

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5 **«Засоби вимірювання різьбових поверхонь»**

2.1 Мета та завдання

Практичне ознайомлення з поелементним методом вимірювання деталей з різьбовими поверхнями. Вивчення конструкції і набуття навиків вимірювання середнього діаметра різьби різьбовим мікрометром та методом трьох дротин. Визначення придатності різьбової поверхні за результатами поелементних вимірювань і відповідно до вимог стандарту.

2.2 Основні теоретичні положення

Принципи взаємозамінності різьбових з'єднань описані в конспекті лекцій дисципліни ВСТВ [1]. Частковим прикладом різьб є метрична циліндрична (так звана кріпильна) різьба, яку найчастіше використовують на практиці. Розміри елементів метричної циліндричної різьби встановлені ГОСТ 9150-81 "Різьба метрична", а точність - ГОСТ 16093-81 "Різьба метрична Допуски. Посадки з зазором".

2.2.1 Елементи і параметри метричної циліндричної різьби.

Поверхня різьби утворюється як результат двох відносних рухів: обертання заготовки навколо осі і поступального переміщення інструменту паралельно до осі обертання. У зв'язку з цим, метрична різьба є частковим випадком гвинтової поверхні з прямолінійною формою бічних сторін профілю і складається з виступів і канавок, які чергуються.

Основними елементами різьби є вісь і профіль

Віссю різьби вважається вісь, відносно якої утворена гвинтова поверхня різьби.

Профіль різьби визначається кутом профілю виступу і канавки в площині осевого перетину різьби. Кут профілю різьби є кутом між суміжними бічними сторонами виступів в площині осевого перетину. Для метричної різьби, яку позначають М, кут профілю складає $\alpha = 60^\circ$.

До основних параметрів метричної циліндричної різьби відносять: крок, зовнішній, внутрішній і середній діаметри, довжину згвинчування різьбового з'єднання. Вони позначені на рисунку 2.1. Терміни, визначення та позначення параметрів різьби відповідають ДСТУ 2497-94.

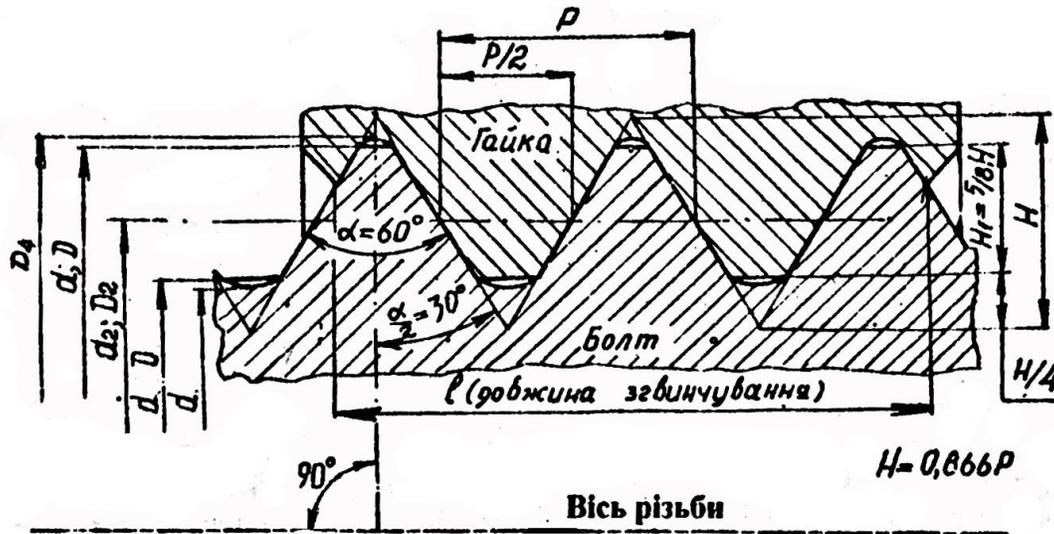


Рисунок 2.1 - Основні параметри метричної циліндричної різьби

Кроком різьби (P) називають віддаль на лінії, паралельній до осі різьби між середніми точками найближчих однойменних бічних сторін профілю різьби, які лежать в одній осевій площині з однієї сторони від осі різьби

Стандарт ГОСТ 8724-81 "Різьба метрична. Діаметри і кроки" поділяє Метричні різьби на різьби з крупними і дрібними кроками.

