

Міністерство освіти і науки України
Миколаївський національний аграрний університет
Інженерно-енергетичний факультет
Кафедра загальнотехнічних дисциплін

**ВЗАЄМОЗАМІННІСТЬ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ
ТА ТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ:**

*методичні рекомендації та завдання
для виконання контрольної роботи
студентами заочної форми навчання
напряму підготовки та 6.010104
„Професійна освіта. Технологія виробництва
і переробки продуктів сільського господарства”*

Миколаїв

2015

УДК 621:62-182.8(075.8)

ББК 34+30.10

В40

Друкується за рішенням науково-методичної комісії інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету, протокол № 5 від 29.01.2015 р.

Укладачі:

- Г. О. Іванов – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін, Миколаївський національний аграрний університет.
- Д. В. Бабенко – канд. техн. наук, професор кафедри загальнотехнічних дисциплін, Миколаївський національний аграрний університет.
- П. М. Полянський – канд. екон. наук, в.о. зав. кафедри загальнотехнічних дисциплін, Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти:

- О. С. Каіров – д-р техн. наук, професор, зав. кафедри технології суднового машинобудування Національного університету кораблебудування ім. адм. С.О. Макарова, м. Миколаїв.
- К. В. Дубовенко – докт. техн. наук, професор, зав. кафедри електротехнологій і електропостачання, Миколаївський національний аграрний університет.

© Миколаївський національний аграрний університет, 2015

З М І С Т

1. ОБСЯГ І ЗМІСТ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ	4
2. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ТА ОФОРМЛЕННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ.	4
2.1. Загальні вимоги	4
2.2. Нумерація	5
2.3. Ілюстрації	7
2.4. Таблиці	8
2.5. Формули	9
2.6. Загальні правила цитування та посилання на використані джерела	10
2.7. Оформлення списку використання джерел	11
2.8. Додатки	11
3. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ	12
3.1. Розрахунок геометричних параметрів гладких циліндричних з'єднань і вибір універсальних засобів вимірювання (завдання 1)	12
Контрольні питання	16
3.2. Розрахунок і вибір посадок з натягом (завдання 2)	16
Контрольні питання	21
3.3. Розрахунок і вибір посадок з зазором (завдання 3)	22
Контрольні питання	24
3.4. Визначення елементів з'єднання, які підлягають селективній збірці (завдання 4)	25
Контрольні питання	31
Додаток А	33
Список використаної літератури	52

1. ОБСЯГ І ЗМІСТ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Згідно з програмою курсу “Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання” контрольна робота повинна охопити такі основні розділи:

1. Основні поняття про взаємозамінність.
2. Система допусків і посадок гладких циліндричних з’єднань.
3. Розрахунок і вибір посадок гладких циліндричних з’єднань.
4. Визначення елементів з’єднання, які підлягають селективній збірці.

Для цього студентам пропонується 4 завдання:

Завдання 1. Розрахунок геометричних параметрів гладких циліндричних з’єднань і вибір універсальних засобів вимірювання.

Завдання 2. Розрахунок і вибір посадок з натягом.

Завдання 3. Розрахунок і вибір посадок з зазором.

Завдання 4. Визначення елементів з’єднання, які підлягають селективній збірці.

2. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ТА ОФОРМЛЕННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

2.1. Загальні вимоги

Контрольна робота оформлюється у вигляді пояснювальної записки.

Пояснювальна записка виконується у рукописному або надрукованому вигляді на одній стороні аркуша білого паперу формату А4 (210x297 мм) відповідно ГОСТ 2.105-87 і ДСТУ 3321-2003 і [1, 2] до текстових документів. При друкуванні використовується шрифт текстового редактора Word, стиль – Times New Roman розмір 14 з полуторним міжрядковим інтервалом.

При оформленні пояснювальної записки рукописним способом необхідно використовувати чорнила і пасту тільки синяго і чорного кольорів.

Текст пояснювальної записки необхідно друкувати, залишаючи відступи таких розмірів: лівий – не менше 30 мм, правий не менше 10 мм, верхній і нижній – не менше 20 мм.

Шрифт друку повинен бути чітким, рядок-чорного кольору середньої жирності. Щільність тексту пояснювальної записки повинна бути однаковою.

Вписувати у текст пояснювальної записки іншомовні слова, формули, умовні позначення можна чорнилом, тушшю, пастою тільки чорного кольору, при цьому щільність вписаного тексту повинна бути наближеною до щільності основного тексту.

Друкарські помилки, описки і графічні неточності, які виявилися в процесі написання пояснювальної записки, можна виправляти підчищенням або зафарбуванням білою фарбою і нанесенням на тому ж місці або між рядками виправленого тексту (фрагменту рисунка) машинописним способом. Допускається наявність не більше двох виправлень на одній сторінці.

Роздруковані на ЕОМ програмні документи повинні відповідати формату А4 (мають бути розрізними), їх включають до загальної нумерації сторінок пояснювальної записки і розміщують, як правило, в додатках.

Текст основної частини пояснювальної записки поділяють на розділи, підрозділи, пункти та підпункти.

Заголовки структурних частин пояснювальної записки “ЗМІСТ”, “ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ”, “ВСТУП”, “РОЗДІЛ”, “ВИСНОВКИ”, “СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ”, “ДОДАТКИ” друкують великими літерами симетрично до тексту. Заголовки підрозділів друкують маленькими літерами (крім першої великої) з абзацного відступу. Крапку в кінці заголовку не ставлять. Якщо заголовок складається з двох або більше речень, їх розділяють крапкою. Заголовки пунктів друкують маленькими літерами (крім першої великої) з абзацного відступу в розрядці в підбор до тексту. В кінці заголовку, надрукованого у підбір до тексту, ставиться крапка.

Відстань між заголовком (за винятком заголовку пункту) та текстом повинна дорівнювати 3-4 інтервали.

Кожну структурну частину пояснювальної записки треба починати з нової сторінки.

До основного обсягу пояснювальної записки не входять додатки, список використаних джерел, таблиці та рисунки, які повністю займають сторінку. Але всі сторінки зазначених елементів курсової роботи підлягають нумерації на загальних засадах.

2.2. Нумерація

Нумерацію сторінок, розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів, таблиць, формул подають арабськими цифрами без знака №. Першою сторінкою пояснювальної записки є титульний аркуш, який включають до загальної нумерації сторінок. На титульному аркуші номер сторінки не ставлять.

Такі структурні частини пояснювальної записки, як зміст, перелік умовних позначень, вступ, висновки, список використаних джерел не мають порядкового номера. Звертаємо увагу на те, що всі аркуші, на яких розміщені згадані структурні частини курсової роботи, нумерують

звичайним чином. Не нумерують лише заголовки, “ВСТУП”, “ВИСНОВКИ”, «ЛІТЕРАТУРА».

Підрозділи нумерують у межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номеру розділу і порядкового номеру підрозділу, між якими ставлять крапку. В кінці номеру підрозділу повинна стояти крапка, наприклад: ”1.3.” (третій підрозділ першого розділу). Потім у тому ж рядку йде заголовок підрозділу.

Пункти нумерують у межах кожного підрозділу. Номер пункту складається з порядкових номерів розділу, підрозділу, пункту, між якими ставлять крапку. В кінці номеру повинна стояти крапка, наприклад: “2.3.2.” (другий пункт третього підрозділу другого розділу). Потім у тому ж рядку йде заголовок пункту. Пункт може не мати заголовку.

Підпункти нумерують у межах кожного пункту за такими ж правилами, як і пункти.

Ілюстрації (фотографії, кресленики, схеми, графіки, карти) і таблиці необхідно подавати в пояснювальній записки після тексту; де вони згадані вперше, або на наступній сторінці. Ілюстрації і таблиці, які розміщені на окремих сторінках пояснювальної записки, включають до загальної нумерації сторінок. Таблицю, рисунок або кресленик, розміри якого більше формату А4, враховують як одну сторінку і розміщують у відповідних: місцях після згадування в тексті або у додатках.

Ілюстрації позначають словом “Рис.” і нумерують послідовно в межах розділу, за винятком ілюстрацій, поданих у додатках.

Номер ілюстрації повинен складатися з номеру розділу ілюстрації, між якими ставиться крапка.

Наприклад: Рис. 2.2 (другий рисунок другого розділу). Номер ілюстрації, її назва і пояснювальні підписи розміщують послідовно під ілюстрацією. Якщо в пояснювальній записки подано одну ілюстрацію, то її нумерують за загальними правилами.

Таблиці нумерують послідовно (за винятком таблиць, поданих у додатках) в межах розділу. В правому верхньому куті над відповідним заголовком таблиці розміщують напис “Таблиця” із зазначенням її номеру. Номер таблиці повинен складатися з номеру розділу і порядкового номеру таблиці, між якими ставиться крапка, наприклад: “Таблиця 2.2” (друга таблиця другого розділу).

Якщо у пояснювальній записки одна таблиця, її нумерують за загальними правилами.

При переносі частини таблиці на інший аркуш (сторінку) слово “Таблиця” і номер її вказують один раз праворуч над першою частиною таблиці, над іншими частинами пишуть слова “Продовження табл. ” і вказують номер таблиці, наприклад: ”Продовження табл. 2.2”.

Формули у пояснювальній записки (якщо їх більше однієї) нумерують у межах розділу. Номер формули складається з номеру розділу і порядкового номеру формули у розділі, між якими ставлять крапку. Нумери формул пишуть біля правого краю аркушу на рівні відповідної формули в круглих дужках, наприклад: (3.2.) друга формула третього розділу.

Примітки до тексту і таблиць, в яких вказують довідкові і пояснювальні дані, нумерують послідовно у межах однієї сторінки. Якщо приміток на одному аркуші декілька, то після слова “Примітки” ставлять двокрапку, наприклад:

Примітки:

1.

2.

Якщо є одна примітка, то її не нумерують і після слова “Примітка” ставлять крапку.

2.3. Ілюстрації

Приводять у пояснювальній записки, виходячи із певного загального задуму, за ретельно продуманим тематичним планом. Кожна ілюстрація має відповідати тексту, а текст – ілюстрації.

Назви ілюстрацій розміщують після їхніх номерів. При необхідності ілюстрації доповнюють пояснювальними даними (підрисунковий підпис).

Підпис під ілюстрацією зазвичай має чотири основних елементи:

найменування графічного сюжету, що позначається скороченим словом “Рис.”;

порядковий номер ілюстрації, який вказується без знаку номеру арабськими цифрами;

тематичний заголовок ілюстрації містить стислу характеристику зображеного;

експлікація пояснює зображені на кресленнику елементи.

Наприклад: Експлікація розміщення елементів касети:

1-розмотувач плівки; 2-сталеві ролики; 3-привідний валець; 4-опорні стійки.

Основними видами ілюстративного матеріалу у пояснювальній записки є: кресленик, технічний рисунок, схема, фотографія, діаграма і графік.

Не варто оформлювати посилання на ілюстрації як самостійні фрази. У тому місці, де викладається матеріал, пов'язаний з ілюстрацією, розміщують посилання у вигляді виразу у круглих дужках “(рис. 3.1)” або зворот типу “...як це видно з рис. 4. 1” або “...як це показано на рис. 4.1.”

2.4. Таблиці

Цифровий матеріал, як правило, повинен оформлятися у вигляді таблиць.

Приклад побудови таблиці.

Кожна таблиця повинна мати заголовок, якій розміщують над таблицею і друкують симетрично до тексту. Заголовок і слово “Таблиця” починають з великої літери. Заголовок не підкреслюють.

Заголовок кожної граfi у головці має бути як можна коротшим. Слід уникати повторів тематичного заголовку в заголовках граф, одиниці виміру зазначати у тематичному заголовку, виносити до узагальнюючих заголовків, що повторюються.

Заголовок таблиці							Таблиця (номер)
Головка							Заголовки граф Підзаголовки граф
Рядки							
Боковик (заголовок рядків)	Графи (колонки)						

Боковик, як головка, вимагає лаконічності. Повторювані слова тут також виносять в об’єднувальні рубрики; загальні для всіх заголовків боковика слова розміщують у заголовку над ним.

У програмці повторювані елементи, які мають відношення до всієї таблиці, виносять в тематичний заголовок або в заголовок граfi; однорідні числові дані розміщують так, щоб їх класи співпадали; неоднорідні – посередині граfi; лапки використовують тільки замість однакових слів, які стоять одне під одним.

Заголовки граф повинні починатися з великих літер, підзаголовки – з маленьких, якщо вони складають одне речення із заголовком, і з великих, якщо вони є самостійними. Висота рядка повинна бути не меншою 8 мм. Графу з порядковими номерами рядків до таблиці включати не треба.

Таблицю розміщують після першого згадування про неї в тексті таким чином, щоб її можна було читати без повороту переплетеного блоку поясню-вальної записки, або з поворотом за годинниковою стрілкою. Таблицю з великою кількістю рядків можна перенести на інший аркуш. При перенесенні таблиці на інший аркуш над продовженням таблиці з правого боку робиться надпис «Продовження табл. ...». Таблицю з

великою кількістю граф можна ділити на частини і розмішувати одну частину під іншою в межах однієї сторінки. Якщо рядки або графи таблиці виходять за формат сторінки, то в першому випадку в кожній частині таблиць повторюють її головку, в другому випадку – боковик.

Якщо текст, який повторюється у графі таблиці, складається з одного слова, його можна замінити лапками, якщо з двох або більше слів, то при першому повторенні його замінюють словами “Те ж”, а далі лапками. Ставити лапки замість цифр, марок, знаків, математичних і хімічних символів, які повторюються, не слід. Якщо цифрові або інші дані в якому-небудь рядку таблиці не подають, то в ньому ставлять прочерк.

2.5. Формули

При використанні формул необхідно дотримуватися певних техніко-орфографічних правил.

Довгі і громіздкі формули, котрі мають у складі знаки суми, добутку, диференціювання, інтегрування, розміщують на окремих рядках. Це стосується також і всіх нумерованих формул. Для економії місця кілька коротких однотипних формул, відокремлених від тексту, можна подати в одному рядку, а не одну під одною. Невеликі і нескладні формули, що не мають самостійного значення, вписують у середину рядків тексту.

Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів треба подавати безпосередньо під формулою в тій послідовності, в якій вони дані. Значення кожного символу і числового коефіцієнта треба подавати з нового рядка. Перший рядок пояснення починають зі слова “де” без двокрапки.

Рівняння і формули треба виділяти з тексту вільними рядками. Вище і нижче кожної формули потрібно залишати не менше одного вільного рядку. Якщо рівняння не вміщується в один рядок, його слід перенести після знаку рівності (=) або після знаків плюс (+), мінус (–), множення (x) і ділення (:).

Нумерувати слід лише ті формули, на які є посилання у наступному тексті. Інші формули нумерувати не рекомендується.

Порядкові номери позначають арабськими цифрами в круглих дужках біля правого боку. Номер, який не вміщується у рядку з формулою, переносять у наступний нижче формули. Номер формули при її перенесенні вміщують на рівні останнього рядку. Якщо формула знаходиться у рамці, то номер такої формули записують зовні рамки з правого боку напроти основного рядку формули. Номер формули-дроби подають на рівні основної горизонтальної риски формули.

Номери формул, розміщених на окремих рядках і об'єднаних фігурною дужкою (парантезом), ставляться праворуч від вістря парантеза, що заходиться в середини групи формул і направлено в сторону номеру.

Загальне правило пунктуації у тексті з формулами таке: формула входить до речення як його рівноправний елемент. Тому в кінці формул і в тексті перед ними розділові знаки ставлять відповідно до правил пунктуації.

Двокрапку перед формулою ставлять лише у випадках, передбачених правилами пунктуації; а) у тексті перед формулою є узагальнююче слово;

б) цього вимагає побудова тексту, що попереджує формулі.

Розділовими знаками між формулами, котрі йдуть одна за одною і не відокремлені текстом, можуть бути кома або крапка з комою безносередньо за формулою до її номера.

Розділові знаки при парантезі ставлять всередині парантеза. Після таких громіздких математичних виразів, як визначники і матриці, можна розділові знаки не ставити.

2.6. Загальні правила цитування та посилання на використанні джерела

При написанні пояснювальної записки студент повинен давати посилання на літературні джерела, матеріали або окремі результати, які приводяться в роботі. Посилатися слід на останні видання публікацій. На більш ранні видання можна посилатися лише в тих випадках, коли у них є матеріал, який не включено до останніх видань.

Якщо використовують відомості, матеріали з монографій, оглядових статей, інших джерел з великою кількістю сторінок, тоді в посиланні необхідно точно вказати номери сторінок, ілюстрацій, таблиць, формул з джерел, на які подано посилення у курсовій роботі.

Посилання у тексті пояснювальної записки на джерела слід зазначити порядковим номером за переліком посилань, виділеним двома квадратними дужками, наприклад, "...у [2-5]..."

Посилання на ілюстрації курсової роботи вказують порядковим номером ілюстрації, наприклад, "рис.2.4."

Посилання на формули курсової роботи вказують порядковим номером формули в дужках, наприклад, "...у формулі (3.2)".

На всі таблиці курсової роботи повинно бути посилання в тексті, при цьому слово "таблиця" в тексті пишуть скорочено, наприклад, "...у табл. 2.3."

У повторних посиланнях на таблиці та ілюстрації треба вказувати скорочено слово "дивись", наприклад: "див. табл. 2.2".

Не дозволяється у тексті застосовувати індекси стандартів (ДСТУ, ГОСТ, РСТУ, СТП) без реєстраційного номера.

2.7. Оформлення списку використання джерел

Список використання джерел – елемент бібліографічного апарату, який містить бібліографічні описи використаних джерел і розміщується після висновків.

Джерела можна розміщувати одним із таких способів: у порядку появи посилань у тексті (найбільш зручний для користування і рекомендований при написанні курсової роботи), в алфавітному порядку прізвищ перших авторів або заголовків, у хронологічному порядку.

Відомості про джерела, включені до списку, необхідно давати відповідно до вимог державного стандарту з обов'язковим наведенням назв праць. Зокрема, потрібну інформацію щодо згаданих вимог можна одержати із таких стандартів: ГОСТ 7-84 “Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления”, ДСТУ 3582-97 “Інформація та документація. Скорочення слів в українській мові у бібліографічному описі. Загальні вимоги та правила”. ГОСТ 7.12-93 “Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила”.

2.8. Додатки

Додатки оформлюють як продовження курсової роботи на наступних її сторінках, розміщуючи їх у порядку появи посилань у тексті курсової роботи.

Якщо додатки оформлюють на наступних сторінках курсової роботи, кожний такий додаток повинен починатися з нової сторінки. Додаток повинен мати заголовок, надрукований угорі малими літерами з першої великої симетрично відносно тексту сторінки. Посередині рядка над заголовком малими літерами з першої великої друкується слово “Додаток” і велика літера, що позначає додаток.

Додатки слід позначати послідовно великими літерами української абетки, за винятком літер Г, Є, І, Ї, Й, Щ Ч Ъ, наприклад: додаток А, додаток Б і т.д. Один додаток позначається як додаток .

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ

3.1. Розрахунок геометричних параметрів гладких циліндричних з'єднань і вибір універсальних засобів вимірювання (завдання 1)

Мета завдання 1 засвоїти терміни і визначення, передбачені стандартом на взаємозамінність [2], набути навиків користування таблицями і довідковим матеріалом, навчитися визначати розміри, допуски, зазори, натяги тощо.

Вихідні дані для визначення основних елементів сполучення наведено у Додатку А.1.

