

**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 - Використання допусків і посадок для визначення граничних розмірів**

**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. Єдині принципи побудови системи допусків і посадок

### 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. Єдині принципи побудови системи допусків і посадок

Для забезпечення якості продукції, підвищення ефективності виробництва за рахунок уніфікації вимог до точності, збільшення масштабів випуску продукції і т. п. використовується обов'язкова система допусків і посадок, що охоплює всі розмірні параметри. Випускаються окремі стандарти на граничні відхилення і посадки різних видів з'єднань, але всі вони об'єднуються єдиними принципами побудови. Таких принципів можна виділити вісім.

Принцип застосування рядів переважних чисел полягає в тому, що числові ряди інтервалів розмірів, градацій точності та інших показників будуються по одному з основних або похідних рядів переважних чисел.

Принцип масштабних коефіцієнтів заснований на тому, що зміна величини допуску в залежності від розміру підпорядковується певній закономірності, яка описується деякою функцією розміру, званої одиницею допуску.

Принцип застосування коефіцієнтів точності полягає в тому, що числові значення допусків розмірів виходять множенням одиниці допуску (значення масштабного коефіцієнта при середньому в даному інтервалі значенні розміру) на певне число (коефіцієнт точності).

Принцип застосування спрощують способів побудови посадок полягає у використанні двох еквівалентних по простоті способів, при яких розташування поля допуску одного, званої основною деталлю, з двох деталей, що з'єднуються залишають незмінним, необхідну ж посадку забезпечують за рахунок змішування поля допуску сопрягаемой деталі, що забезпечує необхідний для посадки зазор або натяг.

Принцип економії матеріалу при встановленні поля допуску основної деталі полягає в розташуванні останнього "в тіло": поле допуску отвору розташовується вгору (у бік позитивних відхилень) при нижньому відхиленні  $E1 = 0$ , а валу - вниз (у бік негативних відхилень) при верхньому відхиленні  $eS$

= 0. Економія виходить в результаті того, що допустимі відхилення дійсних розмірів зменшують масу основної деталі.

Принцип уніфікації полів допусків передбачає виділення із загального числа стандартизованих полів допусків полів допусків переважного застосування.

Принцип фізично обґрунтованого зміни зазору в залежності від розміру з'єднання полягає в тому, що зазори і натяги змінюються в залежності від розміру з'єднання за законами, що відповідає фізичним умовам застосування посадок.

Принцип приведення норм точності до певного температурного режиму вказує на необхідність віднесення стандартизованих граничних відхилень розмірних параметрів до певної температури. Такою температурою є 293,15 К (+20°C) з міжнародної практичної температурної шкали.

**Основні норми взаємозамінності. єдина система полів допусків і посадок (ЕСДП).**

#### **Ознаки побудови системи допусків і посадок**

Єдина система допусків і посадок побудована на основі закономірностей, які відповідають викладеним вище принципам, і ці закономірності є її ознаками.

Система допусків і посадок - це сукупність рядів допусків і посадок, закономірно побудованих на основі досвіду, теоретичних та експериментальних досліджень і оформлених у вигляді стандарту. В даний час розроблені і діють системи допусків і посадок для типових видів сполучення: гладких, конічних, різьбових, шпонкових, шліцьових, зубчастих передач та ін.

Системи допусків і посадок полегшують призначення точностних параметрів деталей, обмежуючи промисловість мінімально необхідними, але не достатніми для реальних цілей можливостями вибору.

В даний час більшість країн світу застосовують системи допусків і посадок ISO (International Organisation for Standardisation), які створені для можливої уніфікації національних систем допусків і посадок.

У нашій країні перехід на єдину систему допусків і посадок і основні норми взаємозамінності, які базуються на стандартах і рекомендаціях ISO, почався з 1977 р. Такий перехід створює можливості для міжнародної спеціалізації і кооперування при виробництві деталей, складальних одиниць, технологічної оснастки, машин тощо; забезпечує підвищення конкурентоспроможності вітчизняної продукції на світовому ринку; забезпечує ефективність науково-технічного обміну між різними країнами та ін.

Допуски в будь-якій системі встановлюються для певного діапазону розмірів.

Перший ознака ЕСДП полягає в тому, що з метою спрощення таблиць допусків і посадок номінальні розміри розбиті на діапазони і інтервали.

Номінальні розміри, охоплювані ЕСДП, розбиті на наступні діапазони: менше 1 мм (ГОСТ 25347-82); від 1 до 500 мм (ГОСТ 25347-82); понад 500 до 3150 мм (ГОСТ 25347-82); понад 3150 до 10000 мм (ГОСТ 25348-82); понад

10000 до 40000 мм, що дозволяє врахувати особливості досягнення заданої точності різних розмірів при виготовленні.