Різьба з крупними кроками має таку залежність між зовнішнім діаметром (d, D) і кроком:

$$d(D) = 6P^{1,3}$$

Різьба з дрібними кроками може мати різні роки при однаковому зовнішньому діаметрі. При однакових зовнішніх діаметрах різьба з дрібним кроком відрізняється від різьби з великим кроком меншою висотою виступів.

Зовнішній діаметр метричної циліндричної різьби (d, D, D₁) визначається як діаметр уявного прямого кругового циліндра, описаного навколо вершин виступів зовнішньої або канавок западин внутрішньої різьби (див. рисунок 2.1).

Внутрішній діаметр метричної циліндричної різьби (d₁, D₁, d₃) визначається як діаметр уявного прямого кругового циліндра, вписаного у канавки западин зовнішньої, або вершини виступів внутрішньої різьби (див рисунок 2.1).

Середній діаметр метричної циліндричної різьби (d₂, D₂) визначається як діаметр уявного, співвісного з різьбою, прямого кругового циліндра, кожна твірна якого перетинає профіль різьби таким чином, що відрізки, утворені при перегині з канавкою, дорівнюють половині номінального кроку різьби (див рисунок 2.1).

За напрямом витків виступів різьбу поділяють на праву і ліву. Ліву різьбу

позначають буквами. LH, які записують після номінальних розмірів різьби.

В умовне позначення метричної різьби повинні входити: буква М, номінальний (зовнішній) діаметр різьби, числове значення кроку (тільки для різьби з дрібним кроком) і букви LH у випадку лівої різьби.

Приклад умовного позначення номінального розміру різьби з зовнішнім діаметром 24 мм з крупним кроком:

M24

Те саме, з дрібним кроком $P=2$ мм.

M24x2

Те саме, лівої різьби з дрібним кроком, $P=2$ мм.

M24 x 2 LH.

Номінальні значення параметрів різьби залежно від номінального (зовнішнього) діаметра та кроку різьби повинні відповідати ГОСТ 24705-81 (додаток А).

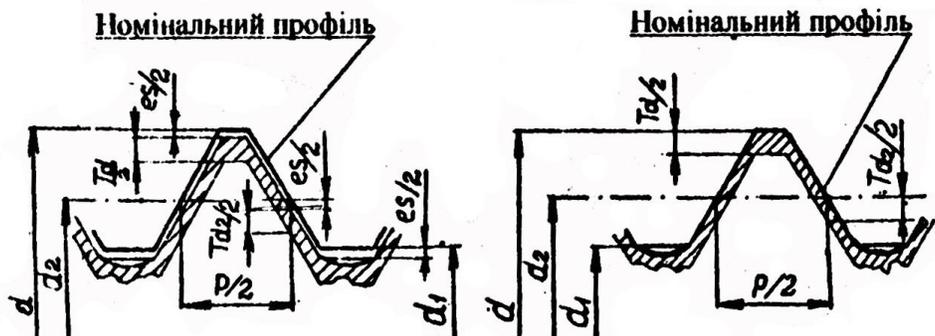
Довжина згвинчування різьби визначається довжиною ділянки взаємного перекриття зовнішньої і внутрішньої різьб в осьовому напрямі (див рисунок 2.1) Довжини згвинчування залежно від номінального діаметра і кроку різьби підрозділяються на три групи: короткі S, нормальні N і довгі L (додаток В).

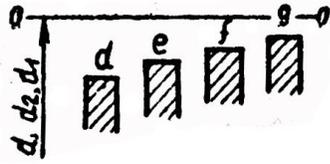
2.2.2 Допуски метричних різьб для посадок із зазорами

Для кріпильних метричних різьб найчастіше використовуються посадки з зазором. Допуски цих різьб і посадки встановлені ГОСТ 16093-81 (додаток Б).

