

ГЛАВА 2. ДОПУСКИ І ПОСАДКИ

2.1 Основні терміни і визначення

Основні визначення допусків і посадок встановлено стандартом.

При виготовленні або відновленні деталей доводиться мати справу з розмірами. **Розміром** називається числове значення лінійної величини в обраних одиницях вимірювання. Потрібно знати поняття, що стосуються розміру.

Номінальним називається розмір, який визначається функціональним призначенням деталі і є початком відліку відхилень. Номінальний розмір позначають на кресленнях деталей (D_n, d_n).

З'єднанням називається будь-яке рухоме чи нерухоме сполучення двох деталей, з яких одна повністю або частково заходить в іншу. У з'єднанні розрізняють охоплюючу і охоплену поверхні. Для циліндричних з'єднань охоплююча поверхня – отвір, охоплена – вал.

Номінальний розмір з'єднання – це спільний для з'єднувальних деталей розмір, який є початком відліку відхилень розмірів кожної деталі з'єднання (d_{nc}). Розмір, який встановлюється безпосереднім вимірюванням з допущеною похибкою, називається **дійсним розміром** (D_d, d_d).

Виготовляти деталі точного розміру дуже складно. Тому розміри деталей визначаються у встановлених межах. Розміри, між якими може бути дійсний розмір готової деталі, називають **граничними**.

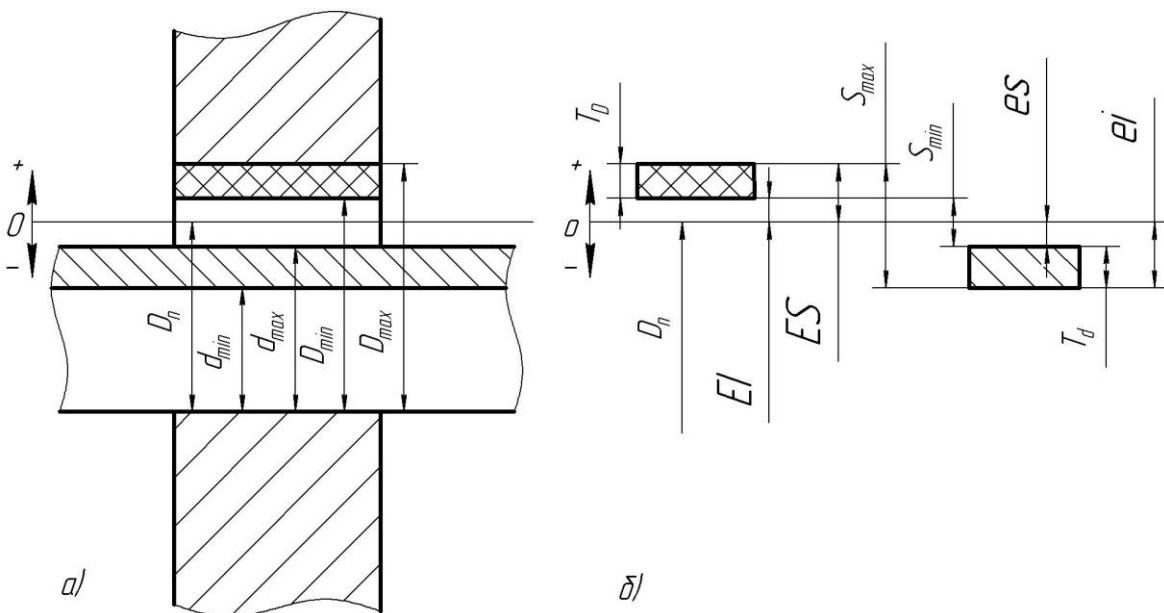


Рисунок 2.1

Графічне зображення з'єднуваних деталей (а) і схема розміщення полів допусків (б)

Відхилення розміру - це алгебраїчна різниця між дійсним (граничним) і

відповідним номінальним розміром. Відхилення бувають: позитивні, якщо розмір більший від номінального; негативні (від'ємні), якщо розмір менший від номінального і нульові, якщо розмір виготовленої деталі дорівнює номінальному. Лінію, яка на кресленні умовно позначає номінальне значення розміру, називають **нульовою**. Вгору від нульової лінії відкладають позитивні відхилення, вниз - негативні.