Найбільш широко використовуваним діапазон розмірів від 1 до 500 мм.

Для побудови рядів допусків кожний з діапазонів, у свою чергу, розділений на декілька інтервалів. Це зроблено тому, що призначати допуск для кожного номінального розміру недоцільно. Таблиці допусків у цьому випадку вийшли б громіздкими, а самі допуски для суміжних розмірів відрізнялися б один від іншого незначно. У зв'язку з цим для всіх розмірів, які охоплюються інтервалом, призначається один і той же допуск.

Інтервали номінальних розмірів, прийняті в єдиній системі допусків і посадок (ЕСДП)\*, наведені в табл. 5.1.

Для розмірів до 500 мм встановлені проміжні інтервали для валів з основними відхиленнями від "я" до "о" і від "р" до "гс", для отворів з основними відхиленнями від "А" до "С" і від "Я" до "ЗС".

### 5.1. Інтервали розмірів в діапазоні до 3150 мм

Основные интервалы		Промежуточные интервалы		Основные интервалы		Промежуточные интервалы	
Снизу	До	Снизу	До	Снизу	До	Снизу	До
—	3	—	—	315	400	315 355	355 400
3	6	—	—	400	500	400 450	450 500
6	10	—	—	500	630	500 560	560 630
10	18	10 14	14 18	630	800	630 710	710 800
18	30	18 24	24 30	800	1000	800 900	900 1000
30	50	30 40	40 50	1000	1250	1000 1120	1120 1250
50	80	50 65	65 80	1250	1600	1250 1400	1400 1600
80	120	80 100	100 120	1600	2000	1600 1800	1800 2000
120	180	120 140 160	140 160 180	2000	2500	2000 2240	2240 2500
180	250	180 200 225	200 225 250	2500	3150	2500 2800	2800 3150
250	315	250 280	280 315	—	—	—	—

Для розмірів понад 500 до 3150 мм встановлені проміжні інтервали для валів з основними відхиленнями "з", "cd" і від "р" до "v", для отворів з основними відхиленнями "З", "CD" і від "А" до

Починаючи з 250 мм кордону основних інтервалів прийняті за нормальним лінійним розмірам ряду АМО. Проміжні інтервали введені для номінальних розмірів понад 10 мм і ділять основний інтервал на два або три подынтервала.

Діаметри по інтервалам розподілені таким чином, щоб допуски, підраховані за крайнім значенням у кожному інтервалі, відрізнялися від допусків, підрахованих за середнім значенням діаметра в тому ж інтервалі, не більш ніж на 5-8%.

Розрахунок допусків і граничних відхилень для кожного інтервалу номінальних розмірів проводиться за середнім геометричним  $D_{\text{ср}}$  граничних значень ( $D_{\text{лім}}^{\text{н}} \text{ і } D_{\text{лім}}^{\text{г}}$ )

$$D = \sqrt{D_{\text{ср}}^{\text{н}} D_{\text{ср}}^{\text{г}}}$$

Для інтервалу розмірів до 3 мм прийнято  $\sqrt[3]{\text{н}}/\sqrt[3]{\text{г}}$ .

Інтервал розмірів є відкритим з нижньої і закритим з верхньої межі, тобто ( $D_{\text{лім}}^{\text{н}}$ ,  $D_{\text{лім}}^{\text{г}}$ ).

Другий ознака ЕСДП полягає у прийнятій у відповідності з принципом масштабних коефіцієнтів одиниці допуску.

Для призначення допусків необхідно було встановити закономірність зміни допусків залежно від зміни номінального розміру. Тому для побудови системи допусків встановлюють одиницю допуску  $I$  (Одиниця допуску  $I$ ,  $I$  - множник у формулах допусків, який є функцією номінального розміру і службовець для визначення числового значення допуску. Для розмірів до 500 мм одиниця допуску позначається буквою  $I$ , а для номінальних розмірів понад 500 мм -  $I_m$ .) Одиниця допуску відображає вплив технологічних, конструктивних і метрологічних факторів і виражає залежність допуску від номінального розміру, обмежуваного допуском, і є мірою точності.

На основі численних досліджень похибки виготовлення деталей в залежності від номінального розміру встановлено, що в однакових технологічних умовах вона змінюється по наступному закону:

$$\Delta = C \sqrt[3]{D}$$

де  $I$  - змінюється від 2,5 до 3,5; коефіцієнт  $C$  для шліфованих валів близький до 0,005, а для отворів 0,008.

де  $O$  - середнє геометричне крайніх розмірів кожного інтервалу, мм.

Член 0,0010 у формулою (5.30) враховує похибки вимірювання.