1. За номінальним розміром з'єднання D і посадкою визначити граничні відхили отвору і вала (Додатки А.6 – А.9).

2. Визначити граничні розміри отвору і вала (D_{max} , D_{min} , d_{max} , d_{min}) за формулами:

$$D_{max}=D_H+ES; \quad D_{min}=D_H+EI; \quad (3.1)$$

$$d_{max}=D_H+es; \quad d_{min}=D_H+ei. \quad (3.2)$$

3. Визначити допуски отвору і вала (TD , Td):

$$TD=D_{max} - D_{min}= ES - EI; \quad (3.3)$$

$$Td=d_{max} - d_{min} = es - ei. \quad (3.4)$$

4. Визначити граничні зазори чи натяги (S_{max} , S_{min} , N_{max} , N_{min}):

$$S_{max}=D_{max} - d_{min}= ES - ei; \quad (3.5)$$

$$S_{min}=D_{min} - d_{max}=EI - es; \quad (3.6)$$

$$N_{max}=d_{max} - D_{min}=es - EI; \quad (3.7)$$

$$N_{min}=d_{min} - D_{max}=ei - ES. \quad (3.8)$$

5. Визначити допуск посадки [TS , TN , $T(SN)$]:

$$TS=S_{max} - S_{min}; \quad (3.9)$$

$$TN=N_{max} - N_{min}; \quad (3.10)$$

$$T(SN)=S_{max} + N_{max}. \quad (3.11)$$

Перевірочна формула

$$T\Pi = TD + Td, \quad (3.12)$$

де $T\Pi$ – допуск посадки відповідно з зазором, з натягом, перехідної [TS , TN , $T(SN)$].

6. Побудувати схему полів допусків деталей з'єднання.

7. Виконати ескіз з'єднань отвору і вала з отриманням посадок і відхилів.

Параметр шорсткості поверхонь можна визначити залежно від допуску розмірів, виходячи із такого відношення [5]:

$$Ra \leq 0,05 T_p \quad (3.13)$$

або за даними табл. 3.3.

Тут Ra – середнє арифметичне відхилення профілю; T_p – допуск розміру.

8. Вибрати універсальні засоби вимірювання отвору і вала, дотримуючись умови:

$$\delta_{lim} \leq \delta, \quad (3.14)$$

де δ_{lim} – гранична похибка засобу вимірювання, Додаток А.11;

δ – допустима похибка вимірювання, Додаток А.10.

Засоби вимірювання вибирають із Додатку А.11.

Приклад 1. Задано з'єднання $\varnothing 46E10/h9$.

Система вала посадка з зазором.

За номінальним розміром з'єднання $D = 46$ мм і посадкою визначаємо граничні відхилення отвору і вала (Додатки А.3 і А.9):

$\varnothing 46h9$: $es = 0$ мкм, $ei = -62$ мкм; $\varnothing 46E10$: $ES = +150$ мкм, $EI = +50$ мкм.

Граничні розміри отвору і вала підраховуємо за формулами (3.1 і 3.2):

$$D_{min} = D + EI = 46 + 0,050 = 46,050 \text{ мм};$$

$$D_{max} = D + ES = 46 + 0,150 = 46,150 \text{ мм};$$

$$d_{min} = D + ei = 46 + (-0,062) = 45,938 \text{ мм};$$

$$d_{max} = D + es = 46 + 0 = 46,000 \text{ мм}.$$

Допуски отвору і вала [формули (3.3)]:

$$TD = ES - EI = 0,150 - 0,050 = 0,100 \text{ мм}; \quad Td = es - ei = 0 - (-0,062) = 0,062 \text{ мм}.$$

Граничні зазори підраховуємо за формулами (3.6 і 3.7):

$$S_{max} = ES - ei = 0,150 - (-0,062) = 0,212 \text{ мм}; \quad S_{min} = EI - es = 0,050 - 0 = 0,050 \text{ мм}.$$

Допуск посадки визначаємо за формулою (3.8):

$$TS = S_{max} - S_{min} = 0,212 - 0,050 = 0,162 \text{ мм}.$$

Перевірочна формула:

$$TS = TD + Td = 0,10 + 0,062 = 0,162 \text{ мм}.$$

Схема розташування полів допусків деталей з'єднання дана на рис.

3.1.

Ескізи з'єднання, отвору і вала з отриманням посадок і відхилів наведено на рис. 3.2.

Універсальні засоби вимірювання отвору і вала вибираємо, дотримуючись умовами: $\Delta lim \leq \delta$.

Згідно з табл. А.10: для отвору $\varnothing 46E10$ $IT = 100$ мкм, $\delta = 20$ мкм; для вала $\varnothing 46h9$ $IT = 62$ мкм, $\delta = 16$ мкм.

Для вимірювання діаметру отвору вибрано індикаторний нутромір з вимірювальною головкою з ціною поділки 0,01 мм при роботі в межах всього діапазону шкали, для якого $\Delta lim = 10$ мкм (Додаток А.11).

Для вимірювання діаметру вала вибрано мікрометр типу **МК**, для якого $\Delta lim = 10$ мкм при вимірюванні у руках (Додаток А.11).

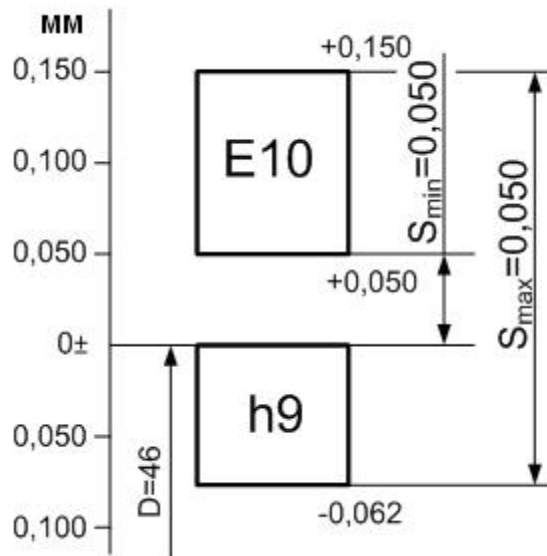


Рис. 3.1. Схема розташування полів допусків деталей з'єднання $\text{Ø}46\text{E}10/\text{h}9$

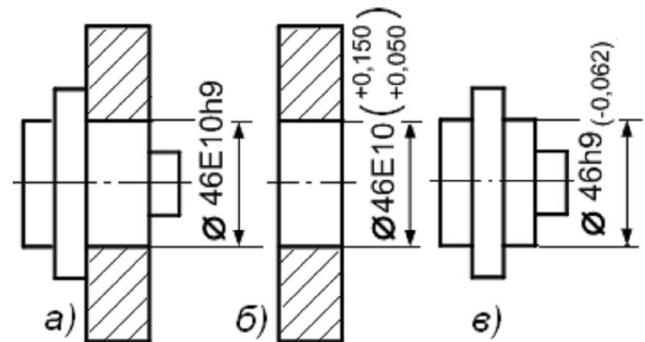


Рис. 3.2. Ескізи з'єднання (а), отвору (б) і вала (в).

Приклад 2. Задано з'єднання $\text{Ø}90\text{T}7/\text{h}6$.

Система вала, посадка з натягом.

За номінальним розміром з'єднання $D=90$ мм і посадкою

з'єднання $D=90$ мм і посадкою

визначаємо граничні відхилення отвору і вала (Додаток А6 і А.9):

$\text{Ø}90\text{T}7$: $EI = -113$ мкм $= -0,113$ мм, $ES = -78$ мкм $= -0,078$ мм;

$\text{Ø}90\text{h}6$: $es = 0$ мкм, $ei = -22$ мкм $= -0,022$ мм.

Граничні розміри отвору і вала підраховуємо за формулами (3.1 і

3.2): $D_{min} = D + EI = 90 + (-0,113) = 89,887$ мм;

$D_{max} = D + ES = 90 + (-0,078) = 89,922$ мм;

$d_{min} = D + ei = 90 + (-0,022) = 89,978$ мм;

$d_{max} = D + es = 90 + 0 = 90,000$ мм.

Допуски отвору і вала [формули (3.3 і 3.4)]:

$TD = ES - EI = -0,078 - (-0,113) = 0,035$ мм;

$Td = es - ei = 0 - (-0,022) = 0,022$ мм.

Граничні натяги підраховуємо за формулами (3.7 і 3.8):

$N_{max} = es - EI = 0 - (-0,113) = 0,113$ мм;

$N_{min} = ei - ES = -0,022 - (-0,078) = 0,056$ мм.

Допуск посадки визначаємо за формулою (3.9):

$TN = N_{max} - N_{min} = 0,113 - 0,056 = 0,057$ мм.

Перевірочна формула:

$TS = TD + Td = 0,035 + 0,022 = 0,057$ мм.

Схема розташування полів допусків деталей з'єднання дана на рис.

3.3.

Універсальні засоби вимірювання отвору і вала вибираємо, дотримуючись умовами: $\Delta_{lim} \leq \delta$. Згідно з табл. А.10: для отвору $\text{Ø}90\text{T}7$ $IT=35$ мкм, $\delta=10$ мкм; для вала $\text{Ø}90\text{h}6$ $IT=22$ мкм, $\delta=6$ мкм.

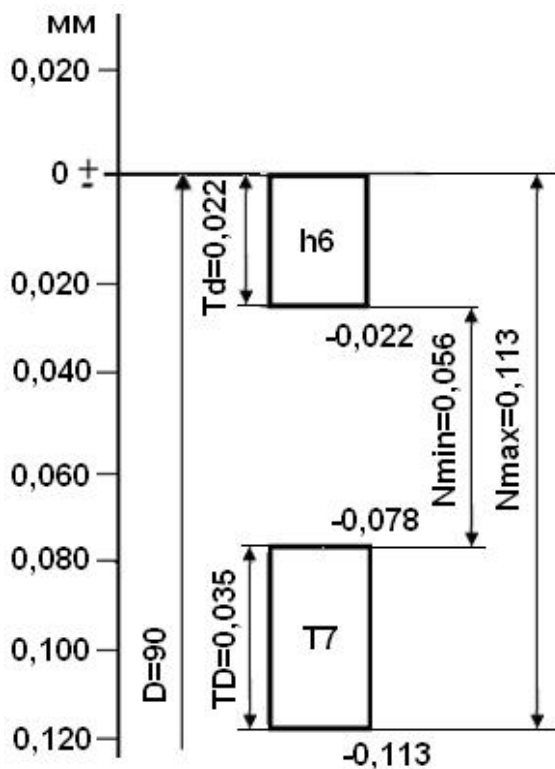


Рис. 3.3. Схема розташування полів допусків деталей з'єднання $\varnothing 90T7/h6$

Для вимірювання діаметру отвору вибрано індикаторний нутромір з вимірювальною голівкою з ціною поділки 0,0001 мм при роботі у межах ділянки у 0,1 мм, для якого $\Delta lim = 6,5$ мкм (Додаток А.11).

Для вимірювання діаметру вала вибрано мікрометр важільний типу *MP*, для якого $\Delta lim = 6$ мкм при вимірюванні у стояку (Додаток А.11).

Приклад 3. Задано з'єднання $\varnothing 170N8/h7$.

Система вала посадка перехідна.

За номінальним розміром з'єднання $D = 170$ мм і посадкою визначаємо граничні відхилення отвору і вала (Додаток А6 і А.9):

$\varnothing 170N8$ $ES = -4$ мкм, $EI = -67$ мкм;

$\varnothing 170h7$ $es = 0$ мкм, $ei = -40$ мкм.

Граничні розміри отвору і вала підраховуємо за формулами (3.1 і 3.2):

$$D_{min} = D + EI = 170 + (-0,067) = 169,933 \text{ мм};$$

$$D_{max} = D + ES = 170 + (-0,004) = 169,996 \text{ мм};$$

$$d_{min} = D + ei = 170 + (-0,040) = 169,960 \text{ мм};$$

$$d_{max} = D + es = 170 + 0 = 170,000 \text{ мм}.$$

Граничні зазори і натяги підраховуємо за формулами (3.4 і 3.8):

$$S_{max} = ES - ei = -0,004 - (-0,040) = 0,036 \text{ мм};$$

$$N_{max} = es - EI = 0 - (-0,067) = 0,067 \text{ мм}.$$

Допуск посадки визначаємо за формулою (3.11):

$$T(SN) = S_{max} + N_{max} = 0,036 + 0,067 = 0,103 \text{ мм}.$$

Перевірочна формула:

$$TS = TD + Td = 0,036 + 0,067 = 0,103 \text{ мм}.$$

Схема розташування полів допусків деталей з'єднання дана на рис.

3.4.

Універсальні засоби вимірювання отвору і вала вибираємо, дотримуючись умовами: $\Delta lim \leq \delta$

Згідно з табл. А.10: для отвору $\varnothing 170N8$ $IT = 63$ мкм, $\delta = 16$ мкм; для вала $\varnothing 170h7$ $IT = 40$ мкм, $\delta = 12$ мкм).

Для вимірювання діаметру вала вибрано мікрометр типу *МК* при вимірюванні в стійки для якого $\Delta_{lim}=10$ мкм (Додаток А.11).

Для вимірювання діаметру отвору вибрано індикаторний нутромір з вимірювальною голівкою з ціною поділки шкали 0,001 мм при роботі в границях участка 0,1 мм, $\Delta_{lim}=7,5$ мкм (Додаток А.11).

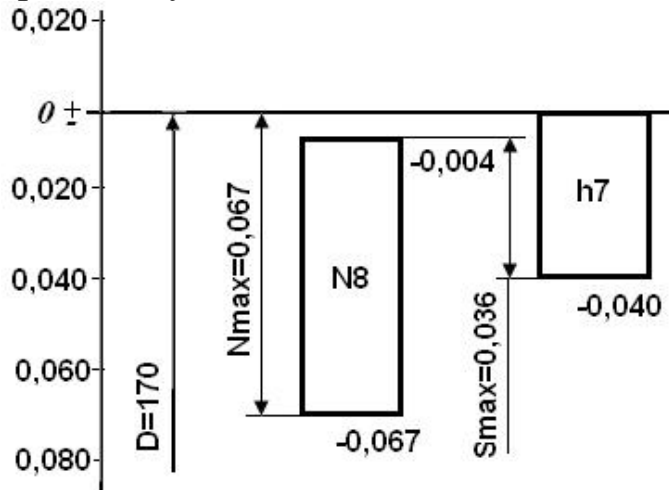


Рис. 3.4. Схема розташування полів допусків деталей з'єднання $\text{Ø}170\text{N}8/\text{h}7$

Контрольні питання

1. Що називається системою допусків і посадок? Принципи побудови системи допусків і посадок.

2. Який діапазон розмірів охоплює ЄСДП? Чому розміри, охоплюючи ЄСДП, підрозділяються на основні та проміжні інтервали?

4. Яка встановлена законномірність зміння основних і проміжних інтервалів?

3. Що характеризують одиниці допуску і як їх вираховують?

4. Який зв'язок між основними відхилами валів і отворів в ЄСДП?

5. Як вираховують основні відхили отворів: а) за загальним правилом; б) за спеціальним правилом?

6. Як утворюються посадки в ЄСДП? Які встановлено групи посадок в названій системі?

7. Як позначаються посадки в ЄСДП?

8. Як визначити за умовним позначенням, до якої системи (отвору чи вала) відноситься посадка?

9. В яких випадках і чому посадки з натягом утворюються сполученням полів допусків отворів і валів, що відносяться до різних, а які—до однакових квалітетів?

10. Як вирахувати граничні відхили полів допусків отворів у посадках з натягом у системі вала?

11. Як вирахувати основні відхили полів допуску отворів для посадки з натягом у системі вала, коли точність вала на два квалітети вище, ніж отвору?

3.2. Розрахунок і вибір посадок з натягом (завдання 2)

Розрахунки посадок з натягом широко застосовуються в інженерній практиці. Відносна нерухомість сполучених деталей в даних посадках досягається за рахунок деформації цих деталей.

Мета завдання 2 – засвоїти методику розрахунку і вибору посадок з натягом із врахуванням конкретних умов роботи з'єднання, розмірів, матеріалу, питомого тиску, шорсткості поверхонь тощо.

Дані для задач вибирають із Додатку А.13.

3.2.1. Порядок виконання

Розрахункова схема посадки з натягом приведена на рис. 3.5.

1. Визначити потрібну деформацію деталей, мкм (формула Ляме):

$$\delta = p \cdot D_n \left(\frac{C_D}{E_D} + \frac{C_d}{E_d} \right) \cdot 10^6, \quad (3.15)$$

де p – найменший питомий тиск в площі контакту вала і втулки, Па; при

дії осьової сили F_a : $p = \frac{F_a}{\pi \cdot D_n \cdot l \cdot f}$; при дії крутного моменту

T : $p = \frac{2T}{\pi \cdot D_n^2 \cdot l \cdot f}$; D_n – діаметр сполучення, м; l – довжина сполучення, м;

C_D і C_d – безрозмірні коефіцієнти:

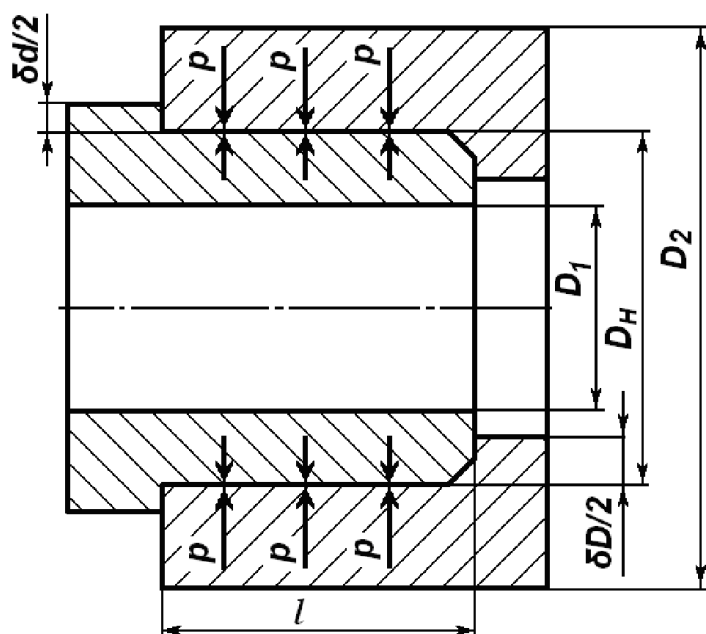


Рис. 3.5. Розрахункова схема посадки з натягом

$$C_D = \frac{1 + \left(\frac{D_n}{D_2} \right)^2}{1 - \left(\frac{D_n}{D_2} \right)^2} + \mu_D;$$

$$C_d = \frac{1 + \left(\frac{D_1}{D_n} \right)^2}{1 - \left(\frac{D_1}{D_n} \right)^2} - \mu_d. \quad (3.16)$$

Тут D_2 – зовнішній діаметр втулки, м; D_1 – діаметр отвору вала (для суцільного вала

$D_1 = 0$), м; μ_D і μ_d – коефіцієнти Пуассона матеріалів

втулки і вала, табл. 3.1; E_D, E_d – модуль пружності матеріала втулки і вала, МПа (див. табл. 3.1); f – коефіцієнт тертя (див. табл. 3.2).

