмеження недостатньо, то тоді допуски вказують окремо.

На кресленні в технічних вимогах можуть бути вказані або основні допуски форми та розташування, наприклад, ISO 2768-K; або одночасно нормуються основні допуски на лінійні та кутові розміри та основні допуски форми та розташування, наприклад, ISO 2768-mH; де m - клас точності «середній» основних допусків лінійних та кутових розмірів за ДСТУ ISO 2768-1-2001; H - клас точності основних допусків форми та розташування за ДСТУ ISO 2768-2-2001.

Під час вибору класу точності варто враховувати звичайну точність відповідного виробництва. Якщо допуски форми та розташування елементів деталей відрізняються від основних допусків, то їх треба вказувати окремо.

У деяких випадках допуск, що відповідає функціональним вимогам, може перевищувати основний допуск. Випадкове перевищення основного допуску будь-якого елемента не завжди призводить до порушення функції деталі. Вихід відхилення форми та розташування елемента за межі основного допуску не повинен вести до автоматичного бракування деталі, якщо не порушена здатність деталі до її функціонування.

Чинний нормативний документ встановлює невказані допуски форми та розташування елементів деталей.

Допуски форми. Якщо допуски форми не вказані індивідуально, то допускаються будь які відхилення форми в межах поля допуску розміру елемента.

Проте з цього загального правила є виняток, а саме: для елементів, для яких вказані допуски паралельності, перпендикулярності, нахилу або торцевого биття, невказаний допуск прямолінійності або площинності дорівнює вказаному допуску розташування чи торцевого биття.

Допуски розташування. Невказані допуски розташування або биття встановлені залежно від квалітету або класу точності, якому відповідає допуск розміру розглядуваного елемента або розміру між елементами. Якщо допуски паралельності не вказані, то допускаються будь які відхилення в межах поля допуску розміру між поверхнями та осями, що розглядаються. Числові значення невказаних допусків перпендикулярності наведені в табл.В39, співвісності, перетину осей та радіального биття – в табл.В40.

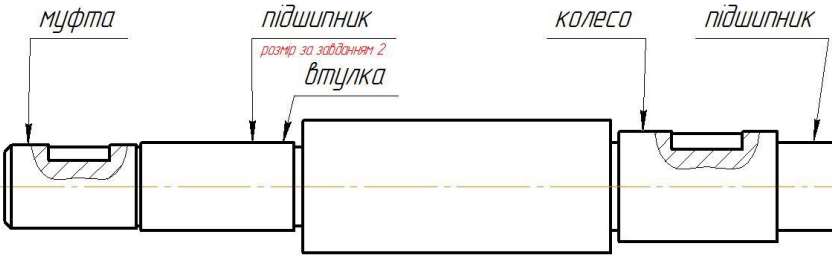
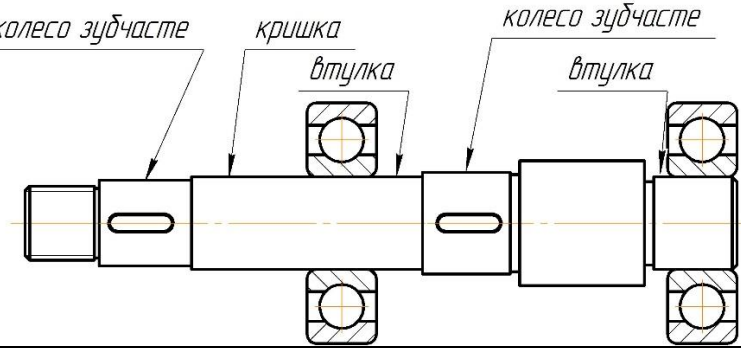
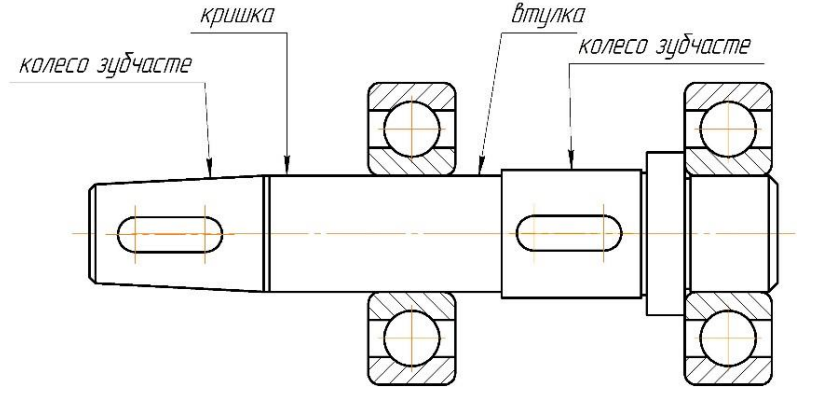
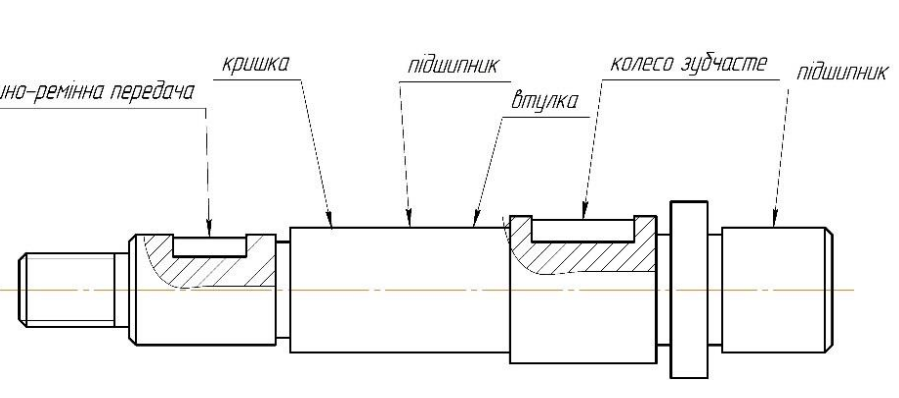
Числові значення невказаних допусків симетричності наведені в табл.В41, а допусків торцевого биття – в табл.В42.

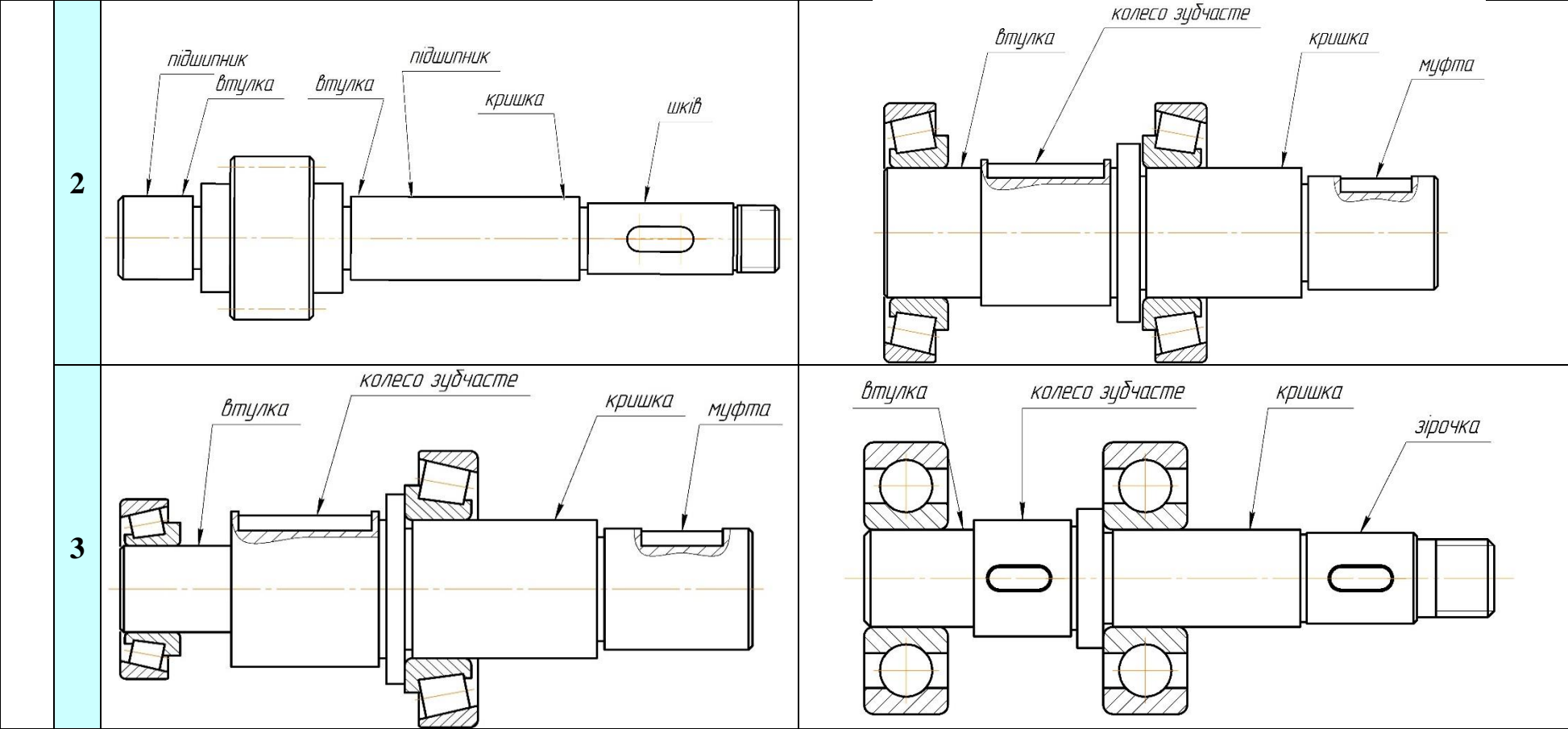
Невказані допуски не встановлюють на такі види допусків: допуск нахилу, позиційний допуск, допуск биття в заданому напрямку, допуск повного радіального биття, допуск повного торцевого биття, допуски форми заданого профілю, допуск заданої поверхні.

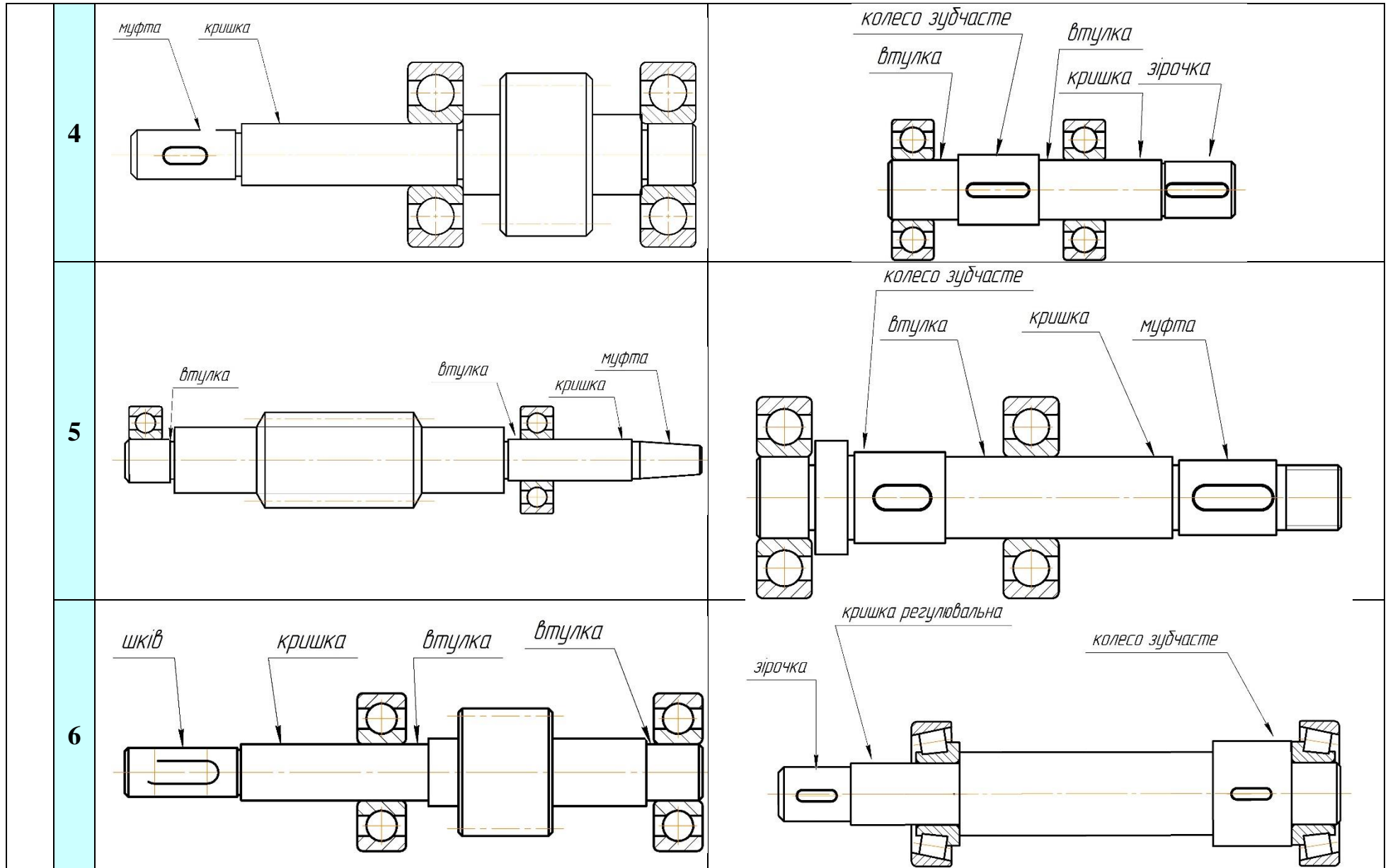
Завдання 8 Виконання креслення деталі (вихідні дані)

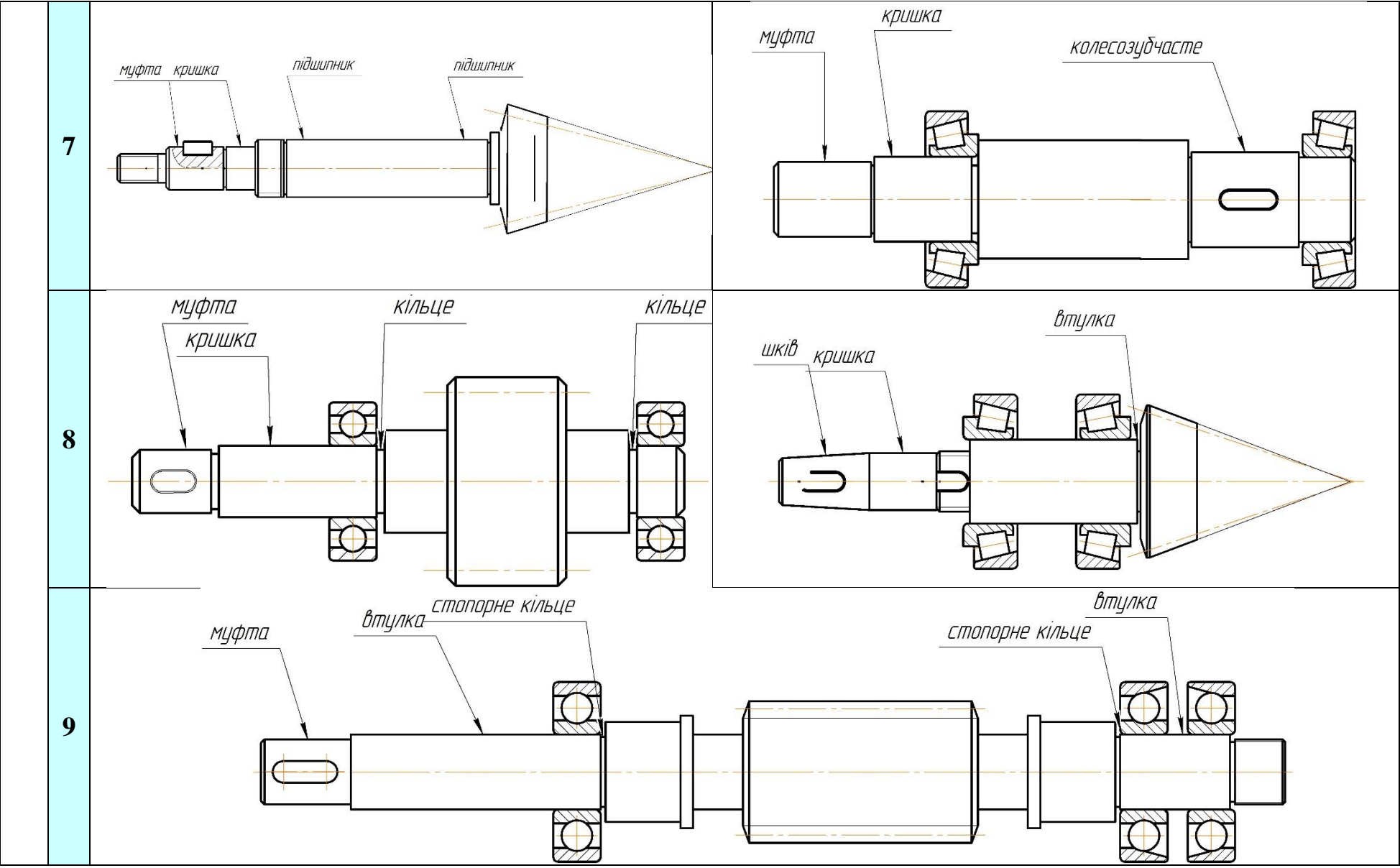
Виконання цього завдання ґрунтується на знаннях і навичках отриманих при виконанні ПР№8, 9

Дано вал із позначеними елементами, які з ним спряжуються. Назначити посадки по спряженим розмірам, проставити поля допусків на кресленні валу. Визначити шорсткість поверхні для спряжених елементів. Встановити допуски форми і розташування поверхні.

		Остання цифра шифру			
		0, 1, 2, 3, 4		5, 6, 7, 8, 9	
Передостання цифра шифру	0				
	1				





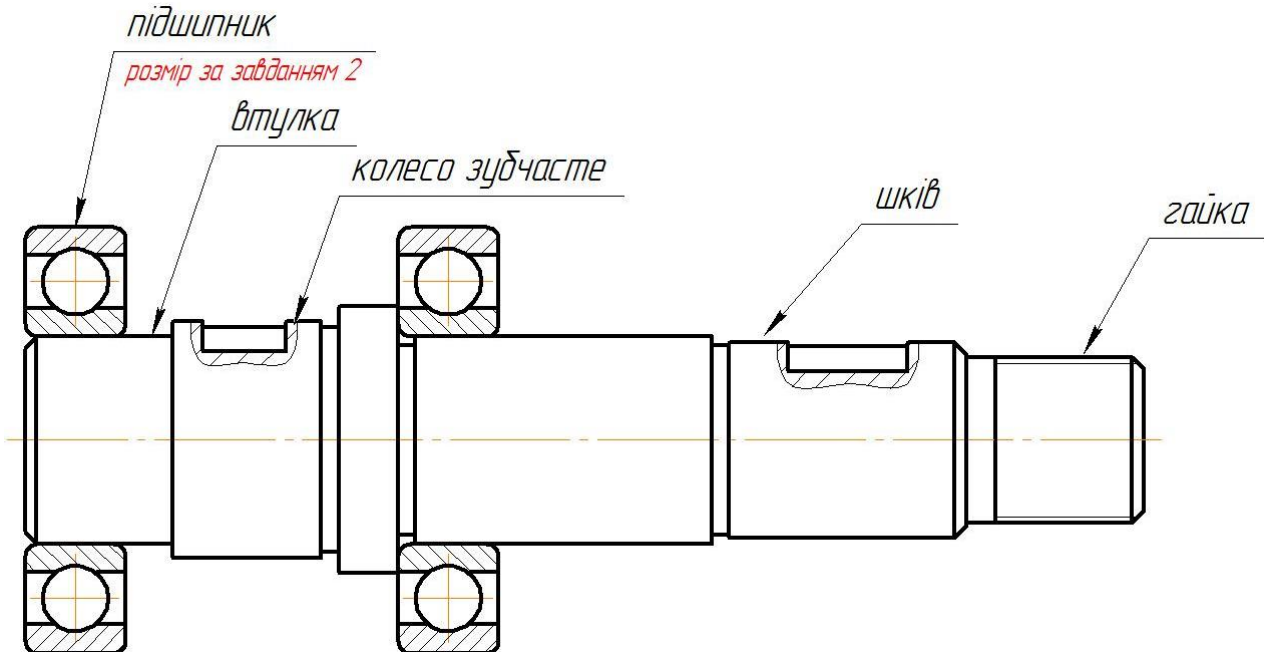


Приклад 8 Призначення шорсткості та допусків форми і розташування поверхні

Назначити посадки по спряженим розмірам, проставити поля допусків на кресленні валу. Визначити шорсткість поверхні для спряжених елементів. Встановити допуски форми і розташування поверхні.

Рішення

1. Аналізуємо деталь



Для виконання креслення валу встановлюємо формат А3 та необхідні налаштування в AutoCAD.

2. Виконуємо побудову валу.

*Примітка всі інші розміри, визначаємо та встановлюємо відносно розміру підшипника.

Проставляємо розміри на кресленні валу:

- Під підшипник кочення. Із завдання 2 маємо посадку внутрішнього кільця підшипника на вал $\varnothing 25 \frac{L6}{js6}$, отже поле допуску валу $\varnothing 25 js6$.

- Під втулку, що фіксує підшипник. За рекомендаціями тема 10 лекцій таблиці рекомендованих областей застосування посадок та [12] маємо:

уцільнювальні кільця на валах для фіксації положення внутрішніх кілець підшипників кочення $\frac{H7}{r6}, \frac{P7}{h6}$, отже маємо поле допуску валу $25r6$.

- Під колесо зубчасте. Маємо:

важко навантажені зубчасті колеса $\frac{H7}{n6}, \frac{N7}{h6}$

зубчасті колеса на валах редукторів $\frac{H7}{m6}, \frac{M7}{h6}$

зубчасті колеса та шків, що вільно обертаються на валах
 $\frac{H7}{f7}, \frac{F7}{h7}, \frac{H8}{f7}, \frac{F8}{h7}, \frac{F8}{h6}$

*Потрібно підбирати в залежності від умов роботи механізму

Вибираємо загальний випадок використання - зубчасті колеса на валах редукторів, отже маємо поле допуску валу 32m6

• Під шків. Маємо:

великі шків та ручні маховички на кінцях валів $\frac{H7}{js6}, \frac{JS7}{h7}$

швидкохідні холості шків та зубчасті колеса $\frac{H7}{d8}, \frac{H8}{d8}$

*Потрібно підбирати в залежності від умов роботи механізму

Нехай маємо поле допуску валу 32d8.

• Під гайку, що фіксує шків. Оскільки в даному випадку гайка буде фіксувати деталь, що обертається, то доцільно підібрати перехідну посадку. За рекомендаціями табл.В12.1, нехай матеріал деталі сталь, для розміру 28 мм – рекомендоване поле допуску 4j. За табл.В9 додатку В встановлюємо можливий крок різьби – нехай 1.5 мм.

3. Проставляємо лінійні розміри, згідно правил ЕСКД.

4. Виконуємо розрізи деталі під шпоночні деталі.

*Нумерація буквами проводиться автоматично, тому необхідно послідовно виконати позначення розрізів, позначення необхідних баз, позначення канавок. Всі розміри, величина шрифту, розмір стрілки та інш. редагуються в «анотаціях».

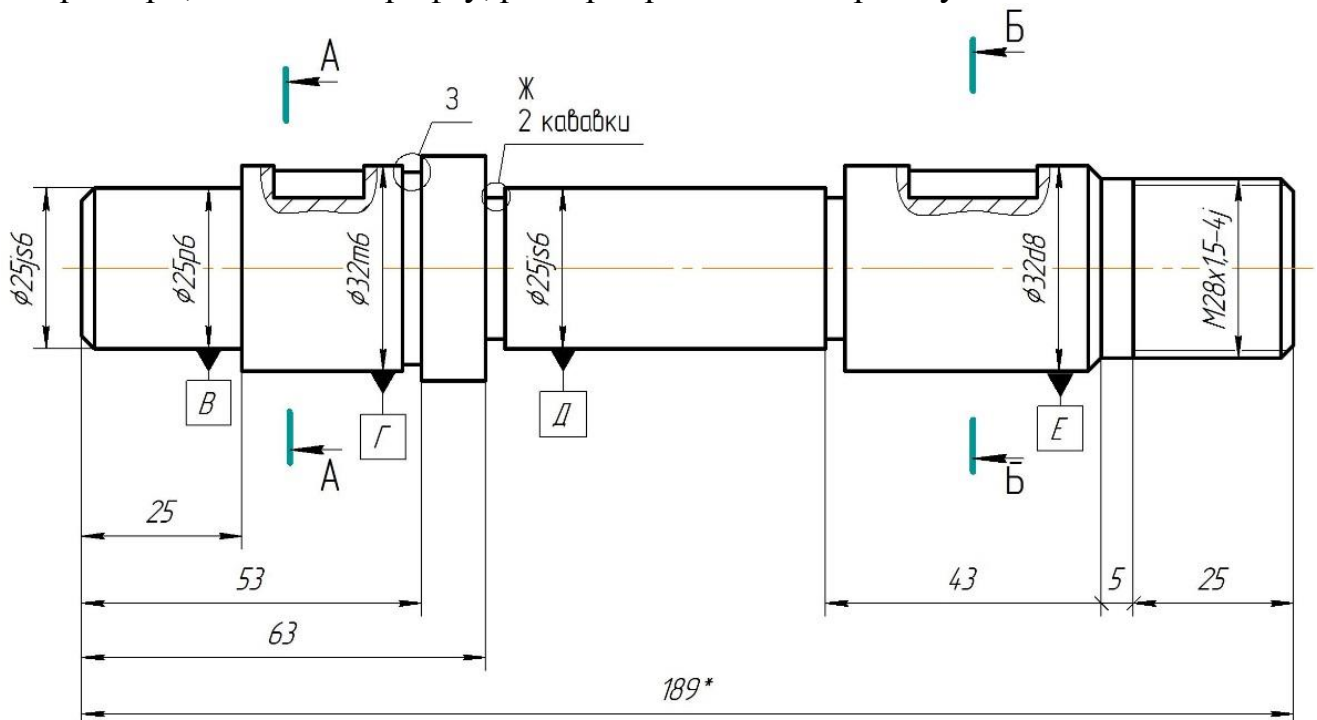


Рисунок 8.1 - Креслення деталі «Вал» (етапи 1-4 виконання завдання 8)

5. Виконати креслення виносних елементів, а це переріз А-А, Б-Б шпоночного пазу та канавки результат виконання цього пункту наведено на рис.8.2. При цьому різноманітні форми канавок наведено в табл.В21 додатку В