Точність кріпильних різьб визначається допуском, а характер різьбового з'єднання - посадкою по середньому діаметру різьби як основному її параметру

Схеми полів допусків зовнішньої і внутрішньої різьби в посадках із зазором приведені на рисунках 2.2 і 2.3 відповідно.





а) основні відхилення d, e, f, g

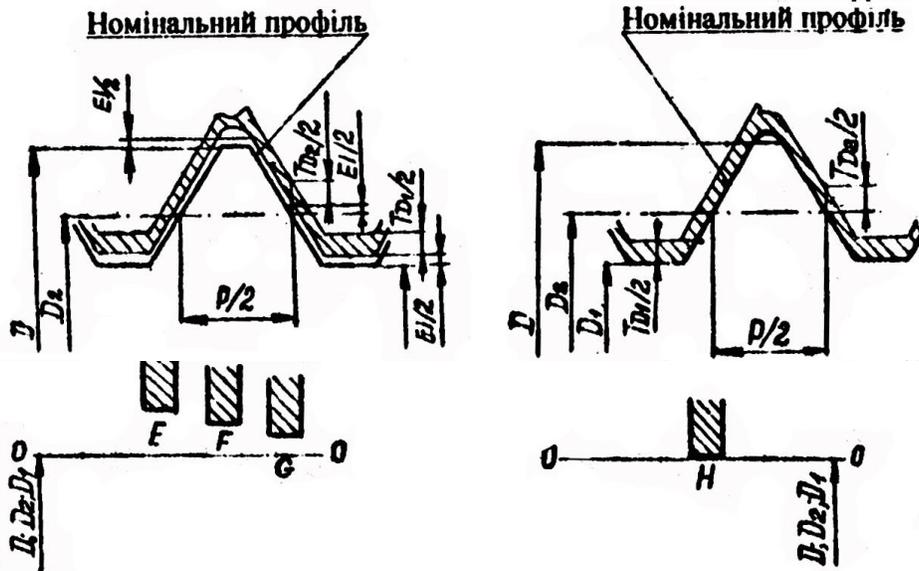


б) основне відхилення h

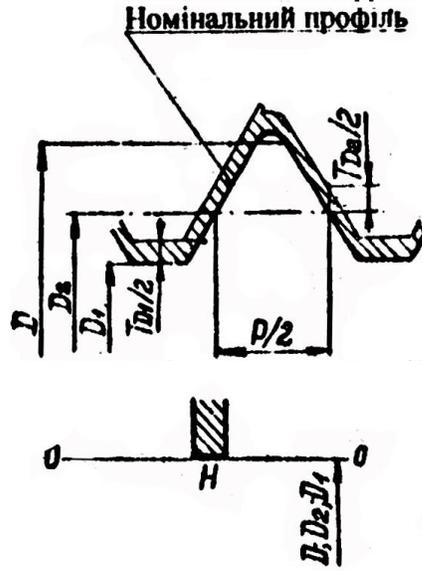
Рисунок 2.2 - Розміщення полів допусків зовнішньої різьби

Граничні відхилення відкладаються від номінального профілю різьби в напрямі, перпендикулярному до осі різьби. Номінальний профіль визначається номінальними розмірами лінійних і кутових розмірів різьби.

Допуски діаметрів різьби встановлюються за ступенями точності, які позначаються цифрами. Ступені точності діаметрів різьби для посадок із зазорами (крім різьб на деталях із пластмас) приведені в таблиці 2.1.



а) основні відхилення E, F, G



б) основне відхилення H

Рисунок 2.3 - Розміщення полів допусків внутрішньої різьби

Таблиця 2.1. Ступені точності і основні відхилення

Вид різьби	Діаметр різьби	Ступінь точності (крім діаметрів d_1, D)	Основне відхилення
Зовнішня різьба	d	4,6,8	d, e, f, g, h
	d_2 і d_1	3,4,5,6,7,8,9	
Внутрішня різьба	D_2 і D	4,5,6,7,8	E, F, G, H
	D_1		

Допуски діаметрів d_1 і D не встановлюються. Гарантовані зазори по цих параметрах мають E забезпечуватись розмірами різьбонарізних інструментів.