Таблиця 3.1

Значення E і μ

Матеріал	E , Па	μ
Сталь	$2,1 \cdot 10^{11}$	0,30
Чавун сірий	$1,0 \cdot 10^{11}$	0,25
Олов'яна бронза	$1,0 \cdot 10^{11}$	0,33
Безолов'яна бронза	$1,1 \cdot 10^{11}$	0,35

2. Знайти поправку на

змінання мікронерівностей отвору і вала:

$$U = k_1 R_{ad} + k_2 R_{ad}. \quad (3.17)$$

Тут R_{ad} і R_{ad} – відповідно відносно середній арифметичний відхил профілю

втулки і вала, мкм; k_D і k_a – коефіцієнти: при $R_a > 1,25$ мкм $k = 5$; при $R_a \leq 1,25$ мкм $k = 6$.

Значення R_a , (мкм) беруть із креслення деталей або приймають за даними табл. 3.3.

Таблиця 3.2

Значення коефіцієнта тертя

Матеріал деталей	Пресування	Нагрів	Охолодження	Гідропресування
Сталь-сталь	0,07	0,14	0,07	0,10
Сталь-чавун	0,07	0,07	0,07	-
Сталь або чавун, бронза або латунь	0,05	0,05	0,05	-

Таблиця 3.3

Значення R_a отвору і вала

Точність виготов. (квалітет)	Поверхня	R_a , мкм (не більше), при номінальних розмірах, мм		
		до 50	понад 50 до 120	понад 120 до 500
5	Вал	0,1-0,2	0,4	0,4
	Отвір	0,2-0,4	0,8	0,4
6 - 7	Вал	0,4	0,8	1,6
	Отвір	0,8	1,6	1,6
8	Вал	0,8	0,8	1,6-3,2
	Отвір	1,6	1,6	1,6-3,2

3. Визначити поправку на температуру деформацію δ_t , мкм (при підбірці посадки вінців черв'ячних коліс):

$$\delta_t = D[(t_D - 20^\circ)\alpha_D - (t_a - 20^\circ)\alpha_a], \quad (3.18)$$

де t_D і t_a – робочі температури відповідно вінця черв'ячного колеса і маточини, $^\circ\text{C}$; α_D і α_a – температурні коефіцієнти лінійного розширення для: сталі $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, чавуна $\alpha = 10 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$; бронзи і латуні $\alpha = 19 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

4. Визначити мінімальний натяг, потрібний для передачі завданого навантаження (мкм):

$$N_{min} = \delta + U + \delta_t. \quad (3.19)$$

5. Знайти максимальний натяг, мкм, що допускається міцністю отвору:

$$N_{max} = [\delta]_{max} + U. \quad (3.20)$$

Тут $[\delta]_{max}$ – максимальна деформація, що допускається міцністю отвору

$$[\delta]_{max} = [p]_{max} \cdot \delta / p. \quad (3.21)$$

$[p]_{max}$ –максимальний тиск, що допускається міцністю отвору

$$[p]_{max} = 0,5 \cdot \sigma_{TD} \left[1 - \left(\frac{D}{D_2} \right)^2 \right], \quad (3.22)$$

де σ_{TD} –межа текучості матеріалу отвору, МПа, приймають із табл.3.4.

6. Вибрати стандартну посадку, що задовольняє умовам:

$$N_{pmin} \geq N_{min}; \quad N_{pmax} \leq N_{max}, \quad (3.23)$$

де N_{pmin} і N_{pmax} –найменший і найбільший імовірні натяги посадки (табл. 3.5).

7. Визначити основні параметри деталей і сполучення:

$$ES, EI, es, ei; D_{max}, D_{min}, d_{max}, d_{min}; TD, Td; N_{max}, N_{min}; TN.$$

Таблица 3.4

Значення σ_{TD}

Марка матеріалу	Твердість		σ_{TD} , МПа
	<i>HB</i>	<i>HRC</i>	
Сталь 45	235...262	-	540
	239...302	-	650
40X, 40XH	239...302	-	640
	235...262	-	750
	-	45...53	750
35XM, 45XЦ	235...262	-	670
	269...302	-	790
	-	48...53	790
20XHM, 18XГТ, 12XНЗА	-	56...63	800
Бронза			
БрОФ10-1	-	-	З140
БрОНФ10-1	-	-	М 200
БрОНФ10-1-1	-	-	В 170
БрОЦС6-6-3	-	-	90
БрАЖ9-4	-	-	20

Примітка: З-відливка в землю; М-в металеву форму; В-відцентровий спосіб.

8. Виконати ескізи циліндричного з'єднання, отвору і вала з позначенням розмірів посадок, граничних відхилів і шорсткості поверхонь.

Приклад 1. Розрахувати посадку зубчастого колеса на вал за такими даними, розміри в мм: $D/D_1 = 55/35$, $D_2 = 85$, $l = 75$; $T = 225$ Н м.

Ескіз з'єднання з натягом приведений на рис. 3.5.

При дії крутного моменту T найменший питомий тиск в площі контакту вала і втулки визначаємо за формулою:

$$p = \frac{2T}{\pi \cdot D_n^2 \cdot l \cdot f} = \frac{2 \cdot 225}{3,14 \cdot 0,085^2 \cdot 0,075 \cdot 0,07} 10^{-6} = 3,78 \text{ МПа.}$$

Тут значення коефіцієнта тертя приймаємо за даними табл. 3.2: для пари тертя сталь-сталь (сталь 45 ГОСТ 380-88, НВ 235...262) $f = 0,07$.

За формулою (3.16) підраховуємо значення коефіцієнтів C_D і C_a , отримав за даними табл. 3.1 значення коефіцієнтів Пуассона для отвору і вала: $\mu_D = \mu_a = 0,30$.

$$C_D = \frac{1 + \left(\frac{0,055}{0,085}\right)^2}{1 - \left(\frac{D_n}{D_2}\right)^2} + 0,30 = 2,36; \quad C_a = \frac{1 + \left(\frac{0,035}{0,055}\right)^2}{1 - \left(\frac{0,035}{0,055}\right)^2} - 0,30 = 2,06.$$

Тоді за формулою (3.15) визначаємо значення потрібної деформації деталей з'єднання, прийняв значення модулів пружності матеріалу втулки і вала по табл. (3.1) $E_D = E_a = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ Па}$:

$$\delta = 3,78 \cdot 10^6 \cdot 0,055 \left(\frac{2,36}{2,1 \cdot 10^{11}} + \frac{2,06}{2,1 \cdot 10^{11}} \right) \cdot 10^6 = 4,37 \text{ мкм.}$$

Прийнявши точність виготовлення отвору за 7-м квалітетом, а вала - за 6-м, за даними табл. 3.3 для номінального діаметра 55 мм знаходимо: $R_{ad} = 1,6 \text{ мкм}$, $R_{ad} = 0,8 \text{ мкм}$. Тоді значення коефіцієнтів: $k_D = 5$, $k_a = 6$.

За формулою (3.17) знаходимо поправку на змінання мікронерівностей отвору і вала:

$$U = 5 \cdot 1,6 + 6 \cdot 0,8 = 12,8 \text{ мкм.}$$

Визнаємо мінімальний натяг, потрібний для передачі завданого навантаження:

$$N_{min} = 4,37 + 12,8 + 0 = 17,17 \text{ мкм.}$$

Тут $\delta_t = 0$ – посадка зубчастого колеса на вал.

Прийняв за даними табл. 3.4 значення межі текучості матеріалу отвору для заданої марки сталі $\sigma_{TD} = 540 \text{ МПа}$, знаходимо максимальний тиск, що допускається міцністю отвору [формула (3.22)]:

$$[p]_{max} = 0,5 \cdot 540 \cdot \left[1 - \left(\frac{0,055}{0,085}\right)^2 \right] = 157 \text{ МПа.}$$

Рахуємо максимальну деформацію, що допускається міцністю отвору по формулі (3.21):

$$[\delta]_{max} = 157 \cdot 10^6 \cdot 4,37 / (3,78 \cdot 10^6) = 181,5 \text{ мкм.}$$

Визначаємо максимальний натяг, що допускається міцністю отвору, за формулою (3.20):

$$N_{max} = 181,5 + 12,8 = 194,3 \text{ мкм.}$$

Стандартна посадка, яка задовольняє умовам (3.23), буде (Додаток А.12) $\text{Ø}55\text{H}7/\text{s}6$, у якої $N_{pmin} = 25$ мкм, $N_{pmax} = 60$ мкм. Граничні відхили (Додаток А.6 і А.8): $\text{Ø}55\text{H}7 - ES = 30$ мкм = $0,030$ мм, $EI = 0$; $\text{Ø}55\text{s}6 - es = +72$ мкм = $+0,072$ мм, $ei = +53$ мкм = $+0,053$ мм.

Граничні натяги у посадці:

$$N_{min} = ei - ES = 0,053 - 0,030 = 0,023 \text{ мм;}$$

$$N_{max} = es - EI = 0,072 - 0 = 0,073 \text{ мм.}$$

Схема полів розташування деталей з'єднання $\text{Ø}55\text{H}7/\text{s}6$ наведено на рис. 3.6.

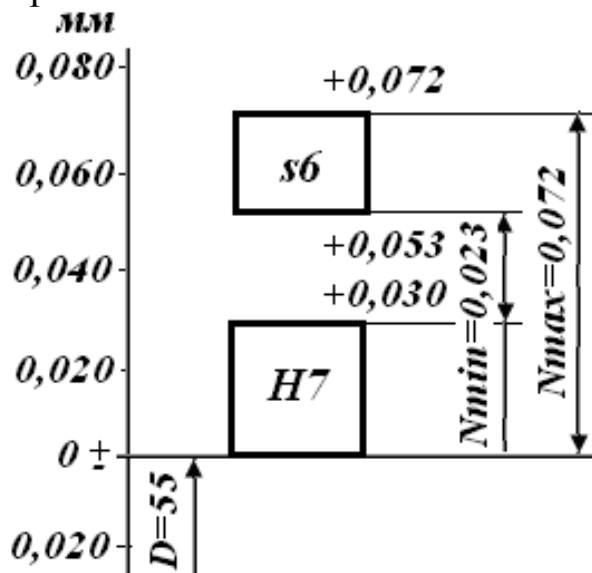


Рис. 3.6. Схема розташування полів допусків деталей з'єднання $\text{Ø}55\text{H}7/\text{s}6$

Ескізи з'єднання $\text{Ø}55\text{H}7/\text{s}6$, отвору і вала з отриманням посадок і відхилів наведено на рис. 3.7.

Контрольні питання

1. Якими способами вибирають посадки деталей машин?
2. Для посадки з натягом наведіть формули для визначення: загальної деформації, поправки на змінання нерівностей отвору і вала, мінімального і максимального натягу, максимальної деформації і максимального тиску, умови вибору посадки.
3. Запішіть формули для визначення температури нагрівання отвору і охолодження вала.

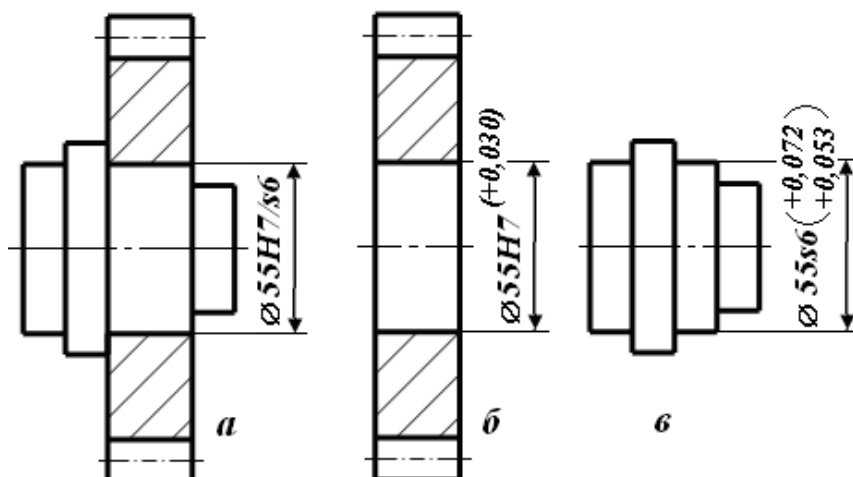


Рис. 3.7. Ескізи з'єднання (а), отвору (б) і вала (в)

3.3. Розрахунок і вибір посадок з зазором (задача 3)

Методика розрахунку залежить від характеру і умов праці. Високо відповідальними є з'єднання вальниці ковзання. Розрахунок посадок вальниць ковзання виконується двома методами: за оптимальним зазором і за граничними функціональними зазорами [11, 12]. В інженерній практиці широко застосовується метод оптимальних зазорів.

Мета задачі 3 – засвоїти методику розрахунку і вибору посадок із зазором з урахуванням конкретних умов роботи з'єднання (розмірів, швидкості обертання, властивості мастил, шорсткості поверхонь тощо).

Дані для задачі 3 вибирають із Додатку А.13.

3.3.1. Порядок виконання

Розрахункова схема розрахунку посадки з зазором приведена на рис. 3.9.

1. Визначити найвигідніший (оптимальний) зазор:

$$S_{opt} = 2\sqrt{hS}, \quad (3.24)$$

де $hS = \frac{0,52 \cdot D^2 \cdot \omega \cdot \mu}{p(D+l)}$;

h – товщина масляного шару в місці найбільшого зближення поверхонь вала і отвору в робочому стані, м;
 S – зазор між валом і отвором у стані спокою, м;
 D – номінальний діаметр сполучення, м;
 l – довжина сполучення, м;
 ω – кутова швидкість, рад/с;

μ – абсолютна в'язкість мастила при робочій температурі, Па·с;
 p – середній питомий тиск у вальниці, Па: $p = R / (D \cdot l)$.

Тут R – навантаження на цапфу, Н.

2. Визначити розрахунковий зазор з урахуванням спрацювання мікронерівностей на поверхні контакту:

$$S_{розр} = S_{opt} - k(R_{zd} + R_{zd}), \quad (3.25)$$

де R_{zd} і R_{zd} – відповідно висота нерівностей профілю отвору і вала, мкм;
 k – коефіцієнт запасу надійності ($k \geq 2$).

3. Вибрати необхідну стандартну посадку, яка задовольняє умову [12]:

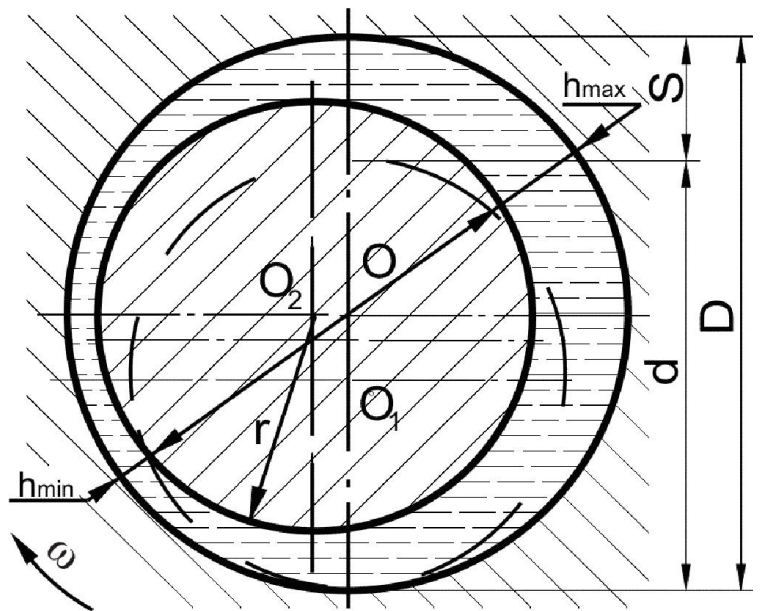


Рис. 3.9. Розрахункова схема посадки з зазором

$$S_{сер.см.} \leq S_{розр.} \quad (3.26)$$

Тут $S_{сер.см.}$ – середній зазор стандартної посадки, мкм.

При виборі посадок вальниць ковзання із числа стандартних перевагу надають посадкам переважного застосування. Посадки, в яких $S_{min.см.} = 0$, вибрати не можна.

4. Перевірити правильність вибору посадки (достатність шару мастила):

а) визначити найменшу товщину шару мастила, мкм:

$$h_{min} = \frac{hS}{[S_{max.см.} + k(R_{zD} + R_{zd})]} \quad (3.27)$$

б) перевірити достатність шару мастила, що забезпечує умови рідинного тертя, дотримуючись умови

$$h_{msn}^* \geq k(R_{zD} + R_{zd}). \quad (3.28)$$

Повинно бути співвідношення $h_{min} \geq h_{msn}^*$.

5. Визначити основні параметри деталей сполучення:

$ES, EI, es, ei; D_{max}, D_{min}, d_{max}, d_{min}; TD, Td; S_{max}, S_{min}; TS$.

6. Побудувати схему розташування полів допусків вибраної посадки.

7. Виконати ескізи з'єднання, отвору і вала з позначенням розмірів, посадок, граничних відхилів і шорсткості поверхонь.

Приклад 1. Розрахувати посадку з зазором за такими даними (розміри в мм): $D/D_1 = 55/35$, $D_2 = 85$, $l = 75$; $T = 225$ Н м; $\omega = 95$ рад/с; $p = 0,40$ МПа; $R_{zD} = 3,2$ мкм, $R_{zd} = 1,6$ мкм; $\mu = 0,07$ Па·с.

Розрахункова схема посадки з зазором приведена на рис. 3.9.

Рахуємо величину

$$hS = \frac{0,52 \cdot 0,055^2 \cdot 95 \cdot 0,07 \cdot 0,075}{0,4 \cdot 10^6 (0,055 + 0,075)} = 1,51 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2.$$

Визначаємо найвигідніший (оптимальний) зазор за формулою (3.24):

$$S_{opt} = 2\sqrt{1,51 \cdot 10^{-8}} = 2,44 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 244 \text{ мкм}.$$

Підраховуємо розрахунковий зазор з урахуванням спрацювання мікронерівностей на поверхні контакту за формулою (3.25), в якій коефіцієнт запасу надійності прийнятий рівним 2:

$$S_{розр} = 244 - 2 \cdot (3,2 + 1,6) = 234,4 \text{ мкм}.$$

Вибираємо необхідну стандартну посадку, що задовольняє умову (3.25).

Приймаємо стандартну посадку $\varnothing 55H7 / g6$.

За Додатком А.6 і А.8 визначаємо граничні відхилення отвору та вала:

$\varnothing 55H7 : ES = +30$ мкм = $+0,030$ мм, $EI = 0$.

