

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра “Експлуатація та ремонт машин”



**ВЗАЄМОЗАМІННІСТЬ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА
ТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ**

**Методичні вказівки
до самостійної роботи студентів**

Затверджено на засіданні кафедри
«Експлуатація та ремонт машин»
протокол № 18 від 08.05.2024 р.

Кропивницький-2024

Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання.
Методичні вказівки до самостійної роботи студентів/ Укл.
І. Василенко, І. Шепеленко, М. Красота, С. Магопець, О. Бевз —
Кропивницький: ЦНТУ, 2024.— 31 с.

Рецензент — канд. техн. наук, доцент кафедри
“Експлуатація та ремонт машин” Осін Р.А..

© Василенко І.Ф.

ЗМІСТ

1 СИСТЕМА ДОПУСКІВ ТА ПОСАДОК ГЛАДКИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ З'ЄДНАНЬ. РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ПОСАДОК	4
2 РОЗРАХУНОК РОЗМІРНИХ ЛАНЦЮГІВ МЕТОДОМ ПОВНОЇ ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ (ПЕРЕВІРОЧНИЙ РОЗРАХУНОК)	11
3 ТОЧНІСТЬ ФОРМИ ТА РОЗТАШУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ	17
ЛІТЕРАТУРА.....	23
ДОДАТКИ.....	25

1 СИСТЕМА ДОПУСКІВ ТА ПОСАДОК ГЛАДКИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ З'ЄДНАНЬ. РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ПОСАДОК

1.1 Короткі теоретичні відомості

Номинальний розмір — це розмір, відносно якого визначаються граничні розміри і який служить початком відліку відхилень. Він проставляється на кресленні деталі і є спільним для спряжених деталей.

Два гранично допустимі розміри, між якими повинен знаходитись або яким може бути рівний дійсний розмір придатної деталі, називають **граничними**.

Для спрощення складання креслень деталей на них поруч з номінальним розміром проставляють граничні відхилення від номіналу зі знаком + або —.

Умовні позначення номінальних та граничних розмірів, граничних відхилень, допусків отворів та валів наведені на рис. 1.1.

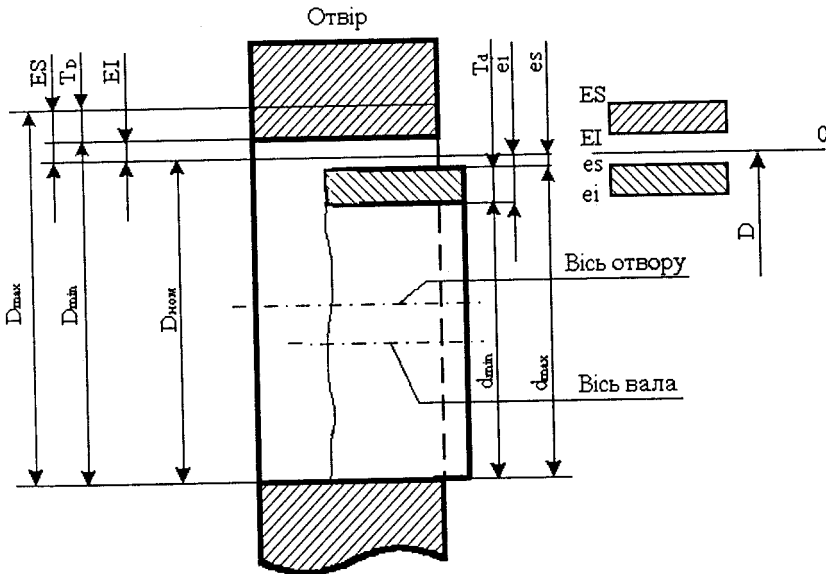


Рисунок 1.1 — Умовні позначення номінальних та граничних розмірів, граничних відхилень, допусків отворів та валів

Точність розмірів в ЄСДП нормують умовними рівнями точності, які називаються **квалітетами**. Для гладких з'єднань встановлено 20 квалітетів, що позначаються порядковими номерами (в порядку зменшення точності) 01;

0; 1; 2;...; 18. Допуск будь-якого з квалітетів позначають латинськими літерами IT та номером квалітету. Наприклад, IT7 означає допуск 7-го квалітету.

Існує 28 варіантів основних відхилень для валів та отворів. Кожне відхилення позначають однією або двома латинськими літерами: малими, якщо відхилення відноситься до вала, та великими — для отвору (рис. 1.2).

Основне відхилення — одне з двох відхилень (верхнє або нижнє), що використовується для визначення положення поля допуску відносно нульової лінії (розташоване ближче до нульової лінії).

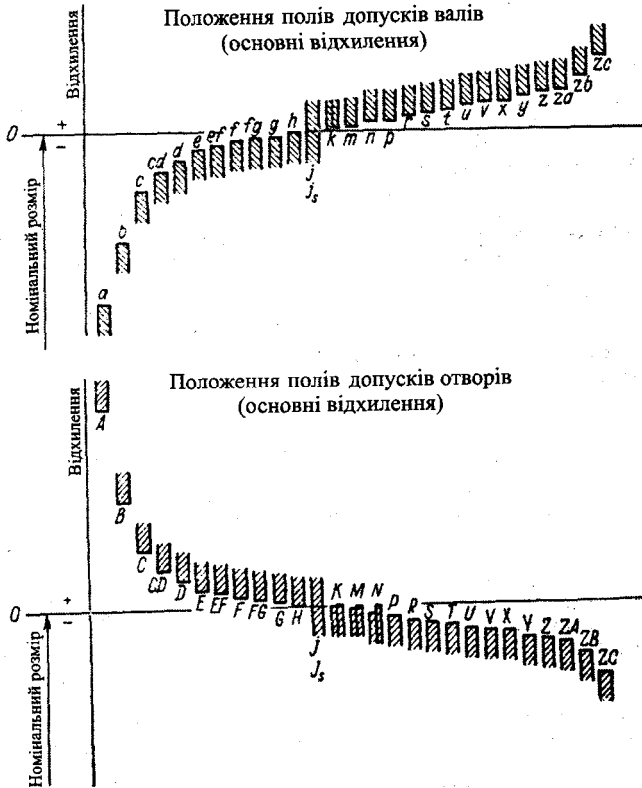


Рисунок 1.2 — Основні відхилення валів та отворів

Основні відхилення отворів, як правило (за деяким винятком), рівні за абсолютною величиною та протилежні за знаком до основних відхилень валів, що позначаються тією ж літерою. Тобто для отворів :

A...H EI = - es;
 K...ZC ES = - ei.

Поле допуску в ЄСДП утворюється сполученням одного із основних відхилень з допуском за одним із квалітетів, наприклад:

H7, F8, h6, d11.

Посадкою називають характер спряження двох деталей, що визначається різницею між розмірами отвору і вала.

Розрізняють **посадки з зазором, з натягом та перехідні** (в яких можливе одержання як зазору, так і натягу).

Зазор — це різниця між розмірами отвору і вала, якщо розмір отвору більший за розмір вала.

