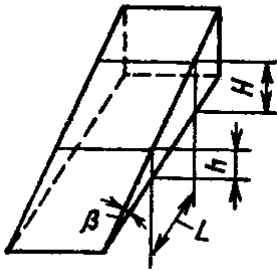


Система допусків на кутові розміри та посадки конічних з'єднань

1. Допуски на кутові розміри



Допуск на кутові розміри визначають положення площин, осей, ліній, центрів отворів і т.д. Кутові розміри бувають незалежні і залежні. Незалежні кути не пов'язані з іншими параметрами проєктованих виробів, і їх розміри назначають за ГОСТ 8908 – 81, у якому встановлені три ряди нормальних кутів (перший ряд переважає другий, а другий — третій). Крім того, для призматичних деталей встановлений ряд із шести ухилів $S = (H-h)/L = \text{tg}\beta$

Залежні кутові розміри визначаються основними параметрами виробів, до яких вони відносяться. Їх назначають за нормами, встановленими для цих виробів. Наприклад, кут λ підйому гвинтової лінії черв'яка залежить від кроку P і дільного діаметра черв'яка d ; кути конусів інструментів визначаються конусністю. Для допусків кутових розмірів та кутів конусів загального призначення у машино- та приладобудуванні ГОСТ 8908 – 81 установлює 17 ступенів точності - 1; 2; ...; 16; 17 (у порядку зменшення точності). Точність виготовлення і виміру кутів визначається не самим кутом, а завдовжки L_1 і L , що утворюють кут сторін. З зменшенням довжин сторін зростають технологічні труднощі виготовлення і виміру кутів з високою точністю. Таким чином, допуски одного і того ж ступеня точності залежать тільки від довжини сторін кутів. Стандарт установлює допуски кутових розмірів з меншою стороною довжини кута до 2500 мм. Весь діапазон довжин розбитий на 13 інтервалів.

Допуск кута дорівнює різниці між найбільшим α_{\max} і найменшим α_{\min} граничними кутами, і в загальному випадку до позначення допуску кута входить ступінь точності АТ5, АТ10 і т.д. У ГОСТ 8908 - 81 прийняті наступні способи вираження і позначення допусків кутів:

AT_α — **допуск у кутових одиницях** — у мікрорадіанах — вихідний відправний для визначення допусків через інші параметри; у стандарті наведені значення допусків, переведені з мікрорадіан у градуси, хвилини чи секунди (позначені також AT_α);

AT_α — **округлене значення допуску кута** AT_α у градусах (хвилинах, секундах), застосовуване для позначення граничних відхилень на кресленнях ГОСТ 8908-81;

AT_h — **допуск кута, виражений відрізками** ab , перпендикулярними до сторони кута α_{\max} і розташованими напроти вершини кута $AT_\alpha/2$ на заданій відстані L_1 . З урахуванням малості кута AT_α відрізок ab можна вважати рівним довжині дуги, що стягає сторони кута $AT_\alpha/2$ на відстанях L_1 . Відрізок ab позначимо

$$AT_h/2. \text{ З трикутника } Oab \text{ } AT_h = AT_\alpha L_1 \cdot 10^{-3} \text{ (} AT_h \text{ у мкм; } AT_\alpha \text{ у мкрад; } L_1 \text{ у мм);}$$