На рис. 5.15 наведено графік залежності (5.30) для діапазону розмірів від 1 до 500 мм. На графіку покатані основні інтервали розмірів (позначені цифрами 4-13).

Третьою ознакою ЕСДП є градації точності (ряди точності). У кожному виробі деталі різного призначення виготовляють з різною точністю, в залежності від вимог, що пред'являються до них. Для нормування необхідної точності встановлені квалитети (ступеня точності).

Квалітет (ступінь точності) - сукупність допусків, що розглядаються як відповідні одного рівня точності для всіх номінальних розмірів. Для кожного квалитета існує закономірно побудований ряд полів допусків, в якому різні за величиною розміри мають одну і ту ж відносну точність, що визначається коефіцієнтом  $a$ .

Допуски деталей однакової точності містять рівне число одиниць допуску  $a$ .

Число квалитетів визначається потребою промисловості. В ЕСДП передбачено 20 квалитетів, які позначаються порядковими номерами, що зростають із збільшенням допуску: 01; 0; 1; 2; 3,16; 17; 18. Допуск позначається

літерами  $IT$  (International tolerance), за якими слідує номер квалитета, наприклад:  $IT7/12$ ;  $IT7/8$ ;  $IT7/0$ .

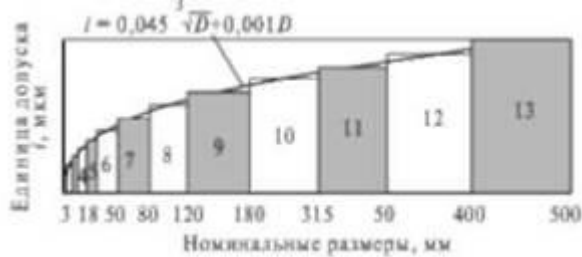
$$i = 0,45 \sqrt[3]{D} + 0,001 D,$$

$$I = 0,004 D + 2,1,$$

В ЕСДП для розмірів 1-500 мм одиниця допуску визначається за формулою

а для діапазону розмірів 500-10000 мм за формулою

Рис. 5.15. Графічна ілюстрація залежності одиниці допуску  $i$  від номінального розміру



Величину допуску для 5-17 квалитета (для будь-якого розміру) отримують множенням одиниці допуску  $i$  на певний, постійна для даного квалитета число одиниць допуску  $a$ , т. е.

$$IT = ai.$$

Число одиниць допуску  $a$  для різних квалітетів наведено в табл. 5.2.

**5.2. Число одиниць допуску в 5-17 квалитетах (для розмірів до 500 мм)**

Квалітет	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Кількість одиниць допуску, $a$	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600	2500

Для інших квалітетів допуски визначаються за спеціальними формулами.

Відзначимо, що починаючи з 6-го квалитета, кількість одиниць допуску  $a$  змінюється по геометричній прогресії зі знаменником ( $p = 1,6$  (ряд R5)). Це означає, що при переході від одного квалитета до іншого допуск зростає в 1,6 рази (на 60 %), а при переході на 5 квалітетів - допуск збільшується в 10 разів. Це правило можна використовувати і для отримання допусків грубіше  $IT8$ .

Квалітет визначає величину допуску на виготовлення, а отже, зумовлює методи і засоби виготовлення деталей машин.

По заданому допуску розміру можна визначити квалітет, з якого він виготовлений.

Приклад.

Нехай відомо, що номінальний розмір дорівнює 90 мм, а допуск дорівнює 220 мкм. Потрібно визначити квалітет, з якого виготовлений розмір.

Рішення. Попередньо визначимо одиницю допуску за формулою (5.3)  $i = 0,45 \sqrt[3]{D} + 0,001 D$ , де  $D = D_{\text{min}} \sim D_{\text{max}}$ . Розмір 90 потрапляє в інтервал 80-120 мм (див. табл. 5.1). Отже,  $D_{\text{min}} = 80$  мм, а  $D_{\text{max}} = 120$  мм. Тоді середнє значення інтервалу  $D = \frac{80 + 120}{2} = 98$  мм. Підставляючи  $D$  у формулу для визначення одиниці допуску, отримаємо

$i = 0,45 \sqrt[3]{98} + 0,001 \cdot 98 = 0,45 \cdot 4,64 + 0,098 = 2,17$  мкм. З формули (5.32) знаходимо значення кількості одиниць допуску  $a = \frac{IT}{i} = \frac{220}{2,17} \approx 101$ .

/ 2,17

За табл. 5.2 знаходимо, що розмір виготовлений з 11-го квалітету (табличне значення кількості одиниць допуску дорівнює 100).

Призначення необхідного квалітета є складною техніко-економічним завданням.