Натяг — це різниця між розмірами вала і отвору до складання, якщо розмір вала більший за розмір отвору

Згідно з рис. 1.2 відхилення:

— **a...h (A...H)** призначені для утворення полів допусків в посадках із зазором;

— **js...n (Js...N)** — перехідних;

— **p...zc (P...ZC)** — з натягом.

Посадки встановлюють поєднанням полів допусків отвору та вала. Наприклад, **H7/g6, N7/h6**, де в чисельнику вказане поле допуску отвору, а в знаменнику — вала.

Отвір, нижнє відхилення якого дорівнює нулю, називають **основним** та позначають H.

Вал, верхнє відхилення якого дорівнює нулю, називають **основним** та позначають h.

Посадки в системі отвору — це посадки, в яких різні зазори та натяги отримують з'єднанням різних валів з основним отвором.

Посадки в системі вала — це посадки, в яких різні зазори та натяги отримують з'єднанням різних отворів з основним валом.

1.2 Методика розрахунку основних параметрів посадок

Визначити параметри з'єднання.

Для заданого в табл. 1.1 з'єднання установити, до якої системи відноситься посадка, визначити характер з'єднання і граничні відхилення розмірів спряжених поверхонь.

За ГОСТ 25347-89 для номінальних розмірів отвору і вала визначити відповідно верхні ES, es і нижні EI, ei відхилення, після чого обчислити найбільші і найменші граничні розміри:

— отвору:

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

— вала:

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

Графічно зобразити розташування полів допусків вала та отвору відносно нульової лінії. При цьому на схемі проставити:

— позначення полів допусків вала та отвору відповідно до ГОСТ 25346-89;

— номінальні d і D , граничні розміри отвору D_{max} та D_{min} і вала d_{max} та d_{min} ;

— **допуск розміру:**

— для отвору:

$$TD = D_{max} - D_{min} = ES - EI;$$

— для вала:

$$Td = d_{max} - d_{min} = es - ei;$$

— граничні зазори і натяги. Розрахувати допуски посадок. При цьому потрібно взяти до уваги, що розрахунки виконуються з урахуванням знаків відхилень:

— **для посадок із зазором:**

— найбільший зазор:

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

— найменший зазор:

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

— середній зазор:

$$S_m = \frac{S_{max} + S_{min}}{2};$$

— допуск посадок із зазором

$$TS = S_{max} - S_{min} = TD + Td;$$

— **для посадок з натягом:**

— найбільший натяг:

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

— найменший натяг:

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

— середній натяг:

$$N_m = \frac{N_{max} + N_{min}}{2};$$

— допуск посадок із натягом

$$TN = N_{max} - N_{min} = TD + Td;$$

— **для перехідних посадок** визначається найбільший зазор та найбільший натяг за наведеними вище виразами; допуск посадки

розраховується:

$$TSN = |S_{max}| + |N_{max}| = TD + Td .$$

Вказати характер та систему посадки.

1.3 Приклад розрахунку основних параметрів посадок

Визначити граничні розміри отвору і вала, допуски розмірів, характер та систему посадки, найбільший та найменший зазори (натяги), а також допуск посадки для $\varnothing 45H7/f7$. Накреслити схему полів допусків.

Розв'язок

Номинальний розмір з'єднання $D = d = 45$ мм.

За ГОСТ 25347-89 (додатки А, Б) знаходимо граничні відхилення для:

— отвору $\varnothing 45 H7$: $EI = 0$; $ES = 25$ мкм.

— вала $\varnothing 45 f7$: $ei = -50$ мкм; $es = -25$ мкм.

Граничні розміри отвору:

— найбільший

$$D_{max} = D + ES . ;$$

$$D_{max} = 45,000 + 0,025 = 45,025 \text{ мм};$$

— найменший

$$D_{min} = D + EI ;$$

$$D_{min} = 45,000 + 0 = 45,000 \text{ мм.}$$

Граничні розміри вала:

— найбільший

$$d_{max} = d + es ;$$

$$d_{max} = 45,000 + (-0,025) = 44,975 \text{ мм};$$

— найменший

$$d_{min} = d + ei ;$$

$$d_{min} = 45,000 + (-0,050) = 44,950 \text{ мм.}$$

Визначаємо допуски розмірів

— отвору

$$TD = D_{max} - D_{min} ;$$

$$TD = 45,025 - 45,000 = 0,025 \text{ мм}$$

або

$$TD = ES - EI ;$$

$$TD = 25 - 0 = 25 \text{ мкм};$$

— вала

$$Td = d_{max} - d_{min} ;$$

$$Td = 44,975 - 44,950 = 0,025 \text{ мм};$$

або

$$Td = es - ei$$

$$Td = -25 - (-50) = 25 \text{ мкм.}$$

Характер посадки — посадка з зазором.

Система посадки — система отвору.

Для посадок з зазором розраховуємо найбільший та найменший та середній зазори

$$S_{max} = D_{max} - d_{min};$$

$$S_{max} = 45,025 - 44,050 = 0,075 \text{ мм};$$

або

$$S_{max} = ES - ei;$$

$$S_{max} = 25 - (-50) = 75 \text{ мкм};$$

$$S_{min} = D_{min} - d_{max};$$

$$S_{min} = 45,000 - 44,075 = 0,025 \text{ мм}$$

або

$$S_{min} = EI - es;$$

$$S_{min} = 0 - (-25) = 25 \text{ мкм};$$

$$S_m = \frac{S_{max} + S_{min}}{2};$$

$$S_m = \frac{75 + 25}{2} = 50 \text{ мкм.}$$

Допуск посадки

$$TS = S_{max} - S_{min};$$

$$TS = 75 - 25 = 50 \text{ мкм.}$$

Перевірка:

$$TS = TD + Td;$$

$$TS = 25 + 25 = 50 \text{ мкм.}$$

Схема полів допусків посадки наведена на рис. 1.3.

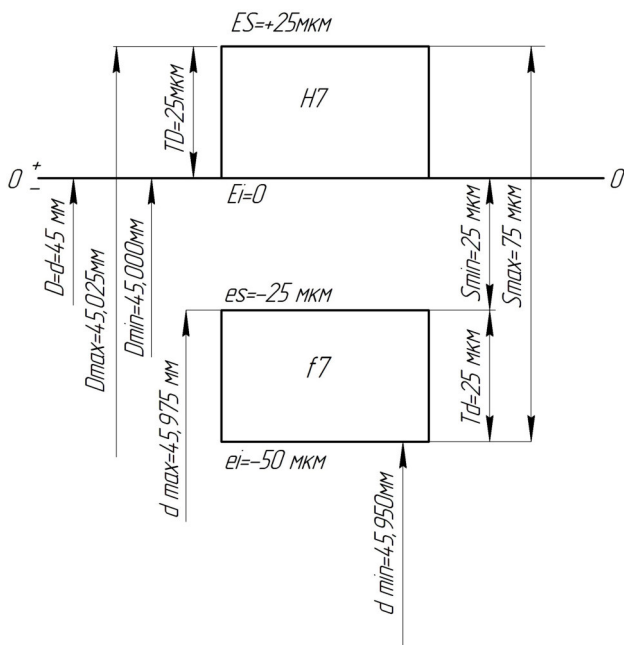


Рисунок 1.3 — Схема полів допусків посадки $\text{Ø}45\text{H}7/\text{f}7$.