$\varnothing 55g6 : es = -10$ мкм = $-0,010$ мм, $ei = -29$ мкм = $-0,029$ мм;

Визначаємо граничні зазори за формулами (3.5 і 3.6):

$$S_{max}=ES-ei=0,030-(-0,029) = 0,059 \text{ мм}; S_{min}=EI-es=0-(-0,010) = 0,010 \text{ мм}.$$

Середній зазор:

$$S_{cee} = \frac{S_{max} + S_{min}}{2} = \frac{0,059 + 0,010}{2} = 0,0345 \text{ мм}.$$

Перевіряємо правильність вибору посадки (достатність шару мастила): визначаємо найменшу товщину шару мастила за формулою (3.27):

$$h_{min} = \frac{1,51 \cdot 10^{-8} \cdot 10^{12}}{[65 + 2(3,2 + 1,6)]} = 201 \text{ мкм};$$

перевіряємо достатність шару мастила, що забезпечує умови рідинного тертя, дотримуючись умови (3.28):

$$h_{min}^* \geq 2(3,2 + 1,6) = 9,6 \text{ мкм}; h_{min} = 201 \text{ мкм} > h_{min}^* .$$

Визначаємо основні параметри деталей сполучення $\text{Ø}55\text{H}7/\text{g}6$:

$$\text{Ø}55\text{H}7 - ES = 30 \text{ мкм} = 0,030 \text{ мм}, EI = 0;$$

$$\text{Ø}55\text{g}6 - es = -10 \text{ мкм} = -0,010 \text{ мм}, ei = -29 \text{ мкм} = -0,029 \text{ мм}.$$

граничні розміри валу та отвору формулами (3.1-3.2):

$$D_{max}=55+0,036=55,036 \text{ мм}; D_{min}=55+0=55 \text{ мм};$$

$$d_{max}=55+(-0,010)=54,990 \text{ мм}; d_{min}=55+(-0,029)=54,971 \text{ мм};$$

допуски отвору та валу за формулами (3.3-3.4):

$$TD=ES+EI=0,036+0=+0,036 \text{ мм}; TD= D_{max} - D_{min} = 55,036 - 55 = +0,036 \text{ мм};$$

$$Td=es-ei=(-0,010)-(-0,029)=+0,019 \text{ мм}; Td= d_{max} - d_{min} = 54,990 - 54,971 = +0,019 \text{ мм};$$

Визначаємо допуск посадки за формулою (3.9)

$$TS= S_{max}-S_{min}=0,065-0,010=0,055 \text{ мм}.$$

Перевірочна формула (3. 12):

$$TS=TD+Td=0,036+0,019=0,055 \text{ мм}.$$

Будуємо схему полів розташування допусків з'єднання $\text{Ø}55\text{H}7/\text{g}6$ (рис. 3.10). Будуємо ескізи з'єднань отвору та валу з дотриманням посадок і відхилів (рис. 3.11).

Контрольні питання

1. За якою формулою підраховується найвигідніший (оптимальний) зазор?

2. Як розраховується розрахунковий зазор з урахуванням спрацювання мікро нерівностей на поверхні контакту?

3. Умова вибору посадки з зазором.

4. За якою формулою визначається найменша товщина шару мастила?

5. Як перевіряється достатність шару мастила, що забезпечує умови рідинного тертя?

6. Яке співвідношення повинно бути між $h_{min} \geq h_{msn}^*$.

7. За якою формулою підраховується величина hS ?

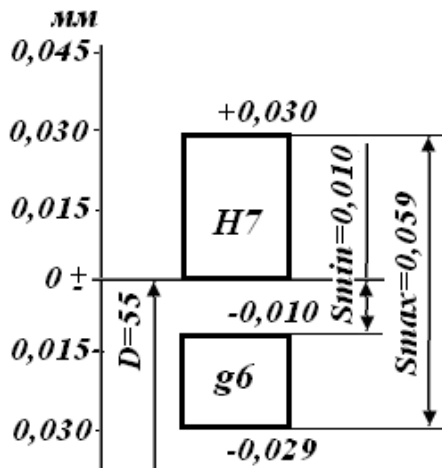


Рис. 3.10. Схема розташування полів допусків з'єднання $\text{Ø}55\text{H}7/\text{g}6$

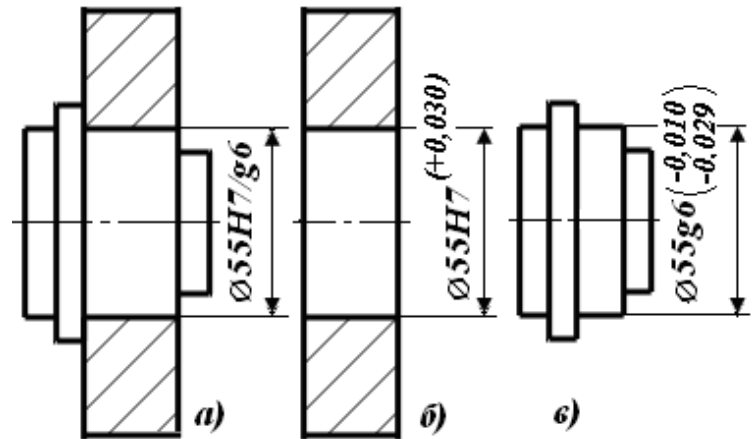


Рис. 3.11. Ескізи зеднання (а), отвору (б) і вала (в)

3.4. Визначення елементів з'єднання, які підлягають селективній збірці (завдання 4)

Мета завдання 4 – розібратися в суті методу селективної збірки з'єднань.

Вихідні дані для визначення основних елементів селективної збірки наведено у Додатку А.14.

Метод селективного складання полягає у тому, що деталі, які надходять на складання, обробляють з розширеними допусками, що відповідають економічній точності обладнання. Після цього деталі сортують на кілька груп n з дуже точними взаємними розмірами всередині кожної групи. Розбивають на групи, поділяючи поля допусків вала і отвору на кілька частин. При цьому виходять нові допуски, що називаються груповими TD_{gp}, Td_{gp} (див. рис. 3.12).

До кожної групи після сортування входять деталі підвищеної точності (з допусками TD_{gp}, Td_{gp}). За сполучення таких деталей одержують дуже точну посадку, з малими коливаннями зазорів і натягів. Сортують за допомогою граничних калібрів, сортувальних автоматів та інших засобів. Кількість груп селекції не є довільною, а залежить від вимоги поліпшення посадки. Поліпшення ж посадки досягають, зменшуючи груповий допуск. Проте зменшувати груповий допуск доцільно тільки до певної міри. Тому вибирати число груп розбивки треба за спеціальною методикою.

Виходячи з цієї методики, можна запропонувати такі формули для підрахунку найвигіднішого числа груп сортування деталей:

для посадки, якщо $TD = Td$

$$n = \frac{TD}{S(N)_{max}^{gp} - S(N)_{min}^{cm} - Td}; \quad (3.29)$$

$$n = \frac{Td}{N_{max}^{zp} - N_{min}^{cm} - TD}, \quad (3.30)$$

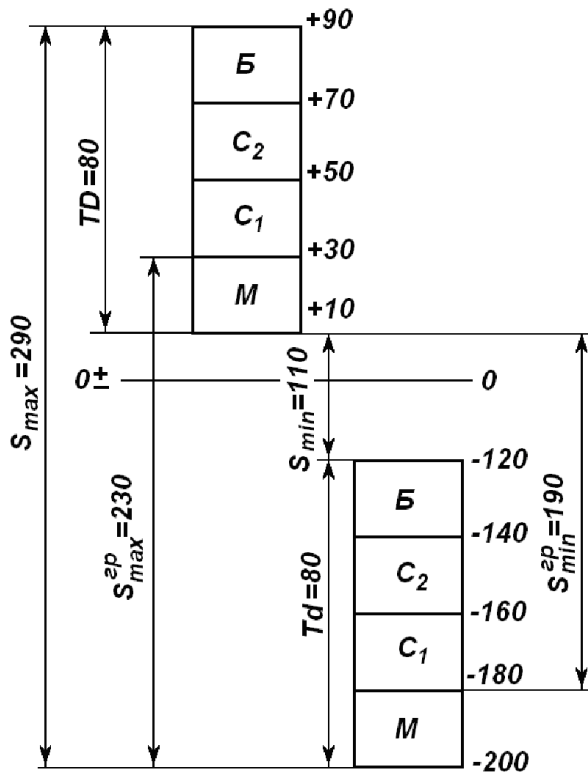


Рис. 3.12. Схема полів допусків сполучення з розширеним полем допуску.

2. Визначаємо граничні розміри за розширеним полем доступу за формулами (3.1) і (3.2).

3. Визначаємо: розширені допуски [формули (3.3)–(3.4)]; граничні зазори чи натяги за формулами (3.5)–(3.8); допуск посадки–(3.9)–(3.11).

4. Визначаємо груповий допуск:

$$\text{отвору } TD_{zp} = \frac{TD}{n}; \quad (3.31)$$

$$\text{вала } Td_{zp} = \frac{Td}{n}. \quad (3.32)$$

5. Визначаємо групові зазори:

$$\text{для першої групи } S_{min1} = S_{min} + Td - \frac{Td}{n}; \quad (3.33)$$

$$S_{max1} = S_{max} - TD + \frac{TD}{n}; \quad (3.34)$$

$$\text{для другої групи } S_{min2} = S_{min} + Td - \frac{Td}{n}; \quad (3.35)$$

$$S_{max2} = S_{max} - TD + \frac{TD}{n}; \quad (3.36)$$

6. Визначаємо: середній груповий зазор

де S_{min}^{cm} , N_{min}^{cm} – найменші складальні зазори і натяги, що досягаються комплектуванням за розмірними групами (вказуються в технічних умовах на складання); S_{max}^{zp} , N_{max}^{zp} – найбільші табличні зазори або натяги. Їх виявляють розрахунком, виходячи з діаметрів отворів і валів після обробки на верстатах.

Селективне складання застосовують, крім сполучень вал-втулка, і для збирання вальниць і відповідних нарізних з'єднань з натягом. Для них селективне складання є єдиним економічно доцільним методом забезпечення необхідної точності.

3.4.1. Порядок виконання

1. Знаходимо граничні відхили для

$$S_{зр.сер} = \frac{(S_{зр.маx} + S_{зр.мін})}{2}; \quad (3.37)$$

груповий допуск посадки

$$TS_{зр} = TD_{зр} + Td_{зр} = S_{зр.маx} - S_{зр.мін}.$$

7. Встановлюємо граничні відхили (мм) для кожної групи і результат заносимо в таблицю.

8. Встановлюємо граничні розміри для кожної групи, результат заносимо в таблицю.

9. Будуємо схему розташування полів допусків.

Схеми розташування полів допусків для посадок із зазором і з натягом приведені на рис. 3.12, а перехідних—на рис. 3.13.

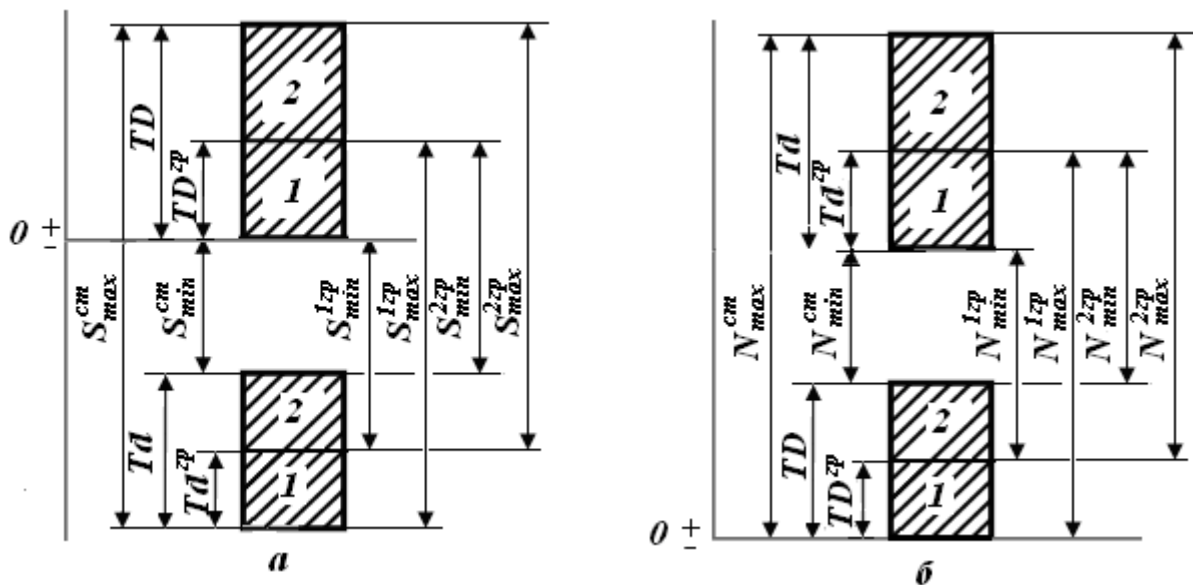


Рис. 3.12. Схеми розташування полів допусків для посадок із зазором (а) і з натягом (б)

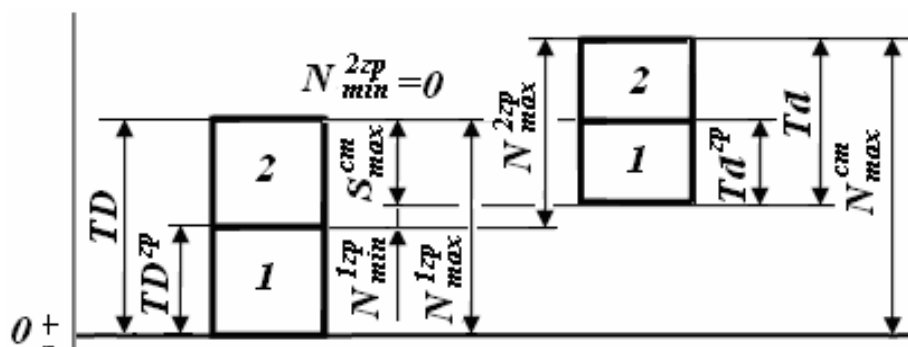


Рис. 3.13. Схеми розташування полів допусків для перехідної посадки
Приклад 1. Вихідні дані розрахунку: з'єднання $\text{Ø}84\text{U}9/\text{h}9$, $n=3$.

Система вала посадка з натягом

Знаходимо граничні відхили для сполучення (табл. А.7 і А.9):

$\text{Ø}84\text{U}9$: $ES = -124 \text{ мкм} = -0,124 \text{ мм}$; $EI = -178 \text{ мкм} = -0,178 \text{ мм}$.

$\text{Ø}84\text{h}9$: $es = 0$, $ei = -54 \text{ мкм} = -0,054 \text{ мм}$.

Визначаємо граничні розміри отвору та вала за формулами (3.1 і 3.2):

$$D_{max} = 84 + (-0,124) = 83,876 \text{ мм}; D_{min} = 84 + (-0,178) = 83,822 \text{ мм};$$

$$d_{max} = 84 + 0 = 84 \text{ мм}; d_{min} = 84 + (-0,054) = 83,946 \text{ мм}.$$

Допуски отвору і вала підраховуємо за формулою (3.3) і (3.4):

$$TD = ES - EI = -0,124 - (-0,178) = +0,054 \text{ мм}; Td = es - ei = 0 - (-0,054) = +0,054 \text{ мм}.$$

Граничні натяги визначаємо за формулами (3.9 і 3.10):

$$N_{min} = ei - ES = (-0,054) - (-0,124) = 0,070 \text{ мм}; N_{max} = es - EI = 0 - (-0,178) = 0,178 \text{ мм}.$$

Визначаємо середнє значення натягу за формулою:

$$N_{сер} = (N_{min} + N_{max})/2 = (0,070 + 0,178)/2 = 0,124 \text{ мм}.$$

Допуск посадки визначаємо за формулою (3.11):

$$T(N) = N_{max} - N_{min} = 0,178 - 0,070 = 0,108 \text{ мм}.$$

Перевірочна формула:

$$T(N) = TD + Td = 0,054 + 0,054 = 0,108 \text{ мм}.$$

Визначаємо груповий допуск за формулами:

$$\text{отвору } TD_{zp} = TD/n = 0,054/3 = 0,018 \text{ мм}; \text{ вала } Td_{zp} = Td/n = 0,054/3 = 0,018 \text{ мм}.$$

Групові натяги підраховуємо за формулами:

- для першої групи:

$$N_{minI} = N_{min} + Td - Td/n = 0,070 + 0,054 - 0,054/3 = 0,106 \text{ мм};$$

$$N_{maxI} = N_{max} - Td + Td/n = 0,178 - 0,054 + 0,054/3 = 0,142 \text{ мм};$$

- для другої групи:

$$N_{minII} = N_{min} + Td - Td/n = 0,070 + 0,054 - 0,054/3 = 0,106 \text{ мм};$$

$$N_{maxII} = N_{max} - Td + Td/n = 0,178 - 0,054 + 0,054/3 = 0,142 \text{ мм};$$

- для третьої групи:

$$N_{minIII} = N_{min} + Td - Td/n = 0,070 + 0,054 - 0,054/3 = 0,106 \text{ мм};$$

$$N_{maxIII} = N_{max} - Td + Td/n = 0,178 - 0,054 + 0,054/3 = 0,142 \text{ мм}.$$

Будуємо схему полів допусків (рис. 10.17).

Середній груповий натяг визначаємо за формулою:

$$N_{сер.zp} = (N_{min.zp} + N_{max.zp})/2 = (0,106 + 0,142)/2 = 0,124 \text{ мм}.$$

Визначаємо груповий допуск посадки за формулою:

$$TD_{zp} = TD_{zp} + Td_{zp} = 0,018 + 0,018 = 0,036 \text{ мм}.$$

$$TD_{zp} = N_{maxI} - N_{minI} = 0,142 - 0,106 = 0,036 \text{ мм}.$$

Встановлюємо граничні відхили для кожної групи і результат заносимо до табл. 3.4. Граничні розміри по групах вносимо до табл. 3.5.

Приклад 2. Вихідні дані розрахунку: $\varnothing 160F9/h9$, $n = 2$.

Знаходимо граничні відхили для сполучення (табл. А.7 і А.9):

$$\varnothing 160F9: ES = +143 \text{ мкм} = +0,143 \text{ мм}, EI = +0,043;$$

$$\varnothing 160h9: es = 0 \text{ мм}, ei = -100 \text{ мкм} = -0,100 \text{ мм}.$$

Визначаємо граничні розміри отвору та вала за формулами (3.1) і (3.2):

$$D_{max} = D + ES = 160 + 0,143 = 160,143 \text{ мм};$$

$$D_{min} = D + EI = 160 + 0,043 = 160,043 \text{ мм};$$

$$d_{max} = D + es = 160 + 0 = 160,000 \text{ мм};$$

$$d_{min} = D + ei = 160 + (-0,100) = 159,900 \text{ мм}.$$

Таблиця 3.4
Граничні відхилення для кожної групи

Деталь	Номер розмірних груп		
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>
Отвір	$84_{-0,054}^{-0,036}$	$84_{-0,036}^{-0,018}$	$84_{-0,018}$
Вал	$84_{-0,178}^{-0,160}$	$84_{-0,160}^{-0,142}$	$84_{-0,142}^{-0,124}$

Таблиця 3.5

Граничні розміри за групами

Розміри деталей	Номер розмірних груп		
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>
Отвір D_{max}	83,964	83,982	83,964
D_{min}	83,946	83,964	84,000
Вал d_{max}	83,840	83,858	83,876
d_{min}	83,828	83,840	83,858

Схеми розташування полів допусків з'єднання $\text{Ø}84U9/h9$ наведено на рис. 3.14.

