

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

«Визначення приведенного середнього діаметра різьби на малому інструментальному мікроскопі»

3.1 Мета і завдання

Практичне ознайомлення з комплексним методом вимірювання різьбових поверхонь. Вивчення конструкції та набуття навиків вимірювання параметрів різьби на малому інструментальному мікроскопі. Обчислення приведенного середнього діаметра різьби для комплексної оцінки придатності і згвинчуваності різьби.

3.2 Основні теоретичні положення

Принципи взаємозамінності різьбових з'єднань в цілому описані в конспекті лекцій дисципліни ВСТВ [1], а основні норми взаємозамінності метричних циліндричних різьб для посадок із зазорами викладені в лабораторній роботі № 5, підрозділ 2.2.

3.2.1 Комплексна оцінка придатності різьби по середньому діаметру і приведенному середньому діаметру різьби

Основною умовою взаємозамінності різьбових деталей є можливість згвинчування на всій довжині згвинчування будь-якого гвинта, який має певну різьбу даного розміру, з першою-ліпшою гайкою, що має ідентичну різьбу.

Похибки всіх елементів різьби, що виникають при її виготовленні, можуть спричинити порушення взаємозамінності й зменшення міцності різьбового з'єднання. Тому, для забезпечення взаємозамінності, система допусків і посадок різьбових з'єднань встановлює (в стандарті ГОСТ 16093-81, зокрема) граничні контури різьбових - деталей на всій довжині згвинчування (див. лабораторну роботу №5, п. 2.2.1, рисунки 2.2 і 2.3).

У зв'язку з тим, що в спряженні по внутрішньому $D_1/d_1(d_3)$ і зовнішньому $D(D_4)/d$ діаметрах різьби передбачається зазор за рахунок співвідношення номінальних розмірів, ці елементи для згвинчування не є відповідальними. Згвинчування різьб відбувається по бічних поверхнях профілів різьби, дійсні контури яких визначаються точністю трьох основних параметрів: середніх діаметрів D_2/d_2 , кроку і половини кута профілю. Отже, передумовою забезпечення взаємозамінності різьбових деталей є певна точність виконання цих параметрів.

При побудові системи допусків на параметри різьби виходили з того, що при наявності похибок середнього діаметра d_2 , кроку P і половини кута

профілю $\frac{\alpha}{2}$ найпростіше забезпечити згвинчуваність деталей з'єднання зменшенням (у гвинта), або збільшенням (у гайки) середнього діаметра d_2 , до чого практично вдаються на виробництві. Таким, чином, похибки кроку і половини кута профілю компенсують утворенням зазору по середньому діаметру

Дійсне значення середнього діаметра різьби, збільшене у зовнішньої різьби (гвинта) і зменшене у внутрішньої різьби (гайки) на величину дійсних (тобто отриманих у результаті виготовлення і вимірювання) діаметральних компенсацій похибок кроку f_p і половини кута профілю f_a називають приведеним середнім діаметром

Приведений середній діаметр зовнішньої різьби, [1], мм:

$$d_2^{np} = d_2^d + f_p + f_a$$

Приведений середній діаметр внутрішньої різьби, [1], мм.

$$D_2^{np} = D_2^d - f_p - f_a$$

де d_2^{np} і D_2^d - дійсні (виміряні) розміри середніх діаметрів зовнішньої і внутрішньої різьби відповідно, мм,

f_p - діаметральна компенсація похибки кроку, мм:

для метричної різьби $\alpha = 60^\circ$, [1]

$$f_p = 1,732 |E_p|$$

де E_p - абсолютна величина накопиченого відхилення кроку на довжині згвинчування різьби або заданій довжині, мм:

$$E_p = |P_n - nP|$$

де P - номінальний розмір кроку, мм,

n - число кроків на довжині згвинчування або заданій довжині;