1.4 Вихідні дані для розрахунку посадок

Таблиця 1.1 — Варіанти індивідуальних завдань

Цифри шифру	Остання цифра шифру										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Номинальний розмір, мм										
	5	9	15	20	35	60	300	200	150	90	
Передостання цифра шифру	0	H6/n5	H8/h7	U8/h6	N6/h5	H8/h8	H7/u7	M6/h5	H6/g5	H9/f8	H6/m5
	1	H7/c8	H8/x8	H6/k7	H9/d10	H6/js5	K6/h5	M8/h7	T7/h6	H11/a11	H9/h8
	2	H9/e7	N7/h7	H7/h6	H8/s7	H7/m6	H11/d9	H7/f7	E9/h8	Js6/h7	H6/h7
	3	H7/n6	H6/f6	H8/h9	M7/h6	C11/h9	H7/js6	K7/h6	H8/h9	H12/h12	H7/k6
	4	F7/h5	H7/r6	H6/r5	H11/d9	Js7/h6	B11/h9	H8/n7	G6/h5	H10/h10	U7/h6
	5	H6/s5	N8/h7	F8/h9	D8/h6	D11/h9	H11/h11	H8/m7	H7/n6	D10/h8	H8/u8
	6	H8/k7	H7/g6	H7/p6	K8/h7	H8/js7	Js8/h7	H7/e8	D9/h8	H11/c11	D9/h8
	7	S7/h6	H6/n5	G7/h6	N6/h5	F8/h6	H6/m5	H9/e9	H9/f9	H12/b12	H8/z8
	8	H7/d8	M6/h5	R7/h6	H6/h5	H6/k5	H8/u8	H9/h9	H7/s6	K6/h5	E8/h6
	9	H8/u8	H8/f8	R7/h6	H6/js5	D11/h9	Js6/h5	N7/h6	U8/h7	A11/h11	H9/c9

2 РОЗРАХУНОК РОЗМІРНИХ ЛАНЦЮГІВ МЕТОДОМ ПОВНОЇ ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ (ПЕРЕВІРОЧНИЙ РОЗРАХУНОК)

1.1 Короткі теоретичні відомості

Розмірним ланцюгом називається сукупність розмірів деталей, що утворюють замкнений контур і впливають на один із розмірів контуру.

Розміри, що входять у розмірний ланцюг, називаються **ланками розмірного ланцюга**. Для зручності розрахунків їх виносять з креслення і зображують графічно у вигляді *розрахункової схеми* розмірного ланцюга (рис. 2.1).

Будь-який розмірний ланцюг складається з однієї вихідної (замикальної) ланки та двох чи більше складових ланок.

Вихідною ланкою є та, до точності якої висуваються певні вимоги, що визначають якість виробу відповідно до технічних умов. Поняття вихідної ланки використовують при проектних розрахунках розмірного ланцюга.

В процесі обробки або складання виробу вихідна ланка є останньою, що замикає розмірний ланцюг, тому називається **замикальною**. Поняття замикальної ланки використовують при перевірочних розрахунках розмірних ланцюгів.

З точки зору формоутворення замикальна ланка безпосередньо не виконується, а є результатом виготовлення всіх інших ланок розмірного ланцюга. Розмір замикальної ланки залежить від розмірів усіх інших ланок, що називаються **складовими**.

Складові ланки позначаються великими літерами латинського алфавіту з цифровими індексами, замикальна — літерою з індексом "0" або з індексом " Σ " (рис. 2.1).

Складові ланки ланцюга по-різному впливають на замикальну ланку. Якщо від збільшення складової ланки збільшується замикальна ланка, то така ланка називається **збільшувальною** і позначається стрілкою над літерою спрямованою вправо. Ланка, зі збільшенням якої розмір замикальної ланки зменшується, називається **зменшувальною** і позначається стрілкою над літерою спрямованою вліво (рис. 2.1).

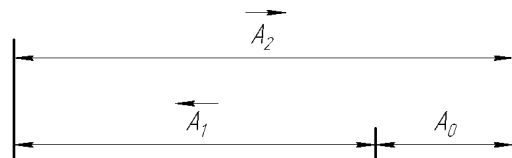


Рисунок 2.1 — Розрахункова схема розмірного ланцюга.

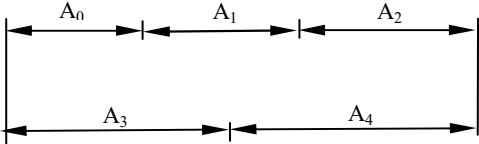
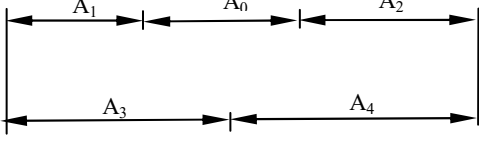
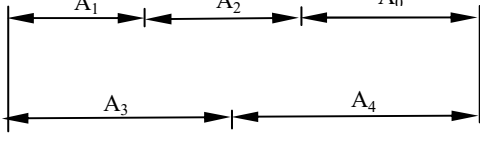
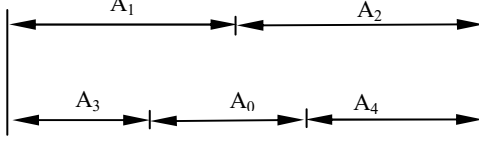
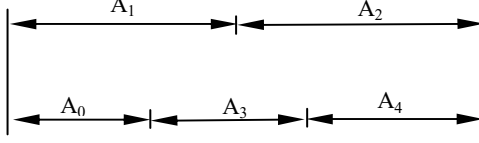
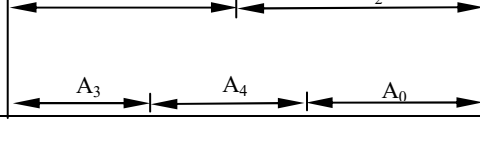
ГОСТ 16319-80 встановлює ряд класифікаційних ознак, за якими відбувається класифікація розмірних ланцюгів (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 — Класифікація розмірних ланцюгів

Класифікаційна ознака	Назва розмірного ланцюга	Призначення, характеристика
1	2	3
Область використання	Конструкторський	Вирішується задача забезпечення точності при конструюванні виробів
	Технологічний	Вирішується задача забезпечення точності при виготовленні виробів
	Вимірювальний	Вирішується задача вимірювання величин, що впливають на точність виробу
Місце у виробі	Подетальний	Визначає точність відносного розташування поверхонь або осей однієї деталі
	Складальний	Визначає точність відносного розташування поверхонь або осей різних деталей, що входять у складальну одиницю або виріб
Взаємне розташування ланок	Лінійний	Ланки є лінійними розмірами і паралельні між собою
	Плоский	Ланки розташовані в одній або кількох паралельних площинах
	Просторовий	Ланки розташовані довільно у просторі
	Кутовий	Усі ланки є кутовими розмірами
Характер ланок	Скалярний	Усі ланки є скалярними величинами
	Векторний	Усі ланки є векторними величинами
	Комбінований	Частина ланок — векторні, усі інші — скалярні величини
Характер взаємних зв'язків	Паралельно зв'язані	Розмірні ланцюги, що мають хоча б одну спільну ланку
	Незалежні	Розмірні ланцюги, що не мають спільних ланок