Граничне відхилення - це алгебраїчна різниця між граничним і номінальним розмірами.

Верхнє відхилення ES , es - це алгебраїчна різниця між найбільшим граничним і номінальним розмірами:

для отвору $ES = D_{max} - D_n$; для вала $es = d_{max} - d_n$

Нижнє відхилення EI , ei - це алгебраїчна різниця між найменшим граничним і номінальним розмірами:

для отвору $EI = D_{min} - D_n$; для вала $ei = d_{min} - d_n$.

Зони між верхнім і нижнім відхиленням називається **полем допуску**. Різниця між найбільшим і найменшим граничними розмірами (граничні відхилення) - це **допуск** розміру T :

для отвору $T_D = D_{max} - D_{min}$, для вала $T_d = d_{max} - d_{min}$.

або **допуск** - це абсолютна величина алгебраїчної різниці між верхнім ES (es) та нижнім EI (ei) відхиленнями отвору (вала):

$$T_D = ES - EI;$$

$$T_d = es - ei.$$

Допуск є мірою точності розміру, чим менший допуск, тим вищою має бути точність, і навпаки: низька точність характеризується більшим допуском. Допуск безпосередньо впливає на трудомісткість виготовлення і собівартості деталей (рис. 2.2)

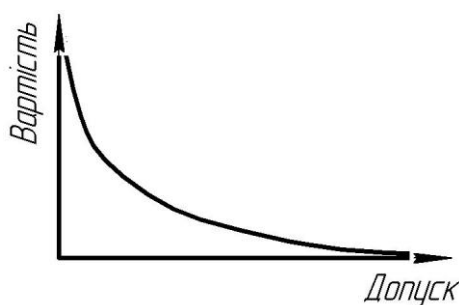


Рисунок 2.2
Залежність вартості від точності обробки

Від допуску значною мірою залежить вибір обладнання, засобів контролю, продуктивності обробки. Поле допуску поняття більш широке, ніж допуск; воно характеризується своєю величиною і розміщенням, відносно номінального розміру. При одному й тому самому допуску можуть бути різні за

розміщенням поля допусків.

2.2 Графічне зображення полів допусків

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

Зону (поле), обмежену верхніми та нижніми 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. Схеми розташування полів допусків для валів представлені на рис. 2.3, отворів – на рис. 2.4.