Четвертим ознакою ЕСДП служить засноване на принципі економії металу гранично однобічне розташування полів допусків основних деталей (рис. 5.16).



Рис. 5.16. Гранично однобічне розташування полів допусків основного отвори (H) і основного вала (h)

Основний отвір - отвір, нижнє відхилення якого дорівнює нулю, тобто  $E/ = 0$ .

Основний вал - вал, верхнє відхилення якого дорівнює нулю, тобто  $es = 0$ .

Основний отвір позначається буквою Я, а основний вал - Л.

Система ЕСДП є гранично односторонньою. Істотним наслідком прийнятого розташування полів допусків основної деталі є зниження маси виробів і економія металу на заготовках.

П'ятим ознакою ЕСДП є розташування полів допусків. Значення розміру певної точності характеризується величиною і розташуванням допуску щодо номінального розміру. В ЕСДП для вказівки положення поля допуску щодо номінального розміру нормовані величини основних відхилень, які позначаються латинськими літерами - великими для отвору

(Л, Я, С, СД £, ЕР, Д ГС, (7, Я, /(/\$), ЛГ, Л/Л/, Д Я, £ Т, /У, К У, Д гл, 2В, 2С)

і малими для валів

(а, />, с, са е, е/,&, g, ' т> р> Р> р> '> і> у\* # ^ & гс>-

Основне відхилення - одне з двох граничних відхилень (верхнє або нижнє), що визначає положення поля допуску щодо нульової лінії. Кожному з основних відхилень на рис. 5.17 відповідає певний рівень відносно нульової лінії, від якого починається поле допуску. Штрихуванням показано напрямки допуску, а друге граничне відхилення не вказано, так як воно залежить від поля допуску.

Основні відхилення стандартизовані, як правило, незалежно від допусків, а їх чисельні значення встановлені в залежності від інтервалу номінальних розмірів.

Для полів допусків, розташованих нижче нульової лінії, основним (найближчим) відхиленням є верхнє відхилення ( $es$  для вала або  $£5$  отвору). Для полів допусків, розта



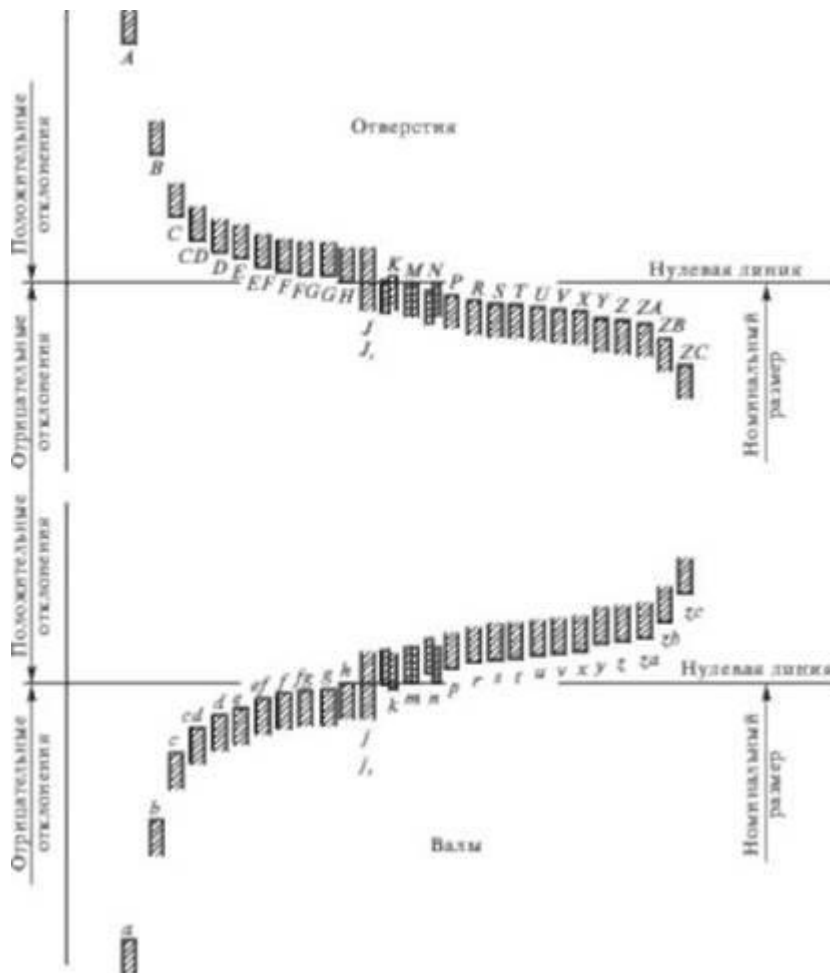


Рис. 5.17. Схема розташування та позначення основних відхилень (штрихуванням показано напрямки розташування поля допуску)

ваних вище нульової лінії, основним (найближчим) відхиленням є нижнє відхилення ( $e/$  для вала або  $£7$  для отвори).