P_n - середньоарифметичне значення результатів вимірювання кроку різьби на довжині згвинчування або заданій довжину мм:

$$P_n = \frac{P_n^{прав} + P_n^{лів}}{2}$$

де $P_n^{прав}$, $P_n^{лів}$ - результати вимірювання кроків на довжині згвинчування або заданій довжині, виміряні на правих і лівих бічних сторонах профілю різьби відповідно, мм

$$P_n^{прав} = \frac{P_{n1}^{прав} + P_{n2}^{прав}}{2}$$

$$P_n^{лів} = \frac{P_{n1}^{лів} + P_{n2}^{лів}}{2}$$

де $P_n^{прав}$, $P_n^{лів}$ - результати вимірювання n - кроків на правих бічних поверхнях профілю в одній осьовій площині зверху і знизу від осі різьби відповідно, мм:

$P_{n1}^{\text{лів}}, P_{n2}^{\text{лів}}$ - результати вимірювання n - кроків на лівих бічних поверхнях профілю в одній осьовій площині зверху і знизу від осі різьби відповідно, мм;

f_a - діаметральна компенсація похибки половини кута профілю, мм: для метричної різьби $\alpha = .60^\circ$, [1], мм:

$$f_a = 0,29 \cdot P \cdot E\left(\frac{\alpha}{2}\right) \cdot 10^{-3}$$

де $E\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ - відхилення половини кута профілю, кутові мінUTI

$$E\left(\frac{\alpha}{2}\right) = 0,5 \left(\left| E\left(\frac{\alpha}{2}\right)_{\text{прав}} \right| + \left| E\left(\frac{\alpha}{2}\right)_{\text{лів}} \right| \right)$$

де $E\left(\frac{\alpha}{2}\right)_{\text{прав}}, E\left(\frac{\alpha}{2}\right)_{\text{лів}}$ - абсолютні значення відхилень правої та лівої половин кута профілю від номінального значення половини кута профілю, мінUTI, для метричної різьби:

$$E\left(\frac{\alpha}{2}\right)_{\text{прав}} = \left| E\left(\frac{\alpha}{2}\right)_{\text{прав}} - 30^\circ \right|,$$

$$E\left(\frac{\alpha}{2}\right)_{\text{лів}} = \left| E\left(\frac{\alpha}{2}\right)_{\text{лів}} - 30^\circ \right|,$$

де

$$\left(\frac{\alpha}{2}\right)_{\text{прав}} = 0,5 \left(\left(\frac{\alpha_1}{2}\right)_{\text{прав}} + \left(\frac{\alpha_2}{2}\right)_{\text{прав}} \right),$$

$$\left(\frac{\alpha}{2}\right)_{\text{лів}} = 0,5 \left(\left(\frac{\alpha_1}{2}\right)_{\text{лів}} + \left(\frac{\alpha_2}{2}\right)_{\text{лів}} \right),$$

де $\left(\frac{\alpha_1}{2}\right)_{\text{прав}}, \left(\frac{\alpha_2}{2}\right)_{\text{прав}}$ - дійсні значення правих половин, кута профілю різьби. виміряні на виступах зверху і знизу від осі різьби відповідно;

$\left(\frac{\alpha_1}{2}\right)_{\text{лів}}, \left(\frac{\alpha_2}{2}\right)_{\text{лів}}$ - дійсні значення лівих половин кута профілю різьби, виміряні на виступах зверху і знизу від осі різьби відповідно.

Визначені таким чином відхилення кроку $|E_p|$ і половини кута профілю $\left|E\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right|$ дозволяють виключити похибку вимірювання від неспівпадіння осі різьби з віссю центрів, в яких встановлюють деталь із різьбовою поверхнею для виконання вимірювань..

Діаметральні компенсації f_p і f_a мають входити в рівняння (3.1) і (3.2) завжди додатними величинами, бо похибки кроку і половини кута профілю для забезпечення згвинчування потребують компенсації незалежно від знака відхилень.