Допуски середнього діаметра різьби є сумарними. Вони включають три складові величини: допуск на власне середній діаметр і діаметральні компенсації похибок кроку та половини кута профілю. Тому стандарт ГОСТ 16093-81 не регламентує окремо допуски на крок і половину кута профілю різьби.

Розміщення поля допуску діаметра різьби визначається основним відхиленням (верхнім es для зовнішньої різьби і нижнім EI для внутрішньої) і позначається буквою латинського алфавіту, малою для зовнішньої різьби і великою для внутрішньої.

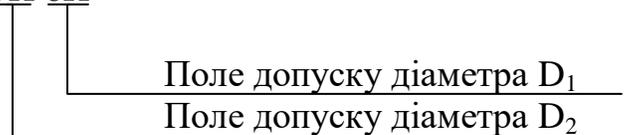
Поле допуску діаметра різьби утворюється поєднанням допуску і основного відхилення. Поле допуску різьби в цілому утворюється поєднанням поля допуску середнього діаметра d_2 або D_2 з полем допуску діаметра виступів (діаметра d для зовнішньої та діаметра D_1 для внутрішньої різьби).

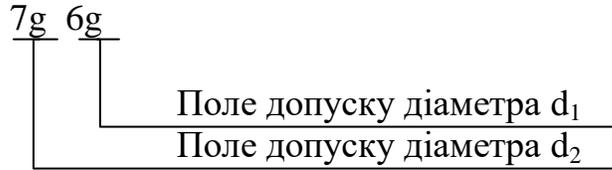
2.2.3 Позначення точності різьби

Позначення поля допуску діаметра різьби складається з цифри, яка позначає ступінь точності, і букви, яка позначає основне відхилення. Наприклад: $4h, 6g, 6H$.

Позначення поля допуску різьби складається з позначення поля допуску середнього діаметра, яке ставиться на першому, місці, і позначення поля допуску діаметра виступів.

Наприклад: 5H 6H





Якщо позначення поля допуску діаметра виступів співпадає з позначенням поля допуску середнього діаметра, то воно в позначенні допуску різьби не повторюється.

Наприклад: $\frac{6g}{\quad}$ Поле допуску діаметра d_2 і d

$\frac{6H}{\quad}$ Поле допуску діаметра D_2 і D_1

В умовному позначенні різьби позначення поля допуску повинно міститися за номінальними розмірами різьби.

Приклади позначення різьби:

з крупним кроком

зовнішньої різьби: M24 - 6g, внутрішньої різьби: M24 – 6H;

з дрібним кроком

зовнішньої різьби: M24x1-6g, внутрішньої різьби: M24x1- 6H;

лівої різьби

з крупним кроком: M24 LH-6g, M24 LH – 6H,;

з дрібним кроком. M24x1 LH-6g, M24x1 LH - 6H.

Довжина згвинчування групи N в умовному позначенні різьби не вказується.

Довжина згвинчування, повинна бути вказана в міліметрах при позначенні різьби в таких випадках:

1) якщо вона відноситься до групи L;

2) якщо вона відноситься до групи S, але менша, ніж уся довжина різьби

Приклад позначення різьби з довжиною згвинчування, яка відрізняється від нормальної:

M24-7g6g-40
└───────────────────┘
Довжина згвинчування

Посадка в різьбовому з'єднанні позначається дробом, і чисельнику якого вказують поля допусків внутрішньої різьби, а в знаменнику — позначення полів допусків зовнішньої різьби.