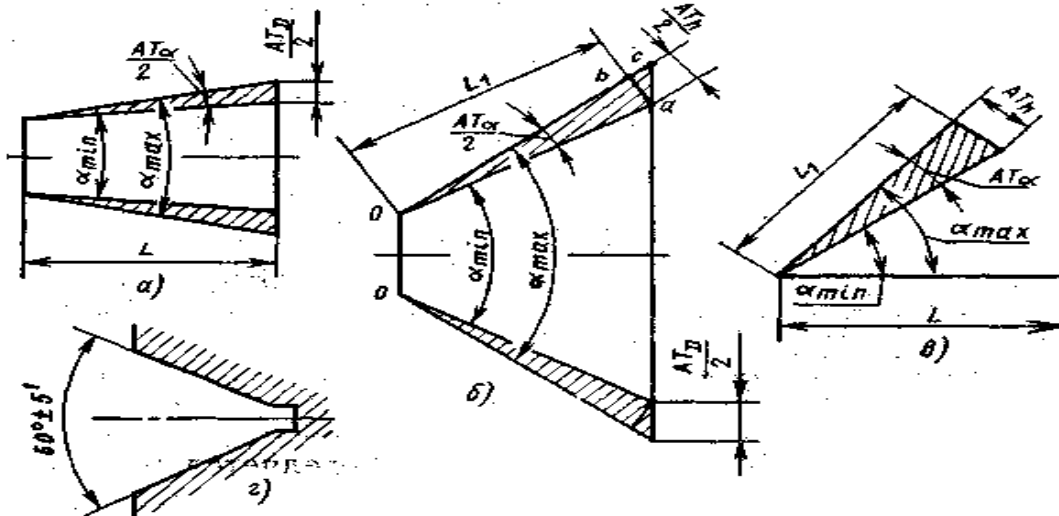


Рис. 1

AT_D — **допуск кута конуса, виражений допуском на різницю діаметрів** у перетині, що розташований на заданій довжині конуса L . Допуск AT_D , вимірюваний перпендикулярно до осі конуса, дорівнює різниці граничних значень діаметрів конуса в даному перетині. З трикутника

вас $AT = AT_n : \cos \alpha/2$ (де $\alpha/2 \approx < \text{вас}$). Допуск AT застосовують при перевірці діаметрів конусів у заданих перетинах.

Допуски кутів з конусністю не більше 1:3 слід назначати за номінальною довжиною конуса L , а за більшої конусності — за довжиною утворюючого конуса L_1 .

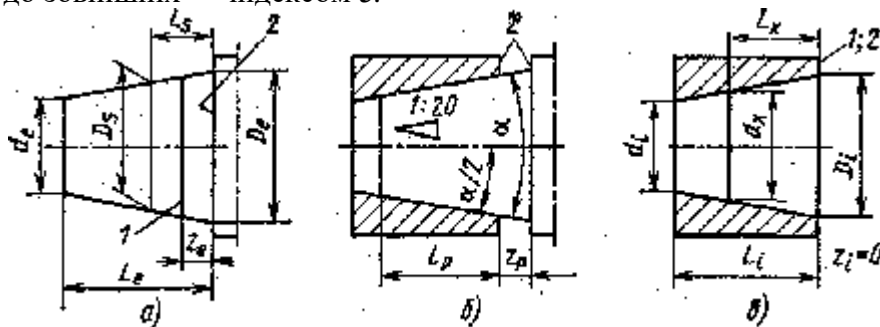
Для кутових розмірів допуски вибирають на меншій стороні кута L_1 . При одному ступені точності зі збільшенням тривалості L допуски у кутових одиницях зменшуються, допуски у лінійних одиницях збільшуються. Допуски кутів можуть бути розташовані щодо номінальних кутів плюс, мінус і симетрично. В обґрунтованих випадках допускаються інші способи розміщення допусків.

Ступені точності орієнтовно мають наступні призначення: 1 - 6 - для кутових мір, кутових розмірів калібрів, особливо точних та герметичних з'єднань; 7 - для деталей високої точності, що вимагають гарного центрування (інструментальних конусів, конусних з'єднань зубчастих коліс з валами в передачах високої точності); 8 - 9 - для деталей високої точності, що передають конусними з'єднаннями великі крутячі моменти (конічних фрикційних муфт); 10 - 12 - для деталей нормальної точності (центрів та центрових відвірів); 13 - 15 - для деталей зниженої точності (конічних отворів під конічні голівки болтів та ін.); 16, 17 - для обмеження відхилень вільних кутових розмірів. Технологія обробки конусів і призм повинна відповідати наміченому ступеню точності.

2. Конічні з'єднання (застосування й основні параметри)

Конічні з'єднання широко застосовують у машинах, приладах, апаратах, трубопроводах. На якість конічних з'єднань впливають погрішності кутів і відхилення форми поверхонь, що сполучаються. Для підвищення точності центрування, навантажувальної здатності, зносостійкості і герметичності з'єднань необхідно забезпечувати рівномірний контакт поверхонь, що сполучаються. Найкращий контакт одержують притиранням конічних поверхонь, що сполучаються, це дозволяє довести погрішність кута конусів до $4''$. Однак це дуже трудомістка операція і при цьому порушується взаємозамінність парних конусів, тому взаємне притирання застосовують тільки при дуже високих вимогах до точності і герметичності з'єднань.

Основні терміни, визначення і позначення допусків і посадок конічних з'єднань **ГОСТ 85307-82** Умовні позначки параметрів, що відносяться до внутрішніх конусів, доповнюються індексом i , а до зовнішніх — індексом e .



Основна **площина** - **площина** 1 поперечного переріза конуса, у якій заданий його номінальний діаметр; **базова площина** — площина 2, що служить для визначення осьового положення даного конуса щодо конуса, що сполучається з ним.