2.2 Вихідні дані для розрахунку розмірних ланцюгів

Таблиця 2.2 — Розрахункові схеми розмірних ланцюгів

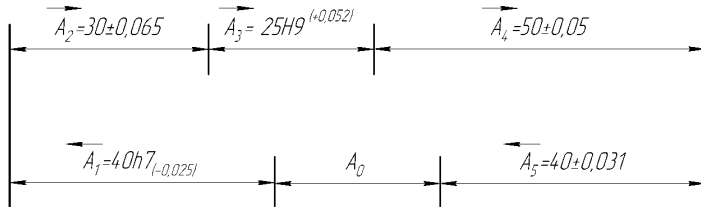
Остання цифра шифру	Розрахункова схема
1	2
1 або 7	 <p>Diagram showing two rows of segments. The top row consists of segments A_0, A_1, and A_2. The bottom row consists of segments A_3 and A_4. Vertical tick marks indicate the boundaries of each segment.</p>
2 або 8	 <p>Diagram showing two rows of segments. The top row consists of segments A_1, A_0, and A_2. The bottom row consists of segments A_3 and A_4. Vertical tick marks indicate the boundaries of each segment.</p>
3 або 9	 <p>Diagram showing two rows of segments. The top row consists of segments A_1, A_2, and A_0. The bottom row consists of segments A_3 and A_4. Vertical tick marks indicate the boundaries of each segment.</p>
4 або 0	 <p>Diagram showing two rows of segments. The top row consists of segments A_1 and A_2. The bottom row consists of segments A_3, A_0, and A_4. Vertical tick marks indicate the boundaries of each segment.</p>
5	 <p>Diagram showing two rows of segments. The top row consists of segments A_1 and A_2. The bottom row consists of segments A_0, A_3, and A_4. Vertical tick marks indicate the boundaries of each segment.</p>
6	 <p>Diagram showing two rows of segments. The top row consists of segments A_1 and A_2. The bottom row consists of segments A_3, A_4, and A_0. Vertical tick marks indicate the boundaries of each segment.</p>

Таблиця 2.3 — Розміри ланок ланцюга, мм

Остання цифра шифру	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
0	15h7 _(-0,018)	42js8(±0,0195)	30 ^{+0,01} _{-0,02}	30H7 ^(+0,025)
1	50h7 _(-0,025)	65js7(±0,015)	70 ^{+0,08} _{+0,03}	80 ^{-0,05} _{-0,10}
2	80 ^{-0,05} _{-0,10}	50h7 _(-0,025)	47js8(±0,0195)	90 ^{-0,02} _{-0,05}
3	15h7 _(-0,018)	70 ^{+0,08} _{+0,03}	85h7 _(-0,035)	95js6(±0,011)
4	150±0,5	100h10 _(-0,140)	50 ^{-0,3} _{-0,6}	50 ^{+1,0} _{+0,5}
5	75 ^{+0,5} _{-0,25}	35h7 _(-0,025)	40 ^{+0,01}	60 ^{-0,05} _{-0,10}
6	10 ^{+0,02} _{+0,01}	30 ^{+0,025}	5 _{-0,05}	5 _{-0,02}
7	80±0,01	12 _{-0,01}	60 ^{+0,04} _{+0,02}	70 ^{+0,04}
8	40 ^{+0,01}	50 ^{+0,02}	60 _{-0,02}	70 _{-0,02}
9	50 _{-0,02}	50 _{-0,02}	65 ^{+0,3}	65 ^{+0,3}

2.3 Методика та приклад розрахунку оберненої задачі методом повної взаємозамінності

Розглянемо розрахунок розмірного ланцюга, розрахункова схема якого наведена нижче.



Ланки A_2 , A_3 , A_4 є збільшувальними, а ланки A_1 та A_5 — зменшувальними.

Визначаємо номінальний розмір замикальної ланки A_0 :

$$A_0 = \sum_{j=1}^n A_{j33} - \sum_{j=n+1}^{n+p} A_{j33} ,$$

де A_{j33} — j -та збільшувальна складова ланка;

A_{j3m} — j -та зменшувальна складова ланка;
 n — кількість збільшувальних складових ланок;
 p — кількість зменшувальних складових ланок.

$$A_0 = (30 + 25 + 50) - (40 + 40) = 25 \text{ мм.}$$

Визначаємо верхнє граничне відхилення замикальної ланки $Es(A_0)$:

$$Es(A_0) = \sum_{j=1}^n Es(A_{j33}) - \sum_{j=n+1}^{n+p} Ei(A_{j33})$$

де $Es(A_{j36})$ — верхнє граничне відхилення j -ої збільшувальної складової ланки;

$Ei(A_{j3m})$ — нижнє граничне відхилення j -ої зменшувальної складової ланки.

$$Es(A_0) = (0,065 + 0,052 + 0,05) - (-0,025 + (-0,031)) = 0,223 \text{ мм.}$$

Визначаємо нижнє граничне відхилення замикальної ланки $Ei(A_0)$:

$$Ei(A_0) = \sum_{j=1}^n Ei(A_{j33}) - \sum_{j=n+1}^{n+p} Es(A_{j33})$$

де $Ei(A_{j36})$ — нижнє граничне відхилення j -ої збільшувальної складової ланки;

$Es(A_{j3m})$ — верхнє граничне відхилення j -ої зменшувальної складової ланки.

$$Ei(A_0) = (-0,065 + 0 + (-0,05)) - (0 + 0,031) = -0,146 \text{ мм.}$$

Таким чином, $A_0 = 25_{-0,146}^{+0,223}$ мм.

ПЕРЕВІРКА

$$TA_0 = \sum_{j=1}^{m-1} TA_j,$$

де TA_0 — допуск замикальної ланки

$$TA_0 = Es(A_0) - Ei(A_0);$$

TA_j — допуск j -ої складової ланки

$$TA_j = Es(A_j) - Ei(A_j);$$

m — загальна кількість ланок, враховуючи і замикальну.

$$TA_0 = 0,223 - (-0,146) = 0,369 \text{ мм.}$$

$$TA_1 = 0 - (-0,025) = 0,025 \text{ мм;}$$

$$TA_2 = 0,065 - (-0,065) = 0,13 \text{ мм;}$$

$$TA_3 = 0,052 - 0 = 0,052 \text{ мм};$$

$$TA_4 = 0,05 - (-0,05) = 0,10 \text{ мм};$$

$$TA_5 = 0,031 - (-0,031) = 0,062 \text{ мм};$$

$$\sum_{j=1}^5 TA_j = 0,025 + 0,13 + 0,052 + 0,10 + 0,062 = 0,369 \text{ мм}.$$

Визначаємо координату середини поля допуску замикальної ланки $Ec(A_0)$:

$$Ec(A_0) = \sum_{j=1}^n Ec(A_{jз}) - \sum_{j=n+1}^{n+p} Ec(A_{jз}),$$

де $Ec(A_{jзб})$ — координата середини поля допуску j -ої збільшувальної складової ланки;

$Ei(A_{jзм})$ — координата середини поля допуску j -ої зменшувальної складової ланки.

