

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ВНУТРІШНІХ СПРАВ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

**Циклова комісія природничих дисциплін**

## **ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

з навчальної дисципліни «Метрологія та стандартизація»  
обов'язкових компонент  
освітньо-професійної програми  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
**Аеронавігація**

**за темою - Поняття про розміри та відхилення. Допуск та поле допусків**

**Вінниця 2023**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 30.08.2023 № 7

**СХВАЛЕНО**

Методичною радою Кременчуцького  
льотного коледжу Харківського  
національного університету  
внутрішніх справ  
Протокол від 28.08.2023 № 1

**ПОГОДЖЕНО**

Секцією науково-методичної ради  
ХНУВС з технічних дисциплін  
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії природничих дисциплін, протокол від  
28.08.2023 № 1

**Розробник:** викладач циклової комісії природничих дисциплін, спеціаліст вищої  
категорії, викладач-методист Грибанова С.А.

**Рецензенти:**

1. Завідувач відділення фахової підготовки навчального відділу КЛК ХНУВС,  
старший викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної  
техніки КЛК ХНУВС, к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист  
Владов С.І
2. Доцент кафедри автомобілів і тракторів Кременчуцького національного  
університету імені Михайла Остроградського, к.т.н., доцент Черниш А.А

### План лекції:

1. Основні відхилення. Визначення з'єднань.

### Рекомендована література:

#### Основна

1. Бичківський Р.В., Столярчук П.Г., Гамула П.Р. Метрологія, стандартизація, управління якістю і сертифікація: Підруч. — Львів: Вид-во Нац. ун-ту "Львівська політехніка", 2004. — 500 с.
2. Кириченко Л. С, Мережко Н. В. Основи стандартизації, метрології та управління якістю: Навч. посіб. — К.: КНТЕУ, 2001. — 446 с.
3. Нефедов В.І. Метрологія та радіовиміри. Підручник, Київ: НАУ, 2004

#### Додаткова

4. Тарасова В.В. Метрологія, стандартизація і сертифікація, Підручник, Київ, 2006 р.
5. Про стандартизацію: Закон України//Урядовий кур'єр. — 20.06.2001 р.

### Текст лекції

#### 1. Основні відхилення. Визначення з'єднань. Сертифікація механічних з'єднань

Основне відхилення— один з двох граничних відхилів (верхній або нижній) поля допуску на розмір, найближчий до нульової лінії.

Верхній відхил ES, es — алгебрична різниця між найбільшим граничним і відповідним номінальним розмірами.

Нижній відхил EI, ei — алгебрична різниця між найменшим граничним і відповідним номінальним розмірами.

Нульова лінія — лінія, що відповідає номінальному розміру, від якої відкладаються відхилення розмірів у разі графічного зображення полів допусків та посадок. Якщо нульова лінія розташована горизонтально, то додатні відхилення відкладаються вгору від неї, а від'ємні — вниз.

#### Принципи утворення основних відхилів

У системі допусків і посадок для утворення полів допусків для кожного інтервалу номінальних розмірів встановлені ряди допусків з 20 квалітетів і по 28 основних відхилах полів допусків валів та отворів. Позначають основні відхилення однією або двома буквами латинського алфавіту — великими (A, B, C, CD, D ... ZC) для отворів і малими (a, b, c, cd, d ... zc) для валів.

Основні відхилення валів, які залежать від номінальних розмірів, залишаються сталими для всіх квалітетів, за винятком основних відхилів отворів J, K, M, N і валів j і k, які мають, при однакових номінальних розмірах, в різних квалітетах різні значення. У зв'язку з цим поля допусків з відхиленнями J, K, M, N, j, k розділені на частини і показані ступінчастими. За винятком JS і js, розташованих симетрично відносно нульової лінії, всі інші поля допусків обмежені горизонтальними лініями тільки з одного боку: з нижнього, в разі якщо поле допуску розташоване вище нульової лінії, або з верхнього при його

розташуванні нижче нульової лінії. Це пов'язано з тим, що при одному і тому ж номінальному розмірі для всіх квалітетів допуск має різні значення, а основні відхили не змінюються.