Наприклад: M24-6H/6g, M24-6H/6g,
M24 LH-6H/6g, M24x1 LH-6H/6g

2.3 Опис інструментів

В лабораторній роботі використовуються такі інструменти: для вимірювання зовнішнього діаметра зовнішньої різьби - гладкий мікрометр, конструкція якого описана в лабораторній роботі №1, [2]; для вимірювання середнього діаметра різьби, — мікрометр із вставками, гладкий мікрометр і набір дротинки, для визначення кроку - різьбові шаблони для метричної різьби.

2.3.1 Мікрометр із вставками

Мікрометри із вставками (різьбові мікрометри) використовують для вимірювання середнього діаметра зовнішньої різьби контактним, прямим, абсолютним методами.

Загальний вигляд цього мікрометра представлений на рисунку 2 4 Мікрометри із вставками відрізняються від гладких мікрометрів тим, що в торцях п'ятки 2 і мікрогвинта 5 передбачені отвори для вставок 3 і 4 відповідно. Щоби вставки не випадали із отворів під час вимірювань, хвостову частину їх розрізано і трохи розведено для утворення незначною натягу в посадці.

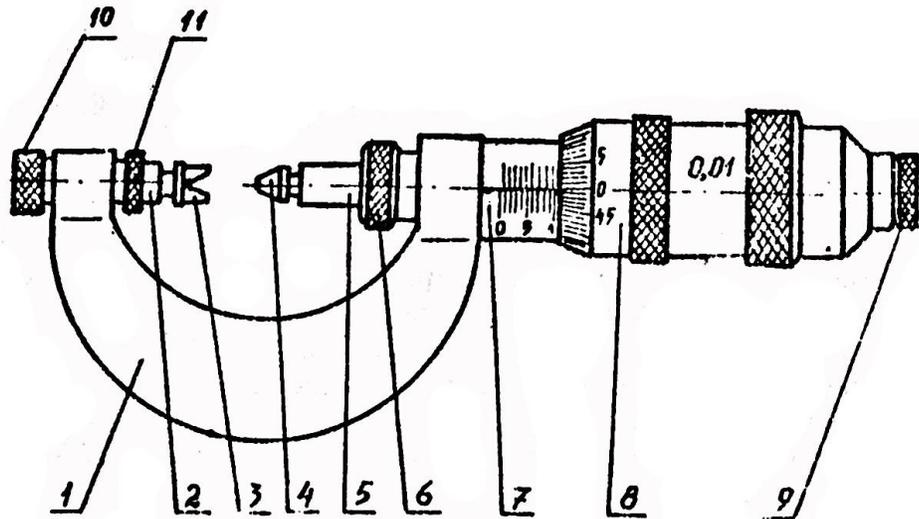


Рисунок 2.4 - Мікрометр із вставками

Для вимірювання метричних різьб із кроками від 0,4 до 6 мм передбачено набір із восьми вставок з кутом профілю 60°. Вибір необхідної пари вставок для конкретної вимірюваної різьби виконують залежно від кроку різьби. Конічну вставку 4 вставляють в отвір мікрогвинта 5, а призматичну 3 – в отвір п'ятки 2.

Перед вимірюванням необхідно виконати установку інструменту на нуль. Для мікрометрів із діапазоном вимірювання 0 - 25 мм установка на нуль

проводиться шляхом регулювання положення барабана 8 і п'ятки 2 при введених до стику вставках. Спочатку за допомогою тріскачки 9 переміщують гвинт 5 до стику вставок і моменту спрацювання храповика (характерний тріск тріскачки) і фіксують гвинт 5 стопорною гайкою 6. Далі проводять регулювання положення барабана: відгвинчують ковпачок із тріскачкою 9 на барабані 5, суміщають нульовий штрих кругової шкали конуса барабана з поздовжнім штрихом на стеблі 7 і фіксують ковпачок тріскачки

Перевірку виконують прокручуванням тріскачки: показ на шкалах має бути 0.

Додаткове регулювання, при необхідності, виконують за допомогою гайки 10: відпускають контргайку 11 п'ятки, переміщують п'ятку обертанням гайки 10 до щільного дотику вставок 3 і 4, фіксують контргайку. Для установки на нуль мікрометрів із більшими діапазонами вимірювання, наприклад, 25 - 50 мм і більших, використовують установочні міри, якими комплектуються інструменти.