Координата середини поля допуску $Ec(A_j)$ визначається:

$$Ec(A_j) = \frac{Ei(A_j) + Es(A_j)}{2}.$$

$$Ec(A_1) = \frac{-0,025 + 0}{2} = -0,0125 \text{ мм}.$$

$$Ec(A_2) = \frac{-0,065 + 0,065}{2} = 0.$$

$$Ec(A_3) = \frac{0 + 0,052}{2} = 0,026 \text{ мм}.$$

$$Ec(A_4) = \frac{-0,05 + 0,05}{2} = 0.$$

$$Ec(A_5) = \frac{-0,031 + 0,031}{2} = 0.$$

$$Ec(A_0) = (0 + 0,026 + 0) - (-0,0125 + 0) = 0,0385 \text{ мм}.$$

$$Ec(A_0) = \frac{-0,146 + 0,223}{2} = 0,0385 \text{ мм}.$$

3 ТОЧНІСТЬ ФОРМИ ТА РОЗТАШУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ

3.1 Короткі теоретичні відомості

Допуски форми та розташування поверхонь вказуються на кресленнях умовними позначеннями. Якщо відсутній знак виду допуску, допуск форми та розташування поверхонь допускається вказувати текстом в технічних вимогах. При вказанні допуску форми та розташування поверхонь в технічних вимогах текст повинен мати:

- вид допуску;
- позначення поверхні або іншого елемента, для якого задається допуск (для цього використовується літерне позначення або конструкторське найменування поверхні);
- числове значення допуску в міліметрах;
- позначення баз, відносно яких задається допуск (у відповідних випадках);
- указання про залежні допуски форми та розташування поверхонь (у відповідних випадках).

При умовному позначенні дані про допуски форми і розташування поверхонь вказуються в прямокутній рамці, поділеній на дві і більше частин, в яких розміщуються:

- в першій – знак допуску;
- в другій – числове значення допуску в міліметрах;
- в третій і наступних – літерне позначення бази (баз) або літерне позначення поверхні, з якою зв'язаний допуск.

Нанесення позначення допусків в рамці виконується у відповідності з рис. 3.1.

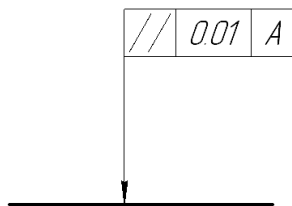


Рисунок 3.1 – Позначення відхилень форми та розташування поверхонь

Рамки слід виконувати суцільними тонкими лініями і розташовувати горизонтально. В необхідних випадках допускається вертикальне розміщення рамки. Рамка з'єднується з елементом, до якого відноситься допуск, суцільною тонкою лінією, яка закінчується стрілкою. З'єднувальна лінія може бути прямою або ламаною, але напрямком відрізка, що закінчується

стрілкою, повинен відповідати напрямленню вимірювання відхилення.

Бази позначаються чорним рівностороннім трикутником, який з'єднується за допомогою лінії з рамкою, у відповідності з рис. 3.2.

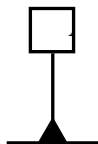


Рисунок 3.2 – Позначення бази

Якщо базою є поверхня або її профіль, то основа трикутника розміщується на контурній лінії поверхні або її продовженні. При цьому з'єднувальна лінія не повинна бути продовженням розмірної, у відповідності з рис. 3.3.

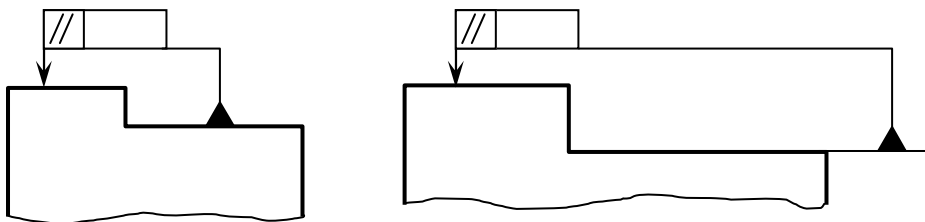


Рисунок 3.3 – Приклад позначення відхилення розташування поверхонь

Якщо базою є вісь або площина симетрії, то трикутник розміщується на кінці розмірної лінії, у відповідності з рис. 3.4.

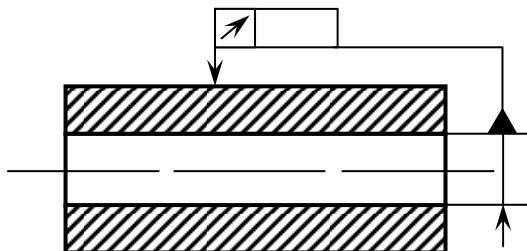





Рисунок 3.4 – Позначення бази – осі симетрії або площини симетрії

Умовні позначення допусків форми і розташування поверхонь на кресленнях наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Умовні позначення допусків форми та розташування поверхонь на кресленнях

Група допусків	Вид допуску	Знак
1	2	3
Допуски форми поверхонь	Допуск прямолінійності	—
	Допуск площинності	
	Допуск круглості	
	Допуск циліндричності	
Допуски розташування поверхонь	Допуск паралельності	
	Допуск перпендикулярності	
	Допуск нахилу	
	Допуск співвісності	
	Допуск симетричності	
	Позиційний допуск	
Сумарні допуски форми і розташування поверхонь	Допуск биття	
	Допуск повного биття	
	Допуск форми заданого профілю	
	Допуск форми заданої поверхні	

Задача 3.1

Розшифрувати умовні позначення допусків форми та розташування.
Вихідні дані наведені на рисунку 3.5.