Поле допуску

Поле допуску позначається поєднанням букви (букв) основного відхилю і порядкового номера квалітету.

Наприклад: g6, js7, H7, H11.

Позначення поля поля вказується після номінального розміру елементу.

Наприклад: 40g6, 40H7, 40H11.

В обґрунтованих випадках допускається позначати поле допуску з основним відхилом H символом «+IT», з основним відхилом h — символом «— IT», з відхилами js' чи JS — символом « $\pm IT/2$ ».

Наприклад: +IT14, —IT14,  $\pm IT14/2$ .

В єдиній системі допусків і посадок введено поняття основного отвору і основного вала.

Основний отвір

Основний отвір — отвір, нижній відхил якого дорівнює нулю, тобто EI = 0 і позначається H.

У розмірів валів під посадки з зазором основним відхилом є верхній (es), позначається буквами a, b, c, d, e, f, g. Відхили валів під перехідні посадки позначаються буквами K, M, N. Крім того в перехідних посадках є симетричне поле допуску is. Цей відхил може застосовуватися не тільки в посадках, але і в тому випадку якщо хочуть отримати розмір найближчий до номінального. У розмірів валів під посадки з натягом основні відхили є нижніми і позначаються буквами p, r, s, t, u, x, z.

Основний вал

Основний вал — вал, верхній відхил якого дорівнює нулю, тобто es = 0 і позначається h.

Аналогічно системі отвору відхили отворів під посадки з зазором позначаються великими літерами A, B, C, D, E, F, G. Основним відхилом є нижнє. Основні відхили отворів в перехідних посадках позначається буквами K, M, N. Є симетричне поле допуску IS. Основні відхили отворів під посадки натягом позначаються буквами P, R, S, T, U, X, Z. Основний відхил верхній.

Другий граничний відхил обмежує поле допуску з іншого боку і визначається допуском квалітету. Додаючи до основного відхилю величину допуску, отримують другий відхил.

Система отвору характеризується тим, що в ній для всіх посадок одного і того ж самого ступеня точності (одного квалітету), віднесених до одного і того ж самого номінального розміру, граничні розміри отвору залишаються постійними. Здійснення різних посадок досягається шляхом відповідної зміни граничних розмірів вала. У системі отвору номінальний розмір є найменшим граничним розміром отвору (рис. 8.9, 8.10).

Отвір у цьому випадку називається основною деталлю системи, а вал - неосновною (посадочною) деталлю системи.

Отвір у системі отвору називається основним та позначається прописною літерою Н із цифровими номерами квалітету, наприклад d45H7 - основний отвір діаметром 45 мм 7-го квалітету.