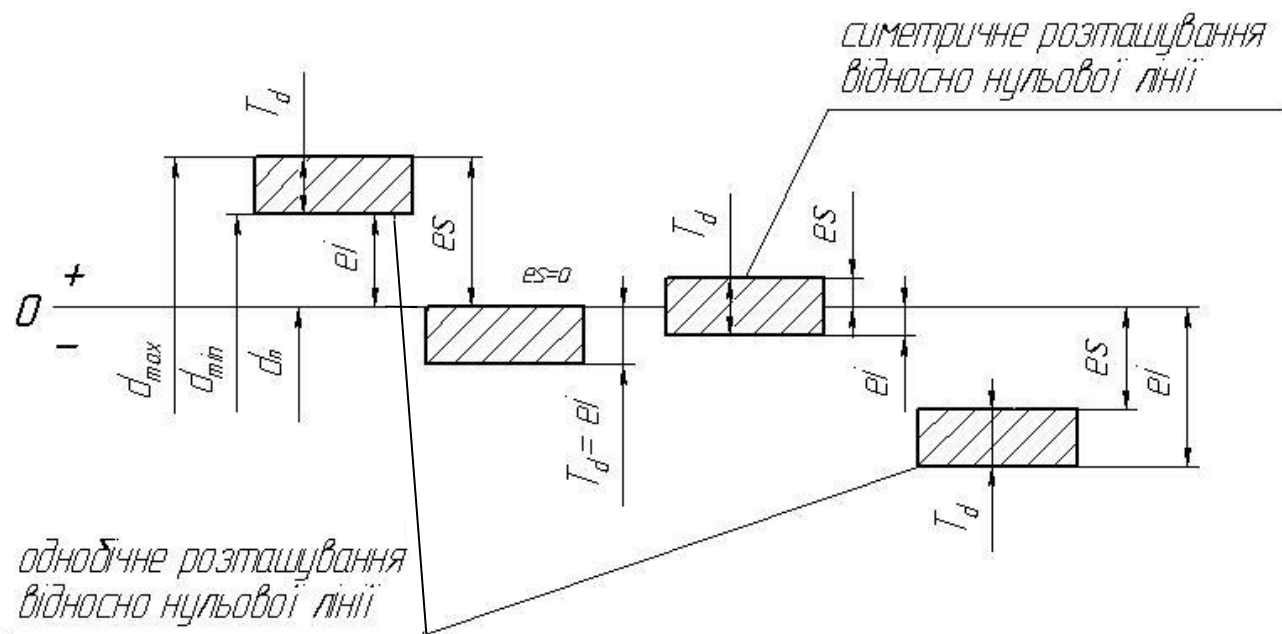


Рисунок 2.3

Схема розташування полів допусків вала $\varnothing d$

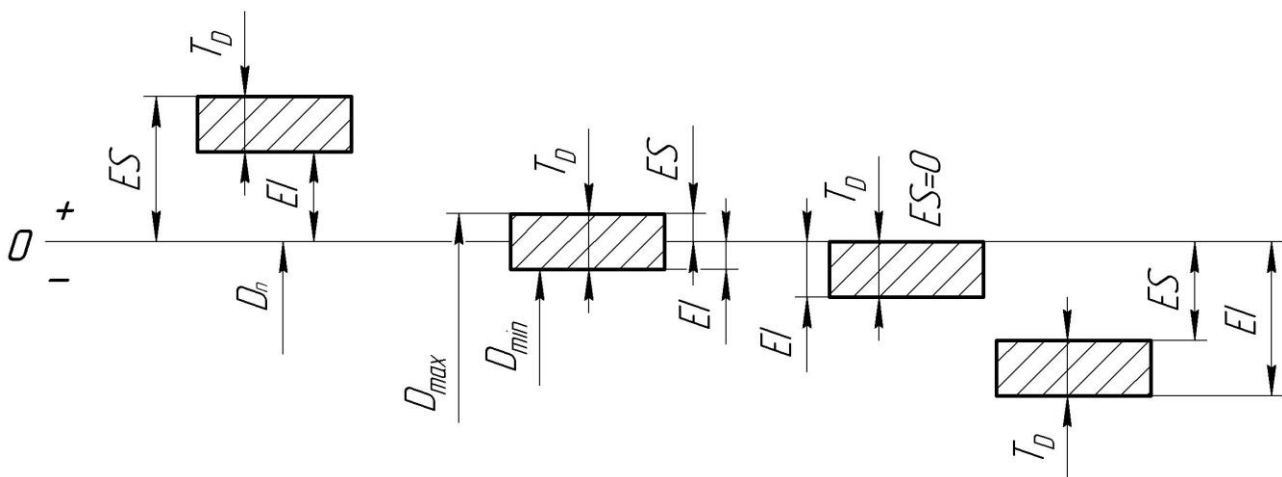


Рисунок 2.4

Схема розташування полів допусків отвору $\varnothing D$

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 вала розрізняють посадки з зазором, натягом та перехідні.

Зазор S - різниця розмірів отвору і вала, якщо розмір отвору більше розміру вала.

Натяг N – різниця розмірів вала і отвору до складання, якщо розмір вала більше розміру отвору.