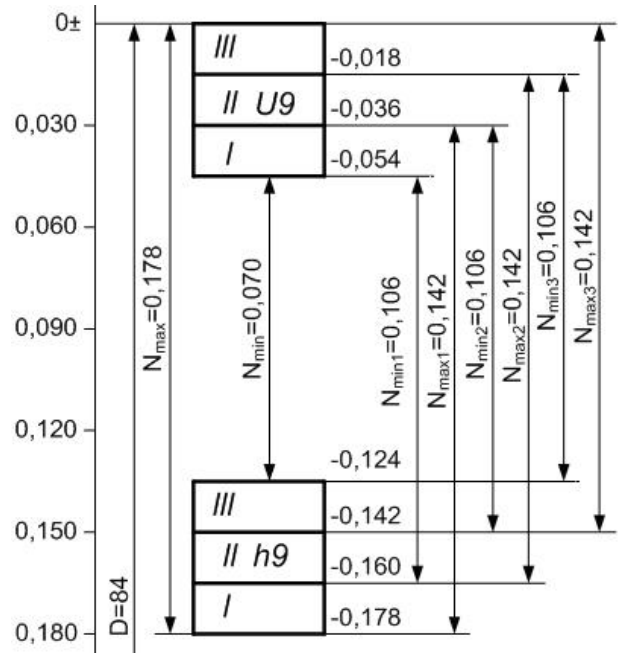


Рис. 3.14. Схема розташування полів допусків з'єднання $\text{Ø}84U9/h9$

Допуски отвору і вала підраховуємо за формулами (3.3) і (3.4):

$$TD = ES - EI = 0,143 - 0,043 = 0,100 \text{ мм}; \quad Td = es - ei = 0 - (-0,100) = +0,100 \text{ мм}.$$

Граничні зазори визначаємо за формулами (3.5) і (3.6):

$$S_{max} = ES - ei = 0,143 - (-0,100) = 0,243 \text{ мм};$$

$$S_{min} = EI - es = 0,043 - 0 = 0,043 \text{ мм}.$$

Визначаємо середнє значення зазору за формулою:

$$S_{сер} = (S_{min} + S_{max}) / 2 = (0,043 + 0,243) / 2 = 0,143 \text{ мм}.$$

Допуск посадки визначаємо за формулою (3.9):

$$TS = S_{max} - S_{min} = 0,243 - 0,043 = 0,200 \text{ мм}.$$

Перевірна формула:

$$TS = TD + Td = 0,100 + 0,100 = 0,200 \text{ мм}.$$

Визначаємо груповий допуск за формулами:

отвору $TD_{zp} = TD/n = 0,100/2 = 0,050 \text{ мм}$; вала $Td_{zp} = Td/n = 0,100/2 = 0,050 \text{ мм}$.

Групові зазори вираховуємо за формулами:

- для першої групи:

$$S_{minI} = S_{min} + Td - Td/n = 0,043 + 0,100 - 0,100/2 = 0,093 \text{ мм};$$

$$S_{maxI} = S_{max} - Td + Td/n = 0,243 - 0,100 + 0,100/2 = 0,193 \text{ мм};$$

- для другої групи:

$$S_{minII} = S_{min} + Td - Td/n = 0,043 + 0,100 - 0,100/2 = 0,093 \text{ мм};$$

$$S_{maxII} = S_{max} - Td + Td/n = 0,243 - 0,100 + 0,100/2 = 0,193 \text{ мм}.$$

Середній груповий зазор визначаємо за формулою:

$$S_{сер.zp} = (S_{min.zp} + S_{max.zp}) / 2 = (0,093 + 0,193) / 2 = 0,143 \text{ мм}.$$

Визначаємо груповий допуск посадки за формулою:

$$TD_{zp.} = TD_{zp.} + Td_{zp.} = 0,050 + 0,050 = 0,100 \text{ мм.}$$

$$TD_{zp.} = S_{maxI} - S_{minI} = 0,193 - 0,093 = 0,100 \text{ мм.}$$

Установлюємо граничні відхили для кожної групи і результат вносимо до табл. 3.6. Граничні розміри за групами вносимо до табл. 3.7.

Будуємо схему розташування полів допусків з'єднання $\text{Ø}160F9/h9$ (рис. 3.15).

Таблиця 3.6

Граничні відхили для кожної групи

Деталь	Номери розмірних груп	
	I	II
Отвір	$160^{+0,093}_{+0,043}$	$160^{+0,143}_{+0,093}$
Вал	$160^{-0,050}_{-0,100}$	$160^{-0,100}_{-0,050}$

Таблиця 3.7

Граничні розміри за групами

Деталь	Номери розмірних груп	
	I	II
Отвір D_{max}	160,093	160,143
	D_{min}	160,043
Вал d_{max}	159,950	160,000
	d_{min}	159,900

Приклад 3. Вихідні дані розрахунку $\text{Ø}50H7/m7, n=2$.

Граничні відхили для спряження з розширеним полем допуску:

$$\text{Ø}50H7 - ES = +25 \text{ мкм} = +0,025 \text{ мм}, EI = 0;$$

$$\text{Ø}50m7 - es = +34 = +0,034 \text{ мм}, ei = +9 \text{ мкм.}$$

Визначаємо граничні розміри отвору та вала за формулами (3.1) і (3.2):

$$D_{max} = D + ES = 50 + 0,025 = 50,025 \text{ мм}; D_{min} = D + EI = 50 + 0 = 50,000 \text{ мм};$$

$$d_{max} = D + es = 50 + 0,034 = 50,034 \text{ мм}; d_{min} = D + ei = 50 + 0,009 = 50,009 \text{ мм.}$$

Допуски отвору і вала підраховуємо за формулою (3.3) і (3.4):

$$TD = ES - EI = +0,025 - 0 = 0,025 \text{ мм}; Td = es - ei = +0,034 - 0,009 = 0,025 \text{ мм.}$$

Граничні зазори і натяги визначаємо за формулами (3.5) і (3.10):

$$S_{max} = ES - ei = 0,025 - 0,009 = 0,016 \text{ мм};$$

$$N_{max} = es - EI = 0,034 - 0 = 0,034 \text{ мм.}$$

$$N_{сер} = (N_{max} + N_{min}) / 2 = (0,034 - 0,016) / 2 = 0,009 \text{ мм.}$$

Допуск посадки:

$$T(S, N) = S_{max} + N_{max} = 0,016 + 0,034 = 0,050 \text{ мм};$$

$$TS = TD + Td = 0,025 + 0,025 = 0,050 \text{ мм.}$$

Груповий допуск:

$$\text{отвору } TD_{zp} = TD/n = 0,025/2 = 0,0125 \text{ мм};$$

$$\text{вала } Td_{zp} = Td/n = 0,025/2 = 0,0125 \text{ мм.}$$

Визначаємо групові зазори:

перша група:

$$S_{maxI} = S_{max} - TD + TD/n = 0,016 - 0,025 + 0,025/2 = 0,0035 \text{ мм};$$

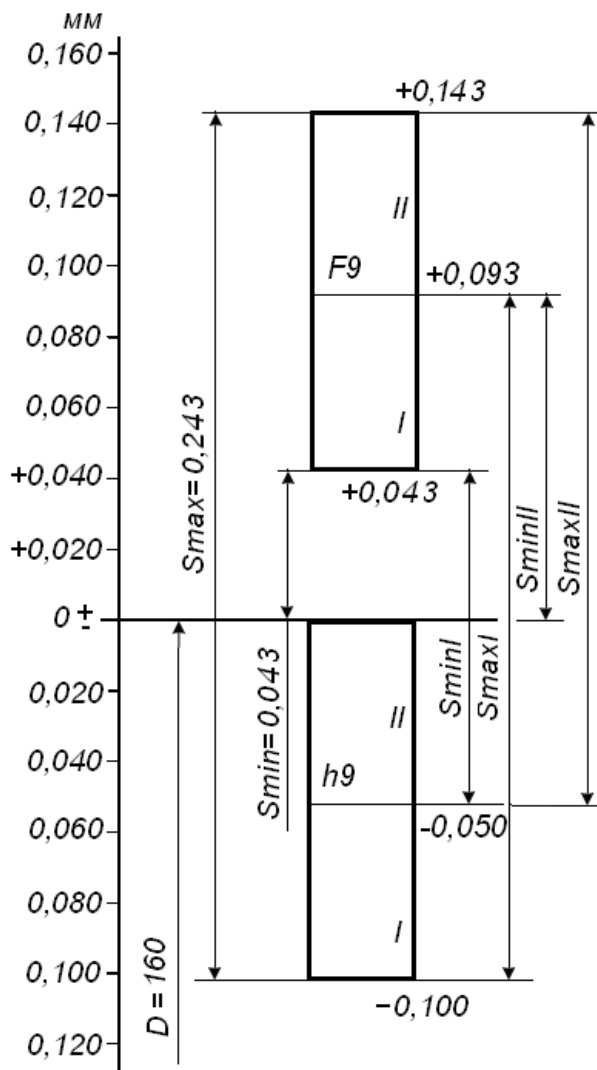


Рис. 3.15. Схема розташування полів допусків з'єднання $\varnothing 160F9/h9$

Таблиця 3.8

Граничні відхилення для кожної групи

Деталь	номери розмірних груп	
	I	II
Отвір	$50^{+0,0125}$	$50^{+0,0250}_{+0,0125}$
Вал	$50^{+0,0215}_{+0,0090}$	$50^{+0,0340}_{+0,0215}$

$$N_{maxI} = N_{max} - TD + TD/n = 0,034 - 0,025 + 0,025/2 = 0,0215 \text{ мм};$$

друга група

$$S_{maxII} = S_{max} = TD + TD/n = 0,016 - 0,025 + 0,025/2 = 0,0035 \text{ мм};$$

$$N_{maxII} = N_{max} - TD + TD/n = 0,034 - 0,025 + 0,025/2 = 0,0215 \text{ мм}.$$

Середній груповий натяг:

$$N_{зр.сер} = (N_{max.зр} + N_{min.зр}) / 2 = (0,0215 - 0,0035) / 2 = 0,009 \text{ мм}.$$

Встановлюємо граничні відхилення для кожної групи і результат заносимо в табл. 3.8. Граничні розміри по групах вносимо до табл. 3.9.

Будуємо схему розташування полів допусків з'єднання $\varnothing 50H7/m7$ (рис. 3.16).

Контрольні питання

1. У чому полягає метод селективного складання.

2. За допомогою чого сортують деталі, що надходять на селективне складання?

Таблиця 3.9

Граничні розміри за групами

Деталь	номери розмірних груп	
	I	II
Отвір D_{max}	50,0125	50,0250
D_{min}	50,0000	50,0125
Вал d_{max}	50,0215	50,0340
d_{min}	50,0090	50,0215

3. Наведіть формули для підрахунку найвигіднішого числа груп сортування деталей за умови $TD = Td$.

4. За якими формулами підраховується найвигідніше число груп сортування деталей для посадки, якщо $TD = Td$?

5. За якими формулами підраховуються групові зазори у посадках з зазором?
6. За якими формулами підраховуються групові натяги у посадках з натягом?
7. Як визначається груповий допуск посадки?

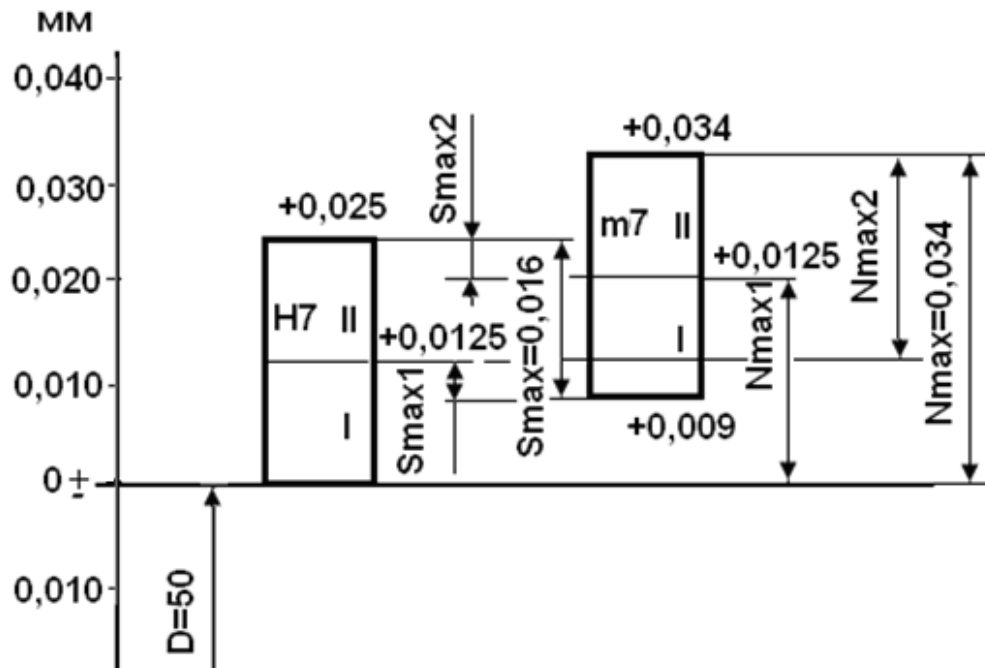


Рис. 3.16. Схема розташування полів допусків з'єднання $\varnothing 50H7/m7$

Вихідні дані для визначення основних елементів сполучення (завдання 1)

Номер варіанту	Посадка	Номер варіанту	Посадка	Номер варіанту	Посадка
1	Ø12H11/d10	33	Ø15D10/h11	65	Ø26H6/s5
2	Ø30D8/h7	34	Ø120H7/js6	66	Ø34F9/h8
3	Ø54H8/s7	35	Ø40K8/h7	67	Ø55Y10/h9
4	Ø18N7/h6	36	Ø16H7/f6	68	Ø82IS7/h6
5	Ø160E9/h8	37	Ø125N7/h5	69	Ø96H11/k10
6	Ø10H8/r7	38	Ø14H8/f7	70	Ø128S7/h6
7	Ø180E10/h9	39	Ø100Y11/h10	71	Ø164H12/c11
8	Ø8H11/d10	40	Ø8H12/h11	72	Ø9U9/h8
9	Ø65D11/h11	41	Ø170N8/h7	73	Ø6H12/b11
10	Ø36H8/f7	42	Ø145H5/s6	74	Ø15K7/h5
11	Ø130N7/h6	43	Ø14G9/h8	75	Ø7H5/js6
12	Ø28H7/r6	44	Ø28H6/h7	76	Ø27Z7/h6
13	Ø75E9/h8	45	Ø48D11/h10	77	Ø17H9/m8
14	Ø100H8/js6	46	Ø66H7/t6	78	Ø39K6/h5
15	Ø105P7/h6	47	Ø90T7/h6	79	Ø58H10/d9
16	Ø16Y8/f7	48	Ø128H11/d10	80	Ø78U8/h7
17	Ø18P7/h6	49	Ø160R6/h5	81	Ø86Y12/b11
18	Ø10H11/f9	50	Ø120H9/x8	82	Ø135E9/h9
19	Ø35D8/h9	51	Ø42N7/h5	83	Ø5H8/k6
20	Ø140H7/f7	52	Ø114H7/g6	84	Ø64P7/h6
21	Ø48E9/h10	53	Ø28N7/h6	85	Ø180H11/d10
22	Ø12H6/r6	54	Ø56H8/f7	86	Ø16R7/h6
23	Ø78F6/h9	55	Ø20D11/h11	87	Ø6H10/f9
24	Ø129H12/d11	56	Ø140H11/d10	88	Ø33D7/h8
25	Ø20R7/h6	57	Ø12F10/h9	89	Ø138H7/k6
26	Ø52H11/d10	58	Ø170H8/r7	90	Ø46E10/h9
27	Ø33N6/h6	59	Ø7F9/h8	91	Ø11H7/r6
28	Ø8H6/r6	60	Ø68N7/h6	92	Ø76F10/h8
29	Ø10K7/h6	61	Ø38H8/s7	93	Ø118H11/d10
30	Ø180H7/k6	62	Ø144D8/h7	94	Ø20S7/h6
31	Ø26N7/h6	63	Ø26H11/d10	95	Ø54H10/d9
32	Ø150H11/d10	64	Ø12N5/h6	96	Ø35N6/h5

Додаток А.2																
Числові значення допусків за ДСТУ 2500-94, вибірка																
Інтервали номінальних розмірів, мм, (понад – до)	Квалітет															
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	18		
	МКМ								ММ							
До 3 включно	3	4	6	10	14	25	40	60	0,10	0,14	0,25	0,40	1,00	1,40		
3 - 6	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,30	0,48	1,20	1,80		
6 - 10	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	1,50	2,50		
10 - 18	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,70	1,80	2,70		
18 - 30	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	2,10	3,30		
30 - 50	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1,00	2,50	3,90		
50 - 80	8	13	19	30	46	74	120	190	0,30	0,46	0,74	1,20	3,00	4,60		
80 - 120	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,40	3,50	5,40		
120 - 180	12	18	25	40	63	100	160	250	0,40	0,63	1,00	1,60	4,00	6,30		
180 - 250	14	20	29	46	72	115	1850	290	0,46	0,72	1,15	1,85	5,20	7,20		
250 - 315	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,30	2,10	5,70	8,10		
315 - 400	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,40	2,230	6,30	8,90		
400 - 500	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,50	7,00	9,70		
500 - 630	22	30	44	70	110	175	280	440	0,70	1,10	1,75	2,80	8,00	11,0		
630 - 800	25	33	50	80	125	200	320	500	0,80	1,25	2,00	3,20	9,00	12,5		
800 - 1000	29	40	56	90	140	230	360	560	1,05	1,40	2,30	3,60	10,5	14,0		
1000 - 1250	34	46	66	105	165	260	420	660	1,25	1,65	2,60	4,20	12,5	16,5		
1250 - 1600	40	54	73	125	195	310	500	780	1,50	1,95	3,10	5,00	15,0	19,5		
1600 - 2000	43	65	92	150	230	370	600	920	1,75	2,30	3,70	6,00	17,5	23,0		
2000 - 2500	57	77	110	175	280	440	700	1100	2,10	2,80	4,40	7,00	21,0	28,0		

Додаток А.3. Числові значення основних відхилів отворів розмірами до 500 мм

Інтервали розмірів, мм	Позначення основного відхилення																						
	A	B*	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	JS	J	K	M	N	P						
	Всі квалітети																	6	7	8	До 8	До 8*	>8
	Нижній відхил EI, мкм												Верхній відхил ES, мкм										
До 3	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0	Граничні відхили $\pm IT/2$						Відхили як для квалітетів понад 7, збільшене на Δ					
Понад 3 до 6	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0												
» 6 » 10	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0												
» 10 » 14	+290	+150	+95	-	+50	+32	-	+16	-	+6	0												
» 14 » 18	+300	+160	+110	-	+65	+40	-	+20	-	+7	0												
» 18 » 24	+310	+170	+120	-	+80	+50	-	+25	-	+9	0												
» 24 » 30	+320	+180	+130	-	+100	+60	-	+30	-	+10	0												
» 30 » 40	+340	+190	+140	-	+120	+70	-	+36	-	+12	0												
» 40 » 50	+360	+200	+150	-	+140	+80	-	+43	-	+14	0												
» 50 » 65	+380	+220	+170	-	+160	+90	-	+50	-	+15	0												
» 65 » 80	+410	+240	+180	-	+180	+100	-	+56	-	+17	0												
» 80 » 100	+460	+260	+200	-	+200	+110	-	+62	-	+18	0												
» 100 » 120	+520	+280	+220	-	+220	+120	-	+68	-	+20	0												
» 120 » 140	+580	+310	+240	-	+240	+130	-	+74	-	+22	0												
» 140 » 160	+660	+340	+260	-	+260	+140	-	+80	-	+23	0												
» 160 » 180	+740	+380	+280	-	+280	+150	-	+86	-	+25	0												
» 180 » 200	+820	+420	+300	-	+300	+160	-	+92	-	+26	0												
» 200 » 225	+920	+480	+330	-	+330	+170	-	+98	-	+27	0												
» 225 » 250	+1050	+540	+360	-	+360	+180	-	+104	-	+28	0												
» 250 » 280	+1200	+600	+400	-	+400	+190	-	+110	-	+29	0												
» 280 » 315	+1350	+680	+440	-	+440	+200	-	+116	-	+30	0												
» 315 » 355	+1550	+760	+480	-	+480	+210	-	+122	-	+31	0												
» 355 » 400	+1650	+840	+520	-	+520	+220	-	+128	-	+32	0												
» 400 » 450				-			-		-		0												
» 450 » 500				-			-		-		0												