Однакові набори основних відхилень валів і отворів забезпечують рівні можливості освіти полів допусків валів та отворів. Зазначимо, що на рис. 5.17 вказаний повний набір основних відхилень, який характеризує потенційні можливості системи.

Вихідними при побудові системи були прийняті основні відхилення валів, числові значення яких розраховані за формулами, наведеними в ГОСТ 25346-89.

Числові значення основних відхилень отворів розраховуються на основі верхнього відхилення  $їв$  або нижнього відхилення  $їв$  валу того ж позначення у відповідності з загальним та спеціальним правилами, які сформульовані на основі наступних положень: загальне правило - основне відхилення отвору повинно бути симетрично відносно нульової лінії основним відхиленням вала того ж буквенного позначення; спеціальне правило - основне відхилення отвору повинно бути таким, щоб дві відповідні один одному посадки в системі отвору і системи вала, в яких отвір даного квалитета з'єднується з валом найближчого більше

H1 P1 \_

точного квалитета, наприклад-7 - і-р, забезпечили ідентичні зазори

рв по  
або натяги.

Згідно із загальним правилом:

- для отворів з відхиленнями А - Н

$$EI = -es,$$

- для отворів з відхиленнями ДО - 2С

$$ES = -ei.$$

Це правило дійсне для всіх відхилень, за винятком: відхилень, на яке поширюється спеціальне правило; отворів від N9 до M6 для розмірів понад 3 до 500 мм, у яких основне відхилення дорівнює нулю.

Спеціальне правило дійсно для інтервалів розмірів понад 3 до 500 мм для отворів з основними відхиленнями У, До, Л/, N до 8-го квалитета включно; для отворів з основними відхиленнями від Рцо ZС до 7-го квалитета включно.

У відповідності зі спеціальним правилом основне відхилення отвору визначається за формулою

$$ES = -ei + \Delta,$$

де  $\Delta = IT_P - IT_{P-1}$  - різниця між допусками того квалитета, в якому утворюється поле допуску, і найближчого більш точного квалитета. На рис. 5.18 наведена ілюстрація до спеціальним правилом визначення основних відхилень отворів.

В ЕСДП поле допуску утворюється поєднанням основного відхилення і номери квалитета. Умовне позначення поля допуску складається з літери та числа. Наприклад, Л8 означає, що це поле допуску отвору (велика літера А), у якого нижнє відхилення позитивно (див. рис. 5.16), а величина допуску відповідає 8-му квалітету.

Поєднання Ю означає, що це поле допуску основного вала, верхнє відхилення якого дорівнює нулю, а величина допуску відповідає 7-му квалітету.

Якщо поле допуску розташовується нижче нульової лінії, то основним відхиленням є верхнє відхилення, а нижнє визначається за формулою

$$ei = es - IT,$$

$$EI = ES - IT.$$

При розташуванні поля допуску вище нульової лінії основним відхиленням є нижнє відхилення, а верхнє відхилення визначається за формулою

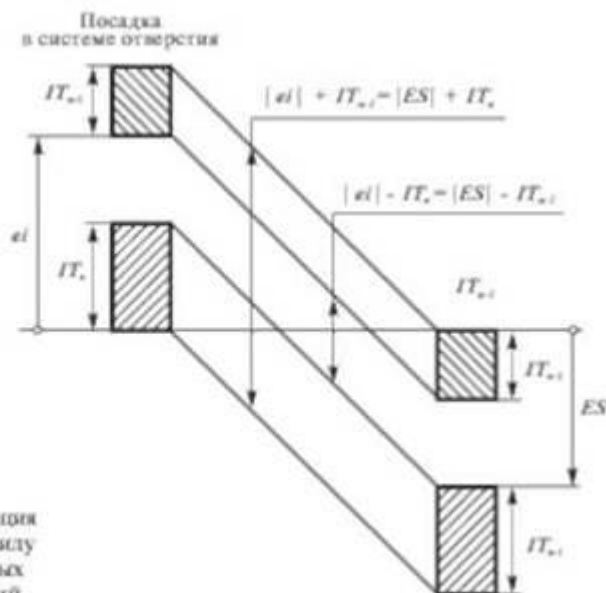


Рис. 5.18. Иллюстрация к специальному правилу определения основных отклонений отверстий

$$es = ei + IT,$$

$$ES = EI + IT.$$

В цих формулах /Р-допуск розміру, який не залежить від номера квалитета і номінального розміру і не залежить від основного відхилення.