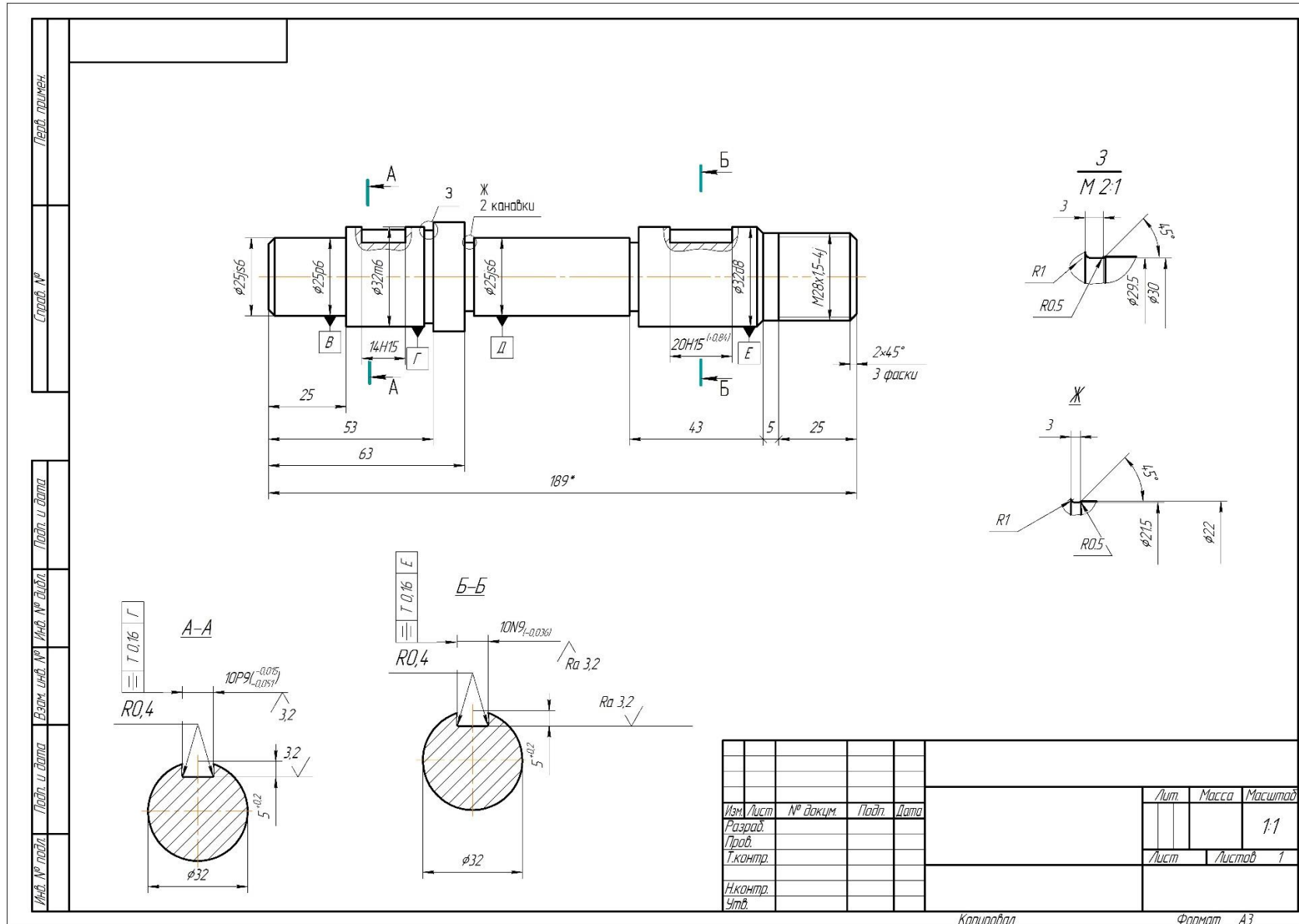


Рисунок 8.2 - Результат виконання п.1-п.5

6. Проставляємо шорсткість поверхні див.ПРН№8

Поверхня	експлуатац. Властивості	параметри шорсткості які необхідно нормувати табл.В22	параметр шорсткості за методом аналогій табл.В25 додаток В	Перевірка за формулою $R_a = 0.05 \cdot IT$	Можливий метод обробки табл.В26	Позначення на кресленні					
						R_a	S_m	S	t_p	l	напрямок нерівностей
						табл. В23	табл..В24			табл.В24	
Поверхня під розміщення зубчастого колеса	вібростійкість.	$R_a (R_z)$	поверхні ступиць та деталей, що прилягають до інших поверхонь, але не є посадковими $R_a=5,0-1,25$	32m6 $R_a = 0.05 \cdot IT6 = 0.05 \cdot 16 = 0.8 \text{ мкм}$	фрезерування циліндричне тонке; точіння тонке; шліфування циліндричне чистове	$R_a=0.8$.	0.8	0.8	-	0.8	довільний
						$R_a=1,25$					
Поверхня під підшипники кочення	зносоустійкість при всіх видах тертя.	$R_a (R_z), t_p,$ напрямок нерівностей	посадочна поверхня валу під підшипник класу точності Р6 - $R_a=0.63$. запечики $R_a=1,25$.	25 js6 $R_a = 0.05 \cdot IT6 = 0.05 \cdot 13 = 0.65 \text{ мкм}$	фрезерування циліндричне чистове, тонке; точіння тонке;	$R_a=0.8$.	-	-	80 %	0.8	радіальний
Поверхні під втулки та кришки	міцність з'єднання	$R_a (R_z)$	посадкові поверхні змінних деталей $R_a=0,32-0,63$	25 js6 $R_a = 0.05 \cdot IT6 = 0.05 \cdot 13 = 0.65 \text{ мкм}$	фрезерування циліндричне чистове	$R_a=0.63$	-	-	-	-	-
Поверхня під шків	вібростійкість	$R_a (R_z), S_m, S,$ напрямок нерівностей	робочі поверхні шківів плоско- та клиноремінних передач $R_a=1,25-0,32$	32d8 $R_a = 0.05 \cdot IT8 = 0.05 \cdot 39 = 1.95 \text{ мкм}$		$R_a=2.0$	1.6	1.6	-	-	радіальний

Поверхня із зовнішньою різьбою	міцність з'єднання	$R_a(R_z)$	різьбове з'єднання: різьба на валах, штоках, втулках $R_a=0,63-1,25$	$M16 \times 1,5-6g$ $R_a = 0,05 \cdot IT6 =$ $= 0,05 \cdot 11 = 0,55 \text{ мкм}$	нарізання гребінкою, фрезеруванням різьби	$R_{\text{н}}=0,63$	-	-	-	-	-
--------------------------------	--------------------	------------	---	---	---	---------------------	---	---	---	---	---

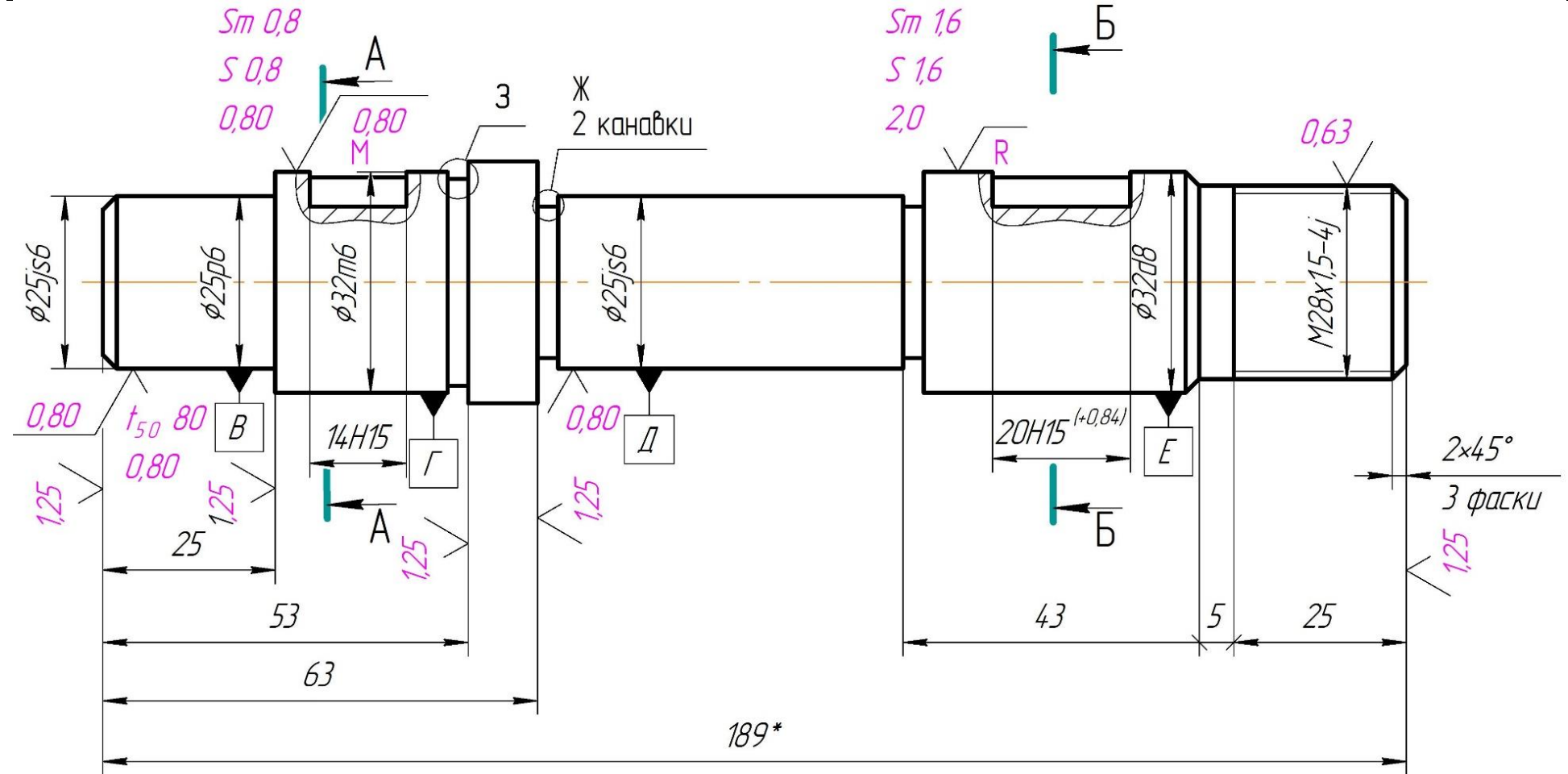


Рисунок 8.3 - Результат виконання п.6

7. Встановлюємо допуски форми та розташування поверхонь. див. ПР№9 «Допуски форми та розташування поверхонь»

<i>Допуск форми та розташування</i>	<i>Поверхні</i>	<i>Числові значення</i>
циліндричність	під підшипник кочення 25js6 базова довжина 20 мм	табл.В28 6 мкм
	під колесо зубчасте 32m6 базова довжина 28 мм	табл.В28 6 мкм
	під шків 35d8 базова довжина 43 мм	табл.В28 20 мкм
співвісність	поверхні від колесо зубчасте 32m6 базова довжина 28 мм відносно поверхонь де знаходяться підшипники (база В та Д) (*лінійні розміри IT12 класу точності)	табл.В31 250 мкм
	співвісність поверхні 25js6 одного підшипника відносно поверхні 25js6 валу другого підшипника (допуски залежні відносно дійсного розміру елемента)	табл.В31 16 мкм
	співвісність поверхні під шків 32d8 базова довжина 43 мм відносно загальної вісі (*лінійні розміри IT12 класу точності)	табл.В31 300 мкм
перпендикулярність	поверхні, що спряжується з колесом зубчастим 35h12	табл.В29 120 мкм
	поверхні, що спряжується з підшипником 35h12	табл.В29 120 мкм
радіального биття	поверхні під колесо зубчасте відносно загальної вісі поверхонь під підшипники кочення 32m6	табл.В30 20 мкм
торцевого биття	поверхні, що спряжується із колесом зубчастим відносно кожної поверхні (колесо, підшипник) 35h12	табл.В29 300 мкм

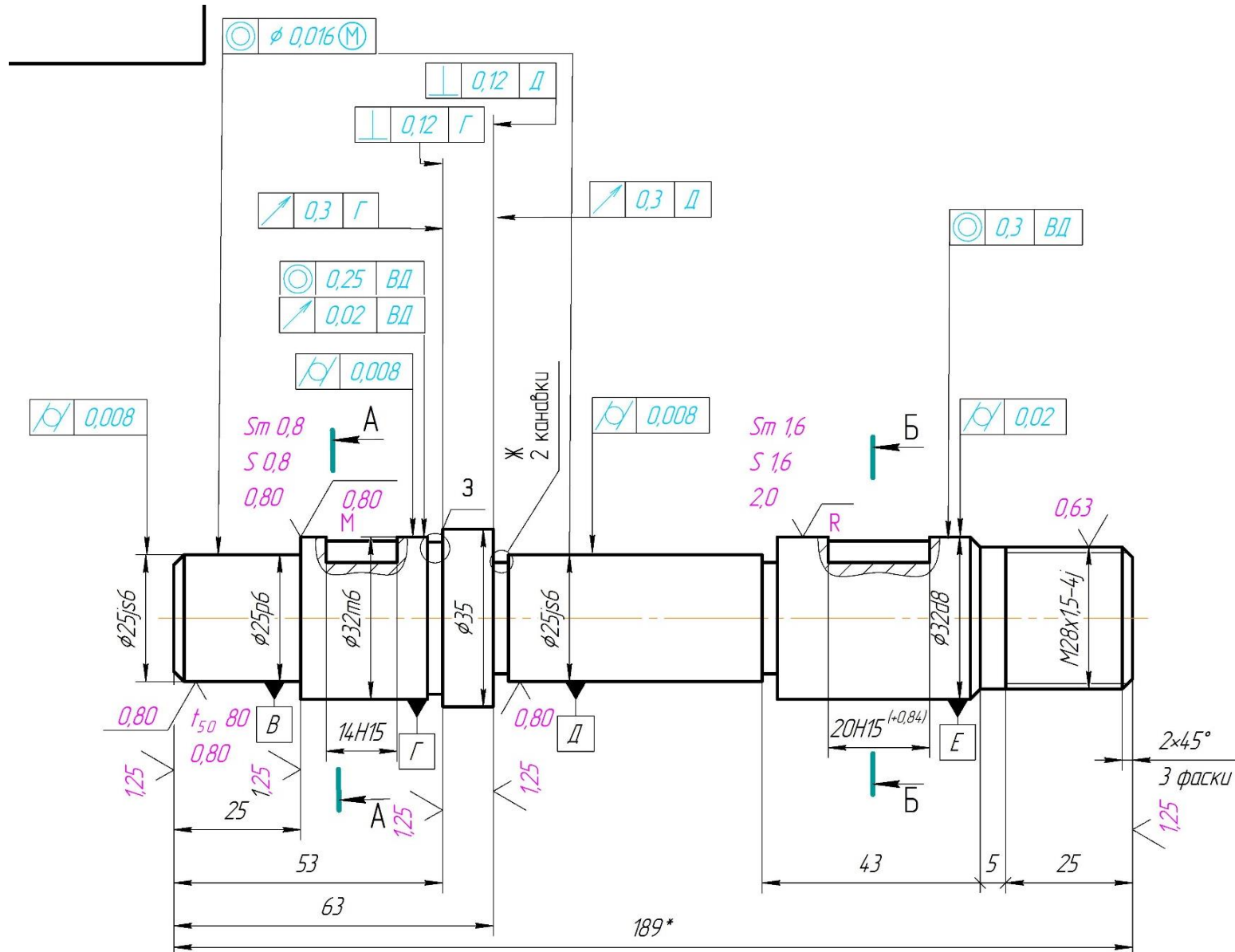


Рисунок 8.4 – Результат виконання п.7

9. Система конструкторської документації

Система конструкторської документації (СКД) - це комплекс національних стандартів, які встановлюють взаємопов'язані єдині вимоги і правила щодо порядку розроблення, оформлювання та обігу конструкторської документації. Зазначені правила встановлено на усі види конструкторських документів, на нормативну й технологічну документацію, а також на науково-технічну та учбову літературу. Система КД забезпечує взаємообмін конструкторською документацією без її переоформлювання між галузями промисловості й окремими підприємствами. Вона дозволяє забезпечити розширення уніфікації під час розроблення конструкторських проектів промислових виробів, спрощення форми документів і скорочення їх номенклатури, автоматизоване створення документації і організацію виробництва будь-якого виробу на підприємстві у найкоротший термін

Єдина система технологічної документації (ЄСТД) - комплекс міждержавних стандартів і рекомендацій, що встановлюють взаємопов'язані правила і положення щодо порядку розроблення, комплектації, оформлення та обігу технологічної документації, що застосовується при виготовленні та ремонті виробів. Технологічна документація - основне джерело інформації для організації, управління і регулювання виробничого процесу на кожному підприємстві. Вона супроводжує виріб протягом всього життєвого циклу і закінчує своє існування при списанні виробу, пройшовши попередньо етапи проектування, виробництва, експлуатації та ремонту.

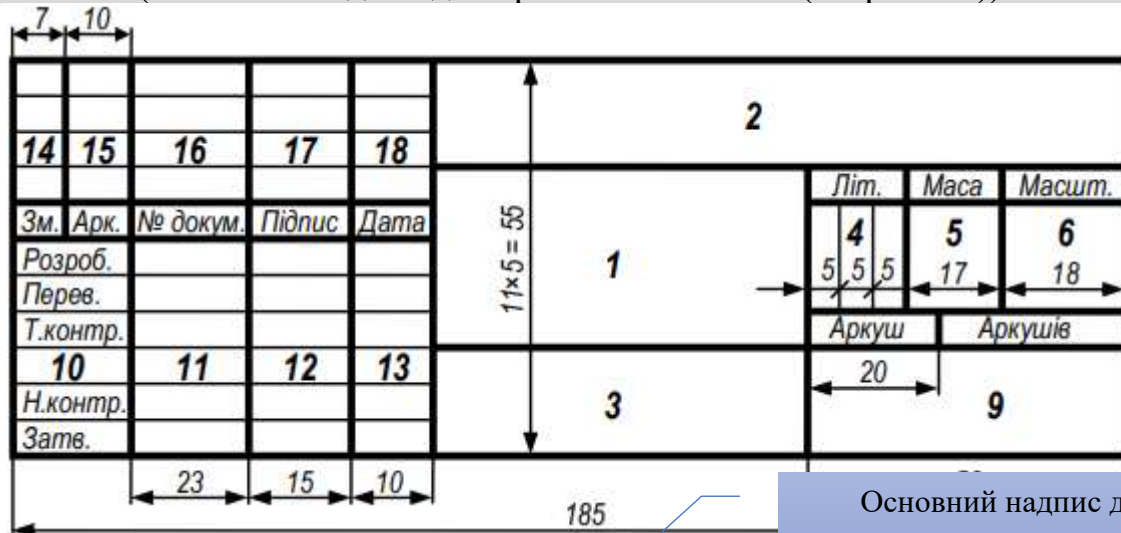
Формати креслеників

<i>Формат</i>	<i>Орієнтація сторінки</i>	<i>Розміри сторін, мм</i>	<i>Форма</i>
A0	Книжкова	841×1189	1
	Альбомна		2а
A1	Книжкова	594×841	1
	Альбомна		2а
A2	Книжкова	420×594	1
	Альбомна		2а
A3	Книжкова	297×420	1
	Альбомна		2а
A4	Книжкова	210×297	1
	Альбомна		2а
Специфікація	Книжкова	210×297	1
Перелік елементів	Книжкова		2а
Відомість технічного проекту	Книжкова		
Пояснювальна записка	Книжкова		2, 2а

Основні надписи згідно ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 Єдина система конструкторської документації. Основні написи (ГОСТ 2.104-2006, IDT). З Поправками (ІПС № 5-2007), (ІПС № 6-2007), (ІПС № 8-2007), (ІПС № 5-2008)

форма 1

(основний надпис для креслеників і схем (сторінка 1))



Основний надпис для текстових конструкторських документів (сторінка 1)

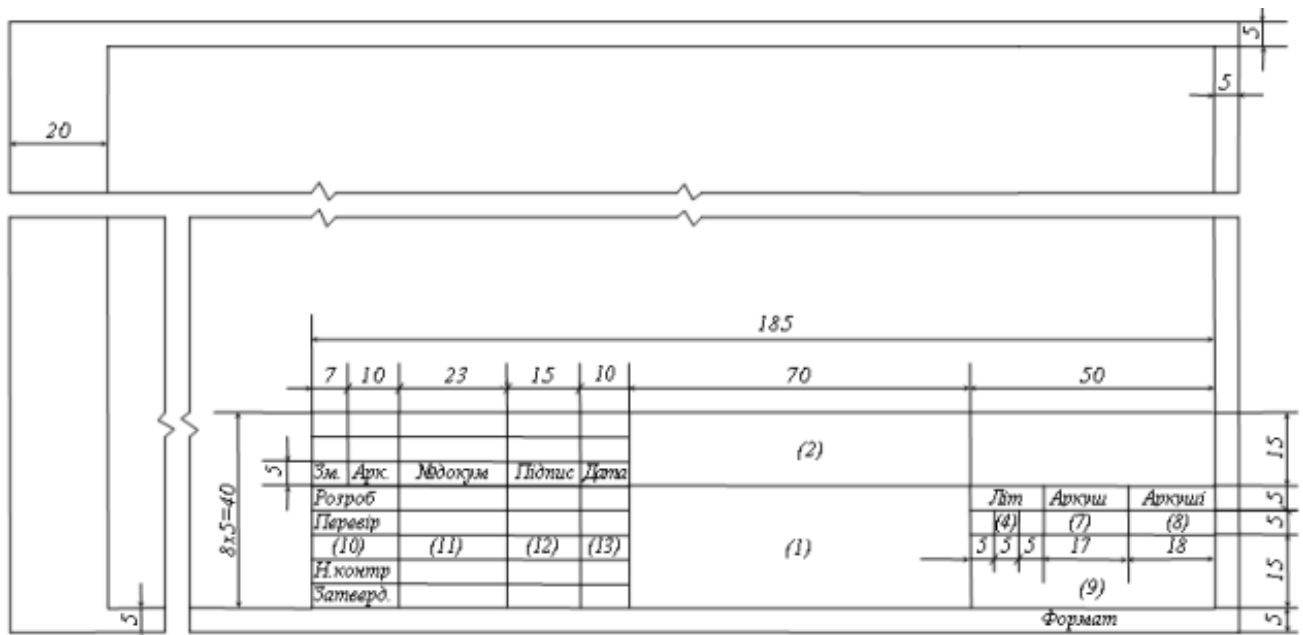
У графах основного напису вказується:

- Графа 1 – Найменування виробу, а також найменування документа.
- Графа 2 – Позначення документа по прийнятій на кафедрі формі.
- Графа 3 – Позначення матеріалу деталі (цю графу заповнюють тільки на кресленнях деталей).
- Графа 4 – Літера креслення (навчальне креслення – Н).
- Графа 5 – Маса виробу.
- Графа 6 – Масштаб.
- Графа 7 – Порядковий номер аркуша.
- Графа 8 – Загальна кількість аркушів документа.
- Графа 9 – Назва навчального закладу і шифр групи.
- Графа 10 – Характер роботи особи, яка підписує документ.
- Графа 11 – Прізвище осіб, які підписали документ.
- Графа 12 – Підписи осіб, прізвища яких вказані в графі 11.
- Графа 13 – Дата підписання документа.
- Графи 14-18 – Зміни, які заповнюються згідно з вимогами ГОСТ 2.503-74.

Основний надпис для креслеників і схем, тестових документів (сторінка 2 та наступні)

Форма 2

(Основний надпис для текстових конструкторських доку



Графа 1 – назва проекту

Графа 2 – позначення документа згідно прийнятої системи позначень

Графа 4 – літера згідно ГОСТ 2.103, для документів навчального процесу – літера «Н»

Графа 7 - Порядковий номер аркуша (на документах, які складаються із одного аркушу, графу не заповнюють)

Графа 8 – Загальна кількість аркушів документа, графу заповнюють тільки на першому аркуші

Графа 9 – Назва навчального закладу і шифр групи.

Графа «Розроб» - заповнюється студентом

Графа «Перев.» - заповнюється керівником проекту

Графа «Н.контр.» заповнюється нормоконтролером

Графа «Затв.» заповнюється завідувачем кафедри

Графа 10 – Характер роботи особи, яка підписує документ.

Графа 11 – Прізвище осіб, які підписали документ.

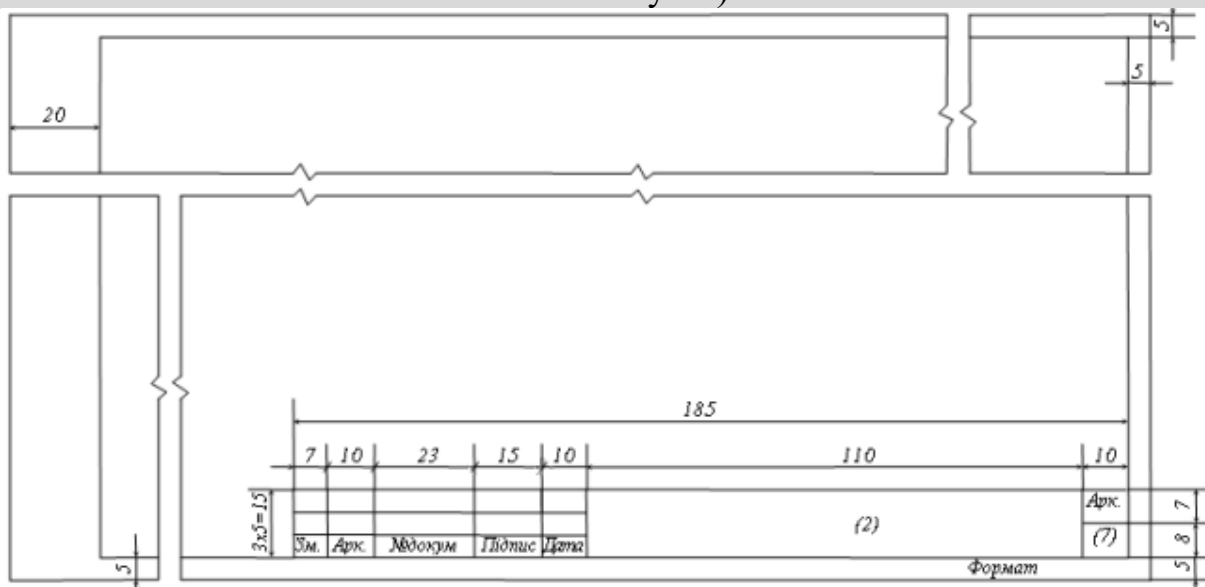
Графа 12 – Підписи осіб, прізвища яких вказані в графі 11.

Графа 13 – Дата підписання документа.

Графи 14-18 – Зміни, які заповнюються згідно з вимогами ГОСТ 2.503-74.

Форма 2 а

(Основний надпис для креслеників і схем, тестових документів (сторінка 2 та наступні))



Графа 2 – позначення документа

Графа 7 – порядковий номер аркуша

Основний надпис у вигляді шаблону MS Word

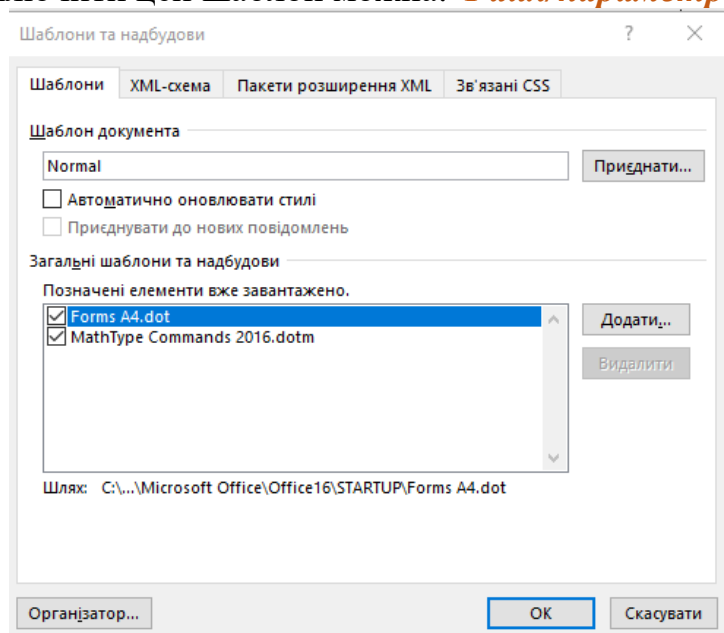
Шаблон у вигляді надбудови до MS Word розроблений авторами [http://www.andrew.vinnitsa.com/] містить основні надписи для листів формату А4.

Скачати посилання на ці шаблони можна за посилання СДН ЧДТУ

<https://moodle.chdtu.edu.ua/course/view.php?id=12>

✦	Додаткові навчальні матеріали і ресурси	Редагувати
✦	Загальні відомості про метрологію, забезпечення єдності вимірювань (конспект лекцій) - video	Редагувати
✦	Метрологія (список відтворення 12 відео)	Редагувати
✦	Розмір, відхилення, допуск (video)	Редагувати
✦	Поняття про допуски (video)	Редагувати
✦	Засоби вимірювання (video)	Редагувати
✦	Точність вимірювання (video)	Редагувати
✦	Statistics in Excel Tutorial 1.1. Descriptive Statistics using Microsoft Excel(video)	Редагувати
✦	Descriptive Statistics in Excel Using the Data Analysis Tool(video)	Редагувати
✦	ЗУ "Про метрологію та метрологічну діяльність" з 01.01.2016 р.(video)	Редагувати
✦	Нормативні документи - ДСТУ та інш.	Редагувати
✦	ЕСДП том 1, 2	Редагувати
✦	НМВ до КП_2024	Редагувати
✦	Шаблони основних надписів для MS Word	Редагувати

Шаблон необхідно скопіювати в папку **«x:/Program files/Microsoft Office/Office/Startup»**, де x – ім'я диску на якому встановлений Microsoft Office. Відключити/підключити цей шаблон можна: **Файл/параметри /надбудови**



Призначення кнопок на панелі інструментів наказано на рис.