Інтервали розмірів, мм	Позначення основного відхилення											Поправка Δ^* (мкм) для квалітетів												
	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC												
	Квалітет																							
	Понад 7																							
Верхній відхил ES, мкм																								
$\Delta=0$																								
До 3	-6	-10	-14	-	-18	-	-20	-	-26	-32	-40	-60	3	4	5	6	7	8	1	1.5	1	3	4	6
Понад 3 до 6	-12	-15	-19	-	-23	-	-28	-	-35	-42	-50	-80	1	1.5	2	3	6	7	1	1.5	2	3	6	7
»6»10	-15	-19	-23	-	-28	-	-34	-	-42	-52	-67	-97	1	2	3	3	7	9	1.5	2	3	4	5	12
»10»14	-18	-23	-28	-	-33	-39	-40	-	-50	-64	-90	-130	1	2	3	3	7	9	1.5	2	3	4	8	12
»14»18	-22	-28	-35	-	-41	-47	-54	-63	-73	-98	136	188	1.5	2	3	4	8	12	1.5	2	3	4	8	12
»18»24	-22	-28	-35	-41	-48	-55	-64	-75	-88	-118	160	-218	1.5	2	3	4	8	12	1.5	2	3	4	8	12
»24»30	-22	-28	-35	-41	-48	-55	-64	-75	-88	-118	160	-218	1.5	2	3	4	8	12	1.5	2	3	4	8	12
»30»40	-6	-34	-43	-48	-60	-68	-80	-94	-112	-148	-200	-274	1.5	2	3	4	8	12	1.5	2	3	4	8	12
»40»50	-6	-34	-43	-54	-70	-81	-97	-114	-136	-180	-242	-325	1.5	2	3	4	8	12	1.5	2	3	4	8	12
»50»65	32	-41	-53	-66	-87	-102	-122	-144	-172	-226	-300	-405	2	3	5	6	11	16	2	3	5	6	11	16
»65»80	-43	-59	-71	-75	-102	-146	-178	-214	-258	-335	-445	-585	2	3	5	6	11	16	2	3	5	6	11	16
»80»100	-37	-51	-71	-91	-124	-146	-178	-214	-258	-335	-445	-585	2	3	5	6	11	16	2	3	5	6	11	16
»100»120	-54	-79	-104	-104	-144	-172	-210	-254	-310	-400	-525	-690	2	3	5	6	11	16	2	3	5	6	11	16
»120»140	-63	-92	-122	-122	-170	-202	-248	-300	-365	-470	-620	-800	2	3	5	6	11	16	2	3	5	6	11	16
»140»160	-43	-65	-100	-134	-190	-228	-280	-340	-415	-535	-700	-900	3	4	6	7	15	23	3	4	6	7	15	23
»160»180	-68	-108	-146	-146	-210	-252	-310	-380	-465	-600	-730	-1000	3	4	6	7	15	23	3	4	6	7	15	23
»180»200	-77	-122	-166	-166	-236	-284	-350	-425	-520	-670	-880	-1150	3	4	6	7	15	23	3	4	6	7	15	23
»200»225	-50	-80	-130	-180	-258	-310	-385	-470	-575	-740	-960	-1250	3	4	6	7	15	23	3	4	6	7	15	23
»225»250	-84	-140	-196	-196	-284	-340	-425	-520	-640	-820	-1050	-1350	3	4	6	7	15	23	3	4	6	7	15	23
»250»280	-94	-158	-218	-218	-315	-385	-475	-580	-710	-920	-1200	-1550	4	4	7	9	20	29	4	4	7	9	20	29
»280»315	-56	-98	-170	-240	-350	-425	-525	-650	-790	-1000	-1300	-1700	4	4	7	9	20	29	4	4	7	9	20	29
»315»355	-62	-108	-190	-268	-390	-475	-590	-730	-900	-1050	-1500	-1900	4	4	7	9	20	29	4	4	7	9	20	29
»355»400	-114	-208	-294	-294	-445	-530	-660	-820	-1000	-1300	-1650	-2100	4	4	7	9	20	29	4	4	7	9	20	29
»400»450	-126	-232	-330	-330	-490	-595	-740	-920	-1100	-1450	-1850	-2400	5	5	7	13	23	34	5	5	7	13	23	34
»450»500	-68	-132	-252	-360	-540	-660	-820	-1000	-1250	-1600	-2100	-2600	5	5	7	13	23	34	5	5	7	13	23	34

Додаток А.4. Числові значення основних відхилів валів розмірами до 500 мм
(за ДСТУ 2500–94, вибірка)

Інтервали розмірів, мм	Позначення основного символу																				
	a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	js	j			k					
	Всі квалітети												5	6	7	8					
До 3	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0	Верхній відхил e_i , мкм						Нижній відхил e_i , мкм			
Понад 3 до 6	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	0	Граничні відхили $\pm IT/2$						-2	-4	-6	0
» 6» 10	-280	-150	-80	-56	-470	-25	-18	-13	-8	-5	0	-2	-4	-6	-1	0					
» 10» 14	-290	-150	-95	-	-50	-32	-	-16	-	-6	0	-2	-4	-6	-1	0					
» 14» 18	-300	-160	-110	-	-65	-40	-	20	-	-7	0	-3	-6	-	+1	0					
» 18» 24	-310	-170	-120	-	-80	-50	-	-25	-	-9	0	-4	-8	-	+2	0					
» 24» 30	-320	-180	-130	-	-100	-60	-	-30	-	-10	0	-5	-10	-	+2	0					
» 30» 40	-340	-190	-140	-	-120	-72	-	-36	-	-12	0	-7	-12	-	+2	0					
» 40» 50	-360	-200	-150	-	-145	-85	-	-43	-	-14	0	-9	-15	-	+3	0					
» 50» 65	-380	-220	-170	-	-170	-100	-	-50	-	-15	0	-11	-18	-	+3	0					
» 65» 80	-410	-240	-180	-	-190	-110	-	-56	-	-17	0	-13	-21	-	+4	0					
» 80» 100	-460	-260	-200	-	-210	-125	-	-62	-	-18	0	-16	-26	-	+4	0					
» 100» 120	-520	-280	-210	-	-230	-135	-	-68	-	-20	0	-18	-28	-	+4	0					
» 120» 140	-580	-310	-230	-	-250	-145	-	-75	-	-22	0	-20	-32	-	+5	0					
» 140» 160	-660	-340	-240	-	-270	-155	-	-82	-	-24	0	-25	-40	-	+6	0					
» 160» 180	-740	-380	-260	-	-290	-165	-	-90	-	-26	0	-32	-50	-	+8	0					
» 180» 200	-820	-420	-280	-	-310	-175	-	-98	-	-28	0	-40	-63	-	+10	0					
» 200» 225	-920	-480	-300	-	-330	-185	-	-106	-	-30	0	-50	-80	-	+13	0					
» 225» 250	-1050	-540	-330	-	-360	-195	-	-114	-	-32	0	-63	-100	-	+17	0					
» 250» 280	-1200	-600	-360	-	-400	-210	-	-125	-	-35	0	-80	-130	-	+22	0					
» 280» 315	-1350	-680	-400	-	-440	-230	-	-135	-	-38	0	-100	-165	-	+28	0					
» 315» 355	-1500	-760	-440	-	-480	-250	-	-145	-	-40	0	-125	-200	-	+35	0					
» 355» 400	-1650	-840	-480	-	-500	-265	-	-155	-	-42	0	-155	-250	-	+45	0					
» 400» 450	-1800	-920	-500	-	-550	-285	-	-165	-	-45	0	-200	-320	-	+55	0					
» 450» 500	-2000	-1000	-550	-	-600	-310	-	-175	-	-48	0	-250	-400	-	+70	0					

Позначення основного відділення														
Інтервали розмірів, мм	<i>m</i>	<i>n</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>u</i>	<i>v</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>za</i>	<i>zb</i>	<i>zc</i>
	Всі квалітети													
Нижній відділ <i>e_i</i> , мкм														
До 3	+2	+4	+6	+10	+14	-	+18	-	+20	-	+26	-	+40	+60
Понад 3 до 6	+4	+8	+12	+15	19	-	+23	-	+28	-	+35	+42	+50	+80
» 6 » 10	+6	+10	+15	+19	+23	-	+28	-	+34	-	+42	+52	+67	+97
» 10 » 14	+7	+12	+18	+23	+28	-	+33	-	+40	-	+50	+64	+90	+130
» 14 » 18								+39	+45	-	+60	+77	+108	+150
» 18 » 24	+8	+15	122	128	35	-	+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188
» 24 » 30						+41	+48	+55	+64	+75	+88	+118	+160	+218
» 30 » 40	+9	+17	+26	+34	+43	+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274
» 40 » 50						+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242	+325
» 50 » 65	+11	+20	+32	+41	+53	+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405
» 65 » 80						+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480
» 80 » 100	+13	+23	+37	+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585
» 100 » 120						+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690
» 120 » 140	+15	+27	+43	+63	+92	+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	+17	+31	+50	+77	+122	+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	+20	+34	+56	+94	+158	+218	+315	+385	+475	+580	+710	+920	+1200	+1550
» 280 » 315						+240	+350	+425	+525	+650	+790	+1000	+1300	+1700
» 315 » 355	+21	+37	+62	+108	+190	+268	+390	+475	+590	+730	+900	+1150	+1500	+1900
» 355 » 400						+294	+435	+530	+660	+820	+1000	+1300	+1650	+2100
» 400 » 450	+23	+40	+68	+126	+232	+330	+490	+595	+740	+920	+1100	+1450	+1850	+2400
» 450 » 500						+360	+540	+660	+820	+1000	+1250	+1600	+2100	+2600

Граничні відхили отворів розмірами від 1 до 500 мм
(за ДСТУ 2500–94, вибірка)

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску										
	<i>F7</i>	<i>G7</i>	<i>H7</i>	<i>JS7</i>	<i>K7</i>	<i>M7</i>	<i>N7</i>	<i>P7</i>	<i>R7</i>	<i>S7</i>	<i>T7</i>
	Граничні відхили, мкм										
Від 1 до 3	+16 +6	+12 +2	+10 0	+5 -5	0 -10	-2 -12	-4 -14	-6 -16	-10 -20	-14 -24	—
Понад 3 » 6	+22 +10	+16 +4	+12 0	+6 -6	+3 -9	0 -12	-4 -16	-8 -20	-11 -23	-15 -27	—
» 6 » 10	+28 +13	+20 +5	+15 0	+7 -7	+5 -10	0 -15	-4 -19	-9 -24	-13 -28	-17 -32	—
» 10 » 14	+34	+24	+18	+9	+6	0	-5	-11	-16	-21	—
» 14 » 18	+16	+6	0	-9	-12	-18	-23	-29	-34	-39	—
» 18 » 24	+41	+28	+21	+10	+6	0	-7	-14	-20	-27	—
» 24 » 30	+20	+7	0	-10	-15	-21	-28	-35	-41	-48	-33 -54
» 30 » 40	+50	+3	+25	+12	+1	0	-8	-17	-25	-34	-39 -64
» 40 » 50	+25	-9	0	-12	-18	-25	-33	-44	-50	-59	-45 -70
» 50 » 65	+60	+40	+30	+15	+9	0	-9	-21	-30	-42	-55 -85
» 65 » 80	+30	+10	0	-15	-21	-30	-39	-51	-60	-72	-64 -94
» 80 » 100	+71	+47	+35	+17	+10	0	-10	-24	-38	-58	-78 -113
» 100 » 120	+36	+12	0	-17	-25	-35	-45	-59	-73	-93	-91 -126
» 120 » 140									-48	-77	-107 -147
» 140 » 160	+83 +43	+54 +14	+40 0	+20 -20	+12 -28	0 -40	-12 -52	-28 -68	-50	-85	-119 -159
» 160 » 180									-53	-93	-131 -171
» 180 » 200									-60	-105	-149 -195
» 200 » 225	+96 +50	+61 +15	+46 0	+23 -23	+13 -33	0 -46	-14 -60	-33 -79	-63	-113	-163 -209
» 225 » 250									-67	-123	-179 - 225
» 250 » 280	+108	+69	+52	+26	+16	0	-14	-36	-74	-138	-198 -250
» 280 » 315*	+56	+17	0	-26	-36	-52	-66	-88	-126	-190	-220 -272
» 315 » 355	+119	+75	+57	+28	+17	0	-16	-41	-78	-169	-247 -304
» 355 » 400	-62	+18	0	-28	-40	-57	-73	-98	-144	-226	-273 -330
» 400 » 450	+131	+83	+63	+31	+18	0	-17	-45	-93	-187	-307 -370
» 450 » 500	+68	+20	0	-31	-45	-63	-80	-108	-150	-244	-337 -400

Інтервал	Поле допуску
----------	--------------

	D8	E8	F8	H8	JS8	K8	M8	N8	U8	D9	E9	F9	H9	JS9
Граничні відхили, мкм														
Від 1 до 3	+34 +20	+28 +14	+20 +6	+4 0	+7 -7	0 -11	-	-1 -18	-18 -32	+45 +20	+39 +14	+31 +6	+25 0	+12 -12
Понад 3 » 6	+48 +30	+38 +20	+28 +10	+22 0	+9 -9	+5 -13	+2 -16	-2 -20	-23 -41	+60 +30	+50 +20	+40 +10	+30 0	+15 -15
» 6 » 10	+62 +40	+47 +25	+35 +13	+22 0	+11 -11	+6 -16	+1 -21	-3 -25	-28 -50	+76 +40	+61 +25	+49 +13	+36 0	+18 -18
» 10 » 14	+77	459	+43	+27	+13	+8	+2	-3	-33	+93	+75	+59	+43	+21
» 14 » 18	+50	+32	+16	0	-13	-19	-25	-30	-60	+50	+32	+16	0	-21
» 18 » 24	+98	+73	+53	+33	+16	+10	+4	-3	-11 -74	+117	+92	+72	+52	+26
» 24 » 30	+65	+40	+20	0	-16	-23	-29	-36	-48 -81	+65	+40	+20	0	-26
» 30 » 40	+119	+89	+61	+39	+19	+12	+5	-3	-60 -99	+142	+112	+87	+62	+31
» 40 » 50	+80	+50	+25	0	-19	-27	-34	-42	-70 -109	+80	+50	+25	0	-31
» 50 » 65	+146	+106	+76	+46	+23	+14	+5	-4	-87 -133	+174	+131	+104	+74	+37
» 65 » 80	+100	+60	+30	0	-23	-32	-41	-50	-102 -148	+100	+60	+30	0	-37
» 80 » 100	+174	+126	+90	+54	+27	+16	+6	-4	-124 -178	+207	+159	+123	+87	+43
» 100 » 120	+120	+72	+36	0	127	-38	-48	-58	-144 -198	+120	+72	+36	0	-43
» 120 » 140									-170 -233					
» 140 » 160	+208 +145	+148 +85	+106 +43	+63 0	+31 -31	+20 -43	+8 -55	-4 -67	-190 -253	+245 +145	+165 +85	+143 +43	+100 0	+50 -50
» 160 » 180									-210 -273					
» 180 » 200									-236 -308					
» 200 » 226	+242 +170	+172 +100	+122 +50	+72 0	+36 -36	+22 -50	+9 -63	-5 -77	-258 -330	+285 +170	+215 +100	+165 +50	+115 0	+57 -57
» 225 » 250									-284 -356					
» 250 » 280	+271	+191	+137	+81	+40	+25	+9	-5	-315 -396	+320	+240	+186	+130	+65
» 280 » 315	+190	+110	+56	0	-40	-56	-72	-86	-350 -431	+190	+110	+56	0	-65
» 315 » 355	+299	+214	+151	+89	+44	+28	+11	-5	-390 -479	+350	+265	+202	+140	+70
» 355 » 400	+210	+125	+62	0	-44	-61	-78	-94	-435 -521	+210	+125	+62	0	-70
» 400 » 450	+327	+232	+165	+97	+48	+29	+11	-6	-490 -587	+385	+290	+223	+155	+77
» 450 » 500	+230	+135	+68	0	-48	-68	-86	-103	-540 -637	+230	+135	+68	0	-77

Додаток А.6

Додаток А.7

Граничні відхилення валів розмірами від 1 до 500 мм (за ДСТУ 2500–94, вибірка)

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску										
	<i>f6</i>	<i>g6</i>	<i>h6</i>	<i>js6</i>	<i>k6</i>	<i>m6</i>	<i>n6</i>	<i>p6</i>	<i>r6</i>	<i>s6</i>	<i>t6</i>
	Граничні відхилення, мкм										
Від 1 до 3	—6 —12	—2 —8	0 —6	+3,0 —3,0	+6 0	+8 +2	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	—
Понад 3 » 6	—10 —18	—4 —12	0 —8	+4,0 —4,0	+9 +1	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	—
» 6 » 10	—13 —22	—5 —14	0 —9	+4,5 —4,5	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	—
» 10 » 14	—16 —27	—6 —17	0 —11	+5,5 —5,5	+12 +1	+18 +7	+23 +12	+29 +18	+34 +23	+39 +28	—
» 14 » 18											
» 18 » 24	—20 —33	—7 —20	0 —13	+6,5 —6,5	+15 +2	+21 +8	+28 +15	+35 +22	+41 +28	+48 +35	— +54 +41
» 24 » 30											
» 30 » 40	—25 —41	—9 —25	0 —16	+8 —8,0	+18 +2	+25 +9	+33 +17	+42 +26	+50 +34	+59 +43	+64 +48 +70 +54
» 40 » 50											
» 50 » 65	—30 —49	—10 —29	0 —19	+9,5 —9,5	+21 +2	+30 +11	+39 +20	+51 +32	+60 +41 +62 +43	+72 +53 +78 +59	+85 +66 +94 +75
» 65 » 80											
» 80 » 100	—36 —58	—12 —34	0 —22	+11,0 —11,0	4-25 +3	+35 +13	+45 +23	+59 +37	+73 +51 +76 +54	+93 +71 +101 +79	+113 +91 +126 +104
» 100 » 120											
» 120 » 140									+88 +63	+117 +92	+147 +122
» 140 » 160	—43 —68	—14 —39	0 —25	+12,5 —12,5	+28 +3	+40 +15	+52 +27	+68 +4	+90 +65 +93	+125 +100 +133	+159 +134 +171
» 160 » 180									+65 +93 +68	+100 +133 +108	+134 +171 +146
» 180 » 200									+106 +77	+151 +122	+195 +166
» 200 » 225	—50 —79	—15 —44	0 —29	+14,5 —14,5	+33 +4	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+109 +80 +113 +84	+159 +130 +169 +140	+209 +180 +225 +196
» 225 » 250											
» 250 » 280	—56 —88	—17 —49	0 —32	+16,0 —16,0	+36 +4	+52 +20	+66 +34	+88 +56	+126 +94 +130 +98	+190 +158 +202 +170	+250 +218 +272 +240
» 280 » 315											
» 315 » 355	—62 —98	—18 —54	0 —36	+18,0 —18,0	+40 +4	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+144 +106 +150 +114	+226 +190 +244 +208	+304 +268 +330 +294
» 355 » 400											
» 400 » 450	—68 —108	—20 —60	0 —40	+20,0 —20,0	+45 +5	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+166 +126 +172 +132	+272 +232 +292 +252	+370 +330 +400 +360
» 450 » 500											