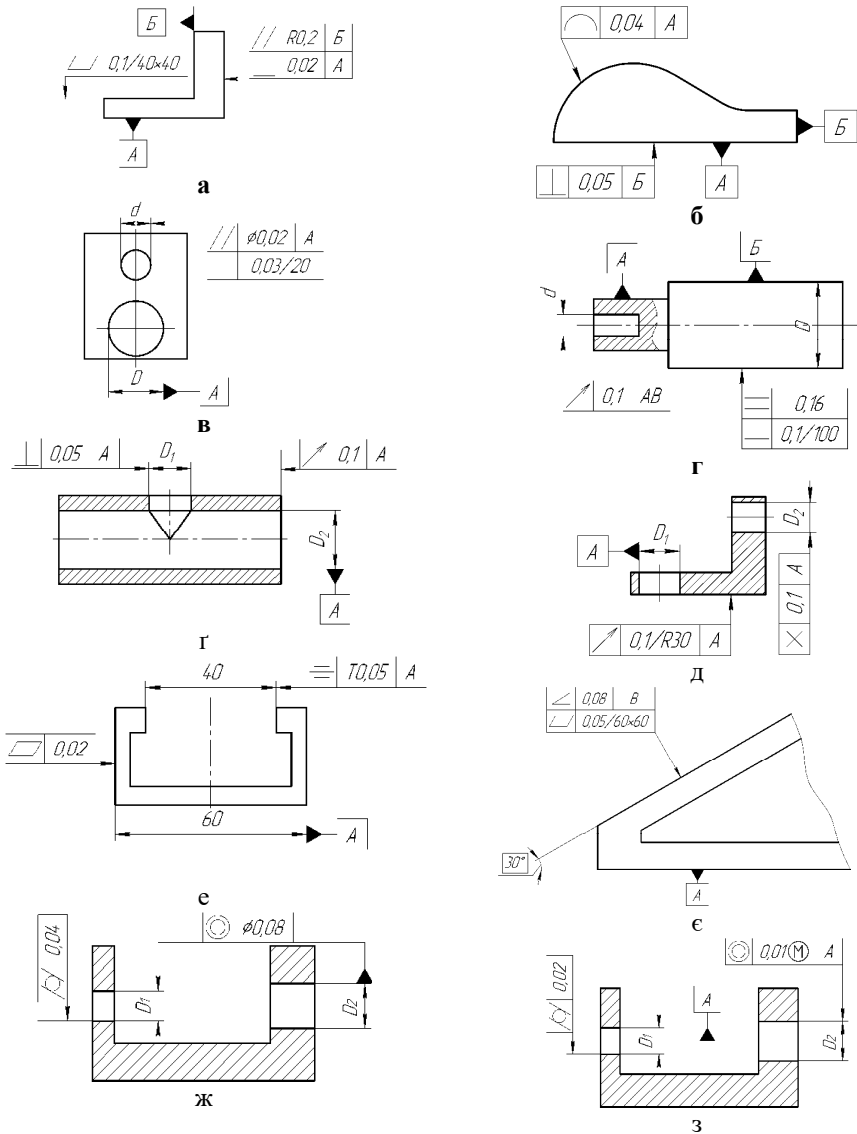


Рисунок 3.5 – Вихідні дані до задачі 3.1

Задача 3.2

Призначити допуски форми та розташування, позначити їх на кресленні.

Вихідні дані: 1) креслення деталі з зазначенням розмірів і якості точності (рис. 3.6); 2) рівень відносної геометричної точності задається викладачем; 3) завдання (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Завдання до задачі 3.2

Варіант	Позиція рис. 3.6	Вказати допуски
1	2	3
1	а	прямолінійності на довжині 100 мм, площинності і паралельності площини 1 відносно площини 2
2	а	прямолінійності на довжині 20 мм, площинності і паралельності площини 3 відносно площини 4.
3	а	перпендикулярності площини 4 відносно площини 2 та площини 2 відносно площини 5
4	б	круглості, прямолінійності та циліндричності зовнішньої поверхні циліндра
5	б	співвісності зовнішнього та внутрішнього циліндрів; биття торця відносно внутрішньої поверхні
6	в	паралельності осі отворів площині 1; симетричності отворів відносно площини симетрії деталі
7	в	співвісності отворів відносно спільної осі; паралельності торців
8	г	перпендикулярності осей отворів $\varnothing 25$ мм і $\varnothing 10$ мм до площин 1 і 2 відповідно; площинності поверхонь 1 і 2
9	г	симетричності осей отворів відносно площини симетрії деталі, допуск симетричності залежний
10	б	биття зовнішньої поверхні відносно внутрішньої; циліндричності зовнішньої поверхні циліндра на довжині 50 мм

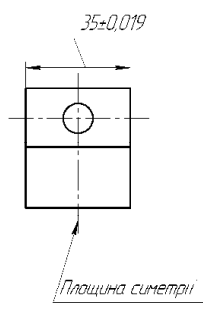
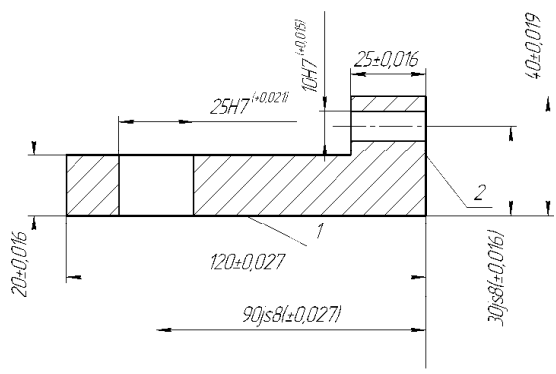
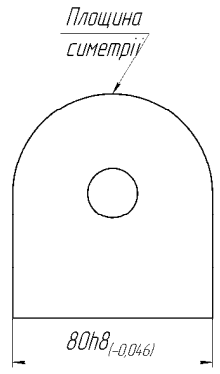
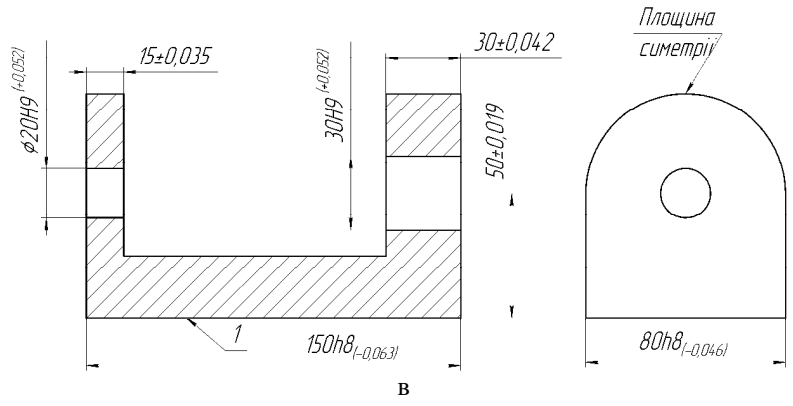
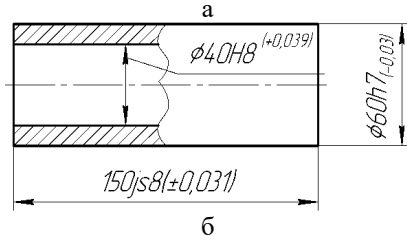
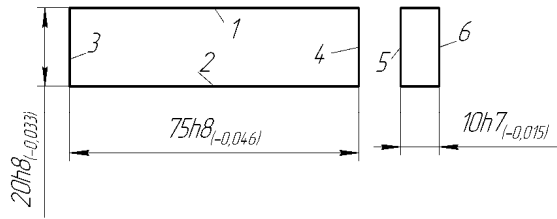