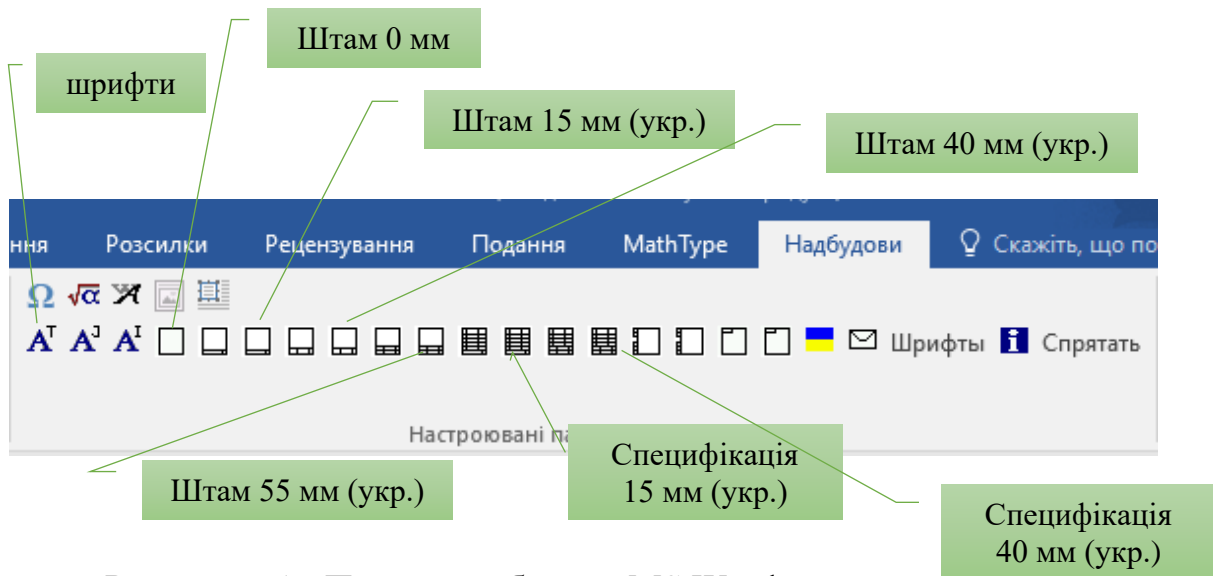


Рисунок 9.1 - Панель надбудови MS Word

Всі інформаційні поля всіх шаблонів доступні для редагування, тому має сенс встановити один шаблон на будь-який лист, зробити в ньому необхідні зміни, а потім шляхом копіювання розташувати на інших листах.

Далі наведено зразки штампів, які можна отримати за допомогою шаблону.

Рамка – «Штамп 0 мм»

Відступи на листі А4	
зверху	1,6 мм
знизу	1,6 мм
зліва	3,0 мм
справа	1,5 мм

Рамка – «Штамп 15 мм»

Відступи на листі А4	
зверху	1,6 мм
знизу	3,1 мм
зліва	3,0 мм
справа	1,5 мм

НАЗВА ДОКУМЕНТУ					Арх. №
Зна. №	Арх. №	№ докум. №	Підпис №	Дата	1/1

Рамка – «Штамп 40 мм»

Відступи на листі А4	
зверху	1,6 мм
знизу	5,6 мм
зліва	3,0 мм
справа	1,5 мм

НАЗВА ДОКУМЕНТУ					Арх. №
Зна. №	Арх. №	№ докум. №	Підпис №	Дата	1/1

Рамка – «Штамп 40 мм»

Відступи на листі А4	
зверху	1,6 мм
знизу	5,6 мм
зліва	3,0 мм
справа	1,5 мм

НАЗВА ДОКУМЕНТУ					Арх. №
Зна. №	Арх. №	№ докум. №	Підпис №	Дата	1/1

Для детального ознайомлення із основними вимогами до оформлення креслеників можна за наступною літературою [26-28]

ДОДАТОК А1
ЗРАЗОК ОФОРМЛЕННЯ ТИТУЛЬНОЇ СТОРІНКИ ДЛЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Черкаський державний технологічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Приладобудування, мехатроніки та комп'ютеризованих технологій
(повна назва кафедри, циклової комісії)

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

З «Основи метрології та взаємозамінності» _____
(назва дисципліни)

на тему: Взаємозамінність типових елементів

Студента (ки) _____ курсу _____ групи
Галузі знань _____
спеціальності _____

(прізвище та ініціали)

Керівник _____

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Національна шкала _____

Кількість балів: _____

Оцінка: ECTS _____

Члени комісії _____

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

м. _____ - 20__ рік

ДОДАТОК А2
ПРИКЛАД ЗАПОВНЕННЯ ВІДОМОСТІ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

№ строки Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание
1		<u>Документація загальна</u>			
2					
3	РС23.024.099.000ПЗ	Пояснювальна записка	40		
4					
5					
6					
7					
8					
9		<u>Документація по деталям</u>			
10					
11	A3 РС23.024.099.01	Вал			
12					
13					
14					
15		<u>Документація загальна</u>			
16		знову розроблена			
17					
18	A1 РС23.024.099.000ДМ	Ілюстрації до завдань	1		
19		Демонстраційний матеріал			
20					
21					
22					
23					
24					

шифр групи	рік написання	варіант (з останні цифри залікової книжки)		
РС23.024.099.000 ТП				
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.	Трембовецька			
Пров.				
Н.контр.				
Утв.				
Взаємозамінність типових елементів		Лист.	Лист	Листов
відомість технічного проекту			1	1
		ЧДТУ РС23		
Копировав		Формат А4		

ДОДАТОК АЗ
ЗРАЗОК ОФОРМЛЕННЯ ТИТУЛЬНОЇ СТОРІНКИ ДЛЯ
РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

Черкаський державний технологічний університете

(повне найменування вищого навчального закладу)

Приладобудування, мехатроніки та комп'ютеризованих технологій

(повна назва кафедри, циклової комісії)

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

Розрахунково - пояснювальна записка

Варіант *********

з «Основи метрології та взаємозамінності» _____

(назва дисципліни)

на тему: Взаємозамінність типових елементів

Студента (ки) _____ курсу _____ групи

Галузі знань _____

спеціальності _____

(прізвище та ініціали)

Керівник _____

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Національна шкала _____

Кількість балів: _____

Оцінка: ECTS _____

Члени комісії _____

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

м. _____ - 20__ рік

Зміст

Стор.

- Завдання 1. Гладке циліндричне з'єднання
- Завдання 2. Розрахунок посадок для підшипника кочення
- Завдання 3 Розрахунок допусків і посадок для шпоночного з'єднання
- Завдання 4 Розрахунок допусків і посадок різьбового з'єднання
- Завдання 5. Розрахунок виконавчих розмірів калібрів
- Завдання 6 Взаємозамінність напівпровідникових приладів та інтегральних мікросхем
- Завдання 7 Вибір засобу вимірювання для вимірювання зовнішніх та внутрішніх поверхонь
- Завдання 8. Виконання креслення деталі
- Креслення деталі «Вал» ф.А3
- Завдання 9 Креслення демонстраційного матеріалу ф.А1
- Список використаних джерел

**ЗРАЗОК ОФОРМЛЕННЯ ЗМІСТУ ПОЯСНУВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ
ДОДАТОК А4
КУРСОВОГО ПРОЕКТУ**

Шифр групи.рік написання.останні 3 цифри залікової книжки.000ПЗ

Кількість аркушів пояснювальної записки

PC23.024.099.000ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		П.І.Б.			Взаємозамінність типових елементів Пояснювальна записка 149	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Трембовецька					19	****
Реценз.		П.І.Б.				ЧДТУ, РС23		
Н. Контр.		П.І.Б.						
Затверд.		П.І.Б.						

ДОДАТОК А5 ЗАВДАННЯ НА КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

Завдання 1. Гладке циліндричне з'єднання

Визначити до якого типу посадок відноситься з'єднання *****. Розрахувати посадку: визначити номінальні і граничні розміри; граничні і середні відхили, граничні зазори, натяги; допуски отвору, валу і посадки. Побудувати схеми полів допуску за граничними розмірам (повну та спрощену) ф.А1 (AutoCAD), проставити розміри на кресленні А1.

Завдання 2. Розрахунок посадок для підшипника кочення

Підібрати посадку для внутрішнього та зовнішнього кільця підшипника ***** класу точності **. Розрахувати посадку. Радіальне навантаження $R = ** \text{кН}$ (обертається вал, корпус). Накреслити схеми розташування полів допусків з'єднання підшипника з валом та корпусом. Позначити посадки підшипників кочення на складальних кресленнях і полів допусків на кресленнях деталей ф.А1.

Завдання 3 Розрахунок допусків і посадок для шпоночного з'єднання

Вибрати тип шпоночного з'єднання і підібрати шпонку для з'єднання втулки з валом *****.

Намітити посадки за спряженими розмірам. Розрахувати граничні зазори і натяги. Накреслити схему розташування полів допусків. Визначити розміри і граничні відхили не спряжених розмірів шпонки і пазу. Вказати на кресленні шпоночного з'єднання граничні відхили ф.А1.

Завдання 4 Розрахунок допусків і посадок різьбового з'єднання

Визначити допуски і граничні відхили, розміри, зазори і натяги для заданої посадки ***** (різьба метрична). Накреслити ескізи полів допуску по профілю і основним діаметрам різьбового з'єднання ф.А1.

Завдання 5. Розрахунок виконавчих розмірів калібрів

Визначити виконавчі і граничні розміри калібру – скоби та калібру – пробки для контролю валу і отвору і контрольних калібрів до нього. Накреслити схему розташування полів допусків цих калібрів (повну та спрощену) ф.А1.

*Примітка. Вихідні дані для розрахунку калібрів взяти із завдання 1

Завдання 6 Взаємозамінність напівпровідникових приладів та інтегральних мікросхем

1. Підібрати аналог для заданого типу діода *****. Розшифрувати умовне позначення діода. Виписати основні технічні характеристики діода

2. Розшифрувати умовне позначення заданого напівпровідникового приладу *****.
3. Підібрати аналог для заданого типу транзистора *****. Розшифрувати умовне позначення транзистора. Виписати основні технічні характеристики транзистора
4. Підібрати аналог для заданого типу мікросхеми *****. Розшифрувати умовне позначення. Виписати основні технічні характеристики. Зобразити схему.
5. Розшифрувати умовне позначення заданої інтегральної мікросхеми *****.

Завдання 7 Вибір засобу вимірювання для вимірювання зовнішніх та внутрішніх поверхонь

Вибрати вимірювальний засіб для вимірювання отвору і валу за заданим розміром (вихідні дані для гладкого циліндричного з'єднання завдання 1).

*Розрахувати граничну похибку вимірювання для трьох засобів вимірювання для кожної деталі. Кожен вимірювальний засіб знайти в Internet із технічними характеристиками.

Завдання 8. Виконання креслення деталі «Вал»

Накреслити за варіантом завдання деталь «Вал» та проставити шорсткість поверхонь, допуски форми і розташування поверхонь.

Завдання 9 Креслення демонстраційного матеріалу

Оформити креслення демонстраційного матеріалу на ф.А1 в AutoCAD

ДОДАТОК А6
ЗРАЗОК ОФОРМЛЕННЯ ЗАВДАННЯ НА КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

Черкаський державний технологічний університет

Кафедра приладобудування, мехатроніки та комп'ютеризованих технологій

Дисципліна Основи метрології та взаємозамінності

Галузь знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»

Курс 2(3) Група РС-23 (М-24) Семестр 4 (5)

ЗАВДАННЯ
на курсову роботу студента

Сидоренка Сидора Сидоровича

1. Тема роботи Взаємозамінність типових елементів

2. Строк здачі студентом закінченої роботи **.***.2025

3. Вихідні дані до роботи - Варіант **099**

4. Зміст розрахунково–пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці)

Завдання 1. Гладке циліндричне з'єднання. Завдання 2. Розрахунок посадок для підшипника кочення. Завдання 3. Розрахунок допусків і посадок для шпоночного з'єднання. Завдання 4. Розрахунок допусків і посадок різьбового з'єднання. Завдання 5. Розрахунок виконавчих розмірів калібрів. Завдання 6. Взаємозамінність напівпровідникових приладів та інтегральних мікросхем. Завдання 7. Вибір засобу вимірювання для вимірювання зовнішніх та внутрішніх поверхонь. Завдання 8. Виконання креслення деталі «Вал» із проставленням шорсткості поверхонь та допусків форми і розташування поверхонь.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень AutoCAD)

1. Схема полів допуску з граничними розмірам (повна та спрощена) ф.А1. Розміри гладкого циліндричного з'єднання на кресленні ф.А1.

2. Схема розташування полів допусків з'єднання підшипника з валом та корпусом. Посадки підшипників кочення на складальних кресленнях і полів допусків на кресленнях деталей А1.

3. Креслення шпоночного з'єднання А1.

4. Ескізи полів допуску по профілю і основним діаметрам різьбового з'єднання А1. Креслення різьбового з'єднання А1

5. Схема розташування полів допусків цих калібрів (повна та спрощена) А1.

6. Креслення деталі «Вал» (А3)

6. Дата видачі завдання ***** 2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів курсової роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Завдання 1. Гладке циліндричне з'єднання.		
	Креслення AutoCAD		
2	Завдання 2. Розрахунок посадок для підшипника кочення.		
	Креслення AutoCAD		
3	3. Розрахунок допусків і посадок для шпоночного з'єднання.		
	Креслення AutoCAD		
4	Завдання 4. Розрахунок допусків і посадок різьбового з'єднання.		
	Креслення AutoCAD		
5	Завдання 5. Розрахунок виконавчих розмірів калібрів.		
	Креслення AutoCAD		
6	Завдання 6. Взаємозамінність напівпровідникових приладів та інтегральних мікросхем.		
7	Завдання 7. Вибір засобу вимірювання для вимірювання зовнішніх та внутрішніх поверхонь.		
8	Завдання 8. Виконання креслення деталі «Вал» AutoCAD		
9	Завдання 9 Креслення демонстраційного матеріалу ф.А1 AutoCAD		

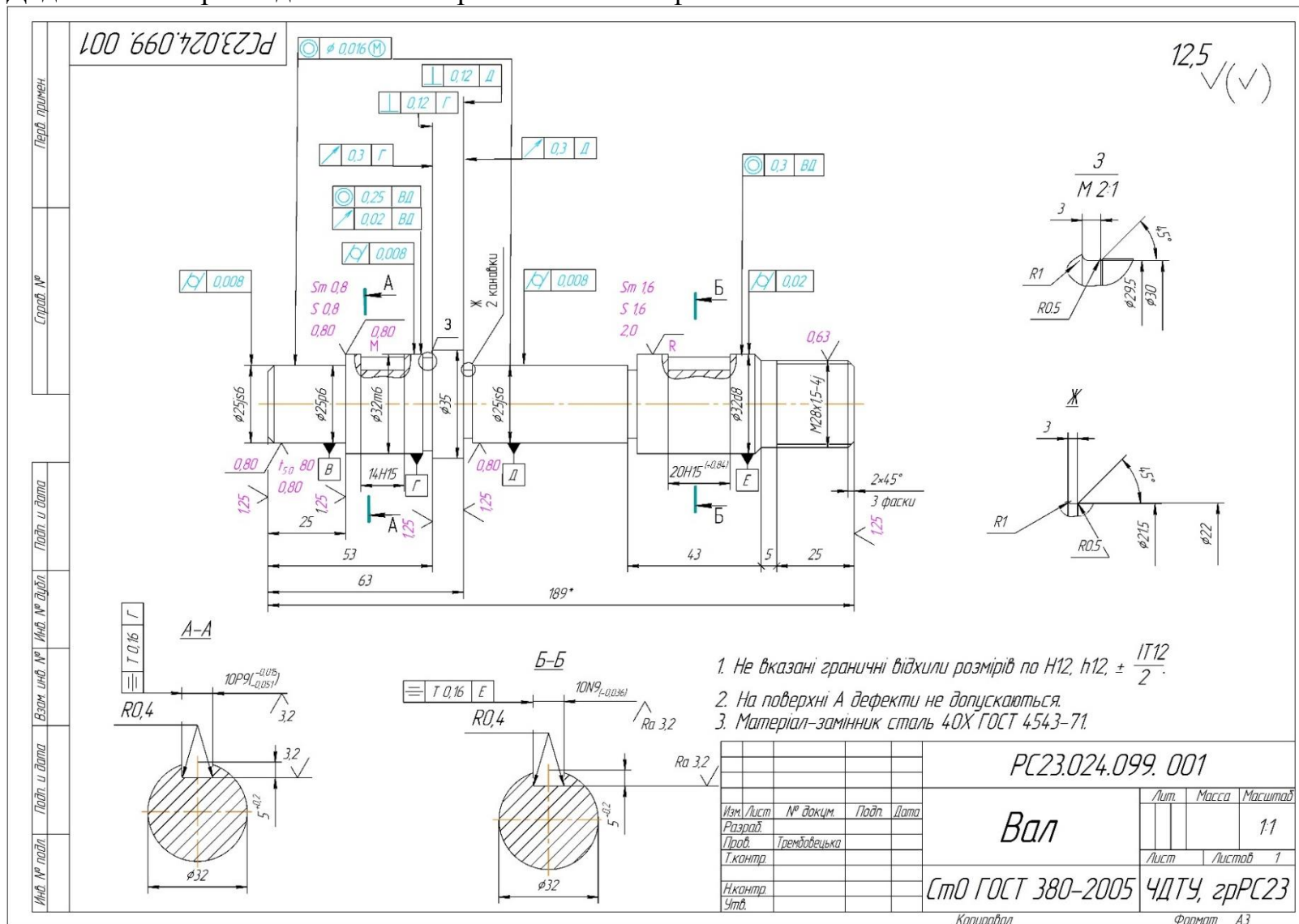
Студент _____ Сидоренко С.С.
(підпис)

Керівник _____ Трембовецька Р.В.
(підпис)

« ___ » _____ р.

Додаток Б Приклади креслень

Додаток Б1 - Приклад виконання креслення «Вал» ф.А3



Переглянути приклад оформлення цього завдання можна в форматі tif. При цьому кожне окреме завдання, наведене на ф.А1 детально показано у відповідному розділі пояснювальної записки. Наразі приклад цього креслення демонструє лише приблизну загальну компоновку завдань

https://drive.google.com/file/d/1CbX-4xJyXDp5zUhQ1APQags8Lg6xGuWm/view?usp=sharing	Для відкриття в moodle
---	------------------------

Приклад заповнення основного надпису до креслення ф.А1 наведено нижче

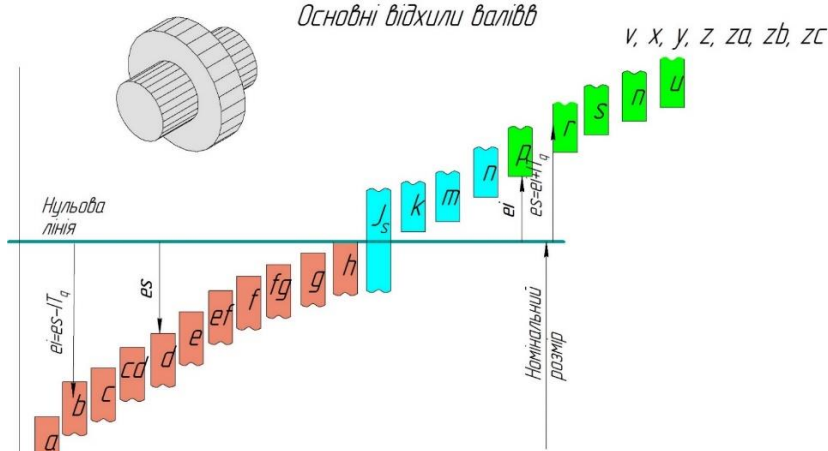
					РС23.024.099.000ДМ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Взаємозамінність типових елементів	<i>Літера</i>	<i>Маса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Розробив</i>							-	1:1
<i>Перевір.</i>					Демонстраційний матеріал	<i>Аркуш</i> 1		<i>Аркушів</i> 1
<i>Тех.конт.</i>	Трембовецька					Група: РС-23		
<i>Керівник</i>								
<i>Норм.конт.</i>								
<i>Затверд.</i>								

ДОДАТОК В ДОВІДНИКОВІ ТАБЛИЦІ

Таблиця В1 - Значення допусків розмірів до 500 мм [б, табл.1]

Інтервал розмір, мм	Квалітет																			
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Допуск ІТ, мкм																			
до 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000	1400
>3 до 6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750	1200	1800
>6 до 10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900	1500	2200
>10 до 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100	1800	2700
>18 до 30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300	2100	3300
>30 до 50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600	2500	3900
>50 до 80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900	3000	4600
>80 до 120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	840	1400	2200	3500	5400
>120 до 180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	40	630	1000	1600	2500	4000	6300
>180 до 250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900	4600	7200
>250 до 315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200	5200	8100
>315 до 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600	5700	8900
>400 до 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000	6300	9700

Таблиця В2 - Значення основних відхилів валів для розмірів до 500 мм [б, табл.2]

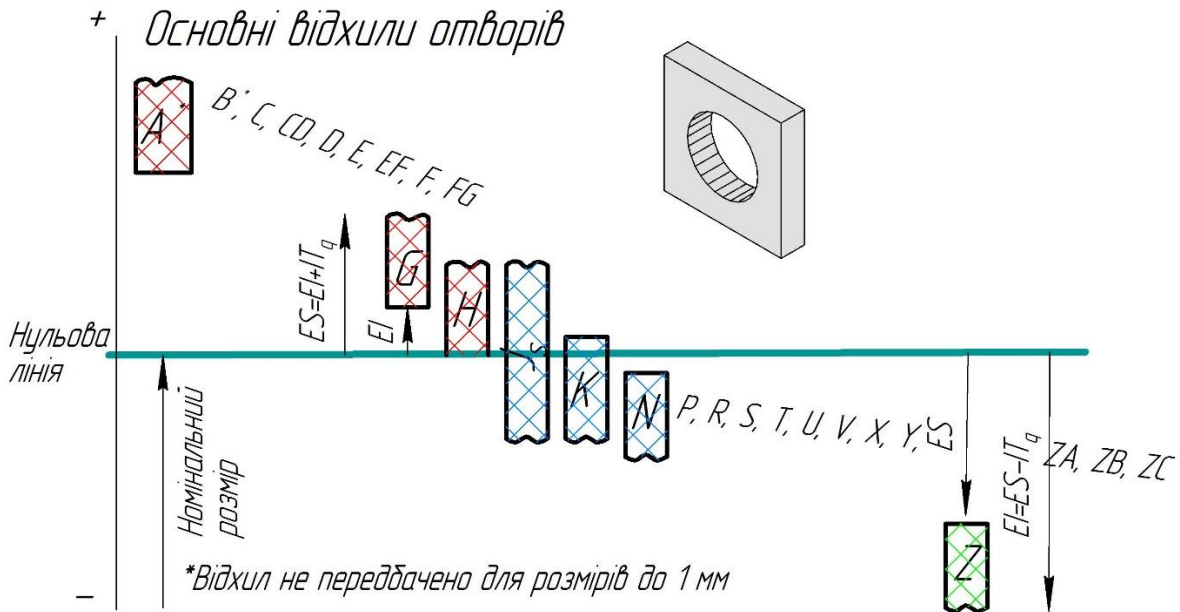


Таблиця 2 - Значення основних відхилів валів для розмірів до 500 мм

Інтервал розмір, мм	Основні відхили										нижній відхил ei				
	a	b	c	d	e	f	g	h	js		всі квалітети				
	верхній відхил es														
											5/6	7	8	б/4 до 7	до 3/б/7
до 3	-270	-140	-60	-20	-14	-6	-2	0		-2	-4	-6	0	0	
>3 до 6	-270	-140	-70	-30	-20	-10	-4	0		-2	-4	-	+1	0	
>6 до 10	-280	-150	-80	-40	-25	-13	-5	0		-2	-5	-	+1	0	
>10 до 14															
>14 до 18	-290	-150	-95	-50	-32	-16	-6	0		-3	-6	-	+1	0	
>18 до 24															
>24 до 30	-300	-160	-110	-65	-40	-20	-7	0		-4	-8	-	+2	0	
>30 до 40	-310	-170	-120	-80	-50	-25	-9	0		-5	-10	-	+2	0	
>40 до 50	-320	-180	-130	-80	-50	-25	-9	0		-5	-10	-	+2	0	
>50 до 65	-340	-190	-140	-100	-60	-30	-10	0		-7	-12	-	+2	0	
>65 до 80	-360	-200	-150	-100	-60	-30	-10	0		-7	-12	-	+2	0	
>80 до 100	-380	-220	-170	-120	-72	-36	-12	0	$es = +\frac{IT}{2}$	-9	-15	-	+3	0	
>100 до 120	-410	-240	-180	-120	-72	-36	-12	0		-9	-15	-	+3	0	
>120 до 140	-460	-260	-200	-145	-85	-43	-14	0	$ei = -\frac{IT}{2}$	-11	-18	-	+3	0	
>140 до 160	-520	-280	-210	-145	-85	-43	-14	0		-11	-18	-	+3	0	
>160 до 180	-580	-310	-230	-170	-100	-50	-15	0		-13	-21	-	+4	0	
>180 до 200	-660	-340	-240	-170	-100	-50	-15	0		-13	-21	-	+4	0	
>200 до 225	-740	-380	-260	-190	-110	-56	-17	0		-16	-26	-	+4	0	
>225 до 250	-820	-420	-280	-190	-110	-56	-17	0		-16	-26	-	+4	0	
>250 до 280	-920	-480	-300	-210	-125	-62	-18	0		-18	-28	-	+4	0	
>280 до 315	-1050	-540	-330	-210	-125	-62	-18	0		-18	-28	-	+4	0	
>315 до 355	-1200	-600	-360	-230	-135	-68	-20	0		-20	-32	-	+5	0	
>355 до 400	-1350	-680	-400	-230	-135	-68	-20	0		-20	-32	-	+5	0	
>400 до 450	-1500	-760	-440	-230	-135	-68	-20	0		-20	-32	-	+5	0	
>450 до 500	-1650	-840	-480	-230	-135	-68	-20	0		-20	-32	-	+5	0	

Інтервал розмірів, мм	Основні відхили													
	<i>m</i>	<i>n</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>s</i>	<i>f</i>	<i>u</i>	<i>v</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>za</i>	<i>zb</i>	<i>zc</i>
	нижній відхили <i>ei</i>													
до 3	+2	+4	+6	+10	+14	-	+18	-	+20	-	+26	+32	+40	+60
>3 до 6	+4	+8	+12	+15	+19	-	+23	-	+28	-	+35	+42	+50	+80
>6 до 10	+6	+10	+15	+19	+23	-	+28	-	+34	-	+42	+52	+67	+97
>10 до 14	+7	+12	+18	+23	+28	-	+33	-	+40	-	+50	+64	+90	+130
>14 до 18								+39	+45	-	+60	+77	+108	+150
>18 до 24	+8	+15	+22	+28	+35	-	+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188
>24 до 30								+41	+48	+55	+64	+75	+88	+118
>30 до 40	+9	+17	+26	+34	+43	-	+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200
>40 до 50								+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180
>50 до 65	+11	+20	+32	+41	+53	+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405
>65 до 80								+43	+59	+75	+102	+120	+146	+174
>80 до 100	+13	+23	+37	+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585
>100 до 120								+54	+79	+104	+144	+172	+210	+254
>120 до 140	+15	+27	+43	+63	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620	+800
>140 до 160				+65	+100	+134	+199	+228	+280	+340	+415	+535	+700	+900
>160 до 180				+68	+108	+146	+210	+252	+310	+380	+465	+600	+780	+1000
>180 до 200	+17	+31	+50	+77	+122	+166	+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880	+1150
>200 до 225				+80	+130	+180	+258	+310	+385	+470	+575	+740	+960	+1250
>225 до 250				+84	+140	+196	+284	+340	+425	+520	+640	+820	+1050	+1350
>250 до 280	+20	+34	+56	+94	+158	+218	+315	+385	+475	+580	+710	+920	+1200	+1550
>280 до 315				+98	+170	+240	+350	+425	+525	+650	+790	+1000	+1300	+1700
>315 до 355	+21	+37	+62	+108	+190	+268	+390	+475	+590	+730	+900	+1150	+1500	+1900
>355 до 400				+114	+208	+294	+435	+530	+660	+820	+1000	+1300	+1650	+2100
>400 до 450	+23	+40	+68	+126	+232	+330	+490	+595	+740	+920	+1100	+1450	+1850	+2400
>450 до 500				+132	+252	+360	+540	+660	+820	+1000	+1250	+1600	+2100	+2600

Таблиця В3 - Значення основних відхилів валів для розмірів до 500 мм [6, табл.3]