В ЕСДП допускаються будь-які поєднання основних відхилень і квалитетів, що дозволяє отримати велику кількість різних полів допусків валів та отворів. Це значно перевищує потреби промисловості. У зв'язку з цим шляхом відбору була встановлена обмежена номенклатура полів допусків (ГОСТ 25347-82).

Поля допусків валів та отворів для номінальних розмірів від 1 до 500 мм наведені в табл. 5.3 і 5.4.

Шостою ознакою ЕСДП передбачені посадки в системі отвору і системи вала.

Посадки в системі отвору - посадки, в яких необхідні зазори і натяги утворюються поєднанням різних полів допусків валів з полем допуску основного отвору (рис. 5.19).

Посадки в системі вала - посадки, в яких необхідні зазори і натяги утворюються поєднанням різних полів допусків отвору з полем допуску основного вала (рис. 5.19).

Системи отвору і вала формально рівноправні. Однак система отвору є кращою. Вона більш економічна. Це обумовлено значно меншою номенклатурою інструментів для обробки. Різні вали в системі отвору можуть оброблятися різцем, тоді як для отримання в системі вала різноманітних посадок при певному розмірі сполучення потрібна велика кількість мірного інструменту (свердел, зенкерів, розгорток, протяжок).



Рис. 5.19. Схема розташування полів допусків отворів і валів в системі отвору і системи вала

### 5.3. Поля допусків валів при номінальних розмірах від 1 до 500 мм

Квалітет	Основні відхилення																			
	a	b	c	d	e	f	g	h	js	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	z
01								h01*	js01*											
0								h0*	js0*											
1								h1*	js1*											
2								h2*	js2*											
3								h3*	js3*											
4							g4	h4	js4	k4	m4	n4								
5							g5	h5	js5	k5	m5	n5	p5	r5	s5					
6						f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6				
7					e7	f7		h7	js7	k7	m7	n7			s7		u7			
8			c8	d8	e8	f8		h8	js8*								u8		x8	z8
9				d9	e9	f9		h9	js9*											
10				d10				h10	js10*											
11	a11	b11	c11	d11				h11	js11*											
12		b12						h12	js12*											
13								h13*	js13*											
14								h14*	js14*											
15								h15*	js15*											
16								h16*	js16*											
17								h17*	js17*											
18								h18*	js18*											

Примечание. Поля допусков, обозначение которых отмечено \*, как правило, не предназначены для посадок.

### 5.4. Поля допусків отворів при номінальних розмірах від 1 до 500 мм

Квалітет	Основные отклонения																			
	A	B	C	D	E	F	G	H	JS	K	M	N	P	R	S	T	U	V	X	Y
<b>01</b>								<b>H01*</b>	<b>JS01*</b>											
<b>0</b>								<b>H0*</b>	<b>JS0*</b>											
<b>1</b>								<b>H1*</b>	<b>JS1*</b>											
<b>2</b>								<b>H2*</b>	<b>JS2*</b>											
<b>3</b>								<b>H3*</b>	<b>JS3*</b>											
<b>4</b>							<b>G4</b>	<b>H4</b>	<b>JS4</b>											
<b>5</b>							<b>G5</b>	<b>H5</b>	<b>JS5</b>	<b>K5</b>	<b>M5</b>	<b>N5</b>								
<b>6</b>							<b>G6</b>	<b>H6</b>	<b>JS6</b>	<b>K6</b>	<b>M6</b>	<b>N6</b>	<b>P6</b>							
<b>7</b>					<b>E7</b>	<b>F7</b>		<b>H7</b>	<b>JS7</b>	<b>K7</b>	<b>M7</b>	<b>N7</b>			<b>S7</b>		<b>U7</b>			
<b>8</b>				<b>D8</b>	<b>E8</b>	<b>F8</b>		<b>H8</b>	<b>JS8*</b>	<b>K8</b>	<b>M8</b>	<b>N8</b>					<b>U8</b>		<b>X8</b>	
<b>9</b>				<b>D9</b>	<b>E9</b>	<b>F9</b>		<b>H9</b>	<b>JS9*</b>											
<b>10</b>				<b>D10</b>				<b>H10</b>	<b>JS10*</b>											
<b>11</b>	<b>A11</b>	<b>B11</b>	<b>C11</b>	<b>D11</b>				<b>H11</b>	<b>JS11*</b>											
<b>12</b>		<b>B12</b>						<b>H12</b>	<b>JS12*</b>											
<b>13</b>								<b>H13*</b>	<b>JS13*</b>											
<b>14</b>								<b>H14*</b>	<b>JS14*</b>											
<b>15</b>								<b>H15*</b>	<b>JS15*</b>											
<b>16</b>								<b>H16*</b>	<b>JS16*</b>											
<b>17</b>								<b>H17*</b>	<b>JS17*</b>											
<b>18</b>								<b>H18*</b>	<b>JS18*</b>											

Примечание. Поля допусков, обозначение которых отмечено \*, как правило, не предназначены для посадок.