Рисунок 3.6 – Вихідні дані до задачі 3.2

ЛІТЕРАТУРА

1. Боженко Л.І. Стандартизація, метрологія та кваліметрія у машинобудуванні.– Львів: Світ, 2003.– 328 с.
2. Василенко Ф.І. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Курсове проектування з використанням ПК.— Кіровоград: ІМЕКС, 2005.— 314 с.
3. Василенко Ф.І., Бабич В.М., Василенко І.Ф. Розрахунок допусків і посадок з використанням ЕОМ.– Кіровоград: Обласний комітет інформації, 2000.– 220 с.
4. Василенко Ф.І., Василенко І.Ф., Черновол М.І. та ін. Тести вимірювання якості підготовки студентів з курсу “Взаємозамінність, метрологія та технічні вимірювання”.– Кіровоград: Обласний комітет інформації, 1999.– 240 с.
5. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт / Укл. І.Ф. Василенко, І.В. Шепеленко, С.О. Магопець, О.В. Бевз. – Кропивницький: ЦНТУ, 2023. – 50 с.
6. Взаємозамінність, основи стандартизації та технічних вимірювань: підручник / Г.О. Іванов, В.С. Шебанін, Д.В. Бабенко, П.М. Полянський.– Миколаїв: МНАУ, 2016.– 412 с.
7. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання [підруч. для студ. вищ. навч. закл.]/ Г.О. Іванов, В.С. Шебанін, Д.В. Бабенко, та ін.– К.: Аграрна освіта, 2010.– 577 с.
8. Дубовик В.О., Невдаха Ю.А., Василенко І.Ф., Богатирьов Д.В.. Підвищення точності вимірювання силових параметрів при діагностуванні гальмівних систем автомобілів // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатації сільськогосподарських машин. – Кропивницький: ЦНТУ, Вип. 49, 2019. – С. 85-92.
9. Железна А.М., Кирилович В.А. Основи взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань.– К.: Кондор, 2004.– 796 с.
10. Іванов Г.О., Шебанін В.С., Бабенко Д.В. та ін. Практикум з дисципліни «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання».– К.: Аграрна освіта, 2008.– 648 с.
11. Основи взаємозамінності, стандартизації, сертифікації, акредитації та технічні вимірювання: Підручник/ М.С. Когут, Н.М. Лебідь, О.В. Білоус, І.С. Кравець.– Львів: Світ, 2010.– 528 с.
12. Практикум з дисципліни «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання»/ Г.О. Іванов, В.С. Шебанін, Д.В. Бабенко, та ін.– К.: Аграрна освіта, 2008.– 648 с.
13. Сірий І.С., Колісник В.С. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання.– К.: Урожай, 1995.– 264 с.

14. Шепеленко І.В., Кириченко А.М., Магопець С.О., Красота М.В., Василенко І.Ф. Зміна шорсткості поверхні при нанесенні антифрикційних покриттів // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. «Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин». Вип.52. – Кропивницький: ЦНТУ, 2022. – С.156–165.

ДОДАТКИ

Додаток А ДОПУСКИ РОЗМІРІВ

Таблиця А1 — Допуски для розмірів до 500 мм
(за ДСТУ ISO 286-1-2002)

Номі- нальні розміри, мм	Квалітети									
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	Допуски, мкм									
До 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14
Понад 3 до 6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18
Понад 6 до 10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22
Понад 10 до 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27
Понад 18 до 30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33
Понад 30 до 50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39
Понад 50 до 80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46
Понад 80 до 120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54
Понад 120 до 180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63
Понад 180 до 250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72
Понад 250 до 315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81
Понад 315 до 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89
Понад 400 до 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97

Продовження таблиці А1

Номінальні розміри, мм	Квалітети									
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Допуски, мкм			Допуски, мм						
До 3	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1,0	1,4
Понад 3 до 6	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
Понад 6 до 10	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
Понад 10 до 18	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
Понад 18 до 30	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
Понад 30 до 50	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1,0	1,6	2,5	3,9
Понад 50 до 80	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3,0	4,6
Понад 80 до 120	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4
Понад 120 до 180	100	160	250	0,4	0,63	1,0	1,6	2,5	4,0	6,3
Понад 180 до 250	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2
Понад 250 до 315	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	8,1
Понад 315 до 400	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	8,9
Понад 400 до 500	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4,0	6,3	9,7

Продовження таблиці Б1

Номінальні розміри, мм	Літерне позначення основних відхилень										
	js	j			k		m	n	p	r	s
	Квалітети										
	всі	5 і 6	7	8	від 4 до 7	до 4 > 7	всі				
	Нижнє відхилення еі, мкм										
До 3	Верхнє і нижнє відхилення дорівнюють $\pm IT/2$	-2	-4	-6	0	0	+2	+4	+6	+10	+14
Понад 3 до 6		-2	-4	—	+1	0	+4	+8	+12	+15	+19
>>6 >>10		-2	-5	—	+1	0	+6	+10	+15	+19	+23
>>10 >>18		-3	-6	—	+1	0	+7	+12	+18	+23	+28
>>18 >>30		-4	-8	—	+2	0	+8	+15	+22	+28	+35
>>30 >>50		-5	-10	—	+2	0	+9	+17	+26	+34	+43
>>50 >>65 >>65 >>80		-7	-12	—	+2	0	+11	+20	+32	+41 +43	+53 +59
>>80 >>100 >>100 >>120		-9	-15	—	+3	0	+13	+23	+37	+51 +54	+71 +79
>>120 >>140 >>140 >>160 >>160 >>180		-11	-18	—	+3	0	+15	+27	+43	+63 +65 +68	+92 +100 +108
>>180 >>200 >>200 >>225 >>225 >>250		-13	-21	—	+4	0	+17	+31	+50	+77 +80 +84	+122 +130 +140
>>250 >>280 >>280 >>315		-16	-26	—	+4	0	+20	+34	+56	+94 +98	+158 +170
>>315 >>355 >>355 >>400		-18	-28	—	+4	0	+21	+37	+62	+108 +114	+100 +208
>>400 >>450 >>450 >>500		-20	-32	—	+5	0	+23	+40	+68	+126 +132	+232 +252

Продовження таблиці Б1

Номінальні розміри, мм	Літерне позначення основних відхилень								
	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc
	Нижнє відхилення еї, мкм (всі квалітети)								
До 3	-	+18	-	+20	-	+26	+32	+40	+60
Понад 3 до 6	-	+23	-	+28	-	+35	+42	+50	+80
>>6 >>10	-	+28	-	+34	-	+42	+52	+67	+97
>>10 >>14	-	+33	-	+40	-	+50	+64	+90	+130
>>14 >>18	-	+33	+39	+45	-	+60	+77	+108	+150
>>18 >>24	-	+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188
>>24 >>30	+41	+48	+55	+64	+75	+88	+118	+160	+218
>>30 >>40	+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274
>>40 >>50	+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242	+325
>>50 >>65	+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405
>>65 >>80	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480
>>80 >>100	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585
>>100 >>120	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690
>>120 >>140	+122	+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620	+800
>>140 >>160	+134	+199	+228	+280	+340	+415	+535	+700	+900
>>160 >>180	+146	+210	+252	+310	+380	+465	+600	+780	+1000
>>180 >>200	+166	+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880	+1150
>>200 >>225	+180	+258	+310	+385	+470	+575	+740	+960	+1250
>>225 >>250	+196	+284	+340	+425	+520	+640	+820	+1050	+1350
>>250 >>280	+218	+315	+385	+475	+580	+710	+920	+1200	+1550
>>280 >>315	+240	+350	+425	+525	+650	+790	+1000	+1300	+1700
>>315 >>355	+268	+390	+475	+590	+730	+900	+1150	+1500	+1900
>>355 >>400	+294	+435	+530	+660	+820	+1000	+1300	+1650	+2100
>>400 >>450	+330	+490	+595	+740	+920	+1100	+1450	+1850	+2400
>>450 >>500	+360	+540	+660	+820	+1000	+1250	+1600	+2100	+2600