До номінальних розмірів конусів і їхніх з'єднань відносяться:

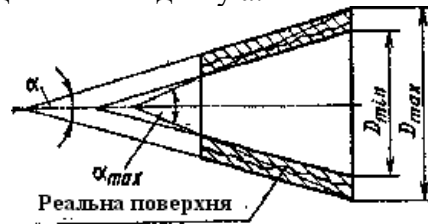
- діаметри великого D і малого d основи; діаметри в заданому D_s і довільно розташованому d_x поперечних перерізах (перетином з діаметром D_s звичайно є перетин, у якому заданий допуск конуса);
- довжини конуса L і з'єднання L_p ; осьові відстані до заданого перетину: L_s - від великого основи і L_x — від довільно розташованого;
- кут конуса α , — кут між утворюючими в поздовжньому перетині конуса; кут нахилу $\alpha/2$ - кут між утворюючої конуса і його віссю;
- конусність C — відношення різниці діаметрів двох поперечних перерізів конуса (наприклад, для внутрішнього конуса $D_i - d_i$) до відстані L_i , між ними:

$$C = (D - d) / L = 2 \operatorname{tg}(\alpha/2).$$

Формула показує, що конічні поверхні характеризуються чотирма основними параметрами D, d, L і α . Три з них незалежні, а четвертий можна обчислити. Конусність найбільше повно характеризує експлуатаційні і конструктивні особливості конічного з'єднання. Зі зменшенням конусності підвищуються точність центрування деталей і навантажувальна здатність з'єднання, але збільшуються тиск на бічну поверхню з'єднання й осьові переміщення деталей при регулюванні зазору чи натягу в з'єднанні. Конусність призначають за ГОСТом чи ОСТом.

Базовідстань конусів (зовнішнього Z_e внутрішнього Z_i) — відстані між основною і базовою площинами. Якщо площини 1 і 2 збігаються, то базовідстань дорівнює нулю (мал. 12.3, в). **Базовідстань з'єднання Z_p** — осьова відстань між базовими площинами конусів, що сполучаються.

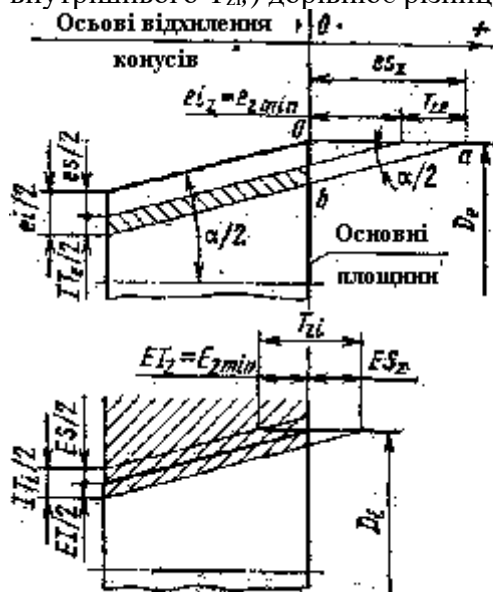
Реальний конус і реальні чи дійсні розміри позначають тими ж символами, що і номінальні розміри, але з додаванням індексу a .



Допуски конусів. Допуск T_p — допуск діаметра конуса, рівний постійній різниці граничних діаметрів конуса на всій його довжині. Допуск T_D визначає поле допуску конуса, у межах якого повинні знаходитися всі крапки реальної поверхні конуса, і обмежує всього його відхилення, якщо на відхилення кута, круглості і прямолінійності утворюючих не встановлені окремо менші допуски.

Допуск T_{DS} обмежує тільки відхилення діаметра конуса в поперечному перерізі, що має задане осьове положення ГОСТ 25347-82. Допуски T_D і T_{DS} призначають по квалитетах ЕСДП СЕВ, тобто $T_D = IT$ і $T_{DS} = IT$.

Допуски форми конуса — круглості T_{FR} і прямолінійності утворюючих T_{FL} — обмежують відхилення форми поперечного й окремо поздовжніх перетинів конуса ГОСТ 24642-81. Допуски кута конуса AT . **Осьовий допуск конуса T_z** , (зовнішнього T_{ze} , внутрішнього T_{zi}) дорівнює різниці між верхніми і нижніми осьовими відхиленнями конуса.