Таблиця 3 – Значення основних відхилів отворів для розмірів до 500 мм

Інтервал розмірів, мм	Основний відхил																	
	A*	B*	C	D	E	F	G	H	JS	J			K		M		N*	
	Нижнє відхилення EI									Верхнє відхилення ES								
	всі квалітети									6	7	8	до 8	>8	до 8	>8	до 8	>8
до 3	+270	+140	+60	+20	+14	+6	+2	0	ES=+IT/2 EI=-IT/2	+2	+4	+6	0	0	-2	-2	-4	-4
>3 до 6	+270	+140	+70	+30	+20	+10	+4	0		+5	+6	+10	-1Δ	-	-4Δ	-4	-8Δ	0
>6 до 10	+280	+150	+80	+40	+25	+13	+5	0		+5	+8	+12	-1Δ	-	-6Δ	-6	-10Δ	0
>10 до 14	+290	+150	+95	+50	+32	+16	+6	0		+6	+10	+15	-1Δ	-	-7Δ	-7	-12Δ	0
>14 до 18										+8	+12	+20	-2Δ	-	-8Δ	-8	-15Δ	0
>18 до 24	+300	+160	+110	+65	+40	+20	+7	0		+10	+14	+24	-2Δ	-	-9Δ	-9	-17Δ	0
>24 до 30										+13	+18	+28	-2Δ	-	-11Δ	-11	-20Δ	0
>30 до 40	+310	+170	+120	+80	+50	+25	+9	0		+16	+22	+34	-3Δ	-	-13Δ	-13	-23Δ	0
>40 до 50	+320	+180	+130							+18	+26	+41	-3Δ	-	-15Δ	-15	-27Δ	0
>50 до 65	+340	+190	+140	+100	+60	+30	+10	0		+22	+30	+47	-4Δ	-	-17Δ	-17	-31Δ	0
>65 до 80	+360	+200	+150							+25	+36	+56	-4Δ	-	-20Δ	-20	-34Δ	0
>80 до 100	+380	+220	+170	+120	+72	+36	+12	0		+29	+39	+60	-4Δ	-	-21Δ	-21	-37Δ	0
>100 до 120	+410	+240	+180							+33	+43	+66	-5Δ	-	-23Δ	-23	-40Δ	0
>120 до 140	+460	+260	+200	+145	+85	+43	+14	0		+33	+43	+66	-5Δ	-	-23Δ	-23	-40Δ	0
>140 до 160	+520	+280	+210							+22	+30	+47	-4Δ	-	-17Δ	-17	-31Δ	0
>160 до 180	+580	+310	+230	+170	+100	+50	+15	0		+25	+36	+55	-4Δ	-	-20Δ	-20	-34Δ	0
>180 до 200	+660	+340	+240							+29	+39	+60	-4Δ	-	-21Δ	-21	-37Δ	0
>200 до 225	+740	+380	+260	+190	+110	+56	+17	0		+29	+39	+60	-4Δ	-	-21Δ	-21	-37Δ	0
>225 до 250	+820	+420	+280							+33	+43	+66	-5Δ	-	-23Δ	-23	-40Δ	0
>250 до 280	+920	+480	+300	+210	+125	+62	+18	0		+29	+39	+60	-4Δ	-	-21Δ	-21	-37Δ	0
>280 до 315	+1050	+540	+330						+33	+43	+66	-5Δ	-	-23Δ	-23	-40Δ	0	
>315 до 355	+1200	+600	+360	+210	+125	+62	+18	0	+29	+39	+60	-4Δ	-	-21Δ	-21	-37Δ	0	
>355 до 400	+1350	+680	+400						+33	+43	+66	-5Δ	-	-23Δ	-23	-40Δ	0	
>400 до 450	+1550	+760	+440	+230	+135	+68	+20	0	+33	+43	+66	-5Δ	-	-23Δ	-23	-40Δ	0	
>450 до 500	+1650	+840	+480						+33	+43	+66	-5Δ	-	-23Δ	-23	-40Δ	0	

Інтервал розмірів, мм	Основний відхил												Поправка Δ					
	P-Z	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB						
	Верхнє відхилення ES																	
до 7	>7												3	4	5	6	7	8
до 3	-6	-10	-14	-	-18	-	-20	-	-26	-32	-40	-60	0	0	0	0	0	0
>3 до 6	-12	-15	-19	-	-23	-	-28	-	-35	-42	-50	-80	1	15	1	3	4	6
>6 до 10	-15	-19	-23	-	-28	-	-34	-	-42	-52	-67	-97	1	15	2	3	6	7
>10 до 14	-18	-23	-28	-	-33	-	-40	-	-50	-64	-90	-130	1	2	3	3	7	9
>14 до 18				-39	-45	-	-60	-77	-108	-150								
>18 до 24	-22	-28	-35	-	-41	-47	-54	-63	-73	-98	-136	-188	15	2	3	4	8	12
>24 до 30				-41	-48	-55	-64	-75	-88	-118	-160	-218						
>30 до 40	-26	-34	-43	-48	-60	-68	-80	-94	-112	-148	-200	-274	15	3	4	5	9	14
>40 до 50				-54	-70	-81	-97	-114	-136	-180	-242	-325						
>50 до 65	-32	-41	-53	-66	-87	-102	-122	-144	-172	-226	-300	-405	2	3	5	6	11	16
>65 до 80				-43	-59	-75	-102	-120	-146	-174	-210	-274						
>80 до 100	-37	-51	-71	-91	-124	-146	-178	-214	-258	-335	-445	-585	2	4	5	7	13	19
>100 до 120				-54	-79	-104	-144	-172	-210	-254	-310	-400						
>120 до 140	-43	-63	-92	-122	-170	-202	-248	-300	-365	-470	-620	-800	3	4	6	7	15	23
>140 до 160				-65	-100	-134	-190	-228	-280	-340	-415	-535						
>160 до 180	-50	-68	-108	-146	-210	-252	-310	-380	-465	-600	-780	-1000	3	4	6	9	17	264
>180 до 200				-77	-122	-166	-236	-284	-350	-425	-520	-670						
>200 до 225	-56	-80	-130	-180	-258	-310	-385	-470	-575	-740	-960	-1250	4	4	7	9	20	29
>225 до 250				-84	-140	-196	-284	-340	-425	-520	-640	-820						
>250 до 280	-62	-94	-158	-218	-315	-385	-475	-580	-710	-920	-1200	-1555	4	4	7	9	20	29
>280 до 315				-98	-170	-240	-350	-425	-525	-650	-790	-1000						
>315 до 355	-68	-108	-190	-268	-390	-475	-590	-730	-900	-1150	-1500	-1900	4	5	7	11	21	32
>355 до 400				-114	-208	-294	-435	-530	-660	-820	-1000	-1300						
>400 до 450	-68	-126	-232	-330	-490	-595	-740	-920	-1100	-1450	-1850	-2400	5	5	7	13	23	34
>450 до 500				-132	-252	-360	-540	-660	-820	-1000	-1250	-1600						

Таблиця В4 - Граничні відхилення для підшипників качення

Таблиця В4.1 – Граничні відхилення циліндричного отвору внутрішніх кілець радіальних і радіально-упорних підшипників

Інтервал діаметрів d , мм	Клас точності підшипника									
	P0		P6		P5		P4		P2	
	Граничне відхилення діаметру d_m , мкм									
	EI	ES	EI	ES	EI	ES	EI	ES	EI	ES
від 0,6 до 2,5	-8	0	-7	0	-5	0	-4	0	-2,5	0
>2,5 до 10	-8	0	-7	0	-5	0	-4	0	-2,5	0
>10 до 18	-8	0	-7	0	-5	0	-4	0	-2,5	0
>18 до 30	-10	0	-8	0	-6	0	-5	0	-2,5	0
>30 до 50	-12	0	-10	0	-8	0	-6	0	-2,5	0
>50 до 80	-15	0	-12	0	-9	0	-7	0	-4	0
>80 до 120	-20	0	-15	0	-10	0	-8	0	-5	0
>120 до 180	-25	0	-18	0	-13	0	-10	0	-7	0
>180 до 250	-30	0	-22	0	-15	0	-12	0	-8	0
>250 до 315	-35	0	-25	0	-18	0	-	-	-	-

Таблиця В4.2 – Граничні відхилення зовнішнього діаметру зовнішніх кілець радіальних і радіально-упорних підшипників

Інтервал діаметрів D , мм	Клас точності підшипника									
	P0		P6		P5		P4		P2	
	Граничне відхилення діаметру D_m , мкм									
	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei
від 2,5 до 6	0	-8	0	-7	0	-5	0	-4	0	-2,5
>6 до 18	0	-8	0	-7	0	-5	0	-4	0	-2,5
>18 до 30	0	-9	0	-8	0	-6	0	-5	0	-4
>30 до 50	0	-11	0	-9	0	-7	0	-6	0	-4
>50 до 80	0	-13	0	-11	0	-9	0	-7	0	-4
>80 до 120	0	-15	0	-13	0	-10	0	-8	0	-5
>120 до 150	0	-18	0	-15	0	-11	0	-9	0	-5
>150 до 180	0	-25	0	-18	0	-13	0	-10	0	-7
>180 до 250	0	-30	0	-20	0	-15	0	-11	0	-8
>250 до 315	0	-35	0	-25	0	-18	0	-13	0	-8

Таблиця В4.3 – Граничні відхилення посадочних місць роликових кінцевих підшипників

Інтервал діаметрів d , мм	Клас точності підшипника					
	P0		P6 і P5		P4	
	Граничне відхилення діаметру d_m , мкм					
	EI	ES	EI	ES	EI	ES
>10 до 18	-8	0	-7	0	-5	0
>18 до 30	-10	0	-8	0	-6	0
>30 до 50	-12	0	-10	0	-8	0
>50 до 80	-15	0	-12	0	-9	0
>80 до 120	-20	0	-15	0	-10	0
>120 до 180	-25	0	-18	0	-13	0
>180 до 250	-30	0	-22	0	-15	0
>250 до 315	-35	0	-25	0	-	-

Інтервал діаметрів D , мм	Клас точності підшипника					
	P0		P6 і P5		P4	
	Граничне відхилення діаметру D_m , мкм					
	es	ei	es	ei	es	ei
>18 до 30	0	-9	0	-8	0	-6
>30 до 50	0	-11	0	-9	0	-7
>50 до 80	0	-13	0	-11	0	-9
>80 до 120	0	-15	0	-13	0	-10
>120 до 150	0	-18	0	-15	0	-11
>150 до 180	0	-25	0	-18	0	-13
>180 до 250	0	-30	0	-20	0	-15
>250 до 315	0	-35	0	-25	0	-18

Таблиця В4.4 – Граничні відхилення посадочних місць упорних підшипників

Інтервал діаметрів $d, d1, D$, мм	Туже кільце				Вільне кільце			
	Клас точності підшипника							
	P0, P6, P5		P4, P2		P0, P6, P5		P4, P2	
	Граничне відхилення діаметру отвору d або $d1$ мкм				Граничне відхилення зовнішнього діаметру D мкм			
	EI	ES	EI	ES	es	ei	es	ei
до 18	-8	0	-7	0	0	-11	0	-7
>18 до 30	-10	0	-8	0	0	-13	0	-8
>30 до 50	-12	0	-10	0	0	-16	0	-9
>50 до 80	-15	0	-12	0	0	-19	0	-11
>80 до 120	-20	0	-15	0	0	-22	0	-13
>120 до 180	-25	0	-18	0	0	-25	0	-15
>180 до 250	-30	0	-22	0	0	-30	0	-20
>250 до 315	-35	0	-25	0	0	-35	0	-25

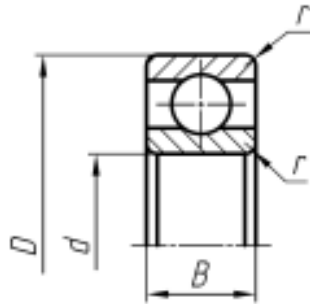
Таблиця В4.5 - Рекомендовані посадки кулькових і роликових підшипників за чинним нормативним документом [2]

Вид навантаження кільця	Режим роботи	Різновиди і розміри радіальних і радіально-упорних підшипників	Рекомендовані посадки
<i>Посадки підшипників на вал (під внутрішнє кільце)</i>			
Циркуляційне (вал обертається)	Легкий або нормальний $0,07C < P \leq 0,15C$	Кулькові і роликові $d \leq 50$ мм	L2/h3; L2/js3; L2/h4; L2/js4; L4/h5; L4/js5 L5/h5; L5/js5
		Радіальні $d \leq 40$ мм, радіально-упорні, кулькові $d \leq 100$ мм, роликові $d \leq 40$ мм	L2/js4; L4/js5; L5/js5; L6/js6; L6/k6; L0/js6; L0/k6
		Кулькові і роликові $d \leq 100$ мм $d \leq 250$ мм	L2/k4; L4/k5; L5/k5; L6/js6; L6/k6; L0/js6; L0/k6; L6/m6; L0/m6
	Нормальний або важкий $0,07C < P \leq 0,15C$	Радіально-упорні і кулькові радіальні $d \leq 100$ мм,	L2/k4; L4/k5; L5/k5 L6/js6; L6/k6; L0/js6
		Роликові радіальні $d \leq 40$	L0/k6
		Радіальні і кулькові радіально-упорні $d \leq 100$ мм Роликові радіально- упорні $d \leq 180$ мм	L2/m2; L4/m5; L5/m5 L6/m6; L0/m6
		Роликові $d \leq 250$ мм	L2/n4; L4/n5; L5/n5 L6/n6; L6/p6; L0/n6; L0/p6
	Циркуляційне (вал обертається)	Важкий з ударним навантаженням	Роликові радіальні $50 \text{ мм} < d \leq 140$ мм
Роликові радіальні $140 \text{ мм} < d \leq 200$ мм			L6/p6; L0/p6
Роликові радіальні $200 \text{ мм} < d \leq 250$ мм			L6/r6; L6/r7; L0/r6; L0/r7
Місцеве (корпус обертається)	Легкий або нормальний $P \leq 0,07C$	Підшипники всіх діаметрів	L6/g6; L0/g6
	Нормальний або важкий $0,07C < P \leq 0,15C$		L6/g6; L6/h6; L0/g6; L0/h6; L6/f7; L0/f7
			L6/h6; L0/h6
<i>Посадки упорних підшипників</i>			
Осьове навантаження		Підшипники всіх діаметрів	L6/js6; L0/js6
Коливальне	Навантаження осьове та радіальне	$d \leq 200$ мм	L6/k6; L0/k6
		$200 \text{ мм} < d \leq 250$ мм	L6/m6; L0/m6

Вид навантаження кільця	Режим роботи	Різновиди і розміри радіальних і радіально-упорних підшипників	Рекомендовані посадки
Посадка підшипників в корпус (під зовнішнє кільце)			
Радіальні і радіально-упорні підшипники			
Місцеве (обертається вал)	Легкий або нормальний $P \leq 0,07C$	Для всіх різновидів	H5/I2; JS5/I2
	Нормальний $0,07C < P \leq 0,15C$		H7/I0; H7/I6; H6/I4; H6/I5; JS6/I5; JS7/I6; JS7/I0
	Нормальний або важкий (для точних вузлів): $0,07C < P \leq 0,15C$		JS6/I4; JS6/I5; JS7/I6; JS7/I0
Місцеве (обертається вал)	Нормальний або важкий (переміщення уздовж осі відсутнє): $0,07C < P \leq 0,15C$	Для всіх різновидів	JS7/I6; K7/I6; M7/I6; JS7/I0; K7/I0; M7/I0
	Нормальний або важкий $P > 0,15C$		H7/I6; J7/I6; H7/I0; J7/I0
	Легкий або нормальний $0,07C < P \leq 0,15C$		H7/I6; JS7/I6; H7/I0; JS7/I0
Коливальне	Нормальний або важкий $0,07C < P \leq 0,15C$	Для всіх різновидів	JS5/I2; K5/I2; JS6/I4; K6/I4; JS6/I5; K6/I5
Циркуляційне (обертається корпус)	Нормальний $0,07C < P \leq 0,15C$	Для всіх різновидів	JS7/I6; K7/I6; JS7/I0; K7/I0
	Нормальний або важкий $0,07C < P \leq 0,15C$		M7/I6; N7/I6; M7/I0; N7/I0
	Важкий при тонкостінних корпусах $P > 0,15C$		P6/I5; P7/I6; P7/I0
Місцеве. Осьове навантаження	Нормальний: $0,07C < P \leq 0,15C$	Для упорних	H8/I6; H8/I0;
	Важкий: $P > 0,15C$		H6/I4; H6/I5; H8/I6; H8/I0; H9/I6; H9/I0
Місцеве (обертається вал)	Важкий або нормальний: $0,07C < P \leq 0,15C$		G6/I4; G6/I5; G7/I6; G7/I0
Циркуляційне	Важкий: $P > 0,15C$		JS7/I6; JS7/I0
			K7/I6; K7/I0 M7/I6; M7/I0

Таблиця В5 - Розміри підшипників за нормативним документом

Таблиця В5.1 - Розміри підшипників кулькових радіальних однорядних (за нормативним документом) [1, 12]

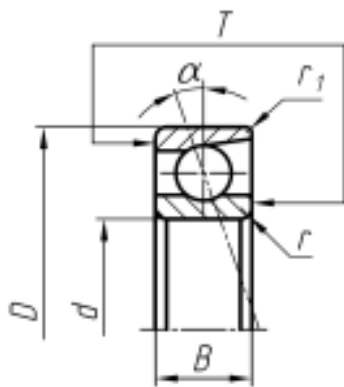


C – динамічна вантажопідйомність;
 C_0 – статична вантажопідйомність

Легка серія

Умовне позначення	d	D	B	r	C , кН	C_0 , кН	Умовне позначення	d	D	B	r	C , Н	C_0 , Н
204	20	47	14	1,5	12,7	6,2	218	90	160	30	3	95,6	62
205	25	52	15	1,5	14	6,95	219	95	170	32	3,5	108	69,5
206	30	62	16	1,5	19,5	10	220	100	180	34	3,5	124	79
207	35	72	17	2	25,5	13,7	221	105	190	36	3,5	133	90
208	40	80	18	2	32	17,8	222	110	200	38	3,5	146	100
209	45	85	19	2	33,2	18,6	224	120	215	40	3,5	156	112
210	50	90	20	2	35,1	19,8	226	130	230	40	4	156	112
211	55	100	21	2,5	43,6	25	228	140	250	42	4	165	122
212	60	110	22	2,5	52	31	230	150	270	45	4	189	150
213	65	120	23	2,5	56	34	232	160	290	48	4	200	165
214	70	125	24	2,5	61,8	37,5	234	170	310	52	5	240	209
215	75	130	25	2,5	66,3	41	236	180	320	52	5	229	196
216	80	140	26	3	70,2	45	238	190	340	55	5	255	232
217	85	150	28	3	83,2	53	244	244	400	65	5	296	290
Середня серія													
304	20	52	15	2	15,9	7,8	315	75	160	37	3,5	112	72,5
305	25	62	17	2	22,5	11,4	316	80	170	39	3,5	124	80
306	30	72	19	2	28,1	14,6	317	85	180	41	4	133	90
307	35	80	21	2,5	33,2	18	318	90	190	43	4	143	99
308	40	90	23	2,5	41	22,4	319	95	200	45	4	153	110
309	45	100	25	2,5	52,7	30	320	100	215	47	4	174	132
310	50	110	27	3	61,8	36	321	105	225	49	4	182	143
311	55	120	29	3	71,5	41,5	322	110	240	50	4	203	166
312	60	130	31	3,5	81,9	48,5	324	120	260	55	4	217	180
313	60	140	33	3,5	92,8	56	326	130	280	58	5	229	193
314	70	150	35	3,5	104	63	330	150	320	65	5	276	250
Важка серія													
403	17	62	17	2	22,9	11,8	411	55	140	33	3,5	100	63
405	25	80	21	2,5	36,4	20,4	412	60	150	35	3,5	108	70
406	30	90	23	2,5	47	26,7	413	65	160	37	3,5	119	78,1
407	35	100	25	2,5	55,8	31	414	70	180	42	4	143	105
408	40	110	27	3	63,7	36,5	416	80	200	48	4	163	125
409	45	120	29	3	76,1	45,5	417	85	210	52	5	174	135
410	50	130	31	3,5	87,1	52							

Таблиця В5.2 - Розміри підшипників кулькових радіально-упорних однорядних $\alpha=12^\circ$ (за ДСТУ 9078:2021) [1]

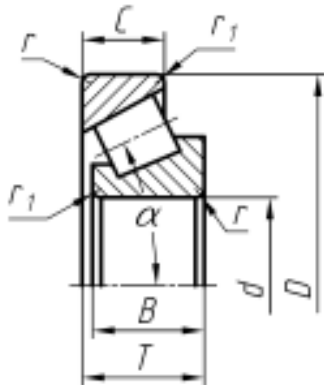


C – динамічна вантажопідйомність;
 C_0 – статична вантажопідйомність

Особливо легка серія

Умовне позначення	d	D	B	T	r	r_1	C , кН	C_0 , кН
Легка вузька серія								
36204	20	47	14	14	1,5	0,5	15,7	8,31
36205	25	52	15	15	1,5	0,5	16,7	9,1
36206	30	63	16	16	1,5	0,5	22	12
36207	35	72	17	17	2	1	30,8	17,8
36208	40	80	18	18	2	1	38,9	23,2
36209	45	85	19	19	2	1	41,2	25,1
36210	50	90	20	20	2	1	43,2	27
36211	55	100	21	21	2,5	1,2	58,4	34,2
36212	60	110	22	22	2,5	0,2	61,5	39,3
36214	70	125	24	24	2,5	0,2	80,2	54,8
36216	80	140	26	26	3	1,5	93,6	65
Середня вузька серія								
36303	17	47	14	14	1,5	0,5	17,2	8,7
36308	40	90	23	23	2,5	1,2	53,9	82,8
36318	90	190	43	43	4	2	189	145
Підшипники кулькові радіально-упорні однорядні (ГОСТ 831-75). $\alpha=26^\circ$								
Особливо легка серія								
46106	30	55	13	13	1,5	0,5	14,5	7,88
46108	40	68	15	15	1,5	0,5	18,9	11,1
46109	45	75	16	16	1,5	0,5	22,5	13,4
46111	55	90	18	18	2	1	32,6	21,1
46112	60	95	18	18	2	1	37,4	24,5
46114	70	110	20	20	2	1	46,1	31,7
46115	75	115	20	20	2	1	47,3	33,4
Легка вузька серія								
46204	20	47	14	14	1,5	0,5	14,8	7,64
46205	25	52	15	15	1,5	0,5	15,7	8,34
46206	30	62	16	16	1,5	0,5	21,9	12
46207	35	72	17	17	2	1	29	16,4
46208	40	80	18	18	2	1	36,8	21,3
46209	45	85	19	19	2	1	38,7	23,1
46210	50	90	20	20	2	1	40,6	24,9
Середня вузька серія								
46304	20	52	15	15	2	1	17,8	9
46305	25	62	17	17	2	1	26,9	14,6
46306	30	72	19	19	2	1	32,6	18,3
46307	35	80	21	21	2,5	1,2	42,6	24,7
46308	40	90	23	23	2,5	1,2	50,8	30,1
46309	45	100	25	25	2,5	1,2	61,4	37
46310	50	110	27	27	3	1,5	71,8	44

Таблиця В5.3 - Розміри підшипників роликів конічних однорядних (за нормативним документом) [1]



C – динамічна вантажопідйомність;
 C_0 – статична вантажопідйомність

Умовне позначення	d	D	T	B	c	r	r_1	C , кН	C_0 , кН
Легка серія, $\alpha=12-18^\circ$									
7204	20	47	15,25	14	12	1,5	0,5	21	13
7205	25	52	16,25	15	13	1,5	0,5	24	17,5
7206	30	62	17,25	16	14	1,5	0,5	31	22
7207	35	72	18,25	17	15	2,0	0,8	38,5	26
7208	40	80	19,75	20	16	2,0	0,8	46,5	32,5
7209	45	85	20,75	19	16	2,0	0,8	50	38
7210	50	90	21,75	21	17	2,0	0,8	56	40
7211	55	100	22,75	21	18	2,5	0,8	65	46
7212	60	110	23,75	23	19	2,5	0,8	78	58
7214	70	125	26,25	26	21	2,5	0,8	96	82
7215	75	130	27,25	26	22	2,5	0,8	107	84
7216	80	140	28,25	28	22	3,0	1,0	112	95,2
7217	85	150	30,50	28	24	3,0	1,0	130	109
7218	90	160	32,50	31	26	3,0	1,0	158	125
Легка широка серія, $\alpha=12-16^\circ$									
7506	30	62	21,25	20,5	17	1,5	0,5	36	27
7507	35	72	24,5	23	20	2,0	0,8	53	40
7508	40	80	24,75	23,5	20	2,0	0,8	56	44
7509	45	85	24,75	23,5	20	2,0	0,8	60	46
7510	50	90	24,75	23,5	20	2,0	0,8	62	54
7511	55	100	26,75	25	21	2,5	0,8	80	61
7512	60	110	29,75	28	24	2,5	0,8	94	75
7513	65	120	32,75	31	27	2,5	0,8	119	98
7514	70	125	33,25	21	27	2,5	0,8	125	101
7515	75	130	33,25	31	27	2,5	0,8	130	108
7516	80	140	35,25	33	28	3,0	1,0	143	126
7517	85	150	38,5	36	30	3,0	1,0	162	141
Середня серія, $\alpha=10-14^\circ$									
7304	20	52	16,25	16	13	2,0	0,8	26	17
7305	25	62	18,25	17	15	2,0	0,8	33	23,2
7306	30	72	20,75	19	17	2,0	0,8	43	29,5
7307	35	80	22,75	21	18	2,5	0,8	54	38
7308	40	90	25,25	23	20	2,5	0,8	66	47
7309	45	100	27,25	26	22	2,5	0,8	83	60
7310	50	110	29,25	29	23	3,0	1,0	100	75,5
7311	55	120	31,50	29	25	3,0	1,0	107	81,5
7312	60	130	33,50	31	27	3,5	1,2	128	96,5
7313	65	140	36,00	33	28	3,5	1,2	146	112
7314	70	150	38,00	37	30	3,5	1,2	170	137
7315	75	160	40,00	37	31	3,5	1,2	180	148
7317	85	180	44,50	41	35	4,0	1,5	230	195
7318	90	190	46,5	43	36	4,0	1,5	250	201

Таблиця В6 - Розміри профілю різьби за ДСТУ ISO 68-1:2005 [2]

Шаг	$H = \frac{\sqrt{3}}{8} P =$ 0,866025404 P	$\frac{5}{8} H =$ 0,541265877 P	$\frac{3}{8} H =$ 0,324759526 P	$\frac{1}{4} H =$ 0,216506351 P	$\frac{1}{8} H =$ 0,108253175 P	$R = \frac{H}{6} =$ 0,144337567 P
0,2	0,173205	0,108253	0,064952	0,043301	0,021651	0,028868
0,225	0,194856	0,121785	0,073071	0,048714	0,024357	0,032476
0,25	0,216506	0,135316	0,081190	0,054127	0,027063	0,036084
0,3	0,259808	0,162380	0,097428	0,064952	0,032476	0,043301
0,35	0,303109	0,189443	0,113666	0,075777	0,037889	0,050518
0,4	0,346410	0,216205	0,129904	0,086603	0,043301	0,057735
0,45	0,389711	0,243570	0,146142	0,097428	0,048714	0,064952
0,5	0,433013	0,270633	0,162380	0,108253	0,054127	0,072169
0,6	0,519615	0,324760	0,194856	0,129904	0,064952	0,086602
0,7	0,606218	0,378886	0,227332	0,151554	0,075777	0,101036
0,75	0,649519	0,405949	0,243570	0,162380	0,081190	0,108253
0,8	0,692820	0,433013	0,259808	0,173205	0,086603	0,115470
1	0,866025	0,541266	0,324760	0,216506	0,108253	0,144338
1,25	1,082532	0,676582	0,405949	0,270633	0,135316	0,180422
1,5	1,299038	0,811899	0,487139	0,324760	0,162380	0,216206
1,75	1,515544	0,947215	0,568329	0,378886	0,189443	0,252591
2	1,732051	1,082532	0,649519	0,433013	0,216506	0,288675
2,5	2,165063	1,353165	0,811899	0,541266	0,270633	0,360844
3	2,598076	1,623798	0,974279	0,649519	0,32760	0,433013
3,5	3,031089	1,894331	1,136658	0,757772	0,378886	0,505182
4	3,464102	2,165063	1,299038	0,866025	0,433013	0,577650
4,5	3,897114	2,435696	1,461418	0,974279	0,48139	0,64519
5	4,330127	2,706329	1,623798	1,082532	0,541266	0,721688
5,5	4,763140	2,976962	1,786177	1,90785	0,595392	0,793857
6	5,196152	3,247595	1,948557	1,299038	0,649519	0,866025

Таблиця В7 - Найменші радіуси кривизни закругленого профілю впадини зовнішньої різьби, мм [14]