Додаток А.8

Интервал розмірів, мм	Поле допуску								
	<i>e7</i>	<i>f7</i>	<i>h7</i>	<i>js7</i>	<i>k7</i>	<i>m7</i>	<i>n7</i>	<i>s7</i>	<i>u7</i>
	Граничні відхилення, мкм								
Від 1 до 3	-14 -24	-6 -16	0 -10	+5 -5	10 0	—	+14 +4	+24 +14	+28 +18
Понад 3 » 6	-20 -32	-10 -22	0 -12	+6 -6	+13 +41	+16 +4	+20 +8	+31 +19	+35 +23
» 6 » 10	-25 -40	-13 -28	0 -15	+7 -7	+16 +1	+21 +6	+25 +10	+38 +23	+43 +2t
» 10 » 14	-32	-16	0	+9	+19	+25	+30	+46	+51
» 14 » 18	-50	-34	-18	-9	+1	+7	+12	+28	+33
» 18 » 24	-40	-20	0	+10	+23	+29	+36	+56	+62 +41
» 24 » 30	-61	-41	-21	-10	+2	+8	+15	+35	+69 +48
» 30 » 40	-50	-25	0	+12	+27	+34	+42	+68	+85 +60
» 40 » 50	-75	-50	-25	-12	+2	+9	+17	+43	+96 +70
» 50 » 65	-60	-30	0	+15	+32	+41	+50	+83 +53	+117 +87
» 65 » 80	-90	-60	-30	-15	+2	+11	+20	+89 +59	+132 +102
» 80 » 100	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106 +71	+159 +124
» 100 » 120	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+114 +79	+179 +144
» 120 » 140								+132 +92	+210 +170
» 140 » 160	-85 -125	-43 -83	0 -40	+20 -20	+43 +3	+55 +15	+67 +27	+140 +100	+230 +190
» 160 » 180								+148 +108	+250 +210
» 180 » 200								+168 +122	+282 +236
» 200 » 225	-100 -146	-50 -96	0 -46	+23 23	+50 +4	+63 +17	+77 +31	+176 +130	+304 +258
» 225 » 250								+186 +140	+380 +284
» 250 » 280	-110	-56	0	+26	+56	+72	+86	+210 +158	+367 +315
» 280 » 315	-162	-108	-52	-26	+4	+20	+34	+222 +170	+402 +350
» 315 » 355	-125	-62	0	+28	+61	+78	+94	+247 +190	+447 +390
» 355 » 400	-182	-119	-57	-28	+4	+21	+37	+265 +208	+492 +435
» 400 » 450	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+296 +232	+553 +490
» 450 » 500	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+315 +252	+603 +540

Додаток А.9

Интервал розмірів, мм	Поле допуску													
	c8	d8	e8	f8	h8	js8	u8	x8	z8	d9	e9	f9	h9	js9
	Граничні відхилення, мкм													
Від 1 до 3	-60	-20	-14	-6	0	+7	+32	+34	+40	-20	-14	-6	0	+12
	-74	-34	-28	-20	-14	—	+18	+20	+26	-45	-39	-31	-25	-12
Понад 3 » 6	-70	-30	-20	-10'	0	+9	+41	+46	+53	-30	-20	-10	0	+15
	-88	-48	-38	-28	-18	-9	+23	+28	+35	-60	-50	-40	-30	-15
» 6 » 10	-80	-40	-25	-13	0	+11	+50	+56	+64	-40	-25	-13	0	+18
	-102	-62	-47	-35	-22	-11	+28	+34	+42	-76	-61	-49	-36	-18
» 10 » 14	-95	-50	-32	-16	0	+13	+60	+67	+77	-50	-32	-16	0	+21
	-122	-77	-59	-43	-27	-13	+33	+40	+50					
» 14 » 18								+72	+87	-93	-75	-59	-43	-21
								+45	+60					
» 18 » 24	-110	-65	-40	-20	0	+16	+74	+87	+106	-65	-40	-20	0	+26
	-143	-98	-73	-53	-33	-16	+41	+54	+73					
» 24 » 30							+81	+97	+121	-117	-92	-72	-52	-26
							+48	+64	+88					
» 30 » 40	-120	-80	-50	-25	0	+19	+99	+119	+151	-80	-50	-25	0	+31
	-159						+60	+80	+112					
» 40 » 50	-130	-119	-89	-64	-39	-19	+109	+136	+175	-142	-112	-87	-62	-31
	-169						+70	+97	+136					
» 50 » 65	-140	-100	-60	-30	0	+23	+133	+168	+218	-100	-60	-30	0	+37
	-186						+87	+122	+172					
» 65 » 80	-150	-146	-106	-76	-46	-23	+148	+192	+256	-174	-134	-104	-74	-37
	-196						+102	+146	+210					
» 80 » 100	-170	-120	-72	-36	0	+27	+178	+232	+312	-120	-72	-36	0	+43
	-224						+124	+178	+258					
» 100 » 120	-180	-174	-126	-90	-54	-27	+198	+264	+364	-207	-159	-123	-87	-43
	-234						+144	+210	+310					
» 120 » 140	-200	-145	-85	-43	0	+31	+233	+311	+428	-145	-85	-43	0	+50
	-263						+170	+248	+365					
» 140 » 160	-210	-208	-148	-106	-63	-31	+253	+343	+478	-245	-185	-143	-100	-50
	-273						+190	+280	+415					
» 160 » 180	-230	-170	-100	-50	0	+36	+273	+373	+528	-285	-215	-165	-115	-57
	-293						+210	+310	+465					
» 180 » 200	-240	-170	-100	-50	0	+36	+308	+422	+592	-170	-100	-50	0	+57
	-312						+236	+350	+520					
» 200 » 225	-230	-242	-172	-122	-72	-36	+330	+457	+647	-285	-215	-165	-115	-57
	-332						+258	+385	+575					
» 225 » 250	-280	-190	-110	-56	0	+40	+356	+497	+712	-320	-240	-486	-130	-65
	-352						+284	+425	+640					
» 250 » 280	-300	-271	-191	-137	-81	-40	+396	+556	+791	-190	-110	-56	0	+65
	-381						+315	+475	+710					
» 280 » 315	-330	-210	-125	-62	0	+44	+431	+606	+871	-320	-240	-486	-130	-65
	-411						+350	+525	+790					
» 315 » 355	-360	-299	-214	-151	-89	-44	+479	+679	+989	-210	-125	-62	0	+70
	-449						+390	+390	+900					
» 355 » 400	-400	-230	-135	-68	0	+48	+524	+749	+1089	-350	-265	-302	-140	-70
	-489						+435	+660	+1000					
» 400 » 450	-440	-327	-232	-165	-97	-48	+587	+837	+1197	-230	-135	-68	0	+77
	-537						+490	+740	+1100					
» 450 » 500	-480	-577	-232	-165	-97	-48	+637	+917	+1347	-385	-290	-223	-155	-77
	-577						+540	+820	+1250					

Д	0	1	5	300	400	500	600	700	800	1000	1200	1400	1600	1800	1800	2000
---	---	---	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------

Номінальні розміри, мм (понад – до)	5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		
	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	
Від 1 до 3	4	1,4	6	1,8	10	3	14	3	25	6	40	8	60	12	100	20	140	30	250	50	400	80	600	120	1000	200	1400
3 – 6	5	1,6	8	2	12	3	18	4	30	8	48	10	75	120	30	180	40	300	60	480	100	750	160	1200	240	1800	
6 – 10	6	2	9	2	15	4	22	5	36	9	58	12	90	150	30	220	50	360	80	580	120	900	200	1500	300	2200	
10 – 18	8	2,8	11	3	18	5	27	7	43	10	70	14	110	180	40	270	60	430	90	700	140	1100	240	1800	380	2700	
18 – 30	9	3	103	4	21	6	33	8	52	12	84	18	130	210	50	330	70	520	120	840	180	1300	280	2100	440	3300	
30 – 50	11	4	16	5	25	7	39	10	62	16	100	20	160	250	50	390	80	620	140	1000	200	1600	320	2500	500	3900	
50 – 80	13	4	19	5	30	9	46	12	74	18	120	30	190	300	60	460	100	740	160	1200	240	1900	400	3000	600	4600	
80 -120	15	5	22	6	35	10	54	12	87	20	140	30	220	350	70	540	120	870	180	1400	280	2200	440	3500	700	5400	
120 – 180	18	6	25	7	40	12	63	16	100	30	160	40	250	400	80	630	140	1000	200	1600	320	2500	500	4000	800	6300	
180 – 250	20	7	29	8	46	12	72	18	114	30	185	40	290	460	100	720	160	1150	240	1850	380	2900	600	4600	1000	7200	
250 – 315	23	8	32	10	52	14	81	20	130	30	210	50	320	520	120	810	160	1300	260	2100	440	3200	700	5200	1100	8100	
315 – 400	25	9	36	10	57	16	89	24	140	40	230	50	360	570	120	890	180	1400	280	2300	460	3600	800	5700	1200	8900	
400 – 500	27	9	40	12	63	18	97	26	155	40	250	50	400	630	140	970	200	1550	320	2500	500	4000	800	6300	1400	9700	

Додаток А.11

Граничні похибки засоби вимірювання лінійних величин, мкм

Інструмент	Розмір деталі, мм (понад – до)									
	0 - 25	25 - 50	50 - 75	75 - 100	100 - 125	125 - 150	150 - 175	175 - 200	200 - 250	250 – 300
<i>Штангенциркуль (0,05 мм) при вимірюванні:</i>										
валів	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Штангенциркуль (0,1 мм) при вимірюванні:</i>										
валів	150	150	200	200	200	200	200	200	200	250
отворів	200	200	250	250	250	300	300	300	300	300
<i>Штангенглибино мір (0,05 мм)</i>	100	150	150	150	150	150	150	150	150	150
<i>Штангенглибино мір (0,1 мм)</i>	200	250	300	300	300	300	300	300	300	300
<i>Штангенрейсмус (0,05 мм)</i>	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
<i>Штангенрейсмус (0,1 мм)</i>	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
<i>Мікрометри типу МК і МП при вимірюванні:</i>										
у руках	5	10	10	15	15	15	20	20	25	50
у стояку	5	5	10	10	10	10	10	10	15	15
<i>Мікрометр важільний типу МР і МРІ (0,002 мм) при вимірюванні:</i>										
у руках	4	6	10	10	15	15	20	20	25	30
у стояку	3	4	5	6	10	10	10	10	10	10
настроєний за кінцевими мірами 2-го класу	2	2	5	5	5	5	5	5	5	5
<i>Нутромір мікрометричний МН, настроєний за установчою мірою</i>	-	-	15	15	20	20	20	20	20	20
<i>Глибиномір мікрометричний типу ГМ:</i>										
при абсолютних вимірюваннях	5	20	20	20	-	-	-	-	-	-
настроєний за кінцевими мірами	5	5	5	5	-	-	-	-	-	-
настроєний за установчою мірою	5	5	10	10	-	-	-	-	-	-

Продовження Додатку А.11

Інструмент	Клас кінце-вих мір	Розмір деталі, мм (понад – до)								
		1 – 3	3 – 6	6 – 10	10 – 18	18 – 30	30 – 50	50 – 80	80 – 120	120 – 180
Індикатор типу ИЧ і ИТ з ціною поділки 0,01 мм:										
на нормуючій ділянці	3	6	6	6	6	7	7	7	7	7
у межах одного оберту	3	6	6	6	7	10	10	10	10	10
два і більше обертів	3	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Індикатор типу МИГ з ціною поділки 0,01 мм:										
0,001 (0 – 1 мм)	2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2
	3	3	3	3	3,5	4	4	4	4,5	4,5
0,002 (0 – 2 мм)	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5
	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
Мікатор типу ИМП з ціною поділки, мм:										
0,001 ($\pm 0,05$ мм)	1	1,2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	-
0,001 ($\pm 0,005$ мм)	2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2
Мікрометр ИГ з ціною поділки, мм										
0,001 ($\pm 0,05$ мм)	2	2	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3,5	3,5
0,002 ($\pm 0,1$ мм)	3	4	4	4	4	4	4	4	5	6
Індикаторний нутромір з вимірювальною головкою з ціною поділки 0,01 мм:										
у межах всієї шкали	-	-	15	15	15	20	20	25	25	25
на нормованій ділянці у 0,1 мм	-	-	10	10	10	10	10	15	15	15
Індикаторний нутромір (0,001 мм)	2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	-
Індикаторний нутромір з вимірювальною головкою з ціною поділки 0,0001 або 0,0002 мм при роботі у межах ділянки:										
0,1 мм	-	-	4,5	4,5	4,5	5,5	5,5	6,5	6,5	7,5
0,003 мм	-	-	2,8	2,8	2,8	3,5	3,5	4,5	4,5	6,5
Індикаторна скоба з вимірювальною головкою з ціною поділки 0,01 мм при вимірюванні:										
у руках	5	15	15	15	15	15	15	20	20	20
у стояку	3	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Важільна скоба з ціною поділки 0,002 мм при вимірюванні:										
у руках	3	4	4	4	4	4	5	10	10	20
у стояку	3	4	4	4	4	4	4	5	5	10

Значення імовірних натягів

Посадка	Значення імовірних натягів (мкм) для діаметрів, мм (понад-до)														
	від 24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280
	до 30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315
H7/p6	2	3	3	4	4	4	4		6			7		7	7
	27	32	23	39	39	45	45		53			62		70	70
H7/r6	8	11	11	13	15	18	21	26	28	31	34	37	40	45	49
	33	40	40	48	50	59	62	73	75	78	88	91	94	107	111
<i>H7/s6</i>	15	20	20	25	31	38	46	55	63	71	79	87	97	109	121
	40	49	49	60	66	79	87	102	110	118	133	141	151	171	183
H7/t6	21	25	31	38	47	58	71	85	94	109	123	137	153	169	191
	46	45	60	73	82	99	112	132	144	156	177	191	207	231	253
<i>H7/x6</i>	44	57	74	94	118	145	177	211	243	273	307	342	382	426	476
	69	86	103	129	153	186	218	258	290	320	361	396	436	488	538
H7/s7	16	20	20	26	32	39	47	56	64	72	80	88	98	111	123
	46	56	56	68	74	89	97	112	120	128	146	154	164	185	197
<i>H7/t7</i>	22	25	31	39	48	59	72	86	98	110	124	138	154	171	183
	52	61	67	81	90	109	122	142	154	166	190	204	220	245	257
<i>H7/u7</i>	29	37	47	60	75	92	112	134	163	174	194	216	242	268	303
	59	73	83	102	117	142	169	185	219	230	260	282	308	342	377
<i>H7/v7</i>	36	45	58	75	83	114	140	166	192	216	242	268	298	338	378
	66	81	94	117	125	164	190	217	248	272	308	334	364	412	452
<i>H7/x7</i>	45	57	74	95	119	146	178	202	234	264	308	334	383	428	478
	75	93	110	137	161	196	228	263	295	325	374	409	449	502	552
<i>H7/y7</i>	56	71	91	117	147	182	222	254	294	334	383	428	478	533	602
	86	107	127	159	189	232	272	315	355	395	449	494	544	607	677
<i>H8/s7</i>	4	7	7	11	16	20	28	33	41	49	54	62	72	82	94
	43	53	53	65	71	84	92	107	115	123	140	148	158	178	190
<i>H8/u8</i>	18	24	34	46	60	77	97	114	143	154	171	193	219	242	277
	65	80	90	110	125	153	173	202	231	242	273	295	321	366	391
<i>H8/x8</i>	34	44	61	81	104	131	163	192	224	254	285	320	360	402	451
	81	99	117	145	169	207	239	280	312	342	387	422	462	516	566
<i>H8/z8</i>	58	76	101	131	158	211	263	308	358	408	455	510	575	637	717
	105	132	156	195	233	287	339	398	448	498	557	612	677	751	831

Вихідні дані для розрахунку і вибору посадок з натягом (завдання 2)
та з зазором (задача 3)

Вари- ант	D / D_1	D_2 , мм	l , мм	T , Н м	ω , р/с	P , Па·10 ⁶	R_{zD} , мкм	R_{zd} , мкм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	30/24	55	35	150	95	0,10	12,5	6,3
2	38/30	62	45	200	75	0,18	3,2	1,6
3	44/36	70	60	260	70	0,22	6,3	3,2
4	42/34	60	65	235	80	0,18	6,3	3,2
5	50/42	80	70	250	75	0,21	6,3	3,2
6	54/46	80	65	165	65	0,23	12,5	6,3
7	58/48	85	80	145	55	0,22	12,5	6,3
8	62/54	90	75	215	50	0,24	6,3	3,2
9	64/56	95	80	200	50	0,25	3,2	1,6
10	70/60	100	75	135	90	0,55	12,5	6,3
11	72/60	105	80	210	85	0,60	12,5	6,3
12	74/62	110	90	220	85	0,65	6,3	3,2
13	82/70	130	90	300	80	0,70	6,3	3,2
14	84/72	135	90	350	90	0,75	3,2	1,6
15	88/74	140	100	300	80	0,70	3,2	1,6
16	90/76	145	100	350	85	0,75	3,2	1,6
17	92/78	140	105	400	75	0,80	1,6	0,8
18	94/60	145	105	450	80	0,90	1,6	0,8
19	96/82	155	100	425	75	0,85	1,6	0,8
20	98/84	160	110	450	70	0,90	1,6	0,8
21	100/86	160	120	475	70	0,95	1,6	0,8
22	102/90	155	105	350	60	0,30	3,2	1,6
23	104/88	160	110	375	55	0,32	1,6	0,8
24	106/84	165	115	400	55	0,34	1,6	0,8
25	35/20	60	40	200	110	0,80	6,3	3,2
26	40/22	60	50	115	110	0,70	3,2	1,6
27	45/28	75	60	220	100	0,65	3,2	1,6
28	50/30	80	70	200	100	0,45	3,2	1,6
29	55/35	85	75	225	95	0,40	3,2	1,6
30	60/40	90	80	250	95	0,38	1,6	0,8
31	65/35	90	75	250	80	0,40	12,5	6,3
32	70/40	95	80	270	75	0,38	6,3	3,2
33	80/45	105	90	300	70	0,34	6,3	3,2
34	105/80	160	115	550	60	1,4	1,6	0,8
35	110/85	170	120	600	55	1,50	3,2	1,6
36	115/80	175	125	700	50	1,60	1,6	0,8