Осьові відхилення конуса: верхні (es_z — зовнішнього і ES_z — внутрішнього) — осьові відхилення найбільших граничних конусів, що визначаються нижніми відхиленнями діаметрів конусів (зовнішнього ei і внутрішнього EI) в основній площині; нижні (ei_z — зовнішнього і EI_z — внутрішнього конусів) — осьові відхилення найбільших граничних конусів, що визначаються верхніми відхиленнями діаметрів конусів (зовнішнього es і внутрішнього ES) в основній площині.

Основне осьове відхилення конуса (ez_{min} — зовнішнього, Ez_{min} — внутрішнього) обчислюють по основному відхиленню поля допуску конуса в основній площині (ця частка від розподілу основного відхилення діаметра конуса на конусність C зі знаком мінус).

Осьові відхилення конусів відраховують від основної площини: вони позитивні, якщо спрямовані від вершини конуса, і негативні, якщо спрямовані до вершини конуса.

Осьові відхилення конусів і осьові допуски конусів і їхніх з'єднань усіх видів залежать від діаметральних відхилень і допусків конусів. З трикутника Oab $\text{tg}(\alpha/2) = (ei/2) / es_z$. Тому що

$2 \operatorname{tg}(\alpha/2) = 3$, То $es_z = ei/C$. Аналогічно одержуємо формули для обчислення всіх граничних осьових відхилень конусів;

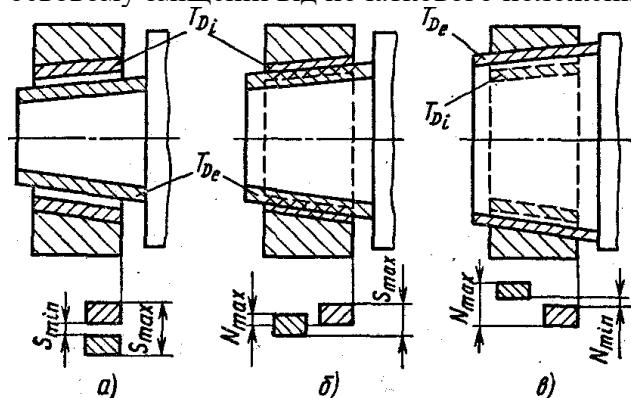
$$ES_z(es_z) = EI(ei)/C;$$

$$EI_z(ei_z) = ES(es)/C$$

і їхніх осьових допусків

$$T_{ze} = IT_i/3; T_{zi} = T/3$$

Конічна посадка визначає характер конічного з'єднання, що залежить від різниці (до складання) діаметрів внутрішнього і зовнішнього конусів у їхніх поперечних перерізах, що сполучаються після фіксації осьового положення. Конічні посадки бувають із зазором, перехідні і з натягом. Граничні зазори і натяги в конічних посадках також поділяються на найбільші і найменші. По способу фіксації взаємного положення конусів посадки, що сполучаються, підрозділяють на посадки з фіксацією шляхом сполучення конструктивних елементів; по заданій осьовій відстані Z_p між базовими площинами; по заданому взаємному осьовому зміщенні від початкового положення; по заданому зусиллю запресовування.



Перші два способи фіксації конусів, що сполучаються, дозволяють одержувати посадки всіх трьох груп (із зазором, перехідні і з натягом).

Третій спосіб фіксації застосовують для утворення посадок із зазором і натягом, а четвертий — для посадок з натягом.

3. Допуски та посадки конічних з'єднань

Система допусків та посадок для конічних з'єднань **ГОСТ 25307-82** поширюється на гладкі конуси з діаметром до 500 мм та конусністю від 1:3 до 1:500. Передбачено два способи нормування допусків конусів; 1) спільне нормування всіх видів допусків допуском T_D ; 2) роздільне нормування допусків діаметра конуса у заданому перетині.

У посадках з фіксацією по конструктивних елементах чи по заданому осьовому відстанню Z_p між базовими площинами сполучних конусів переважніше застосовувати перший спосіб нормування допусків; у посадках з фіксацією по заданому осьовому зміщенню чи за заданим зусиллям запресовування, а також у конусів, що не сполучаються, кращий інший спосіб.