Позначення кращих полів допусків виділені жирним шрифтом.

Однак у деяких випадках система вала більш краща. Такі випадки досить обмежені, і критерієм для їх використання найчастіше є економічні міркування.

Зокрема, система вала застосовується:

- коли на вал одного діаметра необхідно встановити декілька отворів з різним видом посадок;

- при використанні стандартних вузлів і деталей, виготовлених у певних системах, наприклад зовнішній діаметр підшипників кочення виготовляється по системі вала, оскільки цей вузол випускається в продаж і заздалегідь відомо, за якою посадці буде встановлений підшипник в механізм. Якщо б робити зовнішній діаметр підшипника в системі отвору, то потрібно було б значно розширити номенклатуру, а обробляти підшипник по зовнішньому діаметру недоцільно;

- при виготовленні валів з каліброваного матеріалу ("сріблянка"). Цей матеріал являє собою добре оброблений вал, і для багатьох галузей промисловості його можна використовувати без обробки, приймаючи його за основний вал, а обробляти тільки отвори для отримання необхідної посадки;

- коли по міцності міркувань небажано робити ступінчастий вал для уникнення концентрації напружень в місці переходу з одного діаметра на інший, тоді роблять вали постійного діаметра;

- з технологічних міркувань, коли, наприклад, при ремонті є готовий вал і під нього робиться отвір.

При використанні високопродуктивного обладнання, наприклад бесцентрово-шліфувальних верстатів, вартість виготовлення вала виявляється невеликий, і в ряді випадків економічно доцільно застосовувати систему вала

при виготовленні на таких верстатах. Наведені приклади є приватними випадками використання системи вала. У переважній більшості застосовується система отворів.

Основні відхилення валів від а до А і отворів від А до Н використовуються для утворення полів допусків, призначених для посадок з зазором відповідно в системі отвору і системи вала.

У перехідних посадках використовуються найчастіше основні відхилення отуу до п валів, від /Здо /Уу отворів.

Для полів допусків з використанням літер № і/V можна сказати, що у них середнє відхилення (а не основне) дорівнює нулю. Основні відхилення У і аналогічні багато в чому відхилень у'л і № і відрізняються тим, що поля допусків з цією буквою не мають строго симетричного розташування.

Основні відхилення валів від р до гс і отворів від Р до 2С використовуються в основному для утворення полів допусків для посадок з натягом. В табл. 5.5 наведено рекомендовані до застосування посадки в системі отвору (69 посадок), а в табл. 5.6 - в системі вала (61 посадка).

У практичній діяльності використовується значно менша кількість посадок. Кількість посадок переважного застосування у системі отвори для розмірів від І до 500 мм (табл. 5.5 виділені жирним шрифтом) дорівнює 17, а в системі вала (табл. 5.6) - 10.

Сьомим ознакою ЕСДП служить температурний режим. В залежності від температури, яку має виготовлена деталь, її розміри будуть різні. Тому встановлено, що стандартні допуски і посадки відносяться до деталей, розміри яких визначені при нормальній температурі 20°C. Така температура прийнята близької до температури робочих приміщень машинобудівних заводів. Атестація вимірювальних засобів, а також точні вимірювання необхідно виконувати при нормальній температурі.

Для точних вимірювань часто виділяють спеціальні приміщення, в яких температура підтримується в межах одного градуса в будь-який час року. Нерівномірність температурного поля в приміщенні, різниця коефіцієнтів лінійного розширення контрольованих виробів і вимірювальних засобів є причинами температурних похибок.

Похибка вимірювання, викликана відхиленнями від нормальної температури і різниці коефіцієнтів лінійного розширення деталі і вимірювального засобу, можна визначити за формулою

$$\Delta l = l(a_1 \Delta t_1 - a_2 \Delta t_2),$$

де  $l$  - вимірюваний розмір, мм;  $a_1$  і  $a_2$  - коефіцієнти лінійного розширення матеріалів деталей і вимірювального засобу;  $\Delta t_1$  і  $\Delta t_2$  - різниця між температурою відповідно деталі і вимірювального засобу і нормальною температурою, тобто  $\Delta t_1 = t_1 - 20^\circ\text{C}$  і  $\Delta t_2 = t_2 - 20^\circ\text{C}$ . Підраховану таким чином похибку можна внести в якості поправки до результату вимірювання, взявши її з оберненим знаком.