Згвинчуваність зовнішньої різьби забезпечується при умові:

$$d_2^{\text{пр}} \leq d_2^{\text{ном}}$$

Згвинчуваність внутрішньої різьби забезпечується при умові:

$$D_2^{\text{пр}} \geq D_2^{\text{ном}}$$

Умовою згвинчуваності гвинта з гайкою буде дотримання умови:

$$D_2^{\text{пр}} \geq d_2^{\text{пр}}$$

Таким чином, висновок про придатність різьби можна робити не тільки поелементно, по результатах вимірювань середнього діаметра і діаметра виступів різьби (зовнішнього діаметра d для зовнішньої різьби і внутрішнього діаметра D_1 для внутрішньої різьби), а також комплексно - по приведеному середньому діаметру $d_2^{\text{пр}}$ ($D_2^{\text{пр}}$)

При комплексній оцінці придатності різьби по середньому діаметру і згвинчуваності по приведеному середньому діаметру результати диференційної перевірки співпадають із результатами контролю різьбовими калібрами.

3.3. Опис конструкції малого інструментального мікроскопа

Інструментальний мікроскоп ММІ використовується для вимірювання лінійних розмірів і кутів та є основним засобом вимірювання різьб невеликих розмірів: різьбових калібрів, мітчиків, різьбових фрез і різних виробів з точною різьбою.

Мікроскоп є оптичним приладом, на якому виконуються вимірювання безконтактним методом, а також методами абсолютним, прямим і непрямим, поелементно і комплексно.

Основною особливістю мікроскопів різної конструкції є те, що вимірювання лінійних розмірів проводиться шляхом переміщення збільшеного зображення деталі відносно координатних осей, які спостерігаються в окулярі, а вимірювання кутів - шляхом повороту координатних осей і шкали відлікового мікроскопа.

Мікроскопи випускають таких типів: ММІ - малий інструментальний, БМІ - великий інструментальний, УІМ - універсальний мікроскоп. Усі моделі мікроскопів принципово однакові за конструкцією і відрізняються, з основного, габаритними розмірами, діапазоном вимірювання, ціною поділок та набором приладдя.

Основними складовими частинами мікроскопа ММІ, зображеного на рисунку 3.1, є основа 1, предметний стіл 3, освітлювач 14, стійка 11 і тубус 5.

Предметний стіл мікроскопа 3. Мікроскоп має чавунну литу основу /, на якій на кулькових напрямних встановлено стіл 3, який можна переміщати в двох взаємноперпендикулярних напрямках при допомозі мікрометричних

гвинтів 2 і 20. Мікрогвинти мають шкали з ціною, поділки 0,005 мм і границями вимірювання 0-25 мм Шляхом встановлення міри довжини відповідного розміру, кратного 25 мм, між кінцем мікрогвинт і вимірювальним упором на столі мікроскопа, границі вимірювання можуть бути збільшені в поздовжньому напрямі до 75 мм.

Верхню частину стола мікроскопа можна повертати маховиком 17 (справа від мікрогвинта 2) навколо вертикальної осі з метою точного суміщення лінії вимірювання з напрямом поздовжнього або поперечного переміщення стола. У центральній частині стола вставлено предметне скло, яке забезпечує можливість освітлення контуру деталі знизу для спостережень в мікроскопі на світлому фоні при вимірюваннях тіньовим методом.

Для вимірювань деталей, що відносяться до класу валів і мають в торцях центрові отвори, на предметний стіл можна встановлювати накладку з центрами (на рисунку 3.1 не показана).

Освітлювальний пристрій мікроскопа Освітлювач 14 має лампу і діафрагму, яку можна регулювати гайкою 15. Оправу з лампою винесено за межі основи мікроскопа, що покращує умови охолодження.