Крок, P	$R_{min} = 0.1 \cdot P$	$R_{min} = 0.125 \cdot P$	Шаг, P	$R_{min} = 0.1 \cdot P$	$R_{min} = 0.125 \cdot P$
0.2	0.020	0.025	1.25	0.125	0.156
0.25	0.025	0.031	1.5	0.150	0.188
0.3	0.030	0.036	1.75	0.175	0.219
0.35	0.035	0.048	2	0.200	0.250
0.4	0.040	0.050	2.5	0.250	0.312
0.45	0.045	0.056	3	0.300	0.375
0.5	0.050	0.062	3.5	0.350	0.438
0.6	0.060	0.075	4	0.400	0.500
0.7	0.070	0.088	4.5	0.450	0.562
0.75	0.075	0.094	5	0.500	0.625
0.8	0.080	0.100	5.5	0.550	0.688
1.0	0.100	0.125	6	0.600	0.7560

Таблиця В8 - Довжини згвинчування різьби з зазором за ДСТУ ISO 965-1:2005 [2]

Номинальний діаметр різьби d , мм		Крок P , мм	Довжина згвинчування, мм			
			S	N		L
понад	до і включно		до і включно	понад	до і включно	понад
0,99	1,4	0,2	0,5	0,5	1,4	1,4
		0,25	0,6	0,6	1,7	1,7
		0,3	0,7	0,7	2	2
1,4	2,8	0,2	0,5	0,5	1,5	1,5
		0,25	0,6	0,6	1,9	1,9
		0,35	0,8	0,8	2,6	2,6
		0,4	1	1	3	3
		0,45	1,3	1,3	3,8	3,8
2,8	5,6	0,35	1	1	3	3
		0,5	1,5	1,5	4,5	4,5
		0,6	1,7	1,7	5	5
		0,7	2	2	6	6
		0,75	2,2	2,2	6,7	6,7
		0,8	2,5	2,5	7,5	7,5
5,6	11,2	0,75	2,4	2,4	7,1	7,1
		1	3	3	9	9
		1,25	4	4	12	12
		1,5	5	5	15	15
11,2	22,4	1	3,8	3,8	11	11
		1,25	4,5	4,5	13	13
		1,5	5,6	5,6	16	16
		1,75	6	6	18	18
		2	8	8	24	24
		2,5	10	10	30	30
22,4	45	1	4	4	12	12
		1,5	6,3	6,3	19	19
		2	8,5	8,5	25	25
		3	12	12	36	36
		3,5	15	15	45	45
		4	18	18	53	53
		4,5	21	21	63	63

Таблиця В9 - Основні розміри метричної різьби ДСТУ ISO 965-2:2005 [2, 14]

Номинальний діаметр різьби, d			Крок P		Діаметри різьби		
ряд 1	ряд 2	ряд 3	крупний	мелкий	$d_2=D_2$	$d_1=D_1$	d_3
2			0.4		1.740	1.567	1.509
				0.25	1.838	1.729	1.693
	2.2		0.45		1.908	1.713	1.648
				0.25	2.038	1.929	1.893
2.5			0.45		2.208	2.013	1.948
				0.35	2.273	2.121	2.071
3			0.5		2.675	2.459	2.387
				0.35	2.773	2.621	2.571
	3.5		(0.6)		3.110	2.850	2.764
				0.35	3.273	3.121	3.071
4			0.7		3.545	3.242	3.141
				0.5	3.675	3.459	3.387
	4.5		0.75		4.013	3.688	3.580
				0.5	4.175	3.959	3.887
5			0.8		4.480	4.134	4.019
				0.5	4.675	4.459	4.387
6			1		5.350	4.917	4.773
				0.75	5.513	5.188	5.080
				0.5	5.675	5.459	5.387
		7	1		6.350	5.917	5.773
				0.75	6.513	6.188	6.080
				0.5	6.675	6.459	6.387
8			1.25		7.188	6.647	6.466
				1	7.350	6.917	6.773
				0.75	7.513	7.188	7.080
				0.5	7.675	7.459	7.387
		9	(1.25)		8.188	7.647	7.466
				1	8.350	7.917	7.773
				0.75	8.513	8.188	8.080
				0.5	8.675	8.459	8.387
10			1.5		9.026	8.376	8.160
				1.25	9.188	8.647	8.466
				1	9.350	8.917	8.773
				0.75	9.513	9.188	9.080
				0.5	9.675	9.459	9.387
12			1.75		10.863	10.106	9.853
				1.5	11.026	10.376	10.160
				1.25	11.188	10.647	10.466
				1	11.350	10.917	10.773
				0.75	11.513	11.188	11.080
			0.5	11.675	11.459	11.387	

Номинальний діаметр різьби, d			Крок P		Діаметри різьби		
ряд 1	ряд 2	ряд 3	крупний	мілкий	$d_2=D_2$	$d_1=D_1$	d_3
14			2		12.701	11.835	11.546
			1.5		13.026	12.376	12.160
			1.25		13.188	12.647	12.466
			1		13.350	12.917	12.773
			0.75		13.513	13.188	13.080
			0.5		13.675	13.459	13.387
16			2		14.701	13.835	13.546
			1.5		15.026	14.376	14.160
			1		15.350	14.917	14.773
			0.75		15.513	15.188	15.080
			0.5		15.675	15.459	15.387
18			2.5		16.376	15.294	14.933
			2		16.701	16.835	15.546
			1.5		17.026	16.376	16.160
			1		17.350	16.917	16.773
			0.75		17.513	17.188	17.080
			0.5		17.675	17.459	17.387
20			2.5		18.376	17.294	16.933
			2		18.701	17.835	17.546
			1.5		19.026	18.376	18.160
			1		19.350	18.917	18.773
			0.75		19.513	19.188	19.080
			0.5		19.675	19.459	19.387
22			2.5		20.376	19.294	19.933
			2		20.701	19.835	19.546
			1.5		21.026	20.376	20.160
			1		21.350	20.917	20.773
			0.75		21.513	21.188	21.080
			0.5		21.675	21.459	21.387
24			3		22.051	20.752	20.319
			2		22.701	21.835	21.546
			1.5		23.026	22.376	22.160
			1		23.350	22.917	22.773
			0.75		23.513	23.188	23.080
30			3.5		27.727	26.211	25.706
			(3)		28.051	26.752	26.319
			2		28.701	27.835	27.546
			1.5		29.026	28.376	28.160
			1		29.350	28.917	28.773
			0.75		29.513	29.188	29.080

Номинальний діаметр різьби, d			Крок P		Діаметри різьби		
ряд 1	ряд 2	ряд 3	крупний	мілкий	$d_2=D_2$	$d_1=D_1$	d_3
30			3.5		27.727	26.211	25.706
			(3)		28.051	26.752	26.319
			2		28.701	27.835	27.546
			1.5		29.026	28.376	28.160
			1		29.350	28.917	28.773
33			0.75		29.513	29.188	29.080
			3.5		30.727	29.211	28.706
			(3)		31.951	29.752	29.319
			2		31.701	30.835	30.546
			1.5		32.026	31.376	31.160
36			1		32.350	31.917	31.773
			0.75		32.513	32.188	32.080
			4		33.402	31.670	31.093
			3		34.051	32.752	32.319
			2		34.701	33.835	33.546
42			1.5		35.026	34.376	34.160
			1		35.350	34.917	34.773
			4.5		39.077	37.129	36.479
			(4)		39.402	37.670	37.093
30			(3)		40.051	38.752	38.319
			2		40.701	39.835	39.546
			1.5		41.026	40.376	40.160
			1		41.350	40.917	40.773
			0.75		29.513	29.188	29.080

Таблиця В10 - Основні відхили діаметрів різьби – з зазором, перехідна, з натягом за ДСТУ ISO 965-1:2005 [2, 14],

Крок P, мм	болт													гайка					
	діаметр різьби d, d_2						діаметр різьби d_2							D_1	D_1, D_2				
	основний відхил e_s , мкм						основний відхил e_i , мкм							основний відхил E_i , мкм					
	c	d	e	f	g	h	ih	j	jk	m	n	p	r	D	C	E	F	G	H
0,2	-			-32	-17	0										-	+32	+17	0
0,25	-			-33	-18	0										-	+33	+18	0
0,3	-			-33	-18	0										-	+33	+18	0
0,35	-			-34	-19	0										-	+34	+19	0
0,4	-			-34	-19	0										-	+34	+19	0
0,45	-			-35	-20	0										-	+35	+20	0
0,5	-		-50	-36	-20	0										+50	+36	+20	0
0,6	-		-53	-36	-21	0										+53	+36	+21	0
0,7	-		-56	-38	-22	0										+56	+38	+22	0
0,75	-		-56	-38	-22	0										+56	+38	+22	0
0,8	-		-60*, -60	-38	-24	0	-	-	-9	+24	+34	+48	+71	+90	-	+60	+38	+24	0
1	-	-90	-60*, -60	-40	-26	0	-	-	-11	+26	+38	+53	+80	+90	-	+60	+40	+26	0
1,25	-	-95	-63*, -63	-42	-28	0	-	-	-14	+28	+42	+56	+85	+95	-	+63	+42	+28	0
1,5	-140	-95	-67	-45	-32	0	-	-42	-17	+32	+45	+63	+95	-	+140	+67	+45	+32	0
1,75	-145	-100	-71	-48	-34	0	-	-	-19	+34	+50	+67	+100	-	+145	+71	+48	+34	0
2	-150	-100	-71	-52	-38	0	-100	-48	-22	+38	+53	+75	+112	-	+150	+71	+52	+38	0
2,5	-160	-106	-80	-58	-42	0	-	-53	-	+42	+63	+85	+125	-	+160	+80	-	+42	0
3	-170	-112	-85	-63	-48	0	-112	-56	-	+48	+71	+95	+140	-	+170	+85	-	+48	0
3,5		-118	-90	-	-53	0	-118	-63	-	-	-	-	-			+90	-	+53	0
4		-125	-95	-	-60	0	-125	-	-	-	-	-	-			+95	-	+60	0
4,5		-132	-100	-	-63	0	-132	-	-	-	-	-	-			+100	-	+63	0
5		-132	-106	-	-71	0										+106	-	+71	0
5,5		-140	-112	-	-75	0										+112	-	+75	0
6		-150	-118	-	-80	0										+118	-	+80	0

* – відхили використовуються в посадках з натягом тільки для різьби з номінальним діаметром від 18 до 30 мм
 тільки для різьби з номінальним діаметром від 33 до 45 мм тільки для різьби з номінальним діаметром від 5 до 16 мм

Таблиця В11 - Допуски зовнішнього та внутрішнього діаметрів різьби [2, 14] ДСТУ ISO 965-1:2005

Крок P, мм	болт			гайка				
	ступінь точності							
	4	6	8	4	5	6	7	8
	допуск T_d			Допуск T_{D1}				
0,2	36	56	-	38	48	60	-	-
0,25	42	67	-	45	56	71	-	-
0,3	48	75	-	53	67	85	-	-
0,35	53	85	-	63	80	100	-	-
0,4	60	95	-	71	90	112	-	-
0,45	63	100	-	80	100	125	-	-
0,5	67	106	-	90	112	140	180	-
0,6	80	125	-	100	125	160	200	-
0,7	90	140	-	112	140	180	224	-
0,75	90	140	-	118	150	190	236	-
0,8	95	150	236	125	160	200	250	315
1	112	180	280	150	190	236	300	375

Крок P, мм	болт			гайка				
	ступінь точності							
	4	6	8	4	5	6	7	8
	допуск T_d			Допуск T_{D1}				
1,25	132	212	335	170	212	265	335	425
1,5	150	236	375	190	236	300	375	475
1,75	170	265	425	212	265	335	425	530
2	180	280	450	236	300	375	475	600
2,5	212	335	530	280	355	450	560	710
3	236	375	600	315	400	500	630	800
3,5	265	425	670	355	450	560	710	900
4	300	475	750	375	475	600	750	950
4,5	315	500	800	425	530	670	850	1060
5	335	530	850	450	560	710	900	1120
5,5	355	560	900	475	600	750	950	1180
6	375	600	950	500	630	800	1000	1250

Таблиця В12 - Поля допусків для посадок з зазором [2, 14] та перехідних і з натягом [2, 14]

Таблиця 4.14 – Поля допусків для посадок із зазором

Клас точності	Довжина зв'язування	Поле допуску	
		болт	гайка
точний	S	(3h4h)	4H
	N	4g, 4h	4H5H, 5H
	L	(5h4h)	6H
середній	S	5g6g, 5h6h	(5G), 5H
	N	6d, 6e, 6f, 6g, 6h	6G, 6H
	L	(7e6e), 7q6q, (7h6h)	(7G), 7H
грубий	N	8g	7G, 7H
	L	(9q8q)	(8G), 8H

Таблиця 4.18 – Поля допусків для посадок перехідних і з натягом

	Діаметр різьби	Поле допуску	
		перехідна посадка	посадка з натягом
болт	d	6g	6e, 6c*
	d ₂	4jk, 4j, 4jh, 2m	3p, 3r, 2r
гайка	D	H	H
	D ₂	3H, 4H, 5H	2H
	D ₁	6H	4D, 4c*, 5D, 5c*

*- відхилення c, C – для різьби з кроком >1,25 мм

Таблиця В13 - Допуски середнього діаметру різьби [2, 14] ДСТУ ISO 965-1:2005

Номинальний діаметр d, мм		Крок P, мм	болт										гайка								
			ступінь точності																		
від	до		2	3	4	5	6	7	8	9	10	2	3	4	5	6	7	8	9		
			допуск Td ₂										допуск TD ₂								
0,99	1,4	0,2		24	30	38	48	(60)	75	-	-			40	50	63	-	-	-		
		0,25		26	34	42	53	(67)	(85)	-	-			45	56	71	-	-	-		
		0,3		28	36	45	56	(71)	(90)	-	-			48	60	75	-	-	-		
1,4	2,8	0,2		25	32	40	50	(63)	(80)	-	-			42	53	67	-	-	-		
		0,25		28	36	45	56	(71)	(90)	-	-			48	60	75	-	-	-		
		0,35		32	40	50	63	80	(100)	-	-			53	67	85	-	-	-		
		0,4		34	42	53	67	85	(106)	-	-			56	71	90	-	-	-		
		0,45		36	45	56	71	90	(112)	-	-			60	75	95	-	-	-		
2,8	5,6	0,25		28	36	45	56	(71)	-	-	-			48	60	75	-	-	-		
		0,35		34	42	53	67	85	(106)	-	-			56	71	90	-	-	-		
		0,5		38	48	60	75	95	(118)	-	-			63	80	100	125	-	-		
		0,6		42	53	67	85	106	(132)	-	-			71	90	112	140	-	-		
		0,7		45	56	71	90	112	(140)	-	-			75	95	118	150	-	-		
		0,75		45	56	71	90	112	(140)	-	-			75	95	118	150	-	-		
		0,8	38	48	60	75	95	118	150	190	236	50	63	80	100	125	160	200	250		
5,6	11,2	0,25		32	40	50	63	(80)	-	-	-			53	67	85	-	-	-		
		0,35		36	45	56	71	90	-	-	-			60	75	95	-	-	-		
		0,5		42	53	67	85	106	(132)	-	-			71	90	112	140	-	-		
		0,75		50	63	80	100	125	(160)	-	-			85	106	132	170	-	-		
		1	45	56	71	90	112	140	180	224	280	60	75	95	118	150	190	236	300		
		1,25	48	60	75	95	118	150	190	236	300	63	80	100	125	160	200	250	315		
11,2	22,4	1,5	53	67	85	106	132	170	212	265	335	71	90	112	140	180	224	280	355		
		0,35		38	48	60	75	95	-	-	-			63	80	100	-	-	-		
		0,5		45	56	71	90	112	(140)	-	-			75	95	118	150	-	-		
		0,75		53	67	85	106	132	(170)	-	-			90	112	140	180	-	-		
		1		60	75	95	118	150	190	236	300			100	125	160	200	250	315		
		1,25	53	67	85	106	132	170	212	265	335	71	90	112	140	180	224	280	355		
		1,5	56	71	90	112	140	180	224	280	355	75	95	118	150	190	236	300	375		
22,4	45	1,75	60	75	95	118	150	190	236	300	375	80	100	125	160	200	250	315	400		
		2	63	80	100	125	160	200	250	315	400	85	106	132	170	212	265	335	425		
		2,5	67	85	106	132	170	212	265	335	425	90	112	140	180	224	280	355	450		
		0,5		48	60	75	95	118	-	-	-			80	100	125	-	-	-		
		0,75		56	71	90	112	140	(180)	-	-			95	118	150	190	-	-		
		1		63	80	100	125	160	200	250	315			106	132	170	212	265	335		
22,4	45	1,5		75	95	118	150	190	236	300	375			125	160	200	250	315	400		
		2		85	106	132	170	212	265	335	425			140	180	224	280	355	450		
		3		100	125	160	200	250	315	400	500			170	212	265	335	425	530		
		3,5		106	132	170	212	265	335	425	530			180	224	280	355	450	560		
		4		112	140	180	224	280	355	450	560			190	236	300	375	475	600		
		4,5		118	150	190	236	300	375	475	600			200	250	315	400	500	630		

Таблиця В14 - Граничні відхили діаметрів зовнішньої різьби [2, 14] за ДСТУ ISO 965-3:2005

Номинальний діаметр різьби d, мм	Крок P, мм	Поле допуску																	
		4g			4h			5g6g			6d			6e			6f		
		Граничний відхил, мкм																	
	<i>es</i>	<i>ei</i>	<i>es</i>	<i>ei</i>	<i>es</i>	<i>ei</i>	<i>es</i>	<i>ei</i>	<i>es</i>	<i>ei</i>	<i>es</i>	<i>ei</i>	<i>es</i>	<i>ei</i>	<i>es</i>	<i>ei</i>			
	<i>d</i> ₂ <i>d</i> ₁	<i>d</i>	<i>d</i> ₂	<i>d</i> ₂ <i>d</i> ₁	<i>d</i>	<i>d</i> ₂	<i>d</i> ₂ <i>d</i> ₁	<i>d</i>	<i>d</i> ₂	<i>d</i> ₂ <i>d</i> ₁	<i>d</i>	<i>d</i> ₂	<i>d</i> ₂ <i>d</i> ₁	<i>d</i>	<i>d</i> ₂	<i>d</i> ₂ <i>d</i> ₁	<i>d</i>	<i>d</i> ₂	
від 1 до 14	0,2	-17	-53	-47	0	-36	-30	-17	-73	-55	-	-	-	-	-	-32	-88	-80	
	0,25	-18	-60	-52	0	-42	-34	-18	-85	-60	-	-	-	-	-	-33	-100	-86	
	0,3	-18	-66	-54	0	-48	-36	-18	-93	-63	-	-	-	-	-	-33	-108	-89	
>14 до 2,8	0,2	-17	-53	-49	0	-36	-32	-17	-73	-57	-	-	-	-	-	-32	-88	-82	
	0,25	-18	-60	-54	0	-42	-36	-18	-85	-63	-	-	-	-	-	-33	-100	-89	
	0,35	-19	-72	-59	0	-53	-40	-19	-104	-69	-	-	-	-	-	-34	-119	-97	
	0,40	-19	-79	-61	0	-60	-42	-19	-114	-72	-	-	-	-	-	-34	-129	-101	
	0,45	-20	-83	-65	0	-63	-45	-20	-120	-76	-	-	-	-	-	-35	-135	-106	
>2,8 до 5,6	0,25	-18	-60	-54	0	-42	-36	-18	-85	-63	-	-	-	-	-	-33	-100	-89	
	0,35	-19	-72	-61	0	-53	-42	-19	-104	-72	-	-	-	-	-	-34	-119	-101	
	0,5	-20	-87	-68	0	-67	-48	-20	-126	-80	-	-	-50	-156	-125	-36	-142	-111	
	0,6	-21	-101	-74	0	-80	-53	-21	-146	-88	-	-	-53	-178	-138	-36	-161	-121	
	0,7	-22	-112	-78	0	-90	-56	-22	-162	-93	-	-	-56	-196	-146	-38	-178	-128	
	0,75	-22	-112	-78	0	-90	-56	-22	-162	-93	-	-	-56	-196	-146	-38	-178	-128	
	0,8	-24	-119	-84	0	-95	-60	-24	-174	-99	-	-	-60	-210	-155	-38	-188	-133	
>5,6 до 11,2	0,25	-18	-60	-58	0	-42	-40	-18	-85	-68	-	-	-	-	-	-33	-100	-96	
	0,35	-19	-72	-64	0	-53	-45	-19	-104	-75	-	-	-	-	-	-34	-119	-105	
	0,5	-20	-87	-73	0	-67	-53	-20	-126	-87	-	-	-50	-156	-135	-36	-142	-121	
	0,75	-22	-112	-85	0	-90	-63	-22	-162	-102	-	-	-56	-196	-156	-38	-178	-138	
	1	-26	-138	-97	0	-112	-71	-26	-206	-116	-90	-270	-202	-60	-240	-172	-40	-220	-152
	1,25	-28	-160	-103	0	-132	-75	-28	-240	-123	-95	-307	-213	-63	-275	-181	-42	-254	-160
>11,2 до 22,4	1,5	-32	-182	-117	0	-150	-85	-32	-268	-138	-95	-331	-227	-67	-303	-199	-45	-281	-177
	0,35	-19	-72	-67	0	-53	-48	-19	-104	-79	-	-	-	-	-	-34	-119	-109	
	0,5	-20	-87	-76	0	-67	-56	-20	-126	-91	-	-	-50	-156	-140	-36	-142	-126	
	0,75	-22	-112	-89	0	-90	-67	-22	-162	-107	-	-	-56	-196	-162	-38	-178	-144	
	1	-26	-138	-101	0	-112	-75	-26	-206	-121	-90	-270	-208	-60	-240	-178	-40	-220	-158
	1,25	-28	-160	-113	0	-132	-85	-28	-240	-134	-95	-307	-227	-63	-275	-195	-42	-254	-174
	1,5	-32	-182	-122	0	-150	-90	-32	-268	-144	-95	-331	-235	-67	-303	-207	-45	-281	-185
	1,75	-34	-204	-129	0	-170	-95	-34	-299	-152	-100	-365	-250	-71	-336	-221	-48	-313	-198
>22,4 до 45	2	-38	-218	-138	0	-180	-100	-38	-318	-163	-100	-380	-260	-71	-351	-231	-52	-332	-212
	2,5	-42	-254	-148	0	-212	-106	-42	-377	-174	-105	-441	-276	-80	-415	-250	-58	-393	-228
	0,5	-20	-87	-80	0	-67	-60	-20	-126	-95	-	-	-50	-156	-145	-36	-142	-131	
	0,75	-22	-112	-93	0	-90	-71	-22	-162	-112	-	-	-56	-196	-168	-38	-178	-150	
	1	-26	-138	-106	0	-112	-80	-26	-206	-126	-90	-270	-215	-60	-240	-185	-40	-220	-165
	1,5	-32	-182	-127	0	-150	-95	-32	-268	-150	-95	-331	-245	-67	-303	-217	-45	-281	-195
	2	-38	-218	-144	0	-180	-106	-38	-318	170	-100	-380	-270	-71	-351	-241	-52	-332	-222
	3	-48	-284	-173	0	-236	-125	-48	-423	-208	-112	-487	-312	-85	-460	-285	-63	-438	-263
	3,5	-53	-318	-185	0	-265	-132	-53	-478	-223	-118	-543	-330	-90	-515	-302	-	-	-
4	-60	-360	-200	0	-300	-140	-60	-535	-240	-125	-600	-349	-95	-570	-319	-	-	-	
4,5	-63	-378	-213	0	-315	-150	-63	-563	-253	-132	-632	-368	-100	-600	-336	-	-	-	

Продовження таблиці В14 - Граничні відхили діаметрів зовнішньої різьби [2, 14]
 ДСТУ ISO 965-3:2005

Номинальний діаметр різьби d , мм	Крок P , мм	Поле допуску											
		6g			6h			7g6g			8g		
		Граничний відхил, мкм											
		es	ei		es	ei		es	ei		es	ei	
$d, d_2,$ d_1	d	d_2	$d, d_2,$ d_1	d	d_2	$d, d_2,$ d_1	d	d_2	$d, d_2,$ d_1	d	d_2		
від 1 до 1,4	0,2	-17	-73	-65	0	-56	-48	(-17)	(-73)	(-77)	-	-	-
	0,25	-18	-85	-71	0	-67	-53	(-18)	(-85)	(-85)	-	-	-
	0,3	-18	-93	-74	0	-75	-56	(-18)	(-93)	(-89)	-	-	-
>1,4 до 2,8	0,2	-17	-73	-67	0	-56	-50	(-17)	(-73)	(-80)	-	-	-
	0,25	-18	-85	-74	0	-67	-56	(-18)	(-85)	(-89)	-	-	-
	0,35	-19	-104	-82	0	-85	-63	-19	-104	-99	-	-	-
	0,40	-19	-114	-86	0	-95	-67	-19	-114	-104	-	-	-
	0,45	-20	-120	-91	0	-100	-71	-20	-120	-110	-	-	-
>2,8 до 5,6	0,25	-18	-85	-74	0	-67	-56	(-18)	(-85)	(-89)	-	-	-
	0,35	-19	-104	-86	0	-85	-67	-19	-104	-104	-	-	-
	0,5	-20	-126	-95	0	-106	-75	-20	-126	-115	-	-	-
	0,6	-21	-146	-106	0	-125	-85	-21	-146	-127	-	-	-
	0,7	-22	-162	-112	0	-140	-90	-22	-162	-134	-	-	-
	0,75	-22	-162	-112	0	-140	-90	-22	-162	-134	-	-	-
>5,6 до 11,2	0,8	-24	-174	-119	0	-150	-95	-24	-174	-142	-24	-260	-174
	0,25	-18	-85	-81	0	-67	-63	(-18)	(-85)	(-99)	-	-	-
	0,35	-19	-104	-90	0	-85	-71	-19	-104	-109	-	-	-
	0,5	-20	-126	-105	0	-106	-85	-20	-126	-126	-	-	-
	0,75	-22	-162	-122	0	-140	-100	-22	-162	-147	-	-	-
	1	-26	-206	-138	0	-180	-112	-26	-206	-166	-26	-306	-206
>11,2 до 22,4	1,25	-28	-240	-146	0	-212	-118	-28	-240	-178	-28	-363	-218
	1,5	-32	-268	-164	0	-236	-132	-32	-268	-202	-32	-407	-244
	0,35	-19	-104	-94	0	-85	-75	-19	-104	-114	-	-	-
	0,5	-20	-126	-110	0	-106	-90	-20	-126	-132	-	-	-
	0,75	-22	-162	-128	0	-140	-106	-22	-162	-154	-	-	-
	1	-26	-206	-144	0	-180	-118	-26	-206	-176	-26	-306	-216
>22,4 до 45	1,25	-28	-240	-160	0	-212	-132	-28	-240	-198	-28	-363	-240
	1,5	-32	-268	-172	0	-236	-140	-32	-268	-212	-32	-407	-256
	1,75	-34	-299	-184	0	-265	-150	-34	-299	-224	-34	-459	-270
	2	-38	-318	-198	0	-280	-160	-38	-318	-238	-38	-488	-288
	2,5	-42	-377	-212	0	-335	-170	-42	-377	-254	-42	-572	-307
	0,5	-20	-126	-115	0	-106	-95	-20	-126	-138	-	-	-
>45 до 80	0,75	-22	-162	-134	0	-140	-112	-22	-162	-162	-	-	-
	1	-26	-206	-151	0	-180	-125	-26	-206	-186	-26	-306	-226
	1,5	-32	-268	-182	0	-236	-150	-32	-268	-222	-32	-407	-268
	2	-38	-318	-208	0	-280	-170	-38	-318	-250	-38	-488	-303
	3	-48	-423	-248	0	-375	-200	-48	-423	-298	-48	-648	-363
	3,5	-53	-478	-265	0	-425	-212	-53	-478	-318	-53	-723	-388
	4	-60	-535	-284	0	-475	-224	-60	-535	-340	-60	-810	-415
4,5	-63	-563	-299	0	-500	-236	-63	-563	-363	-63	-863	-438	

Таблиця В15 - Граничні відхили діаметрів внутрішньої різьби [2, 14] ДСТУ ISO 965-3:2005