Таблиця Б2 — Основні відхилення отворів для розмірів до 500 мм (ДСТУ ISO 286-1–2002)

Номінальні розміри, мм	Літерне позначення основних відхилень										
	A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H
	Нижнє відхилення EI, мкм (всі квалітети)										
До 3 Понад 3 до 6 >>6 >>10	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0
	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	
	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	
>>10 >>14 >>14 >>18	+290	+150	+95	—	+50	+32	—	+16	—	+6	0
>>18 >>24 >>24 >>30	+300	+160	+110	—	+65	+40	—	+20	—	+7	0
>>30 >>40 >>40 >>50	+310 +360	+170 +180	+120 +130	—	+80	+50	—	+25	—	+9	0
>>50 >>65 >>65 >>80	+340 +360	+190 +200	+140 +150	—	+100	+60	—	+30	—	+10	0
>>80 >>100 >>100 >>120	+380 +410	+220 +240	+170 +180	—	+120	+72	—	+36	—	+12	0
>>120 >>140 >>140 >>160 >>160 >>180	+460 +520 +580	+260 +280 +310	+200 +210 +230	—	+145	+85	—	+43	—	+14	0
>>180 >>200 >>200 >>225 >>225 >>250	+660 +740 +820	+340 +380 +420	+240 +260 +280	—	+170	+100	—	+50	—	+15	0
>>250 >>280 >>280 >>315	+920 +1050	+480 +540	+300 +330	—	+190	+110	—	+56	—	+17	0
>>315 >>355 >>355 >>400	+1200 +1350	+600 +680	+360 +400	—	+210	+125	—	+62	—	+18	0
>>400 >>450 >>450 >>500	+1500 +1650	+760 +840	+440 +480	—	+230	+135	—	+68	—	+20	0

Продовження таблиці Б2

Номінальні розміри, мм	Літерне позначення основних відхилень												
	Js	J			K		M		N		Від P до ZC	P	R
	Квалітети												
	всі	6	7	8	До 8	Більше 8	До 8	Більше 8	До 8	Більше 8	До 7	Більше 7	
Верхнє відхилення ES, мкм													
До 3	Верхнє відхилення дорівнюють $\pm IT/2$	+2	+4	+6	0	0	-2	-2	-4	-4	Відхилення, як для квалітетів більше 7, збільшене на Δ	-6	-10
Понад 3 до 6		+5	+6	+10	-1+ Δ	—	-4+ Δ	-4	-8+ Δ	0		-12	-15
>>6 >>10		+5	+8	+12	-1+ Δ	—	-6+ Δ	-6	-10+ Δ	0		-15	-19
>>10 >>18		+6	+10	+15	-1+ Δ	—	-7+ Δ	-7	-12+ Δ	0		-18	-23
>>18 >>30		+8	+12	+20	-2+ Δ	—	-8+ Δ	-8	-15+ Δ	0		-22	-28
>>30 >>50		+10	+14	+24	-2+ Δ	—	-9+ Δ	-9	-17+ Δ	0		-26	-34
>>50 >>65 >>65 >>80		+13	+18	+28	-2+ Δ	—	-11+ Δ	-11	-20+ Δ	0		-32	-41 -43
>>80 >>100 >>100 >>120		+16	+22	+34	-3+ Δ	—	-13+ Δ	-13	-23+ Δ	0		-37	-51 -54
>>120 >>140 >>140 >>160 >>160 >>180		+18	+26	+41	-3+ Δ	—	-15+ Δ	-15	-27+ Δ	0		-43	-63 -65 -68
>>180 >>200 >>200 >>225 >>225 >>250		+22	+30	+47	-4+ Δ	—	-17+ Δ	-17	-31+ Δ	0		-50	-77 -80 -84
>>250 >>280 >>280 >>315		+25	+36	+55	-4+ Δ	—	-20+ Δ	-20	-20+ Δ	0		-56	-94 -98
>>315 >>355 >>355 >>400		+29	+39	+60	-4+ Δ	—	-21+ Δ	-21	-37+ Δ	0		-62	-108 -114
>>400 >>450 >>450 >>500		+33	+43	+66	-5+ Δ	—	-23+ Δ	-23	+40+ Δ	0		-68	-126 -132

Продовження таблиці Б2

Номінальні розміри, мм	Літерне позначення основних відхилень										Δ					
	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC						
	Квалітети										Більше 7					
	Верхнє відхилення ES, мкм										3	4	5	6	7	8
До 3	-14	—	-18	—	-20	—	-26	-32	-40	-60	0					
Понад 3 до 6	-19	—	-23	—	-28	—	-35	-42	-50	-80	1	1,5	1	3	4	6
>>6 >>10	-23	—	-28	—	-34	—	-42	-52	-67	-97	1	1,5	2	3	6	7
>>10 >>14	-28	—	-33	—	-40	—	-50	-64	-90	-130	1	2	3	3	7	9
>>14 >>18				-39	-45		-60	-77	-108	-150						
>>18 >>24	-35	—	-41	-47	-54	-63	-73	-98	-136	-188	1,5	2	3	4	8	12
>>24 >>30	-35	-41	-48	-55	-64	-75	-88	-118	-160	-218						
>>30 >>40	-43	-48	-60	-68	-80	-94	-112	-148	-200	-274	1,5	3	4	5	9	14
>>40 >>50	-43	-54	-70	-81	-97	-114	-136	-180	-242	-325						
>>50 >>65	-53	-66	-87	-102	-122	-144	-172	-226	-300	-405	2	3	5	6	11	16
>>65 >>80	-59	-75	-102	-120	-146	-174	-210	-274	-360	-480						
>>80 >>100	-71	-91	-124	-146	-178	-214	-258	-335	-445	-585	2	4	5	7	13	19
>>100 >>120	-79	-104	-144	-172	-210	-254	-310	-400	-525	-690						
>>120 >>140	-92	-122	-170	-202	-248	-300	-365	-470	-620	-800	3	4	6	7	15	23
>>140 >>160	-100	-134	-190	-228	-280	-340	-415	-535	-700	-900						
>>160 >>180	-108	-146	-210	-252	-310	-380	-465	-600	-780	-1000	3	4	6	9	17	26
>>180 >>200	-122	-166	-236	-284	-350	-425	-520	-670	-880	-1150						
>>200 >>225	-130	-180	-258	-310	-385	-470	-575	-740	-960	-1250	3	4	6	9	17	26
>>225 >>250	-140	-196	-284	-340	-425	-520	-640	-820	-1050	-1350						
>>250 >>280	-158	-218	-315	-385	-475	-580	-710	-920	-1200	-1550	4	4	7	9	20	29
>>280 >>315	-170	-240	-350	-425	-525	-650	-790	-1000	-1300	-1700						
>>315 >>355	-190	-268	-390	-475	-590	-730	-900	-1150	-1500	-1900	4	5	7	11	21	32
>>355 >>400	-280	-294	-435	-530	-660	-820	-1000	-1300	-1650	-2100						
>>400 >>450	-232	-330	-490	-595	-740	-920	-1100	-1450	-1850	-2400	5	5	7	13	23	34
>>450 >>500	-252	-360	-540	-660	-820	-1000	-1250	-1600	-2100	-2600						