При вимірюванні середнього-діаметра різьби конічна вставка має зайти в западину різьби, а призматична має охоплювати протилежний від осі різьби виступ. Методика вимірювання і відліку показів є аналогічною до описаної для гладкого мікрометра (див. лабораторну роботу №1 ,[2]).

2 3.2 Інструменти і пристрої для вимірювання середнього діаметра різьби при допомозі трьох дротин

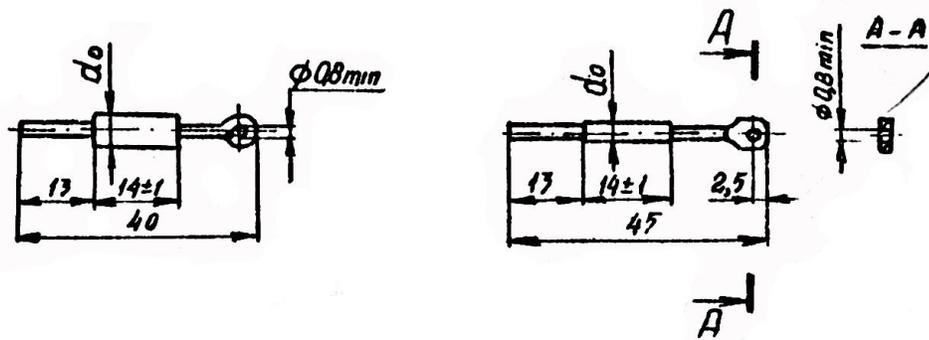
Вимірювання середнього діаметра різьби при допомозі трьох дротин проводять гладким мікрометром або горизонтальним оптиметром залежно від необхідної точності вимірювань. Вимірювання гладким мікрометром здійснюється контактним, непрямим, абсолютним методами.

Дротинки і ролики для вимірювання середнього діаметра різьби виготовляються у відповідності і ГОСТ 2475-05 трьох типів; I - дротинки гладкі; II - дротинки ступінчаті трьох виконань А, Б і В (конструктивні відмінності дротинок цього типу полягають в формі вушка для підвішування на нитці до бирки); III- ролики.

Дротинки типу I застосовують із колодками для їх кріплення. Найчастіше використовують дротинки ступінчаті типу II. Вимірювальна поверхня цих дротин розміщується в середній частині; один із кінців дротинок має вушко, формо якого залежить від виконання (див рисунок 2.5).

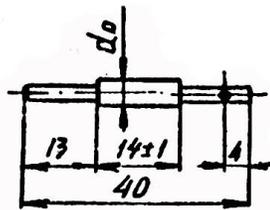
В комплекті з трьох дротин дві дротинки підвішуються до однієї бирки атрета дротинка — до другої.

Дротинки і ролики випускаються двох класів : 0 і 1.



а) Тип II – А

б) Тип II – Б



в) Тип II – В

- а) Приклад умовного позначення дротинки типу II- А діаметром d_0 0,170 мм, класу точності 0: Дротинки II-А - 0,170 кл.0 ГОСТ 2475-88
- б) Те саме типу II- Б: Дротинки II- Б - 0,170 кл. 0 ГОСТ 2475-60,
- в) Приклад умовного позначення дротинки типу II- В діаметром $d_0=1,008$ мм, класу точності 1: Дротинки II - В -1,008 кл 1 ГОСТ 2475-88.

Рисунок 2.5 - Дротинки ступінчасті типу II

Схема вимірювання при допомозі трьох дротинок показана на рисунку 2 1 У западини різьби закладають три дротинки, як показано на-рисунку 2.6, і вимірюють розмір М.