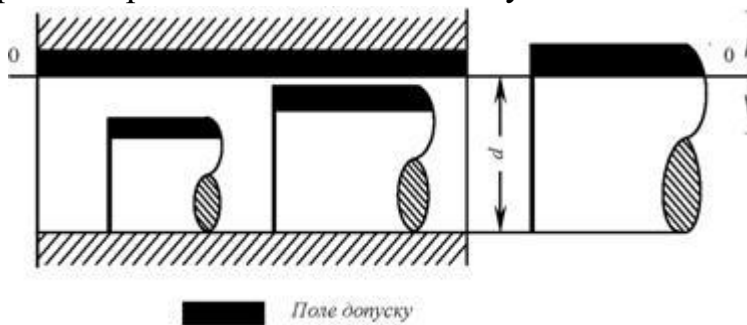


Рис. 8.9

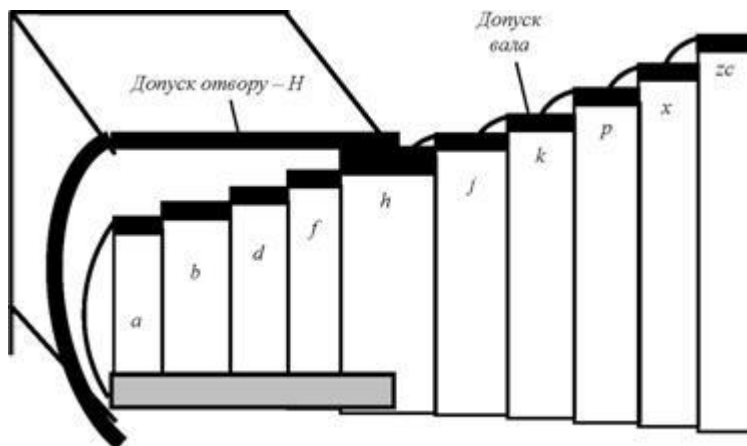


Рис. 8.10. Система отвору

Вали в системі отвору називають посадочними та позначають прописними літерами латинського алфавіту з цифровим номером квалітету. Наприклад, d45h6 - посадочний вал діаметром 45 мм посадки із зазором 6-го квалітету; d45p6 - посадка з натягом 6-го квалітету. Нижнє відхилення основного отвору EI у будь-якому квалітеті дорівнює нулю, а верхнє ES кількісно дорівнює допуску отвору зі знаком «плюс». Таке розміщення поля допуску основного отвору має назву одностороннього.

Наприклад: для отвору  $\varnothing 10^{+0,015}_{-0,015}$  мм:

- верхнє відхилення ES = + 15 мкм;
- нижнє відхилення EI = 0 мкм.

Допуск TS = 15 мкм.

На відміну від основного отвору, посадочні вали в системі отвору можуть мати граничні відхилення як зі знаком «+», так і зі знаком «-».

Наприклад: для вала  $\varnothing 10^{+0,010}_{-0,015}$  мм:

- верхнє відхилення es = + 10 мкм;
- нижнє відхилення ei = - 15 мкм.

Допуск Td = es - ei = +10 - (-15) = 25 мкм.

Система вала характеризується тим, що в ній для всіх посадок одного і того ж самого ступеня точності (одного квалітету), віднесених до одного і того ж самого номінального розміру, граничні розміри вала залишаються постійними. Здійснення різних посадок досягається шляхом відповідної зміни граничних розмірів отвору. В системі вала номінальний розмір є найбільшим граничним розміром вала (рис. 8.11).

Системою вала називається сукупність посадок, у якій для даного квалітету та інтервалу номінальних розмірів граничні розміри (відхилення) вала залишаються постійними, а різні посадки утворюються шляхом відповідного вимірювання граничних розмірів отвору.

Вал у цьому випадку називається основною деталлю системи, а отвір - неосновною (посадочною) деталлю.

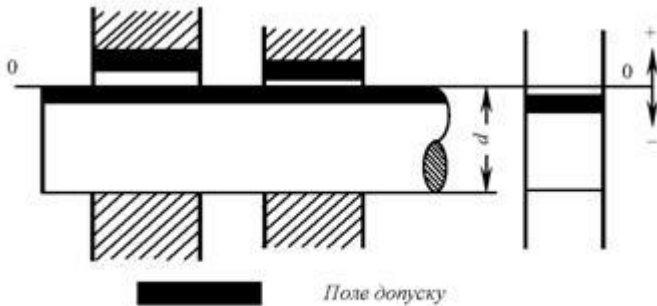


Рис. 8.11

Схему розташування основних відхилень показано на рис. 8.12.

Вал у системі вала називається основним та позначається малою літерою *h* із цифровими номерами квалітету, наприклад 045H7 - основний вал діаметром 45 мм 7-го квалітету.

Верхнє відхилення основного вала  $e_s$  у будь-якому квалітеті дорівнює нулю, а нижнє  $e_i$  кількісно дорівнює допуску вала зі знаком «плюс». Таке розміщення поля допуску основного вала має назву одностороннього.