Стійка 11. Стійка монтується на основі 1 з допомогою циліндричного шарніра - вісі 13. В стійці під віссю передбачено отвір, в який встановлюється кронштейн із освітлювачем 14. Систему стійка 11 - освітлювач 14 при допомозі маховика 16 можна нахилити навколо вісі 13 на $\pm 10^\circ$ в обидві сторони від вертикалі. Вісь нахилу стійки 11 співпадає з віссю центрів, які встановлюються на столі мікроскопа для вимірювань деталей класу валів. Завдяки цьому, нахилиючи стійку разом із освітлювачем, можна направляти пучок світла вздовж витків різьби (враховуючи кут підйому різьби Y) і добиватись різкого зображення контуру бічних сторін профілю різьби.

Тубус мікроскопа. В тубусі 5 монтується оптична система мікроскопа. Тубус має кронштейн 9, який з'єднаний з стійкою 11 рейковою зубчатою передачею Обертанням маховиків 10, що розміщені з обох боків стійки 11, здійснюється вертикальне переміщення кронштейна з тубусом, необхідне для фокусування мікроскопа. Для фіксування положення кронштейна з тубусом на рейкових напрямних стійки передбачено гвинт 12.

Зверху на тубусі кріпиться головка з окуляром 7 і відліковим мікроскопом 6. В окулярі 7 при включеному освітлювачі спостерігаються координатні вісі мікроскопа, які служать базами для вимірювання, і контур вимірюваної деталі на світлому зеленому фоні. В окулярі відлікового-мікроскопа 6 проектується шкали: градусна і минутна: Переміщення градусної шкали відлікового мікроскопа здійснюється лімбом 18, який знаходиться зліва від окуляра 7, а минутна шкала (від 0 до 60) є нерухомою.

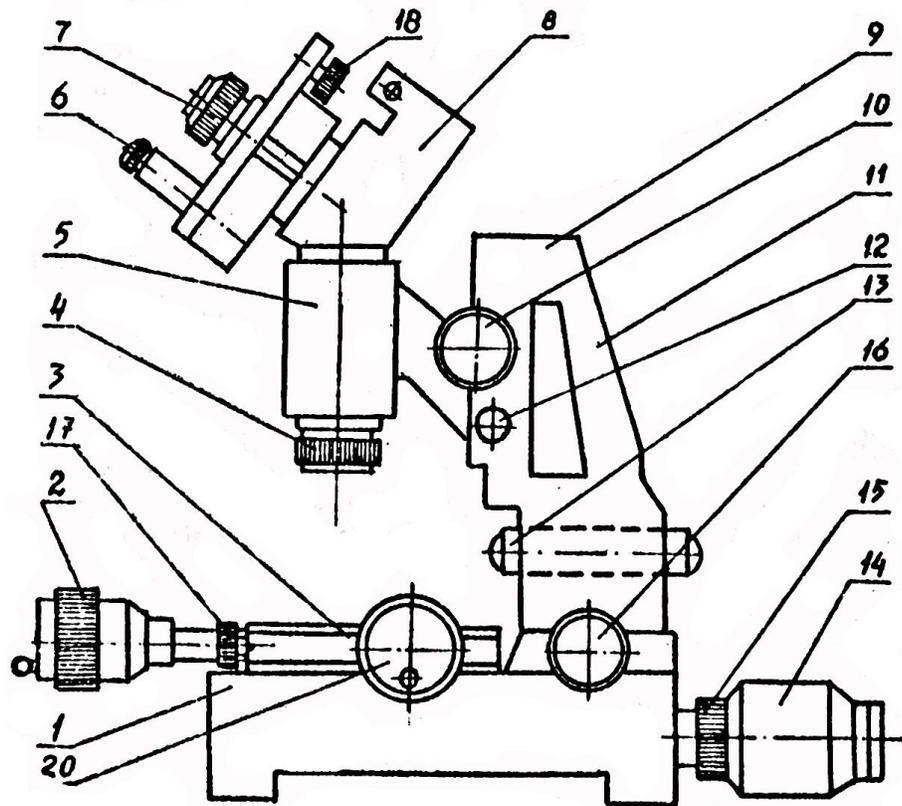


Рисунок 3.1 - Малий інструментальний мікроскоп

Основні технічні характеристики мікроскопа ММІ: збільшення деталей – 10х, 30х, 50х; ціна поділки шкал мікрометричних гвинтів - 0,005 мм; ціна поділки шкали відлікового мікроскопа - 1; діапазон вимірювання шкал мікрометричних гвинтів - 25 мм, границі вимірювання кутів — 0...360⁰; границі нахилу стійки мікроскопа ±10°.