Посадкою з зазором називається посадка, при якій забезпечується зазор у з'єднанні. В цій посадці поле допуску отвору T_D розміщене над полем допуску вала T_d (див. рис. 2.5).

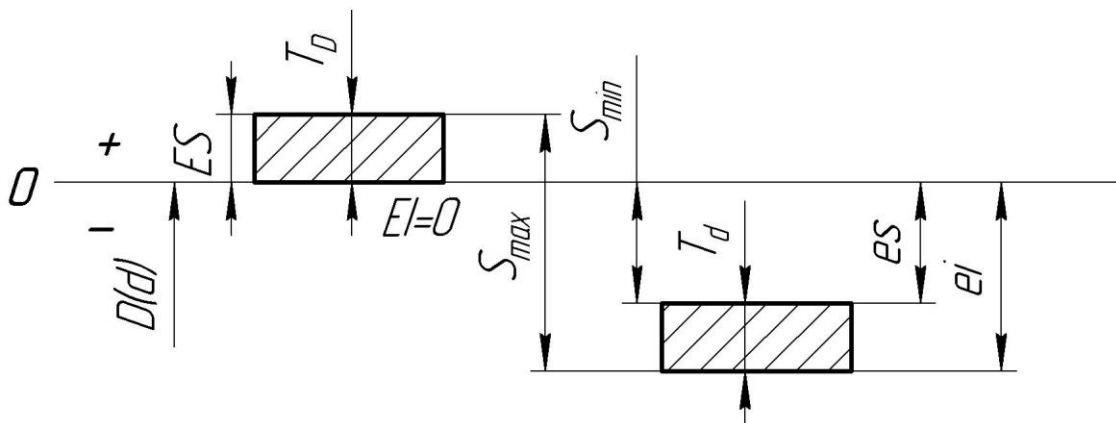


Рисунок 2.5

Схема розташування полів допусків посадок із зазором

На кресленнях з'єднання вала з отвором відхилення позначають рядом з номінальним розміром дробом, в чисельнику якого вказують граничні відхилення отвору, а в знаменнику граничні відхилення для вала, наприклад:

$$\varnothing 48 \left(\begin{array}{c} +0,016 \\ 0,000 \\ -0,025 \\ -0,064 \end{array} \right); \varnothing 50 \left(\begin{array}{c} +0,025 \\ -0,031 \\ -0,063 \end{array} \right).$$

Посадкою з натягом називається посадка, при якій забезпечується натяг у з'єднанні. При цьому поле допуску отвору розміщене під полем допуску вала (див. рис. 2.6).

Перехідна посадка – посадка, при якій можливе отримання як зазору S так і натягу N . В цьому випадку поля допусків отвору і вала перекриваються частково чи повністю (рис. 2.7).

Як видно з приведених схем, посадки характеризуються S_{min} , S_{max} , N_{min} , N_{max} .