Продовження Додатку А.13

1	2	3	4	5	6	7	8	9
37	120/90	160	135	550	55	1,00	3,2	1,6
38	125/85	165	140	600	50	1,20	1,6	1,6
39	130/70	170	145	700	50	1,20	1,6	0,8
40	42/20	65	60	180	95	0,46	6,3	3,2
41	44/22	70	65	200	90	0,48	6,3	3,2
42	46/18	75	65	220	90	0,50	3,2	3,2
43	48/20	80	70	240	85	0,52	3,2	1,6
44	50/22	85	70	260	85	0,54	1,6	1,6
45	52/24	85	75	170	85	0,46	1,6	1,6
46	54/26	85	80	180	80	0,48	1,6	0,8
47	58/30	90	90	250	80	0,26	3,2	1,6
48	60/40	90	90	260	75	0,27	3,2	1,6
49	62/36	95	95	270	70	0,28	1,6	0,8
50	64/32	90	85	110	65	0,35	1,6	0,8
51	66/34	90	85	115	60	0,38	1,6	1,6
52	68/32	90	85	120	55	0,47	1,6	0,8
53	70/35	100	90	125	55	0,46	1,6	0,8
54	72/32	100	95	130	60	0,50	1,6	0,8
55	74/30	110	100	200	45	0,30	3,2	1,6
56	76/28	115	105	210	45	0,45	1,6	0,8
57	78/40	195	90	210	60	0,32	1,6	0,8
58	80/36	110	95	220	55	0,38	3,2	1,6
59	82/38	125	90	270	60	0,43	3,2	1,6
60	84/40	130	95	280	65	0,45	1,6	1,6
61	86/42	130	90	290	55	0,40	1,6	0,8
62	88/36	135	95	300	55	0,46	1,6	0,8
63	90/46	140	100	400	60	0,53	1,6	1,6
64	92/42	145	100	410	60	0,55	1,6	0,8
65	100/60	170	130	250	55	0,63	12,5	6,3
66	102/58	170	130	255	60	0,64	6,3	3,2
67	108/52	175	135	270	35	0,67	1,6	1,6
68	112/60	180	150	280	30	0,69	3,2	1,6
69	116/55	155	160	220	40	0,71	6,3	6,3
70	122/60	160	165	235	35	0,74	3,2	1,6
71	126/54	170	175	245	30	0,76	1,6	0,8
72	130/40	180	185	255	25	0,78	1,6	0,8
73	140/50	190	185	265	30	0,80	6,3	3,2
74	150/60	200	195	275	20	0,82	3,2	3,2
75	160/40	210	205	285	15	0,84	1,6	1,6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
76	165/75	215	210	290	10	0,85	3,2	1,6
77	170/70	220	215	295	10	0,86	1,6	1,6
78	65/30	105	100	300	80	0,42	12,5	6,3
79	75/35	115	110	310	75	0,44	6,3	6,3
80	80/38	130	125	325	50	0,47	1,6	1,6
81	95/40	135	130	330	40	0,48	1,6	0,8
82	100/45	140	135	335	45	0,50	1,6	0,8
83	140/60	180	175	375	45	0,57	1,6	0,8
84	150/65	190	185	385	50	0,59	6,3	3,2
85	155/70	195	190	390	45	0,60	3,2	1,6
86	160/75	200	195	395	45	0,61	1,6	0,8
87	165/72	205	200	400	40	0,62	12,5	6,3
88	170/78	210	205	405	40	0,63	6,3	3,2
89	175/80	215	210	410	35	0,64	3,2	1,6
90	185/85	225	220	420	35	0,66	12,5	6,3
91	190/70	230	225	425	35	0,67	6,3	3,2
92	195/75	235	230	430	30	0,68	3,2	1,6
93	200/90	240	235	435	30	0,69	1,6	0,8
94	205/95	245	240	440	25	0,70	12,5	6,3
95	210/100	250	245	445	25	0,71	6,3	3,2
96	215/105	255	250	450	20	0,72	3,2	1,6
97	220/110	260	255	455	20	0,73	1,6	0,8
98	180/85	220	215	415	35	0,65	1,6	0,8

Примітка: D – номінальний діаметр сполучення

D_1 – діаметр свердління валу;

D_2 – зовнішній діаметр втулки;

l – довжина сполучення;

T – крутний момент;

ω – кутова швидкість валу;

P – питомий тиск на опору;

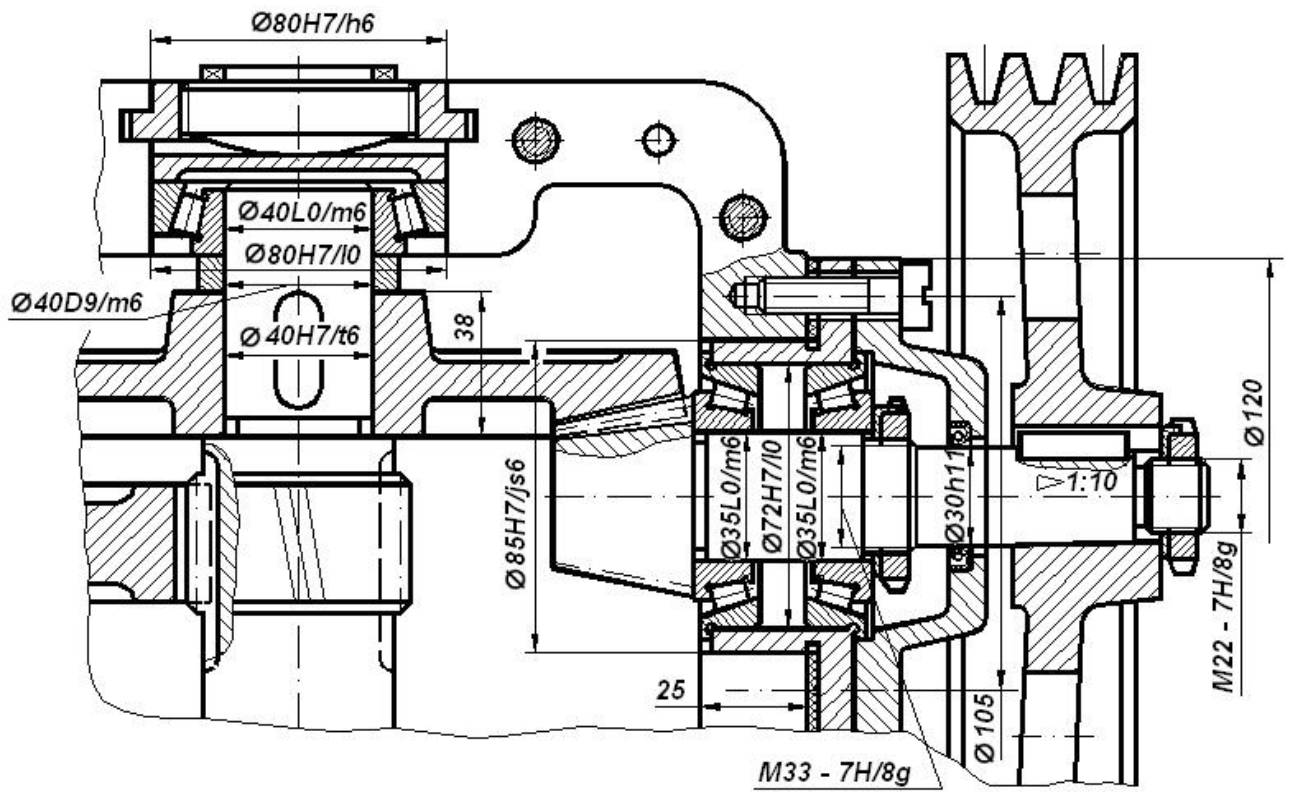
R_{zD} і R_{zd} – шорсткість поверхні отвору і валу відповідно.

Вихідні дані для визначення основних елементів селективної збірки (задача 4)

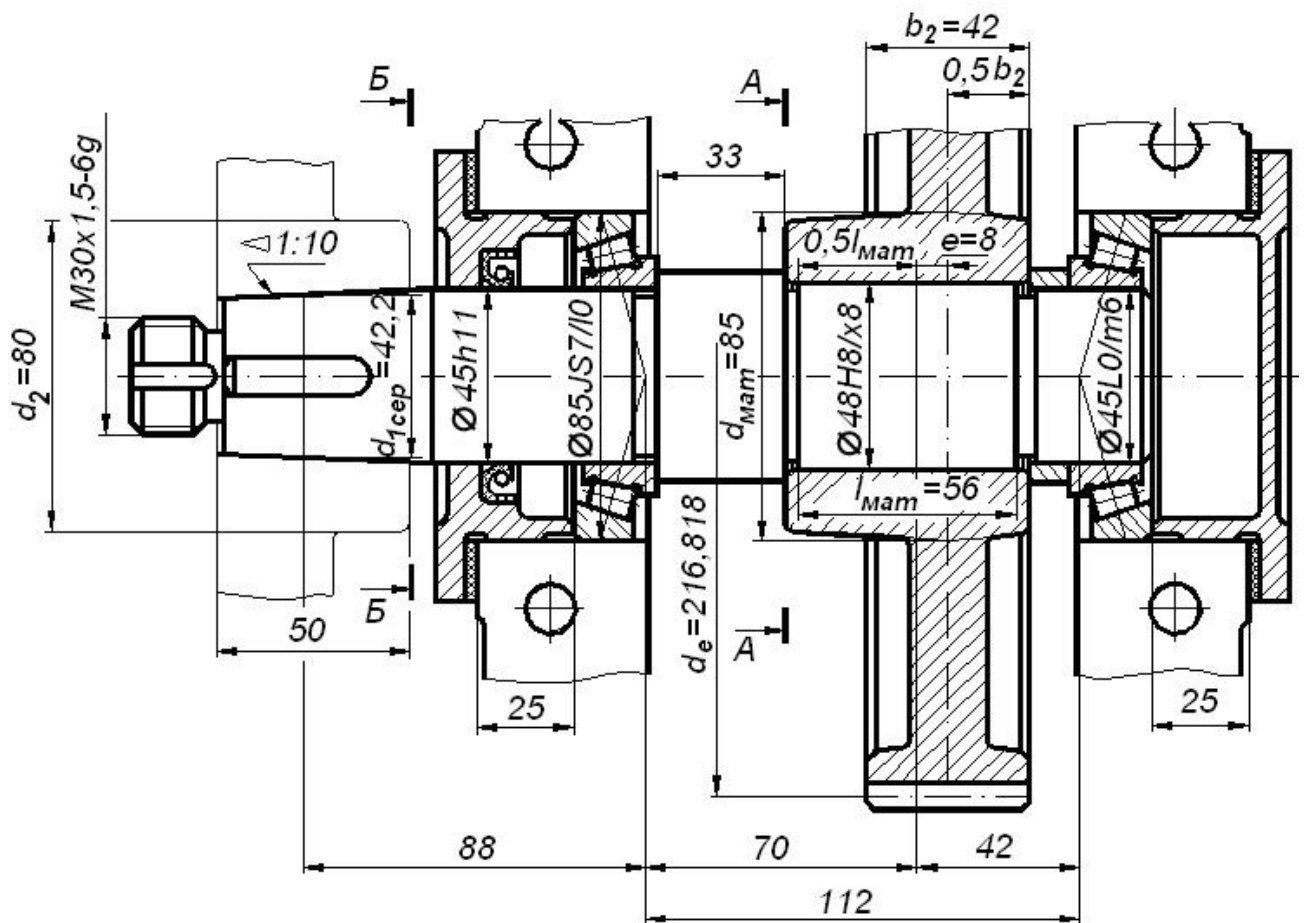
Вар	Посадка	n	Вар.	Посадка	n	Вар	Посадка	n
1	Ø75H10/s10	4	38	Ø25H9/f9	4	75	Ø64T7/h7	3
2	Ø30M10/h10	3	39	Ø96F11/h11	5	76	Ø84R9/h9	3
3	Ø120H8/k8	3	40	Ø69H7/u7	3	77	Ø160H10/f10	4
4	Ø18H8/d8	3	41	Ø120F8/h8	3	78	Ø105D9/h9	3
5	Ø60D11/h11	5	42	Ø16H11/a11	5	79	Ø90H11/b11	5
6	Ø40H10/d10	5	43	Ø30K9/h9	2	80	Ø56F8/h8	2
7	Ø126E9/h9	4	44	Ø125H8/g8	3	81	Ø30H9/p9	4
8	Ø120H9/p9	3	45	Ø84C11/h11	4	82	Ø82C10/h10	5
9	Ø70P7/h7	3	46	Ø100H10/p10	5	83	Ø88H8/d8	3
10	Ø24H9/k9	4	47	Ø160F9/h9	2	84	Ø22C9/h9	4
11	Ø40P10/h10	4	48	Ø24H8/e8	3	85	Ø100H8/k8	3
12	Ø50H8/d8	3	49	Ø36K6/h6	4	86	Ø80H9/p9	3
13	Ø75H10/s10	4	50	Ø60H10/c10	5	87	Ø50P7/h7	3
14	Ø24H8/e8	3	51	Ø20D10/h10	2	89	Ø30H9/k9	4
15	Ø62D11/h11	5	52	Ø10H9/k9	3	90	Ø60P10/h10	4
16	Ø36H8/d8	3	53	Ø82H9/z9	3	91	Ø75H8/d8	3
17	Ø140B10/h10	4	54	Ø63S7/h7	3	92	Ø125H10/s10	4
18	Ø100H8/d8	2	55	Ø20H9/m9	4	93	Ø34H8/e8	3
19	Ø80G8/h8	2	56	Ø48R10/h10	4	94	Ø74U9/h9	3
20	Ø100H9/f9	3	57	Ø32H6/m8	3	95	Ø8S7/h7	3
21	Ø24F9/h9	4	58	Ø72H10/s10	2	96	Ø65H7/u7	3
22	Ø90H8/c8	3	59	Ø24M10/h10	3	97	Ø110H10/p10	5
23	Ø85C10/h10	5	60	Ø110H8/k8	3	98	Ø88H9/z9	3
24	Ø140H9/p9	4	61	Ø15H8/f8	3	99	Ø66S7/h7	3
25	Ø60P8/h8	2	62	Ø68B11/h11	5	100	Ø78H10/s10	2
26	Ø85H11/b11	5	63	Ø42H10/r10	5	101	Ø62H10/r10	5
27	Ø110D9/h9	3	64	Ø140V9/h9	4	102	Ø110V9/h9	4
28	Ø180H10/e10	4	65	Ø72H10/js10	3	103	Ø140H8/k8	3
29	Ø84U9/h9	3	66	Ø94R12/h12	5	104	Ø42H6/m8	3
30	Ø36H10/m10	4	67	Ø156H12/x12	4	105	Ø20H9/m9	4
31	Ø24B11/h11	5	68	Ø16B11/h11	5	106	Ø50H9/k9	3
32	Ø50H7/m7	2	69	Ø148H10/k10	4	107	Ø70K9/h9	2
33	Ø8S7/h7	3	70	Ø22X8/h8	3	108	Ø60H7/m7	2
34	Ø75H10/d10	4	71	Ø13H10/e10	2	109	Ø46H10/m10	4
35	Ø40D11/h11	5	72	Ø52U7/h7	3	110	Ø44H9/k9	4
36	Ø100H10/e10	2	73	Ø18H8/d8	3	111	Ø78C11/h11	5
37	Ø140F8/h8	3	74	Ø68C11/h11	5	112	Ø80H10/c10	5

Список використаної літератури

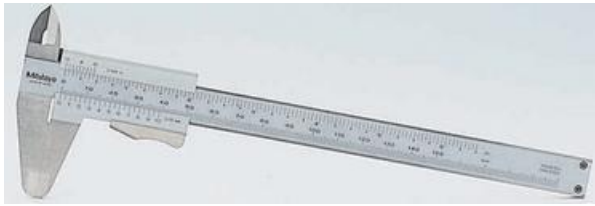
1. Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять : ДСТУ 3321:2003. – [Чинний від 2004-10-01]. – К. : Держстандарт України, 2005. – 50 с. – (Національний стандарт України).
2. Основні норми взаємозамінності. Єдина система допусків та посадок. Терміни та визначення. Позначення і загальні норми : ДСТУ 2500-94. – [Чинний від.1994-01-01]. – К. : Держстандарт України, 1994. – 51 с. – (Національний стандарт України).
3. Единая система допусков и посадок СЭВ в машиностроении и приборостроении : справочник : в 2 т. – Т1. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство стандартов, 1989. – 263 с., ил.
4. Единая система допусков и посадок СЭВ в машиностроении и приборостроении : справочник в 2 т. – Т2. Контроль деталей. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство стандартов, 1989. – 208 с.
5. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Курсове проектування: [навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.] / [Г. О. Іванов, В. С. Шебанін, Д. В. Бабенко та ін.]; за ред. Г.О. Іванова і В.С. Шебаніна. – К. : Аграрна освіта, 2011. – 291 с.: іл.
6. Практикум з дисципліни “Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання : [навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.] / [Г. О. Іванов, В. С. Шебанін, Д. В. Бабенко та ін.]. – К. : Аграрна освіта, 2008. – 648 с.
7. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання : підруч. для вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, В. С. Шебанін, Д. В. Бабенко, С. І. Пастушенко]; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шебаніна – К. : Видавництво „Аграрна освіта”, 2010. – 503 с.
8. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання. Навчально-методичний комплекс : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. освіти / [Г. О. Іванов, В. С. Шебанін, Д. В. Бабенко та ін.]; за ред. Г. О. Іванова, В. С. Шебаніна і І. М. Бендери. – Миколаїв, 2014. – 576 с.
9. Російсько-український словник наукової термінології : Математика. Фізика. Техніка. Науки про Землю та Космос. / [В. В. Гейченко, В. М. Завірюхіна, О. О. Землюк та ін.]. – К. : Наук. думка, 1998. – 892 с.
10. Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел : ГОСТ 8032-84. – [Введ. с 1984-01-01]. – М. : Издательство стандартов, 1984. – 16 с.
11. Нормальные линейные размеры : ГОСТ 6636-69. – [Введен с 1970-07-01]. – М. : Издательство стандартов. 1969. — 16 с.



Складанна одиниця конічно-циліндричного редуктора



Складанна одиниця циліндричного редуктора



а)



б)

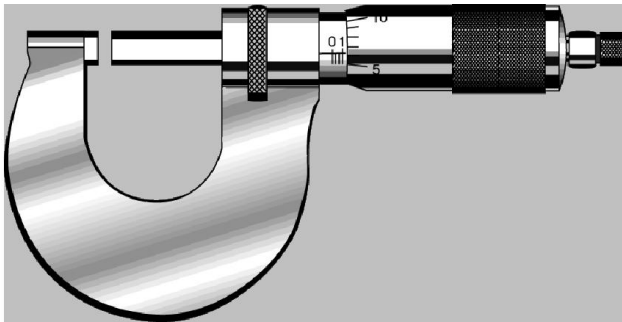


в)

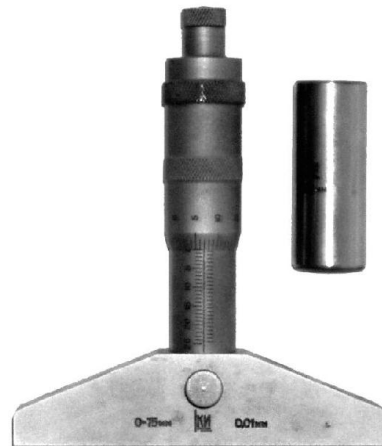
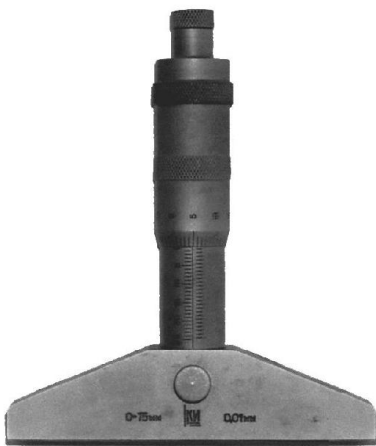


г)

Конструкції штангенциркулів різних типів



Конструкції мікрометрів з різним діапазоном вимірювань



Мікрометричні глибиноміри



Індикатор
годинникового типу

Навчальне видання

**ВЗАЄМОЗАМІННІСТЬ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ
ТА ТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ**
методичні рекомендації та завдання

Укладачі:

Іванов Геннадій Олександрович.
Бабенко Дмитро Володимирович.
Полянський Павло Миколайович.

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 3,5.
Тираж 50 прим. Зам. №
Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54029, м. Миколаїв, вул. Паризької Комуни, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №4490 від 20.02.2013