Температурні похибки можуть досягати значної величини. Наприклад, при контролі розміру 250 мм виробу, виготовленого із сталі 30ХГСА (коефіцієнт лінійного розширення

$a=2- \sim^*, -1-)$ , гладким калібром, виготовленого з хромистої сталі 3

### 5.5. Рекомендовані посадки в системі отвору при номінальних розмірах від 1 до 500 мм

Полюс основ- ного отвер- стия	Основные отклонения отверстий																			
	a	b	c	d	e	f	g	h	js	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	
	Посадки																			
H 5							JS5/j4	JS5/h4	JS5/js4	JS5/k4	JS5/m4	JS5/n4								
H 6						JS6/j6	JS6/js5	JS6/h5	JS6/js5	JS6/k5	JS6/m5	JS6/n5	JS6/p5	JS6/r5	JS6/s5					
H 7			JS7/js	JS7/d6	JS7/e7 JS7/d6	JS7/f7	JS7/g6	JS7/h6	JS7/js6	JS7/k6	JS7/m6	JS7/n6	JS7/p6	JS7/r6	JS7/s6 JS7/s7	JS7/t6	JS7/u6	JS7/v6	JS7/x6	
H 8			JS8/js	JS8/d6	JS8/e6 JS8/d6	JS8/f7 JS8/e6	JS8/g7 JS8/f6	JS8/h7 JS8/g6	JS8/js7 JS8/h6	JS8/k7 JS8/j6	JS8/m7 JS8/n6	JS8/n7 JS8/m6			JS8/v7		JS8/u6	JS8/t6	JS8/s6	JS8/r6
H 9				JS9/d6	JS9/e6 JS9/d6	JS9/f6 JS9/e6	JS9/g6 JS9/f6	JS9/h6 JS9/g6												
H 10				H10/d10				H10/h9 H10/k10												
H 11	H11/a11	H11/b11	H11/c11	H11/d11				H11/h11												
H 12		H12/b12						H12/h12												

### 5.6. Рекомендовані посадки в системі вала при номінальних розмірах від 1 до 500 мм

Полу- допуска основ- ного вала	Основные отклонения отверстий																			
	A	B	C	D	E	F	G	H	JS	K	M	N	P	R	S	T	U	V	X	Y
	Посадки																			
h 4							G5/h4	H5/h4	JS5/h4	K5/h4	MS/h4	N5/h4								
h 5						F7/h5	G6/h5	H6/h5	JS6/h5	K6/h5	M6/h5	N6/h5	P6/h5							
h 6				D8/h6	E8/h6	F7/h6 F8/h6	G7/h6	H7/h6	JS7/h6	K7/h6	M7/h6	N7/h6	P7/h6	R7/h6	S7/h6	T7/h6	U8			
h 7				D8/h7	E8/h7	F8/h7		H8/h7	JS8/h7	K8/h7	M8/h7	N8/h7								
h 8				D8/h8	E8/h8	F8/h8		H8/h8												
h 9				D9/h9	E9/h9	F9/h9		H9/h9												
h 10				D10/h10				H10/h10												
h 11	A11/h11	B11/h11	C11/h11	D11/h11				H11/h11												
h 12		B12/h12																		

( $a=2J10^{*}>-1-$ ) при температурі виробу 24 °C і температурі калібру 18°3, будемо мати похибку

$$D/250 < 1210^{64-210-6-2} \wedge 0,011 \text{ мм} = 11 \text{ мкм.}$$

Похибка вимірювання може виникнути також і від місцевого нагріву, наприклад під дією тепла рук контролера.

Для збільшення точності вимірювань необхідно застосовувати теплову ізоляцію (термоізоляційні накладки і ручки у скоб) або термоізоляційні рукавички для контролерів.

Ще одним із способів усунення температурної похибки від різниці температур деталі і вимірювального засобу є вирівнювання температур. Для цього перевіряемую деталь і вимірювальний засіб витримують в однакових умовах протягом певного часу, яку можна визначити за формулою [16]

$$\tau = \frac{k\gamma V \lg\left(\frac{\Delta T}{\Delta t}\right)}{F},$$

де  $k$  - коефіцієнт, залежний від умов охолодження; при охолодженні в емульсії  $k = 1,75$ , при охолодженні на чавунній плиті  $k = 6$ , при охолодженні на повітрі  $k = 30$ ;  $\gamma$  - щільність матеріалу деталі, кг/м<sup>3</sup>;  $T_1$  - площа поверхні деталі, м<sup>2</sup>;  $T$  - початкова різниця температур;  $t$  - кінцева різниця температур.

Температури виробу і вимірювального засобу вирівнюються через досить великий проміжок часу