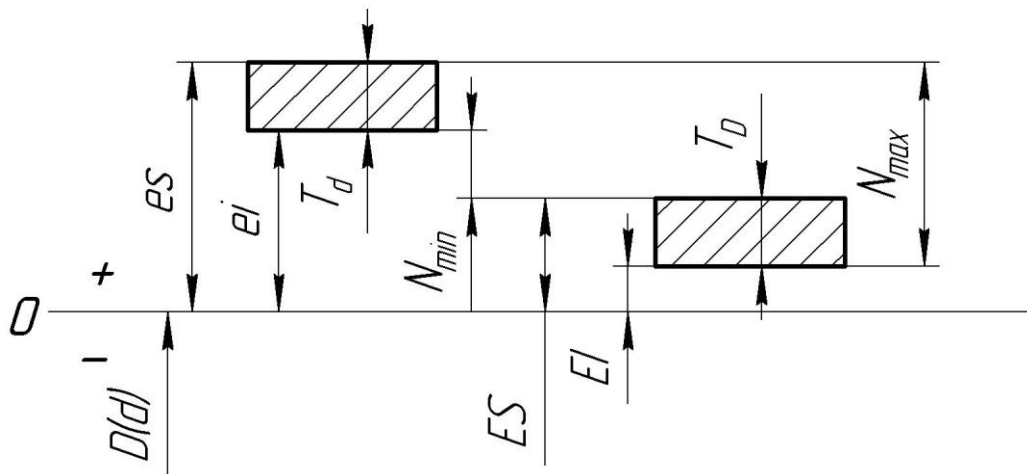


Рисунок 2.6

Схема розташування полів допусків посадок із натягом

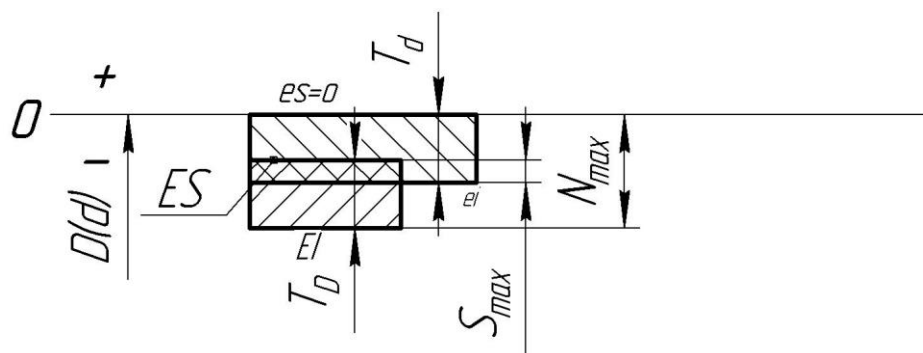


Рисунок 2.7

Схема розташування полів допусків перехідних посадок

Найбільший зазор S_{max} - це різниця між найбільшим граничним розміром отвору D_{max} та найменшим граничним розміром вала d_{min} :

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

або найбільший зазор – це алгебраїчна різниця між верхнім відхиленням отвору ES та нижнім відхиленням вала ei :

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

Найменший зазор S_{min} – це різниця між найменшим граничним розміром отвору D_{min} та найбільшим граничним розміром вала d_{max} .

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

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

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

$$T_s = S_{max} - S_{min},$$

або сума допусків отвору T_D і вала T_d :

$$T_s = T_D + T_d.$$

Середній зазор $S_c = S_m$ - це середнє арифметичне між найбільшим S_{max} та найменшим S_{min} зазорами:

$$S_c = 0,5(S_{max} + S_{min}).$$

Найбільший натяг N_{max} - це різниця між найбільшим граничним розміром вала d_{max} та найменшим граничним розміром отвору D_{min} :

$$N_{max} = d_{max} - D_{min},$$

або - алгебраїчна різниця між верхнім відхиленням вала es та нижнім відхиленням отвору EI :

$$N_{max} = es - EI.$$

Найменший натяг N_{min} :

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

$$N_{min} = ei - ES.$$

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

$$T_N = N_{max} - N_{min},$$

або сума допусків отвору T_D і вала T_d :

$$T_N = T_D + T_d.$$

Середній натяг $N_c = N_m$ – середнє арифметичне між найбільшим N_{max} та найменшим N_{min} натягами:

$$N_c = 0,5(N_{max} + N_{min}),$$

для перехідних посадок:

$$N_c = 0,5(N_{max} + S_{max})$$

$$- S_{max} = N_{min}.$$

Приклад 2.1. Визначити граничні розміри, допуски деталей, зазори в з'єднанні з посадкою із зазором

$$\varnothing 18 \left(\begin{array}{c} +0,027 \\ -0,016 \\ -0,034 \end{array} \right)$$