Номинальний діаметр різьби <i>d</i> , мм	Крок <i>P</i> , мм	Полі допусків																							
		4H			4H5H			5H			6H			6G			7G			7H			8H		
		Граничний відхил, мкм																							
		EI		ES		EI		ES		EI		ES		EI		ES		EI		ES		EI		ES	
<i>D</i> , <i>D</i> ₂ , <i>D</i> ₁	<i>D</i> ₂	<i>D</i> ₁	<i>D</i> , <i>D</i> ₂ , <i>D</i> ₁	<i>D</i> ₂	<i>D</i> ₁	<i>D</i> , <i>D</i> ₂ , <i>D</i> ₁	<i>D</i> ₂	<i>D</i> ₁	<i>D</i> , <i>D</i> ₂ , <i>D</i> ₁	<i>D</i> ₂	<i>D</i> ₁	<i>D</i> , <i>D</i> ₂ , <i>D</i> ₁	<i>D</i> ₂	<i>D</i> ₁	<i>D</i> , <i>D</i> ₂ , <i>D</i> ₁	<i>D</i> ₂	<i>D</i> ₁	<i>D</i> , <i>D</i> ₂ , <i>D</i> ₁	<i>D</i> ₂	<i>D</i> ₁	<i>D</i> , <i>D</i> ₂ , <i>D</i> ₁	<i>D</i> ₂	<i>D</i> ₁		
від 1 до 1,4	0,2	0	+40	+38	0	+40	+48	0	+50	+48	0	+63	+60	+17	+80	+77	-	-	-	-	-	-	-	-	
	0,25	0	+45	+45	0	+45	+56	0	+56	+56	0	+71	+71	+18	+89	+89	-	-	-	-	-	-	-	-	
	0,3	0	+48	+53	0	+48	+67	0	+60	+67	0	+75	+85	+18	+93	+103	-	-	-	-	-	-	-	-	
>1,4 до 2,8	0,2	0	+42	+38	0	+42	+48	0	+53	+48	0	+67	+60	+17	+84	+77	-	-	-	-	-	-	-	-	
	0,25	0	+48	+45	0	+48	+56	0	+60	+56	0	+75	+71	+18	+93	+89	-	-	-	-	-	-	-	-	
	0,35	0	+53	+63	0	+53	+80	0	+67	+80	0	+85	+100	+19	+104	+119	-	-	-	-	-	-	-	-	
	0,40	0	+56	+71	0	+56	+90	0	+71	+90	0	+90	+112	+19	+109	+131	-	-	-	-	-	-	-	-	
	0,45	0	+60	80	0	+60	+100	0	+75	+100	0	+95	+125	+20	+115	+145	-	-	-	-	-	-	-	-	
>2,8 до 5,6	0,25	0	+48	+45	0	+48	+56	0	+60	+56	0	+75	+71	+18	+93	+89	-	-	-	-	-	-	-	-	
	0,35	0	+56	+63	0	+56	+80	0	+71	+80	0	+90	+100	+19	+109	+119	-	-	-	-	-	-	-	-	
	0,5	0	+63	+90	0	+63	+112	0	+80	+112	0	+100	+140	+20	+120	+160	+20	+145	+200	0	+125	+180	-	-	
	0,6	0	+71	+100	0	+71	+125	0	+90	+125	0	+112	+160	+21	+133	+181	+21	+161	+221	0	+140	+200	-	-	
	0,7	0	+75	+112	0	+75	+140	0	+95	+140	0	+118	+180	+22	+140	+202	+22	+172	+246	0	+150	+224	-	-	
	0,75	0	+75	+118	0	+75	+150	0	+95	+150	0	+118	+190	+22	+140	+212	+22	+172	+258	0	+150	+236	-	-	
	0,8	0	+80	+125	0	+80	+160	0	+100	+160	0	+125	+200	+24	+149	+224	+24	+184	+274	0	+160	+250	0	+200	+315
>5,6 до 11,2	0,25	0	+53	+45	0	+53	+56	0	+67	+56	0	+85	+71	+18	+103	+89	-	-	-	0	-	-	-	-	
	0,35	0	+60	+63	0	+60	+80	0	+75	+80	0	+95	+100	+19	+114	+119	-	-	-	0	-	-	-	-	
	0,5	0	+71	+90	0	+71	+112	0	+90	+112	0	+112	+140	+20	+132	+160	+20	+160	+200	0	+140	+180	-	-	
	0,75	0	+85	+118	0	+85	+150	0	+106	+150	0	+132	+190	+22	+154	+212	+22	+192	+258	0	+170	+236	-	-	
	1	0	+95	+150	0	+95	+190	0	+118	+190	0	+150	+236	+26	+176	+262	+26	+216	+326	0	+190	+300	0	+236	+375
	1,25	0	+100	+170	0	+100	+212	0	+125	+212	0	+160	+265	+28	+188	+293	+28	+228	+363	0	+200	+335	0	+250	+425
	1,5	0	+112	+190	0	+112	+236	0	+140	+236	0	+180	+300	+32	+212	+332	+32	+256	+407	0	+224	+375	0	+280	+475
>11,2 до 22,4	0,35	0	+63	+63	0	+63	+80	0	+80	+80	0	+100	+100	+19	+119	+119	-	-	-	0	-	-	-	-	
	0,5	0	+75	+90	0	+75	+112	0	+95	+112	0	+118	+140	+20	+138	+160	+20	+170	+200	0	+150	+180	-	-	
	0,75	0	+90	+118	0	+90	+150	0	+112	+150	0	+140	+190	+22	+162	+212	+22	+202	+258	0	+180	+236	-	-	
	1	0	+100	+150	0	+100	+190	0	+125	+190	0	+160	+236	+26	+186	+262	+26	+226	+326	0	+200	+300	0	250	+375
	1,25	0	+112	+170	0	+112	+212	0	+140	+212	0	+180	+265	+28	+208	+293	+28	+252	+363	0	+224	+335	0	+280	+425
	1,5	0	+118	+190	0	+118	+236	0	+150	+236	0	+190	+300	+32	+222	+332	+32	+268	+407	0	+236	+375	0	+300	+475
	1,75	0	+125	+212	0	+125	+265	0	+160	+265	0	+200	+335	+34	+234	+369	+34	+284	+459	0	+250	+425	0	+315	+530
	2	0	+132	+236	0	+132	+300	0	+170	+300	0	+212	+375	+38	+250	+413	+38	+303	+513	0	+265	+475	0	+335	+600
2,5	0	+140	+280	0	+140	+355	0	+180	+355	0	+224	+450	+42	+266	+492	+42	+322	+602	0	+280	+560	0	+355	+710	
>22,4 до 45	0,5	0	+80	+90	0	+80	+112	0	+100	+112	0	+125	+140	+20	+145	+160	-	-	-	0	-	-	-	-	
	0,75	0	+95	+118	0	+95	+150	0	+118	+150	0	+150	+190	+22	+172	+212	+22	+212	+258	0	+190	+236	-	-	
	1	0	+106	+150	0	+106	+190	0	+132	+190	0	+170	+236	+26	+196	+262	+26	+238	+326	0	+212	+300	0	+265	+375
	1,5	0	+125	+190	0	+125	+236	0	+160	+236	0	+200	+300	+32	+232	+332	+32	+282	+407	0	+250	+375	0	+315	+475
	2	0	+140	+236	0	+140	+300	0	+180	+300	0	+224	+375	+38	+262	+413	+38	+318	+513	0	+280	+475	0	+355	+600
	3	0	+170	+315	0	+170	+400	0	+212	+400	0	+265	+500	+48	+313	+548	+48	+383	+678	0	+335	+630	0	+425	+800
	3,5	0	+180	+355	0	+180	+450	0	+224	+450	0	+280	+560	+53	+333	+613	+53	+408	+763	0	+355	+710	0	+450	+900
	4	0	+190	+375	0	+190	+475	0	+236	+475	0	+300	+600	+60	+360	+660	+60	+435	+810	0	+375	+750	0	+475	+850
4,5	0	+200	+425	0	+200	+530	0	+250	+530	0	+315	+670	+63	+378	+733	+63	+463	+913	0	+400	+850	0	+500	+1060	

Таблиця В16 - Граничні відхили зовнішньої різьби [2, 14] та внутрішньої різьби [2, 14] для перехідних посадок

Таблиця В16.1- Граничні відхили зовнішньої різьби для перехідних посадок

Номинальний діаметр різьби d, мм	Крок P, мм	Поле допуску															
		4jH				4j				4jk				2m			
		d		d ₂		d		d ₂		d		d ₂		d		d ₂	
es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei		
>2,8 до 5,6	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-24	-174	+51	-6	-24	-174	+62	+24
	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-26	-206	+60	-11	-26	-206	+71	+22
>5,6 до 11,2	1,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-28	-240	+61	-14	-28	-240	+76	+28
	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-32	-268	+68	-17	-32	-268	+85	+32
	1,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-28	-240	+71	-14	-28	-240	+81	+28
>11,2 до 22,4	1,5	-	-	-	-	-32	-268	+48	-42	-32	-268	+73	-17	-32	-268	+85	+32
	1,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-34	-299	+76	-19	-34	-299	+94	+34
	2	-	-	-	-	-38	-318	+52	-48	-38	-318	+78	-22	-38	-318	+101	+38
	2,5	-	-	-	-	-42	-377	+53	-53	-	-	-	-	-42	-377	+110	+42
	2	-38	-318	+6	-100	-38	-318	+58	-48	-	-	-	-	-38	-318	+105	+38
>22,4 до 45	3	-48	-423	+13	-112	-48	-423	+69	-56	-	-	-	-	-48	-423	+128	+48
	3,5	-53	-478	+14	-118	-53	-478	+69	-63	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-60	-535	+15	-125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4,5	-63	-563	+18	-132	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблиця В16.2- Граничні відхили внутрішньої різьби для перехідних посадок

Номинальний діаметр різьби d, мм	Крок P, мм	Поле допуску														
		3H6H					4H6H					5H6H				
		D	D ₂	D ₁	D	D ₂	D ₁	D	D ₂	D ₁	D	D ₂	D ₁	D	D ₂	D ₁
EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI		
>2,8 до 5,6	0,8	0	+63	0	+200	0	0	+80	0	+200	0	0	+100	0	+200	0
	1	0	+75	0	+236	0	0	+95	0	+236	0	0	+118	0	+236	0
>5,6 до 11,2	1,25	0	+80	0	+265	0	0	+100	0	+265	0	0	+125	0	+265	0
	1,5	0	+90	0	+300	0	0	+112	0	+300	0	0	+140	0	+300	0
	1,25	0	+90	0	+265	0	0	+112	0	+265	0	0	+140	0	+265	0
>11,2 до 22,4	1,5	0	+95	0	+300	0	0	+118	0	+300	0	0	+150	0	+300	0
	1,75	0	+100	0	+335	0	0	+125	0	+335	0	0	+160	0	+335	0
	2	0	+106	0	+375	0	0	+132	0	+375	0	0	+170	0	+375	0
	2,5	0	+112	0	+450	0	0	+140	0	+450	0	0	+180	0	+450	0
	2	0	+112	0	+375	0	0	+140	0	+375	0	0	+180	0	+375	0
>22,4 до 45	3	0	+132	0	+500	0	0	+170	0	+500	0	0	+212	0	+500	0
	3,5	-	-	-	-	-	0	+180	0	+560	0	0	+224	0	+560	0
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	+236	0	+600	0
	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	+250	0	+670	0

Таблиця В17 - Граничні відхилення для посадок із натягом [2, 14]

Таблиця В17.1 – Граничні відхилення для посадок з натягом $\frac{2H5D}{2r}$, $\frac{2H5C}{2r}$

Номинальний діаметр різьби d, мм	Крок P, мм	Зовнішня різьба				Внутрішня різьба				
		d		d ₂		D	D ₂		D ₁	
		es	ei	es	ei	EI	ES	EI	ES	EI
>2,8 до 5,6	0,8	-60	-210	+109	+70	0	+50	0	+250	+90
	1	-60	-240	+125	+80	0	+60	0	+280	+90
>5,6 до 11,2	1,25	-63	-275	+133	+85	0	+63	0	+307	+95
	1,5	-140	-376	+148	+95	0	+71	0	+376	+140
	1,25	-63	-275	+138	+85	0	+71	0	+307	+95
>11,2 до 22,4	1,5	-140	-376	+151	+95	0	+75	0	+376	+140
	1,75	-145	-410	+160	+100	0	+80	0	+410	+145
	2	-150	-430	+175	+112	0	+85	0	+450	+150
	2,5	-160	-495	+192	+125	0	+90	0	+515	+160
>22,4 до 45	2	-150	-430	+179	+112	0	+90	0	+450	+150
	3	-170	-545	+220	+140	0	+106	0	+570	+170

Таблиця В17.2 – Граничні відхилення для посадок з натягом $\frac{2H5D(2)}{3r(2)}$, $\frac{2H5C(2)}{3r(2)}$

Номинальний діаметр різьби d, мм	Крок P, мм	Зовнішня різьба					Внутрішня різьба					
		d		d ₂			D	D ₂			D ₁	
		es	ei	es	grаниця груп I та II	ei	EI	ES	grаниця груп I та II	EI	ES	EI
>2,8 до 5,6	0,8	-60	-210	+96	+72	+48	0	+50	+25	0	+250	+90
	1	-60	-240	+109	+81	+53	0	+60	+30	0	+280	+90
>5,6 до 11,2	1,25	-63	-275	+116	+86	+56	0	+63	+31	0	+307	+95
	1,5	-140	-376	+130	+96	+63	0	+71	+35	0	+376	+140
	1,25	-63	-275	+123	+89	+56	0	+71	+35	0	+307	+95
>11,2 до 22,4	1,5	-140	-376	+134	+98	+63	0	+75	+37	0	+376	+140
	1,75	-145	-410	+142	+104	+67	0	+80	+40	0	+410	+145
	2	-150	-430	+155	+115	+75	0	+85	+42	0	+450	+150
	2,5	-160	-495	+170	+127	+85	0	+90	+45	0	+515	+160
>22,4 до 45	2	-150	-430	+160	+117	+75	0	+90	+45	0	+450	+150
	3	-170	-545	+195	+145	+95	0	+106	+53	0	+570	+170

Таблиця В17.3 - Граничні відхилення для посадок із натягом $\frac{2H4D(3)}{3n(3)}$, $\frac{2H4C(3)}{3n(3)}$ [2, 14]

Номинальний діаметр різьби d, мм	Шаг P, мм	зовнішня різьба						внутрішня різьба													
		Діаметр різьби																			
		d		d ₂		D		D ₂		D ₁											
		Граничний відхил, мкм																			
es		ei		es		Границя груп		ei		EI		ES		Границя груп		EI		ES		EI	
						II та I		III та II						II та I		III та II					
св. 2.8 до 5.6	0,8	-60	-210	+82	+66	+50	+34	0	+50	+33	+16	0	+215	+90							
св. 5.6 до 11.2	1	-60	-240	+94	+75	+56	+38	0	+60	+40	+20	0	+240	+90							
	1,25	-63	-275	+102	+82	+62	+42	0	+63	+42	+21	0	+265	+95							
	1,5	-140	-376	+112	+89	+67	+45	0	+71	+47	+23	0	+330	+140							
св. 11.2 до 22.4	1,25	-63	-275	+109	+86	+64	+42	0	+71	+47	+23	0	+265	+95							
	1,5	-140	-376	+116	+92	+68	+45	0	+75	+50	+25	0	+330	+140							
	1,75	-145	-410	+125	+100	+75	+50	0	+80	+54	+27	0	+357	+145							
	2	-150	-430	+133	+106	+79	+53	0	+85	+56	+28	0	+386	+150							
	2,5	-160	-495	+148	+119	+91	+63	0	+90	+60	+30	0	+440	+160							
св. 22.4 до 45	2	-150	-430	+138	+109	+81	+53	0	+90	+60	+30	0	+386	+150							
	3	-170	-545	+171	+137	+104	+71	0	+106	+70	+35	0	+485	+170							

Таблиця В18 - Формули для визначення розмірів калібрів [1, 12, 14]

Калібр		Номинальний розмір виробу до 180 мм			
		робочий калібр		контрольний калібр	
		розмір	граничне відхилення	розмір	граничне відхилення
для отвору	прохідна сторона нова	$D_{\min} + Z$	$\pm \frac{H}{2}$	-	-
	прохідна сторона зношена	$D_{\min} - Y$	-	-	-
	непрохідна сторона	D_{\max}	$\pm \frac{H}{2}$ або $\pm \frac{H_s}{2}$	-	-
для валу	прохідна сторона нова	$D_{\max} - Z_1$	$\pm \frac{H_1}{2}$	$D_{\max} - Z_1$	$\pm \frac{H_p}{2}$
	прохідна сторона зношена	$D_{\max} + Y_1$	-	$D_{\max} + Y_1$	
	непрохідна сторона	D_{\min}	$\pm \frac{H_1}{2}$	D_{\min}	

Таблиця В19 - Допуски калібрів, мкм, для розмірів до 180 мм [14]

Квалітет допуску виробу	Позначення допуску калібру	Інтервал розмірів, мм						
		до 3	>3 до 6	>6 до 10	>10 до 18	>18 до 30	>30 до 50	>50 до 80
6	H, Hs	12	15	15	2	2.5	2.5	3
	Hp	0,8	1	1	12	15	2	2
	Z	1	15	15	2	2	2.5	2.5
	Y	1	1	1	15	15	2	2
7	H	2	2.5	2.5	3	4	4	5
	Hs	-	-	1.5	2	2.5	2.5	3
	Hp	0,8	1	1	12	1.5	1.5	2
	Z	1.5	2	2	2.5	3	3.5	4
8, 9, 10	Y	1.5	1.5	1.5	2	3	3	3
	H	2	2.5	2.5	3	4	4	5
8	Hs, Hp	1.2	1.5	1.5	2	2.5	2.5	3
	Z	2	3	3	4	5	6	7
8	Y	3	3	3	4	4	5	5
	Z	5	6	7	8	9	11	13
9,10	H	4	5	6	8	9	11	13
	Hs	-	-	4	5	6	7	8
11, 12	Hp	1.2	1.5	1.5	2	2.5	2.5	3
	Z	10	12	14	16	19	22	25
	H	10	12	15	18	21	25	30
	Hs	-	-	9	11	13	16	19
13-17	Hp	2	2.5	2.5	3	4	4	5
	Z	20	24	28	32	36	42	48
15-17	Z	40	48	56	64	72	80	90

Квалітет допуску виробу	Позначення допуску калібру	Інтервал розмірів, мм						
		до 3	>3 до 6	>6 до 10	>10 до 18	>18 до 30	>30 до 50	>50 до 80
6	H1	2	2.5	2.5	3	4	4	5
	Z1	1.5	2	2	2.5	3	3.5	4
	Y1	1.5	1.5	1.5	2	3	3	3
7	H1	2	2.5	2.5	3	4	4	5
	Z1	1.5	2	2	2.5	3	3.5	4
	Y1	1.5	1.5	1.5	2	3	3	3
	H1	3	4	4	5	6	7	8
8, 9, 10	Hp	1.2	1.5	1.5	2	2.5	2.5	3
	Z1	2	3	3	4	5	6	7
8	Y1	3	3	3	4	4	5	5
	Z1	5	6	7	8	9	11	13
9,10	H1	4	6	6	8	9	11	13
	Hp	1.2	1.5	1.5	2	2.5	2.5	3
11, 12	Z1	10	12	14	16	19	22	25
	H1	10	12	15	18	21	25	30
13-17	Hp	2	2.5	2.5	3	4	4	4
	Z1	20	24	28	32	36	42	48
13,14	Z1	40	48	56	64	72	80	90

Таблиця В20 - Допустимі похибки вимірювання лінійних розмірів [14], допустимі похибки кінцевих мір [14]

Таблиця В20.1- Допустимі похибки вимірювання лінійних розмірів

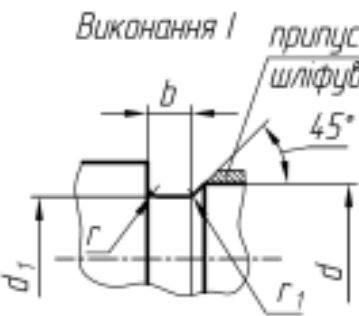
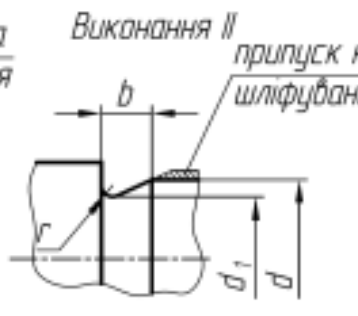
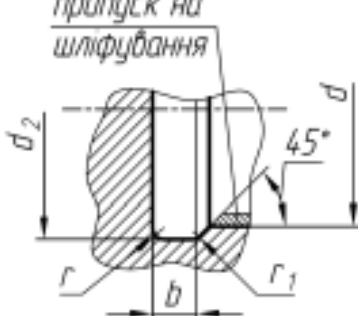
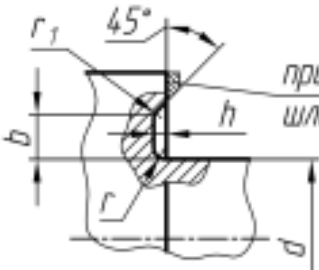
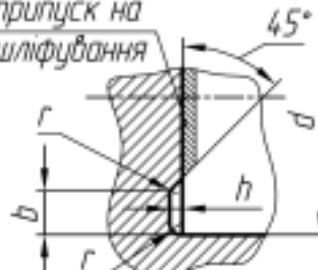
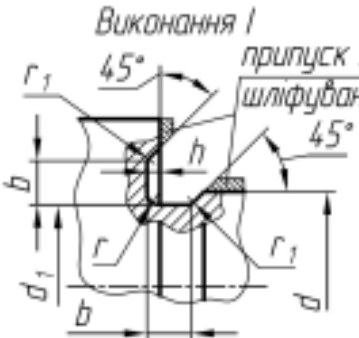
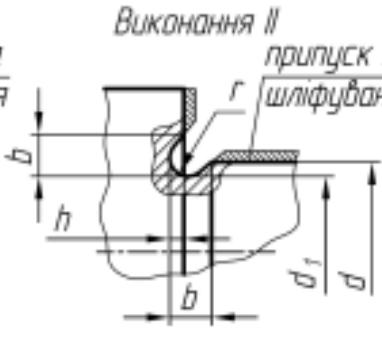
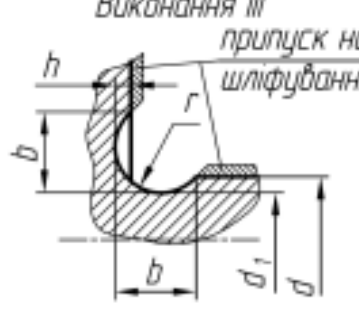
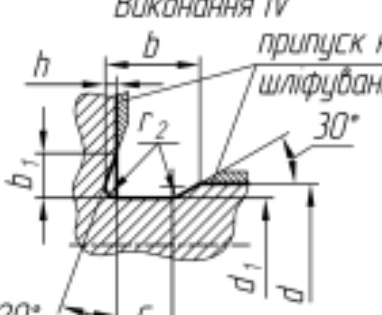
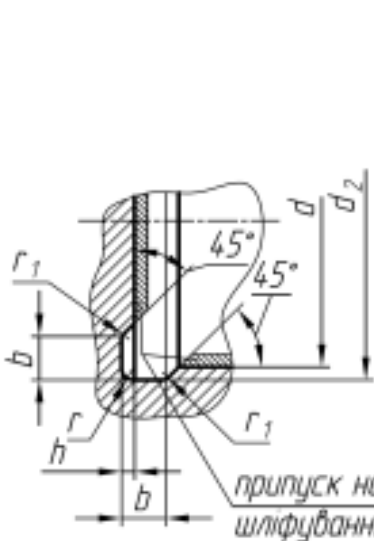
Номінальні розміри, мм	Допуски розмірів ІТ та допустимі похибки вимірювання δ , мкм для квалітетів																									
	2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14	
	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ
до 3	1,2	0,4	2,0	0,8	3	1,0	4	1,4	6	1,8	10	3,0	14	3,0	25	6	40	8	60	12	100	20	140	30	250	50
>3 до 6	1,5	0,6	2,5	1,0	4	1,4	5	1,6	8	2,0	12	3,0	18	4,0	30	8	48	10	75	16	120	30	180	40	300	60
>6 до 10	1,5	0,6	2,5	1,0	4	1,4	6	2,0	9	2,0	15	4,0	22	5,0	36	9	58	12	90	18	150	30	220	50	360	80
>10 до 18	2,0	0,89	3,0	1,2	5	1,6	8	2,8	11	3,0	18	5,0	27	7,0	43	10	70	14	110	30	180	40	270	60	430	90
>18 до 30	2,5	1,0	4,0	1,4	6	2,0	9	3,0	13	4,0	21	6,0	33	8,0	52	12	84	18	130	30	210	50	330	70	520	120
>30 до 50	2,5	1,0	4,0	1,4	7	2,4	11	4,0	16	5,0	25	7,0	39	10,0	62	16	100	20	160	40	250	50	390	80	620	140
>50 до 80	3,0	1,2	5,0	1,8	8	2,8	13	4,0	19	5,0	30	9,0	46	12,0	74	18	120	30	190	40	300	60	460	100	740	160
>80 до 120	4,0	1,6	6,0	2,0	10	3,0	15	5,0	22	6,0	35	10,0	54	12,0	87	20	140	30	220	50	350	70	540	120	870	180
>120 до 180	5,0	2,0	8,0	2,8	12	4,0	18	6,0	25	7,0	40	12,0	63	16,0	100	30	160	40	250	50	400	80	630	140	1000	200
>180 до 250	7,0	2,8	10,0	4,0	14	5,0	20	7,0	29	8,0	46	12,0	72	18,0	115	30	185	40	290	60	460	100	720	160	1150	240
>250 до 315	8,0	3,0	12,0	4,0	16	5,0	23	8,0	32	10,0	52	14,0	81	20,0	130	30	210	50	320	70	520	120	810	180	1300	260
>315 до 400	9,0	3,0	13,0	5,0	18	6,0	25	9,0	36	10,0	57	16,0	89	24,0	140	40	230	50	360	80	570	120	890	180	1400	280
>400 до 500	10,0	4,0	15,0	5,0	20	6,0	27	9,0	40	12,0	63	18,0	97	26,0	155	40	250	50	400	80	630	140	970	200	1550	320

Таблиця В20.2 Допустимі похибки блоків кінцевих мір

Діапазон розмірів, мм	Склад блоку	Граничні похибки блоків кінцевих мір, мкм											
		Разряд кінцевих мір					Клас кінцевих мір						
		1	2	3	4	5	00	0	1	2	3	4	5
1-10	дві міри до 10 мм	0,20	0,20	0,25	0,40	0,90	0,20	0,25	0,30	0,50	1,20	2,90	5,5
10-30	одна міра 10-25 мм, дві міри до 10 мм	0,30	0,30	0,35	0,50	1,10	0,30	0,35	0,50	0,80	1,70	3,80	7,5
30-50	одна міра 25-50 мм, дві міри до 10 мм	0,30	0,30	0,35	0,50	1,20	0,30	0,35	0,50	0,90	2,00	4,20	8,5
50-80	одна міра 50-75 мм, дві міри до 10 мм	0,30	0,35	0,40	0,60	1,30	0,35	0,45	0,60	1,10	2,30	5,00	10,0
80-120	одна міра 100 мм, одна міра 10 мм, дві міри до 10 мм	0,40	0,45	0,50	0,70	1,50	0,45	0,55	0,80	1,30	2,90	6,00	12,0

Таблиця В21 - Канавки для виходу шліфувального круга [2]

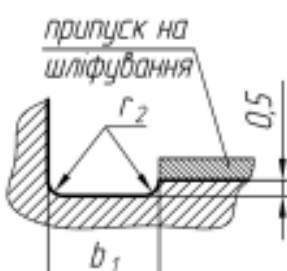
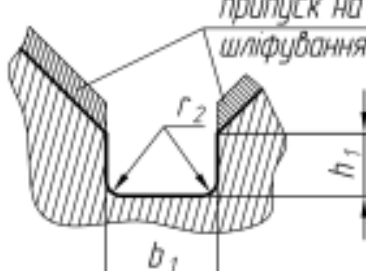
Канавки для виходу шліфувального круга (за ГОСТ 8820-69)

Зовнішнє шліфування	Внутрішнє шліфування
по циліндру	
<p>Виконання I припуск на шліфування 45°</p>  <p>Виконання II припуск на шліфування</p> 	<p>припуск на шліфування 45°</p> 
по торцю	
<p>припуск на шліфування 45°</p> 	<p>припуск на шліфування 45°</p> 
по циліндру та торцю	
<p>Виконання I припуск на шліфування 45°</p>  <p>Виконання II припуск на шліфування</p>  <p>Виконання III припуск на шліфування</p>  <p>Виконання IV припуск на шліфування 30°</p> 	<p>припуск на шліфування 45°</p> 

Розміри, мм							
d	b		h	r	r_1	d_1	d_2
	I; II	III					
До 10	1	-	0,2	0,3	0,2	d-0,3	d+0,3
	1,6			0,5			
	2		0,3	0,3			
Понад 10 до 50	3	1,5	0,3	1	0,5	d-0,5	d+0,5
Понад 50 до 100	5	2,25		1,6			
Понад 100	8	2,8	0,5	2	1	d-1	d+1
	10	5,0		3			

Примітки: 1. При шліфуванні на одній деталі декількох різних діаметрів рекомендується застосовувати канавки одного розміру.
2. При ширині канавки $b \leq 2$ мм допускається застосовувати округлення з двох боків, що дорівнюють r .
3. Допускається застосовувати інші розміри канавок виходячи з міцнісних чи конструктивних особливостей виробу.