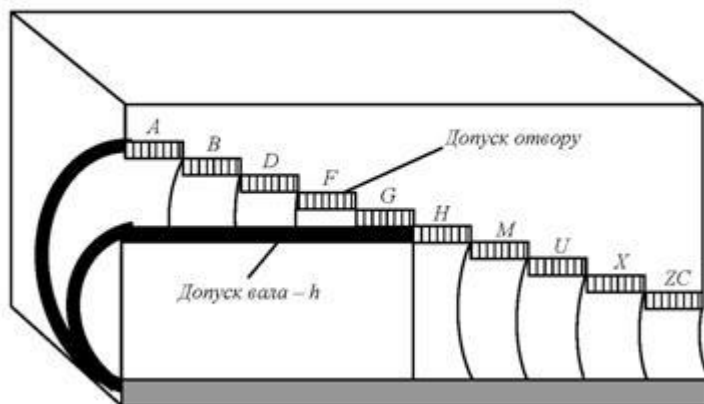


Рис. 8.12. Система вала

Наприклад: для вала  $\varnothing 10_{-0,015}^{+0,010}$ :

- верхнє відхилення  $e_s = 0$  мкм;
  - нижнє відхилення  $e_i = +15$  мкм.
- Допуск  $T_d = 15$  мкм.

Отвори в системі вала називають посадочними та позначають прописними літерами латинського алфавіту з цифровим номером квалітету. Наприклад, 045D6 - посадочний отвір діаметром 45 мм посадки з зазором 6-го квалітету; 045P6 - посадка з натягом 6-го квалітету.

На відміну від основного вала, посадочні отвори в системі вала можуть мати граничні відхилення як зі знаком «+», так і зі знаком «-».

Наприклад: для отвору  $\varnothing 10_{-0,015}^{+0,010}$ :

- верхнє відхилення  $ES = +10$  мкм;
  - нижнє відхилення  $EI = -15$  мкм.
- Допуск  $TD = ES - EI = +10 - (-15) = 25$  мкм.

Обидві системи є несиметричними граничними, тобто такими, у яких поля допусків основних деталей розташовані по одну сторону від нульової лінії: «у плюс» - для отвору в системі отвору і «в мінус» - для вала в системі вала (рис. S.9 і 8.11).

На підставі розмірів із відхиленнями легко можна визначити, за якою системою виконано посадку. Наприклад, якщо отвір має нижнє відхилення, що дорівнює нулю, тобто має тільки одне відхилення, а вал - нижнє і верхнє відхилення, то посадку виконано за системою отвору. Навпаки, якщо вал має тільки одне відхилення, а отвір - два відхилення, то це вказує на систему вала. Вибір тієї або іншої системи залежить від ряду обставин, оскільки кожна система вносить до конструкції, технології, інструменту й вимірювального інструменту свої особливості. Так для отворів невеликих і середніх діаметрів потрібен спеціальний ріжучий інструмент - свердло, зенкер, розгортка, протяжка, а для валів спеціалізований за розмірами інструмент не потрібний. Отже, інструмент при системі отвору значно компактніший і простіший. Граничні калібри для валів простіші і дешевші у виготовленні, ніж калібри для отворів; із цього приводу також вигідніша система отвору.

Більшість галузей нашої промисловості користується переважно системою отвору. Проте в деяких випадках система вала навіть необхідна. Наприклад, сполучення поршневого пальця з бобишками поршня (з натягом) і втулкою верхньої головки шатуна двигуна (з зазором) виконано за системою вала. Якщо в даному випадку застосувати систему отвору, то поршковий палець довелося б виготовити ступінчастим, але це ускладнило б його виготовлення й утруднило з'єднання його з поршнем і шатуном.

Систему вала доцільно застосовувати в конструкціях, у яких застосовуються цільнотягнуті вали без обробки різанням.

При монтажі підшипників кочення застосовуються обидві системи: система отвору для отвору підшипника і система вала для його зовнішньої поверхні. Пояснюється це тим, що всі типові конструкції підшипників встановлені загальносоюзними стандартами і виготовляються, як правило, на спеціальних заводах. Тому в цілях збереження їх взаємозамінності доцільніше здійснювати необхідні посадки з їх внутрішніми і зовнішніми кільцями шляхом обробки поверхонь деталей, що сполучаються з ними.