$$D_{max} = 18,000 + 0,027 = 18,027 \text{ мм}$$

$$D_{min} = 18 + 0 = 18 \text{ мм}$$

$$T_D = 18,027 - 18,000 = 0,027 \text{ мм}$$

$$d_{max} = 18,000 - 0,016 = 17,984 \text{ мм}$$

$$d_{min} = 18,000 - 0,034 = 17,966 \text{ мм}$$

$$T_d = 17,984 - 17,966 = 0,018 \text{ мм}$$

$$S_{max} = 18,027 - 17,966 = 0,061 \text{ мм}$$

$$S_{min} = 18,000 - 17,984 = 0,016 \text{ мм}$$

$$T_s = 0,061 - 0,016 = 0,045 \text{ мм}$$

$$T_s = 0,027 + 0,018 = 0,045 \text{ мм.}$$

Приклад 2.2. Визначити граничні розміри, допуски деталей, натяги у з'єднанні з посадкою із натягом:

$$\text{Ø}40\left(\begin{array}{c} +0,025 \\ +0,085 \\ +0,060 \end{array}\right).$$

$$D_{max} = 40,000 + 0,25 = 40,025 \text{ мм}$$

$$D_{min} = 40 + 0 = 40 \text{ мм}$$

$$T_D = 40,025 - 40,000 = 0,025 \text{ мм}$$

$$d_{max} = 40,000 + 0,085 = 40,085 \text{ мм}$$

$$d_{min} = 40,000 + 0,060 = 40,060 \text{ мм}$$

$$T_d = 40,085 - 40,060 = 0,025 \text{ мм}$$

$$N_{max} = 40,085 - 40,000 = 0,085 \text{ мм}$$

$$N_{min} = 40,060 - 40,025 = 0,035 \text{ мм}$$

$$T_N = 0,085 - 0,035 = 0,050 \text{ мм}$$

$$T_N = 0,025 + 0,025 = 0,050 \text{ мм}$$

2.3 Види з'єднань і посадок

Види з'єднань деталей машин дуже різноманітні, їх класифікують на групи залежно від форми сполучених поверхонь, характеру контакту і ступеню вільності взаємного переміщення деталей. За формою поверхонь розрізняють такі з'єднання:

- гладкі циліндричні і конічні;
- різьбові і гвинтові (циліндричні і конічні);
- зубчасті циліндричні, конічні, гвинтові, гепоїдні, черв'ячні та ін.;
- шліцьові, сферичні, плоскі.

За ступенем вільності взаємного переміщення деталей розрізняють такі з'єднання:

- рухомі, у яких під час роботи механізму одна з'єднана деталь переміщується відносно іншої в певних напрямках з гарантованим зазором;
- нерухомі нероз'ємні, у яких одна сполучна деталь є нерухомою відносно іншої протягом усього строку роботи з'єднання; такі з'єднання характеризуються гарантованим натягом і не підлягають розбиранню;
- нерухомі рознімні з'єднання, які відрізняються від попередніх тим, що їх можна розбирати під час регулювання і ремонту, ці з'єднання мають, як правило, перехідну посадку і характеризуються або невеликим зазором, або

натягом.

З'єднання відрізняються один від одного характером з'єднання, тобто посадкою. Бувають посадки із зазором, з натягом і перехідні.