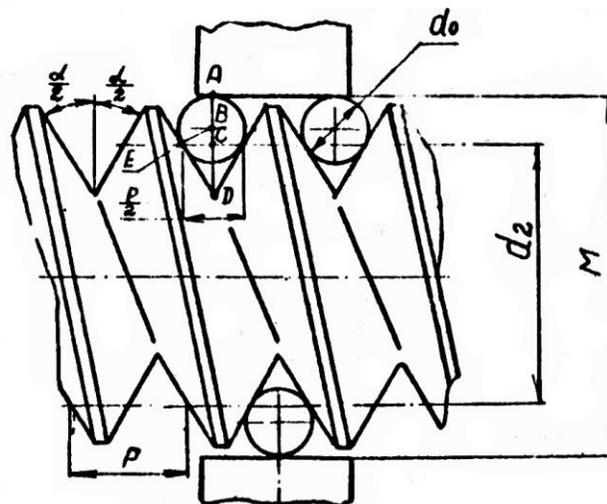


Рисунок 2 6 - Схема вимірювання середнього діаметра при допомозі трьох дротин

Розмір середнього діаметра зовнішньої різьби визначається із залежності

$$d_2 = M - 2AB - 2BD + 2CD,$$

$$\text{де } AB = \frac{d_0}{2}, \quad BD = \frac{d_0}{2\sin(\frac{\alpha}{2})}, \quad CD = \frac{P}{4\text{ctg}(\frac{\alpha}{2})}$$

d_0 - діаметр дротинки по ГОСТ 2475-62, мм.

Для метричної різьби, для якої $\alpha = 60^\circ$, залежність приймає вигляд, мм

$$d_2 = M - 3d_0 + 0.866P$$

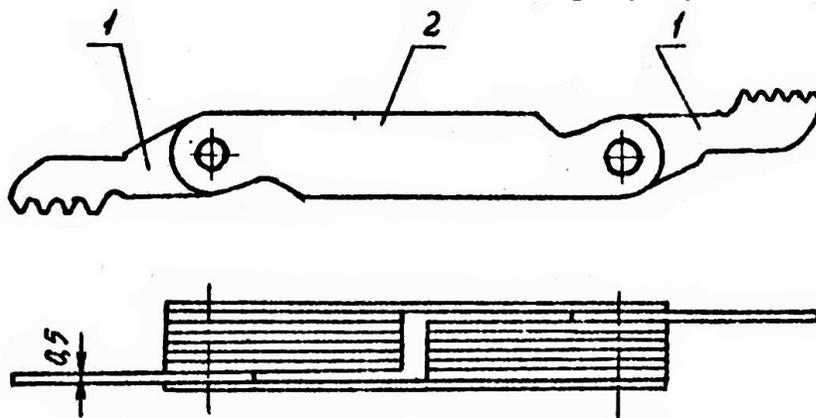
При вимірюванні середнього діаметра різьби. при допомозі трьох дротинок важливо уникнути похибок, зв'язаних з відхиленнями кроку і половини куга профілю від їх номінальних значень. Тому використовують дротинки найвигіднішого діаметра, які торкаються бічних сторін профілю різьби в середніх точках (що відповідає визначенню кроку різьби в п 2.2.1) Найвигідніший діаметр дротинок d_0^* для вимірювання конкретної різьби залежить від кроку різьби і визначається з формули (див. рисунок 2.6, з трикутника АВЕС):

$$d_0^* = \frac{P}{2\cos(\frac{\alpha}{2})}$$

Для $\alpha = 60^\circ$:

$$d_0^* = 0,577P, \text{ мм}$$

Різьбовий шаблон представляє, собою сталю пластину з зубцями і є сортувальним прикладним - інструментом для визначення кроку різьби Різьбові шаблони комплектуються в набори (М - для метричної різьби, Д для дюймової і трубної різьб). Набір різьбових шаблонів М 60° включає 20 шаблонів - із кроками від 0,4 до 6 мм показаний на рисунку 2.7



1- різьбовий шаблон

2 - накладка з маркуванням М 60

Рисунок 2.7 - Різьбові шаблони

Конструкція накладок 2 набору шаблонів дає можливість заміни будь-якого шаблона 1 і повороту його навколо осі з фіксацією силами тертя.