Розміри канавок виконання IV для зовнішнього шліфування, мм.					
b	d_1	h	b_1	c	r_2
1,1	$d - 0,2$	0,1	0,5	0,8	0,2
2,2	$d - 0,4$	0,2	1,0	1,5	0,4
4,3	$d - 0,6$	0,3	1,5	3,3	0,6
6,4	$d - 0,8$	0,4	2,3	5,0	1,0

Розміри канавок при плоскому шліфуванні, мм.			
Форма	b_1	h_1	r_2
	2	1,6	0,5
	3	2,0	1,0
	5	3,0	1,6

Таблиця В22 - Експлуатаційні властивості поверхні та забезпечуюча їх номенклатура параметрів шорсткості

Експлуатаційні властивості поверхні	Параметри шорсткості поверхні
Зносостійкість при всіх видах тертя	$R_a(R_z), t_p$, напрямок нерівностей
Вібростійкість	$R_a(R_z), S_m, S$, напрямок нерівностей
Контактна жорсткість	$R_a(R_z), t_p$
Міцність з'єднання	$R_a(R_z)$
Міцність конструкцій при циклічних навантаженнях	R_{max}, S_m, S , напрямок нерівностей
Герметичність з'єднання	$R_a(R_z), R_{max}, t_p$

Таблиця В23.1 - Параметри шорсткості [2, 12, 14]

Клас шорсткості	R_a	R_z
1	80; 50 ; 63; 40	320; 250; 200 ; 160
2	40; 32; 25 ; 20	160; 125; 100 ; 80
3	20; 16; 12.5 ; 10	80; 63; 50 ; 40
4	10; 8; 6.3 ; 5	40; 32; 25 ; 20
5	5; 4; 3.2 ; 2.5	20; 16; 12.5 ; 10
6	2.5 ; 2.0; 1.6 ; 1.25	10.0; 8.0; 6.3
7	1.25 ; 1.00; 0.80 ; 0.63	6.3; 5.0; 4.0; 3.2
8	0.63 ; 0.50; 0.40 ; 0.32	3.2; 2.5; 2.0; 1.60
9	0.32 ; 0.25; 0.20 ; 0.16	1.60; 1.25; 1.00; 0.80
10	0.160 ; 0.125; 0.10 ; 0.080	0.80; 0.63; 0.50; 0.40
11	0.080 ; 0.063; 0.050 ; 0.040	0.40; 0.32; 0.25; 0.20
12	0.040 ; 0.032; 0.025 ; 0.020	0.20; 0.16; 0.125; 0.100
13	0.020; 0.016; 0.012 ; 0.010	0.100 ; 0.080; 0.063; 0.050
14	0.010; 0.008	0.050 ; 0.040; 0.032; 0.025

Класи 1-5, 13 і 14 визначені через параметр R_z ,
класи 6-12 через параметр R_a

Таблиця В23.2 - Співвідношення значень параметру R_a , R_z та базової довжини l [2]

R_a , мкм		R_z , мкм		l , мм
ДСТУ ISO 4288-2001	ГОСТ 2789-73	ДСТУ ISO 4288-2001	ГОСТ 2789-73	
Понад 0,006 до 0,02	-	Понад 0,025 до 0,1	Понад 0,025 до 0,1	0,08
" 0,02 " 0,1	Понад 0,02 до 0,32	" 0,1 " 0,5	-	0,25
" 0,1 " 2	" 0,32 " 2,5	" 0,5 " 10	-	0,8
" 2 " 10	-	" 10 " 50	Понад 10 до 40	2,5
" 10 " 80	-	" 50 " 200	" 40 " 320	8,0

Таблиця В24 - Значення S_m і S , мм [2, 12, 14]

-	10.0	1.0	0.100	0.010
-	8.0	0.80	0.080	0.008
-	6.3	0.63	0.063	0.006
-	5.0	0.50	0.050	0.005
-	4.0	0.40	0.040	0.004
-	3.2	0.32	0.032	0.003
-	2.5	0.25	0.025	0.002
-	2.0	0.20	0.020	-
-	1.60	0.160	0.016	-
12.5	125	0.125	0.0125	-

Таблиця В25 - Шорсткість поверхні R_a деяких деталей [2]

Посадкові поверхні змінних деталей									
Інтервал діаметрів, мм	Шорсткість при квалітеті								
	5		6		7		8		
	вал	отвір	вал	отвір	вал	отвір	вал	отвір	
>3-6 6>10	0,32-0,16	0,63-0,32	0,32-0,16	0,63-0,32	0,63-0,32	125-0,63	0,63-0,32	125-0,63	
10-18			0,63-0,32	125-0,63			0,63-0,32		125-0,63
18-30									
30-50	0,63-0,32	1,25-0,63	0,63-0,32	1,25-0,63	125-0,63	2,5-1,25	1,25-0,63	2,5-1,25	
50-80									
80-120									
120-180									
180-260									
260-360									
360-500									
Поверхні призначених деталей при селективному складанні									
Допуск сортування при селективному складанні, мкм	Шорсткість			Допуск сортування при селективному складанні, мкм	Шорсткість				
	вал	отвір	вал		отвір				
<2	0,04 0,02	0,08 0,04	5	0,16 0,08	0,63 0,32				
2	0,08 0,04	0,16 0,08	8; 12,5	0,32 0,16	0,63 0,32				
3	0,08 0,04	0,32 0,16	20	0,63 0,32	1,25 0,63				
Поверхні для посадок з точним центруванням									
радіальне біття, мкм	Шорсткість		радіальне біття, мкм	Шорсткість					
	вал	отвір		вал	отвір				
2,5	0,04 0,02	0,08 0,04	10	0,32 0,16	0,63 0,32				
4	0,08 0,04	0,16 0,08	16	0,63 0,32	1,25 0,63				
6	0,16 0,08	0,32 0,16	25	1,25 0,63	2,5 1,25				

поверхні вісей і валів під ущільнення				
тип ущільнення	шорсткість при швидкості обертання, м/с			
	до 3	до 5	більше 5	до 4
гумове	Полірувати $\sqrt{Ra 1,25}$ 0,32	Полірувати $\sqrt{Ra 0,32}$ 0,080	Полірувати $\sqrt{Ra 0,63}$ 0,16	Полірувати $\sqrt{Ra 1,25}$ 0,32
воїлочне	-			
лабиринтне жирові канавки	5,0-1,25		-	

поверхні направляючих						
поверхня	швидкість, м/с	шорсткість при відхиленні від площинності, мкм на довжині 100 мм				
		до 6	до 10	до 30	до 50	понад 50
скольження	до 0,5 понад 0,5	0,32-0,16 0,16-0,08	0,63-0,32 0,32-0,16	1,25-0,63 0,63-0,32	2,5-1,25 1,25-0,63	5,0-2,5 2,5-1,25
кочення	до 0,5 понад 0,5	0,16-0,08 0,08-0,04	0,32-0,16 0,16-0,08	0,63-0,32 0,32-0,16	1,25-0,63 0,63-0,32	2,5-1,25 1,25-0,63
поверхні торцевих опор (п'ят і підп'ятників)						
швидкість, м/с		шорсткість при торцевому дитті, мкм				
		до 6	до 10	до 16	до 25	понад 40
до 0,5 понад 0,5		0,16-0,08 0,08-0,04	0,32-0,16 0,16-0,08	0,63-0,32 0,32-0,16	1,25-0,63 0,63-0,32	2,5-1,25 1,25-0,63
поверхні сферичних опор						
точність профілю, мкм		шорсткість	точність профілю, мкм	шорсткість		
до 30		0,63-0,32	понад 30	1,25-0,63		
торцеві опорні поверхні нерухомих станів (францеві з'єднання і т.п.)						
відхилення від перпендикулярності, мкм на довжині 100 мм		Шорсткість	відхилення від перпендикулярності, мкм на довжині 100 мм	Шорсткість		
до 30 >>50		1,25-0,63 2,5-1,25	понад 50	5,0-2,5		
поверхні роз'єму корпусів (редукторів, підшипників)						
З'єднання		Шорсткість з'єднання				
		з прокладкою			без прокладки	
герметичне		5,0-1,25			1,25-0,32	
негерметичне		10,0-2,5			10,0-2,5	
Поверхні кронштейнів, втулок, поводків, кілець, ступиць, кришок та аналогічних деталей, що прилягають до інших поверхонь, але не є посадковими, R_a=5,0-1,25						
робочі поверхні шківів плоско- та клиноремених передач						
діаметр шківа, мм		Шорсткість	діаметр шківа, мм	Шорсткість		
до 120 >>300		1,25-0,32 2,5-0,63	понад 300	5,0-1,25		
робочі поверхні конічних з'єднань						
з'єднання		Шорсткість	з'єднання	Шорсткість		
герметичне центруюче		0,32-0,08 1,25-0,32	інші	5,0-1,25		
з'єднання з призматичною та сегментною шпонкою						
з'єднання	поверхня	шорсткість				
		шпонки	пазу валу	пазу втулки		
нерухоме	робоча	2,5-1,25	5,0-1,25	5,0-1,25		
	неробоча	10,0-5,0	10,0-5,0	20,0-10,0		
з направляючою шпонкою	робоча	2,5-0,63	5,0-1,25	2,5-0,63		
	неробоча	10,0-5,0	10,0-5,0	20,0-10,0		

різьбові з'єднання						
<i>робочі поверхні нарізки</i>		<i>поле допуску різьби</i>		<i>шорсткість</i>		
<i>закріплююча різьба на болтах, гвинтах, гайках</i>		4h; 4H5H 6g; 6H 8g; 7H		1,25-0,63 2,5-1,25 10-2,5		
<i>різьба на валах, штоках, втулках</i>		4h; 4H5H 6g; 6H 8g; 7H		1,25-0,32 1,25-0,63 2,5-1,25		
<i>різьба ходових і грузових гвинтів</i>		7g(6g) 7e(8e) 8c(8e)		0,16 0,32 1,25-0,63		
<i>різьба гайок ходових і грузових гвинтів</i>		7H 7H(8H) 8H(9H)		0,63-0,16 1,25-0,63 2,5-1,25		
шорсткість посадкових поверхонь валів і отворів для підшипників кочення за ГОСТ 3325-55 (СТСЄВ773-77)						
<i>Посадкові поверхні</i>	<i>Клас точності шарикових та роликових підшипників</i>	<i>Номінальний діаметр поверхні, мм</i>				
		<i>до 80</i>		<i>понад 80 до 500</i>		
		<i>шорсткість</i>				
<i>вал</i>	<i>P0</i>	1,25		2,5		
	<i>P6; P5</i>	0,63		1,25		
	<i>P4</i>	0,32		0,63		
<i>отвір корпусу</i>	<i>P0</i>	1,25		2,5		
	<i>P6; P5; P4</i>	0,63		1,25		
<i>торці запlechиків валів і корпусів</i>	<i>P0</i>	2,5		2,5		
	<i>P6; P5; P4</i>	1,25		2,5		
шорсткість елементів зубців колес і витків черв'яків						
<i>елементи поверхні зубців (витків)</i>	<i>Степінь точності за норми плавності роботи передачі</i>					
	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>		
<i>профілі зубців циліндричних і черв'ячних колес</i>	0,63-0,32	1,25-0,32	2,5-0,63	5,0-2,5		
<i>профілі зубців конічних колес</i>		0,63-0,32	1,25-0,63	5,0-1,25		
<i>профілі витків черв'яків</i>				2,5-1,25		
зубчасті (шліцеві) з'єднання						
<i>З'єднання</i>	<i>Шорсткість</i>					
	<i>впадини отвору</i>	<i>зубу валу</i>	<i>центруючої поверхні</i>		<i>нецентруючої поверхні</i>	
			<i>отвору</i>	<i>валу</i>	<i>отвору</i>	<i>валу</i>
<i>рухоме</i>	2,5-0,63	2,5-0,63	1,25-0,32	1,25-0,32	5,0-1,25	5,0-0,63
<i>нерухоме</i>	1,25-0,32	0,63-0,16	1,25-0,32	0,63-0,16	2,5-1,25	2,5-0,63

Таблиця В26 - Шорсткість поверхні, що досягається при різних видах обробки

Вид обробки	Клас шорсткості													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Газова різка	*													
Обпилькування		*												
Свердління			*											
Стругання	чистове			*	*	*								
	тонке					*	*	*						
Фрезерування торцює	чистове			*	*	*								
	тонке				*	*	*							
Фрезерування циліндричне	чистове					*	*							
	тонке						*	*						
Точіння	чистове				*	*	*							
	тонке						*	*						
Розточування	чистове				*	*								
	тонке					*	*	*						
Зенкерування					*	*								
Пдрізка торців	чистова				*	*								
	тонка					*	*							
Нарізання різьби зовнішньої	різцем, плашко., леркою				*	*								
	гребінкою фрезною накатуванням					*	*							
	шліфуванням						*	*	*	*				
Нарізання різьби внутрішньої	метником, різцем фрезною				*	*	*							
	шліфуванням						*	*	*					
Обробка зубців колес	стругання, фрезерування				*	*	*	*						
	фрезерування черв'ячною фрезною					*	*	*						
	шліфуванням						*	*	*	*				
	притирка і обкатування							*	*	*	*			
Анодно-механічна обробка	рядова				*	*	*							
	тонка					*	*	*						
Електрохімічна розмірна обробка	рядова			*	*	*								
	тонка				*	*	*							
Електроіскрова обробка	чистова					*	*	*						
	тонка						*	*	*					
Ультразвукова обробка (отвори, заглиблення)					*	*	*	*						
Шабріння	чистове						*	*	*					
	тонке						*	*	*	*				
Розвертування	чистове					*	*	*						
	тонке						*	*	*	*				
Протягування	чистове						*	*	*					
	тонке						*	*	*	*				
Шліфування плоске	чистове						*	*	*					
	тонке							*	*	*				
Шліфування циліндричне	зовнішнє: чистове							*	*	*				
	тонке								*	*	*			
	внутрішнє чистове						*	*	*					
	тонке							*	*	*	*			
Притирка	чистова							*	*	*	*			
	тонка								*	*	*	*		
Гвірзування	чистове							*	*	*	*			
	тонке								*	*	*	*		
Хонігування	чистове							*	*	*	*			
	тонке								*	*	*	*		
Суперфнішування	тонке								*	*	*	*		
Суперфнішування	двохразове									*	*	*	*	*

Таблиця В27 - Мінімальні вимоги до шорсткості поверхні в залежності від допусків розміру і форми

Допуск розміру за класифікацією	Допуск форми, % від допуску розміру	Номинальні розміри, мм			
		до 18	>18 до 50	>50 до 120	>120 до 500
		Значення R_a , мкм, не більше			
IT3	100	0,2	0,4	0,4	0,8
	60	0,1	0,2	0,2	0,4
	40	0,05	0,1	0,1	0,2
IT4	100	0,4	0,8	0,8	1,6
	60	0,2	0,4	0,4	0,8
	40	0,1	0,2	0,2	0,4
IT5	100	0,4	0,8	1,6	1,6
	60	0,2	0,4	0,8	0,8
	40	0,1	0,2	0,4	0,4
IT6	100	0,8	1,6	1,6	3,2
	60	0,4	0,8	0,8	1,6
	40	0,2	0,4	0,4	0,8
IT7	100	1,6	3,2	3,2	3,2
	60	0,8	1,6	1,6	3,2
	40	0,4	0,8	0,8	1,6
IT8	100	1,6	3,2	3,2	3,2
	60	0,8	1,6	3,2	3,2
	40	0,4	0,8	1,6	1,6
IT9	100 і 60	3,2	3,2	6,3	6,3
	40	1,6	3,2	3,2	6,3
	25	0,8	1,6	1,6	3,2
IT10	100 і 60	3,2	6,3	6,3	6,3
	40	1,6	3,2	3,2	6,3
	25	0,8	1,6	1,6	3,2
IT11	100 і 60	6,3	6,3	12,5	12,5
	40	3,2	3,2	6,3	6,3
	25	1,6	1,6	3,2	3,2
IT12 і IT13	100 і 60	12,5	12,5	25	25
	40	6,3	6,3	12,5	12,5
IT14 і IT15	100 і 60	12,5	25	50	50
	40	12,5	12,5	25	25
IT16 і IT17	100 і 60	25	50	100	100
	40	25	25	50	50

Таблиця В28 - Допуски площинності та прямолінійності [2]

Інтервал номінальних і розмірів, мм	Степінь точності															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	мкм												мм			
до 10	0,25	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	0,06	0,1	0,16	0,25
>10 до 16	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	0,08	0,12	0,2	0,3
>16 до 25	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	0,1	0,16	0,25	0,4
>25 до 40	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	0,12	0,2	0,3	0,5
>40 до 63	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	0,16	0,25	0,4	0,6
>63 до 100	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
>100 до 160	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
>160 до 250	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2

під номінальним розміром розуміється довжина більшої сторони поверхні, якщо вимога відноситься до всієї поверхні, або задана довжина ділянки, якщо вимога відноситься до ділянки поверхні

Таблиця В29 - Допуски циліндричності, круглості, профілю повздовжнього перетину [2]

Інтервал номінальних і розмірів, мм	Степінь точності															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	МКМ												ММ			
до 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	0,08	0,12	0,2	0,3
>3 до 10	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	0,1	0,16	0,25	0,4
>10 до 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	0,12	0,2	0,3	0,5
>18 до 30	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	0,16	0,25	0,4	0,6
>30 до 50	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
>50 до 120	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
>120 до 250	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
>250 до 400	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6

*Під номінальним розміром розуміється номінальний діаметр поверхні

Таблиця В30 - Допуски паралельності, перпендикулярності, нахилу, торцевого биття та повного торцевого биття [2]

Інтервал номінальних розмірів, мм	Степінь точності															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	МКМ												ММ			
до 10	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	0,1	0,16	0,25	0,4
>10 до 16	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	0,12	0,2	0,3	0,5
>16 до 25	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	0,16	0,25	0,4	0,6
>25 до 40	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
>40 до 63	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
>63 до 100	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
>100 до 160	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
>160 до 250	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2

під номінальним розміром розуміється довжина нормованої діляки для допусків паралельності, перпендикулярності та нахилу або заданий діаметр, до якого відноситься допуск торцевого биття. Якщо задана довжина або заданий діаметр не встановлюється, то під номінальним розміром розуміється відповідно вся довжина розглядуваної поверхні (для допуску паралельності плоскої поверхні - довжина її більшої сторони) або найбільший діаметр торцевої поверхні

Таблиця В31 - Допуски радіального биття та повного радіального биття. Допуски співвісності, симетричності, перетину осей в діаметральному вираженні [2]

Інтервал номінальних розмірів, мм	Степінь точності															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	МКМ												ММ			
до 3	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
>3 до 10	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
>10 до 18	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
>18 до 30	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
>30 до 50	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2
>50 до 120	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2,5
>120 до 250	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2	3
>250 до 400	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1,6	2,5	4

1. при призначенні допусків радіального биття і повного радіального биття під номінальним розміром розуміється номінальний діаметр розглянутої поверхні.
2. При призначенні допусків співвісності, симетричності, перетину осей під номінальним розміром розуміється номінальний діаметр розглянутої поверхні обертання або номінальний розмір між поверхнями, що утворюють розглядуваний симетричний елемент; якщо база не вказана, то допуск визначається по елементу з більшим розміром

Таблиця 32 - Допуски співвісності, симетричності та перетину осей в радіусному вираженні (за нормативним документом) [2]

Інтервал номінальних розмірів, мм.	Ступені точності															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	МКМ												ММ			
До 3	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	0,1	0,16	0,25	0,4
Понад 3 до 10	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	0,12	0,2	0,3	0,5
Понад 10 до 18	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	0,16	0,25	0,4	0,6
Понад 18 до 30	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
Понад 30 до 50	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
Понад 50 до 120	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
Понад 120 до 250	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
Понад 250 до 400	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2
Понад 400 до 630	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2,5
Понад 630 до 1000	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2	3
Понад 1000 до 1600	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1,6	2,5	4
Понад 1600 до 2500	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1,2	2	3	5

Примітка. За номінальний розмір приймається номінальний діаметр поверхні обертання, що нормується або номінальний розмір між поверхнями, які утворюють симетричний елемент. Якщо база не вказується, то допуск визначається за елементом з більшим розміром.

Таблиця В33 - Допуски форми циліндричних поверхонь в залежності від якості допуску розміру (за нормативним документом), мкм [2]

Інтервал номінальних розмірів, мм.	Відносна геометрична точність	Квалітети допуску розміру									
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	
До 3	A	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	
	B	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	
	C	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	
Понад 3 до 10	A	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	
	B	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	
	C	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	
Понад 10 до 18	A	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	
	B	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	
	C	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	
Понад 18 до 30	A	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	
	B	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	
	C	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	
Понад 30 до 50	A	2	3	5	8	12	20	30	50	80	
	B	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	
	C	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	
Понад 50 до 120	A	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	
	B	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	
	C	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	
Понад 120 до 250	A	3	5	8	12	20	30	50	80	120	
	B	2	3	5	8	12	20	30	50	80	
	C	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	
Понад 250 до 400	A	4	6	10	16	25	40	60	100	160	
	B	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	
	C	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	
Понад 400 до 500	A	5	8	12	20	30	50	80	120	200	
	B	3	5	8	12	20	30	50	80	120	
	C	2	3	5	8	12	20	30	50	80	

Таблиця В34 - Допуски площинності, прямолінійності та паралельності в залежності від квалітету допуску розміру (за нормативним документом), мкм [2]

Інтервал номінальних розмірів, мм.	Відносна геометрична точність	Квалітети допуску розміру								
		4	5	6	7	8	9	10	11	12
До 3	A	2	2,5	4	6	10	16	25	40	60
	B	1,2	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40
	C	8	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25
Понад 3 до 6	A	2,5	3	5	8	12	20	30	50	80
	B	1,6	2	3	5	8	12	20	30	50
	C	1	1,2	2	3	5	8	12	20	30
Понад 6 до 10	A	2,5	4	5	8	12	20	30	50	80
	B	1,6	2,5	3	5	8	12	20	30	50
	C	1	1,6	2	3	5	8	12	20	30
Понад 10 до 18	A	3	5	6	10	16	25	40	60	100
	B	2	3	4	6	10	16	25	40	60
	C	1,2	2	2,5	4	6	10	16	25	40
Понад 18 до 30	A	4	5	8	12	20	30	50	80	120
	B	2,5	3	5	8	12	20	30	50	80
	C	1,6	2	3	5	8	12	20	30	50
Понад 30 до 50	A	4	6	10	16	25	40	60	100	160
	B	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100
	C	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60
Понад 50 до 80	A	5	8	12	20	30	50	80	120	200
	B	3	5	8	12	20	30	50	80	120
	C	2	3	5	8	12	20	30	50	80
Понад 80 до 120	A	6	10	12	20	30	50	80	120	200
	B	4	6	8	12	20	30	50	80	120
	C	2,5	4	5	8	12	20	30	50	80
Понад 120 до 180	A	8	10	16	25	40	60	100	160	250
	B	5	6	10	16	25	40	60	100	160
	C	3	4	6	10	16	25	40	60	100
Понад 180 до 250	A	8	12	16	25	40	60	100	160	250
	B	5	8	10	16	25	40	60	100	160
	C	3	5	6	10	16	25	40	60	100
Понад 250 до 315	A	10	12	20	30	50	80	120	200	300
	B	6	8	12	20	30	50	80	120	200
	C	4	5	8	12	20	30	50	80	120
Понад 315 до 400	A	10	16	20	30	50	80	120	200	300
	B	6	10	12	20	30	50	80	120	200
	C	4	6	8	12	20	30	50	80	120
Понад 400 до 500	A	12	16	25	40	60	100	160	250	400
	B	8	10	16	25	40	60	100	160	250
	C	5	6	10	16	25	40	60	100	160

Таблиця В35 - Основні допуски прямолінійності та площинності (за ДСТУ ISO 2768-2-2001)

Клас допуску	Допуски прямолінійності і площинності для інтервалів номінальних розмірів, мм					
	До 10	Понад 10 до 30	Понад 30 до 100	Понад 100 до 300	Понад 300 до 1000	Понад 1000 до 3000
<i>H</i>	0,02	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4
<i>K</i>	0,05	0,10	0,2	0,4	0,6	0,8
<i>L</i>	0,10	0,20	0,4	0,8	1,2	1,6

*Примітка. Допуск прямолінійності вибирають, виходячи з довжини елемента, а площинності - на найбільшій довжині сторони поверхні або діаметрі у випадку кругової поверхні

Таблиця В36 - Основні допуски перпендикулярності [2]

Клас допуску	Допуски перпендикулярності для інтервалів номінальних довжин коротшої сторони кута, мм			
	До 100	Понад 100 до 300	Понад 300 до 1000	Понад 1000 до 3000
<i>H</i>	0,2	0,3	0,4	0,5
<i>K</i>	0,4	0,6	0,8	1,0
<i>L</i>	0,6	1,2	1,5	2,0

*Примітка. За базу приймають довшу зі сторін, що утворюють прямий кут

Таблиця В37 - Основні допуски симетричності (за ДСТУ ISO 2768-2-2001) [2]

Клас допуску	Допуски симетричності для інтервалів номінальних довжин коротшої сторони кута, мм			
	До 100	Понад 100 до 300	Понад 300 до 1000	Понад 1000 до 3000
<i>H</i>	0,5			
<i>K</i>	0,5		0,8	1,0
<i>L</i>	0,6	1,2	1,5	2,0

Таблиця В38 - Основні допуски перпендикулярності (за ДСТУ ISO 2768-2-2001)

Клас допуску	Допуски радіального биття, торцевого биття, биття у заданому напрямку, мм
<i>H</i>	0,1
<i>K</i>	0,2
<i>L</i>	0,5

*Примітка. За базу приймають підшипникові (опорні) поверхні. Для основного допуску радіального биття приймають довший з двох співвісних елементів. Якщо ці елементи мають однакову номінальну довжину, то у якості бази можна прийняти будь-який з них

Таблиця В39 - Значення невказаних допусків перпендикулярності залежно від квалітету розміру елемента (за нормативним документом, фрагмент) [2]

Інтервали номінальних розмірів, мм	Допуски перпендикулярності, мм			
	12 і точніше	13 і 14	15 і 16	17
до 10	0,06	0,10	0,16	0,25
понад 10 до 16	0,08	0,12	0,20	0,30
» 16 » 25	0,10	0,16	0,25	0,40
» 25 » 40	0,12	0,20	0,30	0,50
» 40 » 63	0,16	0,25	0,40	0,60
» 63 » 100	0,20	0,30	0,50	0,80
» 100 » 160	0,25	0,40	0,60	1,00
» 160 » 250	0,30	0,50	0,80	1,20
» 250 » 400	0,40	0,60	1,00	1,60
» 400 » 630	0,50	0,80	1,20	2,00

Примітка. За базу приймають поверхню, що має більший розмір, а за однакових розмірів – ту, що має меншу шорсткість

*Примітка. За базу приймають поверхню, що має більший розмір, а за однакових розмірів – ту, що має меншу шорсткість

Таблиця В40 - Значення невказаних допусків співвісності, перетину осей та радіального биття залежно від квалітету розміру елемента (за нормативним документом, фрагмент) [2]

Інтервали номінальних розмірів, мм	Допуски співвісності, перетину осей та радіального биття, мм			
	12 і точніше	13 і 14	15 і 16	17
до 3	0,05	0,12	0,20	0,3
понад 3 до 10	0,06	0,16	0,25	0,4
» 10 » 18	0,08	0,20	0,30	0,5
» 18 » 30	0,10	0,25	0,40	0,6
» 30 » 50	0,12	0,30	0,50	0,8
» 50 » 120	0,16	0,40	0,60	1,0
» 120 » 250	0,20	0,50	0,80	1,2
» 250 » 400	0,25	0,60	1,00	1,6
» 400 » 630	0,30	0,80	1,20	2,0

*Примітка. 1. За базу приймають вісь поверхні, що має більшу довжину, а за однакових довжин – вісь поверхні з допуском діаметра за точнішим квалітетом. 2. Числові значення невказаних допусків співвісності та перетину осей наведені в діаметральному вираженні; для отримання вказаних допусків у радіусному вираженні допуск слід зменшити удвічі

Таблиця В41 - Значення невказаних допусків симетричності залежно від квалітету розміру елемента (за нормативним документом, фрагмент) [2]