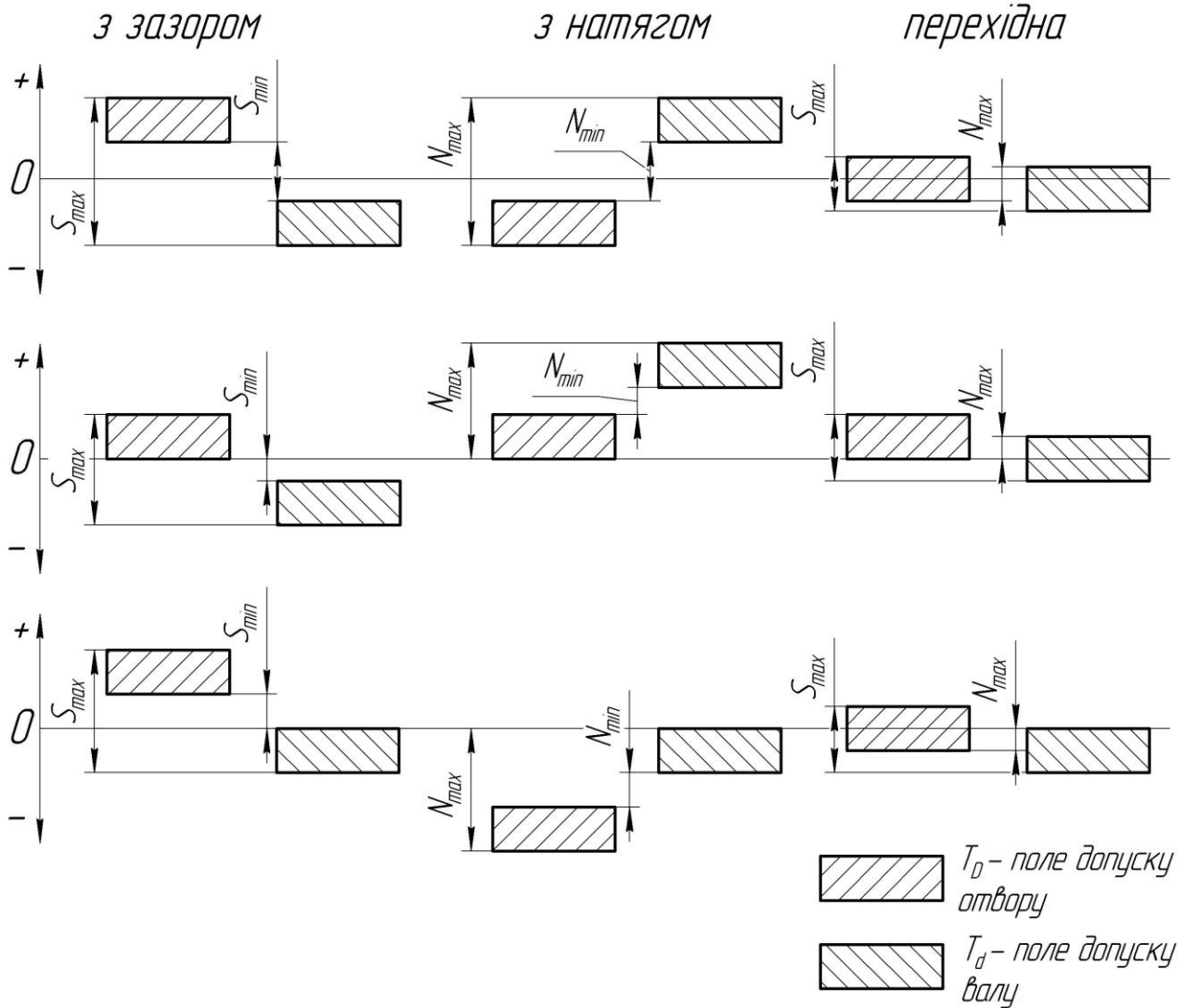


Рисунок 2.8

Розміщення полів допусків посадок з зазором, з натягом і перехідної посадки

2.4 Контрольні запитання

1. Дати визначення дійсного, номінального та граничного розміру.
2. Охарактеризуйте поняття «вал» і «отвір».
3. Дати визначення верхнього та нижнього відхилення отвору(вала).
4. Дати визначення «допуск розміру отвору (вала)».
5. Охарактеризуйте поняття посадки.
6. Дати визначення «зазору і натягу».
7. Дати визначення системи «вала», зобразити схеми полів допусків різних посадок в цій системі.

2.5 Теми для самостійного вивчення

1. Методи вибору допусків і посадок [29, С. 22 - 28].
2. ЄСДП, її склад, будова, зв'язок із системою ОСТ [5, С. 38 - 109].
3. Нанесення граничних відхилень розмірів на кресленнях [5, С.261-272].