Оптична схема мікроскопа ММІ показана на рисунку 3.2.

Світло лампи 1 змінним конденсором 2 через зелений світлофільтр і діафрагму 4 дзеркалом 5 через лінзу 6 і предметне скло направляється на виріб, який кладуть на скло або закріплюють в центрах (як показано на рисунку 3.2). Тіньовий контур виробу проектується об'єктивом 7 в площину сітки 11 (пластини з координатними осями) окулярної головки. Зображення контуру деталі і координатні осі спостерігаються в окуляр 12.

Сітка 11 вмонтована в лімба 14 і може обертатися навколо вісі окуляра 12. Кут повороту сітки 11 (тобто кут повороту координатних осей) визначається по градусній шкалі лімба 14, яку спостерігають у відліковому мікроскопі 15. МінUTI відлічують по шкалі, яка нанесена на нерухомій пластині 11.

Поворотна призма 8 служить для отримання прямого зображення деталі, а

скла 9 і 10 захищають оптику головки мікроскопа від бруду.

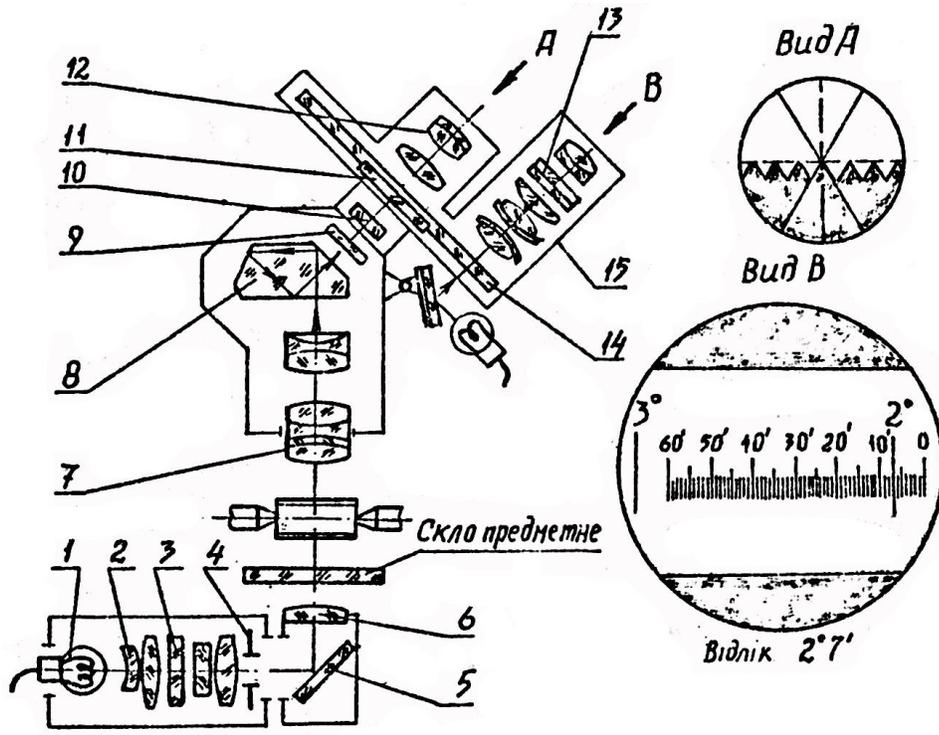


Рисунок 3.2 - Оптична схема мікроскопа ММІ