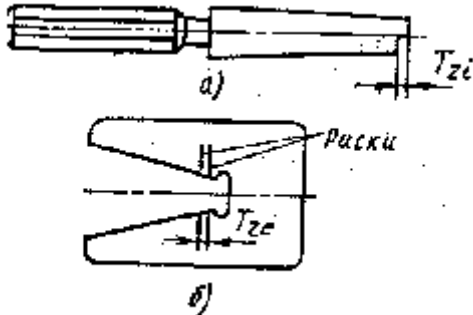
Поля допусків T_{Di} і T_{De} діаметрів зовнішніх і внутрішніх конусів утворені в 19 квалітетах (з 01 до 17), з допусків квалітетів і основних відхилень валів u, x, y) і отворів (H, J_s, N, K), установлених **ЕСДП ГОСТ 25346-89** і **ГОСТ 25347-82**. Поля допусків для конічних з'єднань в основному відібрані з полів допусків, що містяться у **ГОСТ 25346-89**. Крім того, **СТ РЕВ 1780—79** установлює ряд допусків спеціально для конусів. Граничні відхилення та допуски T_D і T_{Ds} для конусів вибирають за **ГОСТ 25346-89** та **ГОСТ 25307-82** чи обчислюють за загальним правилом.

При виборі полів допусків для утворення посадок враховують спосіб фіксації. Посадки з фіксацією конусів, що з'єднуються, по конструктивних елементах чи по заданому осьовому відстані назначаються за системою відвернення. Варто застосовувати поля допусків не грубіше за квалітет 9 з основним відхиленням H для внутрішніх конусів і шкірним із установлених у **ГОСТ 25307-82** для зовнішніх конусів. На конусі що з'єднуються рекомендується назначати поля допусків одного квалітету. В обґрунтованих випадках можна підбирати поля допусків з різних квалітетів (не грубіше, ніж на два квалітети, назначають на діаметр внутрішнього конуса). У посадках з фіксацією по заданим зміщенні чи зусиллям запресовування застосовують поля допусків квалітетів 8—12 з основними відхиленнями H (краще), J_s чи N — для внутрішніх конусів і h, s чи k — для зовнішніх конусів. В обґрунтованих випадках можна застосовувати поля допусків, точніше IT8.

Рухливі посадки (поля допусків валів $d-g$) забезпечують зазор у з'єднанні конусів, відносно обертання конічних цапф, високу точність центрування та компенсацію знесення

конічних поверхонь. Застосовують в опорах точних приладів та станків, у регулюючих пристроях і т.д.

Щільні посадки (поля допусків h, js, k, m) застосовують для утворення герметичних з'єднань (у кранах, клапанах двигунів внутрішнього згоряння і т.д.). У відповідальних випадках герметичність забезпечують взаємним притиранням конусів, що сполучаються.



Нерухомі посадки (поля допусків $ц, p, r, s, t, i, x, z$) забезпечують передачу значних навантажень завдяки натягу і силам тертя, що виникає на з'єднаних поверхнях (при великих навантаженнях з'єднання підсилюють шпонками). Натяги створюють затуванням чи запресовуванням зовнішнього конуса, а також застосовують складання при теплових деформаціях. Нерухомі посадки застосовують для з'єднання фланцевих муфт із валами, конусів фрикційних муфт, встановлення конічних штифтів,

клинових шпонок тощо.

Формули показують, що навіть невеликі відхилення (допуски) діаметрів викликають значні зміни базовідстаней конусів, їх з'єднань, а також допусків, особливо при малих конусністях. Наприклад, при $IT_e = 52$ мкм і $C = 1 : 100$ допуск на базовідстань конуса $T_{ze} = 52 \cdot 100 = 5200$ мкм = 5,2 мм. Завдяки цьому точність конусів та конічних з'єднань часто перевіряють за допусками на базовідстань калібрами-пробками по уступах та калібрами-скобами по ризиках.

Відповідно до ГОСТ 2.307—68 конусність указують рівностороннім трикутником у сполученні з відношенням $l : L$. Острий кут трикутника направляють у бік вершини конуса; L означає довжину, на якій різниця діаметрів конуса дорівнює 1 мм. Наприклад, $1:20$ ($D - d = 1$ мм на довжині $L = 20$ мм). Ухил позначають сполученням гострого кута (вершина спрямована у бік ухилу) з тим же відношенням, у якому L означає довжину, на якій різниця висот чи радіусів дорівнює 1 мм. Наприклад, $<1:40$.

Про допуск інструментальних конусів. Для метричних конусів та конусів Морзе встановлено п'ять ступенів точності АТ4—АТ8, якими регламентовані відхилення кута, прямолінійності утворюючих та круглості конусів, а також основних розмірів конусів та їх лапок. Відхилення кута розташовують у плюс для зовнішніх і мінус для внутрішніх конусів. Для внутрішніх конусів ступеня точності АТ4 та АТ5 є перспективними. Ступінь точності вказують у умовній позначці конуса.