Інтервали номінальних розмірів, мм	Допуски симетричності, мм			
	12 і точніше	13 і 14	15 і 16	17
до 3	0,20	0,3	0,5	0,8
понад 3 до 10	0,25	0,4	0,6	1,0
» 10 » 18	0,30	0,5	0,8	1,2
» 18 » 30	0,40	0,6	1,0	1,6
» 30 » 50	0,50	0,8	1,2	2,0
» 50 » 120	0,60	1,0	1,6	2,5
» 120 » 250	0,80	1,2	2,0	3,0
» 250 » 400	1,00	1,6	2,5	4,0
» 400 » 630	1,20	2,0	3,0	5,0

*Примітка. 1. За базу приймають площину (вісь) симетрії елемента, що має більшу довжину, а за однакових довжин – елемента з допуском за точнішим квалітетом. 2. Числові значення невказаних допусків симетричності наведені в діаметральному вираженні; для отримання вказаних допусків у радіусному вираженні допуск слід зменшити удвічі

Таблиця В42 - Значення невказаних допусків торцевого биття залежно від квалітету розміру елемента (за нормативним документом, фрагмент) [2]

Інтервали номінальних розмірів, мм	Допуски торцевого биття, мм			
	12 і точніше	13 і 14	15 і 16	17
до 10	0,025	0,04	0,10	0,16
понад 10 до 16	0,030	0,05	0,12	0,20
» 16 » 25	0,040	0,06	0,16	0,25
» 25 » 40	0,050	0,08	0,20	0,30
» 40 » 63	0,060	0,10	0,25	0,40
» 63 » 100	0,080	0,12	0,30	0,50
» 100 » 160	0,100	0,16	0,40	0,60
» 160 » 250	0,120	0,20	0,50	0,80
» 250 » 400	0,160	0,25	0,60	1,00
» 400 » 630	0,200	0,30	0,80	1,20

Примітка. За базу приймають вісь поверхні, що має більшу довжину, а за однакових розмірів – вісь поверхні з допуском діаметра за більш точним квалітетом

*Примітка. За базу приймають вісь поверхні, що має більшу довжину, а за однакових розмірів – вісь поверхні з допуском діаметра за точнішим квалітетом

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ, ПЕРІОДИЧНИХ ВИДАНЬ, ОФІЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ В МЕРЕЖІ INTERNET

1. Допуски, посадки та технічні вимірювання. Практикум. Частина 1 [Текст]: навч. посібн. / Ю.І. Адаменко, О.М. Герасимчук, С.В. Майданюк, Н.В. Мініцька, В.А. Пасічник, О.А. Плівак. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2016. – 164 с. ISBN 978-966-286-096-2
2. Допуски, посадки та технічні вимірювання. Практикум. Частина 2 [Текст]: навч. посібн. / Ю.І. Адаменко, О.М. Герасимчук, С.В. Майданюк, Н.В. Мініцька, В.А. Пасічник, О.А. Плівак. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2016. – 188 с. ISBN 978-966-286-097-9
3. Основи взаємозамінності, стандартизації, сертифікації, акредитації та технічні вимірювання [Текст]: підручник для студ. інж. спец. вищ. навч. закл. / М. С. Когут, Н. М. Лебідь, О. В. Білоус, І. Є. Кравець. – Л. : Світ, 2010. – 528 : іл. – ISBN 978-966-603-556-4.
4. Якимчук, Г. К. Допуски і посадки [Текст]: довідник: Ч.І. - Київ: Основи, 2011. – 96 с. - ISBN 978-966-699-618-6.
5. ДСТУ ISO 286-1:2002 Допуски і посадки за системою ISO. Частина 1. Основи допусків, відхилів та посадок (ISO 286-1:1988, IDT)
6. ДСТУ ISO 286-2:2002 Допуски і посадки за системою ISO. Частина 2. Таблиці квалітетів, стандартних допусків і граничних відхилів отворів і валів (ISO 286-2:1988, IDT)
7. ДСТУ ISO 7083:2009 Кресленики технічні. Умовні позначки геометричних допусків. Співвідношення та розміри <http://csm.kiev.ua/>, <http://www.leonorm.com.ua/>
8. ДСТУ ISO 129-1:2007 Кресленики технічні. Проставлення розмірів і допусків. Частина 1. Загальні принципи (ISO 129-1:2004, IDT) <http://csm.kiev.ua/>, <http://www.leonorm.com.ua/>
9. ДСТУ 2498-94 Основні норми взаємозамінності. Допуски форми та розташування поверхонь. Терміни та визначення.
10. ДСТУ EN ISO 1101:2018 (EN ISO 1101:2017, IDT; ISO 1101:2017, IDT) Технічні вимоги до геометричних характеристик продукції (GPS). Визначення геометричних допусків. Допуски форми, орієнтації, розташування та биття.
11. ДСТУ ГОСТ 2.308:2013 Єдина система конструкторської документації. Зазначення допусків форми та розміщення поверхонь.
12. Набродов В.З. Допуски, посадки та технічні вимірювання: підручн. для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти / В.З. Набродов. – Київ: Літера ЛТД, 2019. – 224 с.
13. ДСТУ 2413-94 Основні норми взаємозамінності. Шорсткість поверхні. Терміни та визначення.
14. ЄСДП т.1, т.2
15. Методичні рекомендації до організації самостійної роботи, проведення практичних занять і виконання розрахунково-графічних робіт із навчальної дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» (Загальні вимоги та

правила оформлення графічної частини курсових і дипломних проєктів) (для здобувачів технічних спеціальностей усіх форм навчання університету) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. В. І. Лусь. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. – 49 с.

16. Морозенко О.П., Малишко Г.В. Правила виконання та оформлення креслень: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2012. – 49с.

17. Основи технічної документації [Текст]: Навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей / Терлецький Т.В., Кайдик О.Л., Ткачук А.А., Речун О.Ю.; під заг. ред. Терлецького Т.В. – Луцьк: ІВВ Луцького НТУ, 2021. – 126 с.

18. ДСТУ ISO 5408:2006 Нарізі циліндричні. Словник термінів (ISO 5408:1983, IDT)

19. ДСТУ ISO 68-1:2005 Нарізі ISO загального призначення. Основний профіль. Частина 1. Нарізі метричні (ISO 68-1:1998, IDT)

20. ДСТУ ISO 724:2005 Нарізі метричні ISO загального призначення. Основні розміри (ISO 724:1993, IDT)

21. ДСТУ ISO 965-1:2005 Нарізі метричні ISO загального призначення. Допуски. Частина 1. Основні характеристики (ISO 965-1:1998, IDT)

22. ДСТУ ISO 965-2:2005 Нарізі метричні ISO загального призначення. Допуски. Частина 2. Граничні розміри зовнішніх і внутрішніх нарізей. Середній клас точності (ISO 965-2:1998, IDT)

23. ДСТУ ISO 965-3:2005 Нарізі метричні загального призначення. Відхили. Частина 3. Основні характеристики (ISO 965-3:1998, IDT)

24. ДСТУ ISO 261:2005 Нарізі метричні загального призначення. Загальні положення

25. ДСТУ ГОСТ 24071:2005 (ISO 3912:1977, MOD) Основні норми взаємозамінності. Сегментні шпонки та шпонкові пази (ГОСТ 24071-97 (ISO 3112-77), IDT)

Нормативна документація

ДСТУ ГОСТ 2.001:2006 ЄСКД. Загальні положення.

ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 Єдина система конструкторської документації. Основні написи.

ДСТУ ГОСТ 2.307:2013 Єдина система конструкторської документації. Нанесення розмірів і граничних відхилів.

ДСТУ ISO 5457:2006 Документація технічна на виробі. Кресленики. Розміри та формати.

ДСТУ ISO 5455:2005 Кресленики технічні. Масштаби.

ДСТУ EN ISO 5459:2018 Технічні вимоги до геометричних характеристик продукції (GPS). Геометричні допуски. Бази та системи баз (EN ISO 5459:2011, IDT; ISO 5459:2011, IDT)

ДСТУ EN ISO 6433:2018 (EN ISO 6433:2012, IDT; ISO 6433:2012, IDT) Кресленики технічні. Позначення деталей

ДСТУ ISO 10578:2014 Кресленики технічні. Допуски орієнтування та розташування. Виступне поле допуску (ISO 10578:1992, IDT)

ДСТУ 2500-94 Основні норми взаємозамінності. Єдина система допусків та посадок. Терміни та визначення. Позначення і загальні норми.

ДСТУ 2234-93 Калібри. Терміни та визначення

ГОСТ 16775-93 Калібри-скоби гладкі, оснащені твердим сплавом, для діаметрів від 3 до 180 мм. Розміри

ДСТУ ISO 1502:2006 Нарізи ISO метричні загальної призначеності. Калібри та калібрування (ISO 1502:1996, IDT)

ДСТУ EN 10226-3:2022 Трубна різьба без герметичних з'єднань. Частина 3. Перевірка за допомогою граничних калібрів (EN 10226-3:2005, IDT)

ДСТУ ГОСТ 520:2014 Підшипники кочення. Загальні технічні умови (ГОСТ 520-2011 IDT:ISO 492:2002, NEQ; ISO 199:2005, NEQ)

ДСТУ 2.307:2013 Єдина система конструкторської документації. Нанесення розмірів і граничних відхилів

МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ
НАКАЗ 328.07.2014 № 886 Про прийняття національних стандартів України, гармонізованих з міжнародними та європейськими стандартами, міжнародних стандартів як національних стандартів України, міждержавних стандартів як національних стандартів України, змін до міждержавних стандартів, затвердження змін до національного класифікатора України, змін до національних стандартів України, скасування національних стандартів України та міждержавних стандартів в Україні
<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0886731-14#Text>

Прийняти такі, що додаються, міждержавні стандарти як національні стандарти України методом передруку з набранням чинності з 01.11.2014:

ДСТУ ГОСТ 2.317:2014	Єдина система конструкторської документації. Аксонометричні проекції (ГОСТ 2.317-2011, IDT) - Вперше(зі скасуванням в Україні ГОСТ 2.317-69)
ДСТУ ГОСТ 2.511:2014	Єдина система конструкторської документації. Правила передавання електронних конструкторських документів. Загальні вимоги (ГОСТ 2.511-2011, IDT) - Вперше
ДСТУ ГОСТ 2.512:2014	Єдина система конструкторської документації. Правила виконання пакетів даних для передавання електронних конструкторських документів. Загальні вимоги (ГОСТ 2.512-2011, IDT)- Вперше
ДСТУ ГОСТ 2.611:2014	Єдина система конструкторської документації. Електронний каталог виробів. Загальні вимоги (ГОСТ 2.611-2011, IDT) - Вперше
ДСТУ ГОСТ 2.612:2014	Єдина система конструкторської документації. Електронний формуляр. Загальні вимоги (ГОСТ 2.612-2011, IDT) - Вперше

ДСТУ ГОСТ 2.703:2014	Єдина система конструкторської документації. Правила виконання кінематичних схем (ГОСТ 2.703-2011, IDT) – Вперше (зі скасуванням в Україні ГОСТ 2.703-68)
ДСТУ ГОСТ 2.704:2014	Єдина система конструкторської документації. Правила виконання гідравлічних і пневматичних схем (ГОСТ 2.704-2011, IDT) – Вперше (зі скасуванням в Україні ГОСТ 2.704-76)
ДСТУ ГОСТ 3.1001:2014	Єдина система технологічної документації. Загальні положення (ГОСТ 3.1001-2011, IDT) – Вперше (зі скасуванням в Україні ГОСТ 3.1001-81)
ДСТУ ГОСТ 3.1102:2014	Єдина система технологічної документації. Стадії розробки та види документів. Загальні положення (ГОСТ 3.1102-2011, IDT) – Вперше (зі скасуванням в Україні ГОСТ 3.1102-81)
ДСТУ ГОСТ 3.1103:2014	Єдина система технологічної документації. Основні написи. Загальні положення (ГОСТ 3.1103-2011, IDT) – Вперше (зі скасуванням в Україні ГОСТ 3.1103-82)
ДСТУ ГОСТ 3.1105:2014	Єдина система технологічної документації. Форми та правила оформлення документів загального призначення (ГОСТ 3.1105-2011, IDT) – Вперше (зі скасуванням в Україні ГОСТ 3.1105-84)
ДСТУ ГОСТ 3.1116:2014	Єдина система технологічної документації. Нормоконтроль (ГОСТ 3.1116-2011, IDT) – Вперше (зі скасуванням в Україні ГОСТ 3.1116-79)
ДСТУ ГОСТ 3.1127:2014	Єдина система технологічної документації. Загальні правила виконання текстових технологічних документів (ГОСТ 3.1127-93, IDT)- Вперше
ДСТУ ГОСТ 3.1128:2014	Єдина система технологічної документації. Загальні правила виконання графічних технологічних документів (ГОСТ 3.1128-93, IDT) - Вперше
ДСТУ ГОСТ 8.061:2014	Метрологія. Повірочні схеми. Зміст і побудова (ГОСТ 8.061-2007, IDT) – Вперше (зі скасуванням в Україні ГОСТ 8.061-80)

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

Б

База - це елемент деталі (чи елементів), який визначає одну з площин чи осей системи координат, по відношенню до якої задається допуск розташування, або визначається відхилення розташування елемента, що розглядається.

Базова довжина l - це довжина базової лінії, яка використовується для виділення нерівностей, що характеризують шорсткість поверхні.

Бочкоподібність - відхилення профілю повздовжнього перерізу, при якому твірні не прямолінійні і діаметри збільшуються від країв до середини перетину.

В

Вал - термін, означає зовнішні (охоплювані) циліндричні та плоскі паралельні поверхні.

Відхиленням - називається алгебраїчна різниця між розміром (дійсним, або граничним) і відповідним номінальним розміром.

Верхнє відхилення - алгебраїчна різниця між найбільшим граничним розміром і відповідним номінальним розміром.

Відхиленням форми поверхні чи профілю - називається відхилення реальної поверхні або реального профілю від форми номінальної поверхні чи номінального профілю в межах нормованої ділянки.

Відхилення від площинності - найбільша відстань від точок реальної поверхні до прилеглої площини в межах нормованої ділянки.

Випуклість - відхилення від площинності, при якому віддалення точок реального профілю від прилеглої прямої зменшується від країв до середини.

Ввігнутість - це відхилення від площинності, при якому віддалення точок реального профілю від прилеглої прямої збільшується від країв до середини.

Відхилення від прямолінійності в площині – це найбільша відстань Δ від точок реального профілю 1 до прилеглої прямої в межах нормованої ділянки.

Відхилення від прямолінійності осі (або лінії) в просторі - найменше значення діаметру Δ циліндру, всередині якого розташовується реальна вісь поверхні обертання (лінія) в межах нормованої ділянки.

Відхилення від прямолінійності осі (лінії) в заданому напрямку - найменша відстань між двома паралельними площинами, перпендикулярними до площини заданого напрямку, в просторі між якими розташована реальна вісь поверхні обертання (лінія) в межах нормованої ділянки.

Відхилення від круглості - це найбільша відстань Δ від точок реального профілю до прилеглої кола.

Відхилення від циліндричності - це найбільша відстань Δ від точок реальної поверхні до прилеглої циліндра в межах базової довжини.

Відхилення від профілю повздовжнього перерізу - це найбільша відстань Δ від точок, що утворюють реальний профіль, які лежать в площині, що проходить через її вісь, до відповідної сторони прилеглої профілю в межах нормованої ділянки.

Відхиленням розташування - називається відхилення реального розташування елемента, що розглядається, від його номінального розташування.

Відхилення від паралельності площин - різниця найбільшої і найменшої відстані між площинами (тобто прилеглими площинами розглянутої реальної поверхні і бази) в межах нормованої ділянки.

Відхилення від паралельності осі (прямої) і площини - різниця найбільшої і найменшої відстані між віссю (прямою) і площиною на довжині нормованої ділянки.

Відхилення від паралельності прямих на площині - різниця найбільшої і найменшої відстані між прямими на довжині нормованої ділянки.

Відхилення від паралельності осей (прямих) в просторі - геометрична сума відхилень від паралельності проєкцій осей (прямих) на дві взаємно перпендикулярні площині; одна із них є так званою загальною площиною осей; друга площина проходить через базову вісь (або є паралельною базовій осі).

Відхилення від перпендикулярності площин - це відхилення кута між площинами від кута 90° , виражене в лінійних величинах на довжині нормованої ділянки.

Відхилення від перпендикулярності площини або осі (прямої) відносно осі (прямої) - відхилення кута між площиною або віссю (прямою) і базовою віссю від кута 90° , виражене в лінійних величинах на довжині нормованої ділянки.

Відхилення від перпендикулярності осі (прямої) відносно площини в заданому напрямку - відхилення кута між проєкцією осі (прямої) на площину заданого напрямку і базовою площиною від кута 90° , виражене в лінійних величинах на довжині нормованої ділянки.

Відхилення від перпендикулярності осі (прямої) відносно площини в просторі - визначається в площині, що перпендикулярна до базової площини і проходить через розглянуту вісь.

Відхилення нахилу в загальному випадку - це відхилення кута між розглядуваним і базовим елементами від номінального кута (окрім кутів 0° , 90° , 180°) виражене в лінійних одиницях на довжині нормованої ділянки.

Відхилення нахилу площини відносно площини або осі (прямої) - відхилення кута між площиною і базовою площиною або базовою віссю (прямою) від номінального кута.

Відхилення від співвісності відносно осі базової поверхні - найбільша відстань Δ між віссю поверхні обертання, що розглядається і віссю базової поверхні на довжині нормованої ділянки.

Відхилення від співвісності відносно загальної осі - це найбільша відстань ($\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \dots, \Delta_n$) між віссю поверхні обертання, що розглядається, та спільною віссю двох чи декількох поверхонь на довжині нормованої ділянки.

Відхилення від перпендикулярності площин - це відхилення кута між площинами від кута 90° , виражене в лінійних величинах на довжині нормованої ділянки.

Відхилення від симетричності відносно базового елементу - це найбільша відстань Δ між площиною симетрії (віссю) елемента, що розглядається, та площиною симетрії базового елемента в межах нормованої ділянки.

Відхилення від симетричності відносно загальної площини симетрії - найбільша відстань Δ між площиною симетрії (віссю) розглянутого елемента і загальною площиною симетрії двох або декількох елементів в межах нормованої ділянки.

Відхилення від перетину осей - це найменша відстань Δ між номінально перетинаючими вісями.

Висота нерівностей за 10 точками R_z - сума середніх абсолютних значень висот 5 найбільших виступів профілю і глибин 5 найбільших впадин профілю в межах базової довжини.

Відносна опорна довжина профілю t_p - відношення опорної довжини профілю до базової довжини.

Г

Граничне відхилення - алгебраїчна різниця між граничним і номінальним розмірами. Одне із граничних відхилень називається верхнім, а інше нижнім. Символи для відхилів валу є малі букви (es, ei); символи для відхилів отвору є великі букви (ES, EI).

Д

Дійсний розмір - отримують вимірюванням розміру обробленої деталі з допустимою похибкою D_∂, d_∂ .

Допуск T - різниця між найбільшим і найменшим граничним розміром, або абсолютне значення алгебраїчної різниці між верхнім і нижнім відхилами.

Допуск зазору (допуск посадки з зазором) T_S - різниця між найбільшим S_{max} та найменшим S_{min} зазорами.

Допуск натягу (допуск посадки з натягом) T_N - різниця між найбільшим N_{max} та найменшим N_{min} натягами.

Допуск перехідний (допуск посадки перехідної) T_{SN} - різниця між найбільшим S_{max} зазором та найбільшим N_{max} натягом.

Допуском форми називається найбільше допустиме значення відхилення форми.

Е

Елемент - узагальнений термін, під яким у залежності від відповідних умов розуміють поверхню, лінію, точку.

З

Зазор - додатна різниця між розмірами отвору і валу, перед складанням, коли діаметр валу менший ніж діаметр отвору.

Залежний допуск розташування або форми - змінний допуск розташування (мінімальне значення вказується на кресленні або в технічних вимогах), який дозволяється перевищувати на величину відповідного відхилення дійсного розміру.

К

Квалітет (ступінь точності) - ступінь градації значень допусків системи.

Конусоподібність - відхилення профілю повздовжнього перерізу, при якому твірні прямолінійні, але не паралельні.

Крок нерівностей - це відрізок середньої лінії профілю, що обмежує нерівність профілю (тобто виступ профілю і сполучену з ним западину профілю).

Н

Номінальний розмір - це розмір, відносно якого визначаються граничні розміри і який є початком відліку відхилень. Значення номінального розміру однакове для обох або декількох деталей, що входять у дане з'єднання.

Нижнє відхилення - алгебраїчна різниця між найменшим граничним розміром і відповідним номінальним розміром.

Найменший зазор - додатна різниця між найменшим граничним розміром отвору і найбільшим граничним розміром валу.

Найбільший зазор - додатна різниця між найбільшим граничним розміром отвору і найменшим граничним розміром валу.

Натяг - різниця розміру валу і отвору до складання, коли розмір валу більше розміру отвору.

Найбільший натяг - це різниця між найбільшим граничним розміром валу та найменшим граничним розміром отвору.

Найменший натяг - це різниця між найменшим граничним розміром валу та найбільшим граничним розміром отвору.

Незазначеним граничними відхиленнями - якщо верхнє і нижнє відхилення не зазначені безпосередньо після номінального розміру, а оговорені загальним записом в технічних вимогах креслення.

Нормована ділянка задається розмірами, що визначають його площу, довжину або кут сектору, а у випадку необхідності також і розташування ділянки на елементі.

Номінальна поверхня - це ідеальна поверхня, номінальна форма якої задана кресленням чи іншою технічною документацією.

Номінальне розташування - це розташування елемента (поверхні, лінії, точки) поверхні чи профілю, що визначається номінальними лінійними та кутовими розмірами.

Незалежний допуск розташування або форми - числове значення якого постійне для всієї сукупності деталей, що виготовляються за даним кресленням, не залежить від дійсного розміру розглядуваної або базової деталі.

Невказаним - називаються допуски форми та розташування, що не вказані числовим значенням на кресленні.

Найбільша висота нерівностей профілю R_{max} - відстань між лінією виступів і лінією впадин профілю в межах базової довжини, або сума висоти найбільшої западини профілю R_{vi} (відстань від нижчої точки профілю до середньої лінії в межах базової довжини) та найбільшого виступу профілю R_{pi} (відстань від верхньої точки профілю до середньої лінії в межах базової довжини).

О

Отвір - термін, використовують для позначення внутрішніх (охоплюючих) циліндричних та плоских поверхонь.

Основний вал - вал, у якого верхнє відхилення $es = 0$, а нижнє ei - дорівнює допуску основного валу із знаком «-».

Основний отвір - отвір, у якого нижнє відхилення $EI = 0$, а верхнє відхилення ES дорівнює допуску основного отвору зі знаком «+».

Овальність - відхилення від круглості, при якому реальний профіль представляє собою овалоподібну фігуру, найбільший і найменший діаметри якого знаходяться у взаємно перпендикулярних площинах;

Огранка - відхилення від круглості, при якому реальний профіль представляє собою багатогранну фігуру. Огранка підрозділяється за кількістю граней;

П

Поле допуску - зона, обмежена верхнім та нижнім відхиленнями.

Посадкою з зазором - називається посадка, при якій забезпечується зазор у з'єднанні.

Посадкою з натягом - називається посадка, при якій забезпечується натяг у з'єднанні.

Перехідна посадка - посадка, пари якій можливе отримання як зазору так і натягу.

Посадка в системі валу - система посадок, в яких задані зазори або натяги отримують з'єднанням отворів різних полів допусків з основним валом.

Посадка в системі отвору - система посадок, в яких задані зазори отримують з'єднанням валів різних полів допусків з основним отвором.

Посадки в ЄСДП - утворюють поєднанням поля допуску отвору і поля допуску валу.

Поле допуску форми - це область в просторі або на площині, всередині якої повинні розташовуватися всі точки реальної поверхні або реального профілю в межах нормованої ділянки.

Поле допуску площинності - обмежено областю в просторі між двома паралельними площинами.

Поле допуску співвісності - область простору, обмежена циліндром, діаметр якого дорівнює допуску співвісності в діаметральному вираженні або подвійному допуску співвісності в радіусному вираженні, а вісь співпадає з базовою віссю.

Поле допуску симетричності - це область в просторі, що обмежена двома паралельними площинами, які віддалені одна від одної на відстані, що дорівнює допуску симетричності в діаметральному вираженні T , чи подвоєному допуску симетричності в радіусному вираженні $T/2$, та симетрична відносно базової площини симетрії чи базової осі.

Позиційне відхилення - це найбільша відстань Δ - між реальним розташуванням елемента (його центру, осі або площини симетрії) і його номінальним розташуванням в межах нормованої ділянки.

Поле позиційного допуску осі (або прямої) на площині - область в площині, обмежена двома паралельними прямими, що стоять одна від одної на відстані, рівній позиційному допуску в діаметральному вираженні T або подвоєному позиційному допуску в радіусному вираженні $T/2$ і симетрично відносно номінально розташування розглядуваної осі (прямої).

Поле допуску перетину осей - область в просторі, обмежена двома паралельними площинами, що знаходяться одна від одної на відстані рівній допуску перетину в діаметральному вираженні T або подвоєному позиційному допуску в радіусному вираженні $T/2$ і розташованим симетрично відносно базової осі.

Повне радіальне биття - є результатом сумісного прояву відхилення від циліндричності розглянутої поверхні та відхилення від її співвісності відносно базової осі.

Повне торцеве биття - є результатом сумісного прояву відхилення від площинності розглянутої поверхні та відхилення від її перпендикулярності відносно базової осі.

Поле допуску радіального биття - це область на площині, що перпендикулярна базовій осі, обмежена двома концентричними колами з центром, що лежить на базовій осі. Кола віддалені одне від одного на відстані, яка дорівнює допуску радіального биття T

Повне радіальне биття - відноситься тільки до поверхонь з номінальною циліндричною формою; визначається різницею найменшої та найбільшої відстані від всіх точок реальної поверхні обертання до базової осі в межах нормованої ділянки

Поле допуску торцевого биття - це область на торцевій поверхні циліндра, діаметр якого дорівнює заданому чи будь-якому діаметру торцевої поверхні, а вісь циліндра співпадає з базовою віссю, обмежена двома паралельними площинами, що розташовані одна від одної на відстані, рівній допуску торцевого биття T , і перпендикулярні до базової осі

Повне торцеве биття - відноситься тільки до торцевих поверхонь з номінальною плоскою поверхнею. Визначається різницею найбільшої та найменшої відстані від точок всієї торцевої поверхні до площини, що перпендикулярна до базової осі.

Є результатом сумісного прояву відхилення від площинності та відхилення від перпендикулярності розглянутої поверхні відносно базової осі.

Поле допуску повного торцевого биття - область в просторі, обмежена двома паралельними площинами, що стоять одна від одної на відстані, рівній допуску повного торцевого биття T , і перпендикулярні до базової осі.

Р

Реальна поверхня - це поверхня, що обмежує деталь та відокремлює її від навколишнього середовища відрізняється за своєю формою внаслідок похибок виготовлення і деформацій від номінальної поверхні, тобто від ідеальної поверхні форма якої задана кресленням.

Реальний профіль - це профіль, що отримується при перетині реальної поверхні деталі площиною (переважно перпендикулярно до поверхні).

Радіальне биття поверхні обертання - відносно базової осі є результатом сумісної дії відхилення від круглості профілю розглянутого перетину і відхилення його центру відносно базової осі.

Радіальне биття - різниця Δ найбільшої і найменшої відстані від точок реального профілю поверхні обертання до базової осі в перетині площиною, що перпендикулярна до базової осі.

С

Сідлоподібність - відхилення профілю повздовжнього перерізу, при якому твірні не прямолінійні і діаметри зменшуються від країв до середини перетину.

Сумарним відхиленням форми та розташування - називається відхилення, що є результатом спільного прояву відхилень форми та розташування поверхонь чи профілів, які розглядаються, відносно заданих баз.

Середньоарифметичне відхилення профілю R_a - це визначається як середнє арифметичне абсолютних значень відхилень профілю в межах базової довжини.

Середній крок нерівностей профілю по вершинам S - це середнє значення кроків місцевих виступів профілю, що знаходяться в межах базової довжини.

Середній крок нерівностей профілю S_m - це середнє значення кроку нерівностей профілю в межах базової довжини.

Т

Торцеве биття - при номінальній плоскій формі торця торцеве биття є результатом сумісного прояву відхилення від загальної площини точок, що лежать на лінії перетину торцевої поверхні із перетинаючим циліндром та відхилення від перпендикулярності торця відносно базової поверхні на довжині, рівній діаметру розглянутого перетину.

Торцеве биття - це різниця Δ найбільшої і найменшої відстані від будь-яких точок реального профілю торцевої поверхні до площини, що перпендикулярна до базової осі.

Ш

Шорсткість поверхні (ГОСТ 2189-82) - це сукупність нерівностей поверхні з відносно малими кроками, що виділена за допомогою базової довжини.