

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7

"Дослідження залежності допустимих відхилень розміщення шліців від допусків на основні параметри шліцевого вала"

4.1 Мета і завдання

Вивчення конструкції і набуття навиків користування оптичною ділильною голівкою ОДГ-10А.

Дослідження залежності допустимих відхилень розміщення зубів шліцевого вала і допусків на лінійні розміри шліців.

Практичне ознайомлення з системою допусків і посадок для шліцевих з'єднань.

Оцінка придатності шліцевої поверхні поелементним і комплексним методами.

4.2 Основні теоретичні положення

Принципи взаємозамінності шліцевих з'єднань описані в конспекті лекцій дисципліни ВСТВ [1]. Частковим прикладом цих з'єднань є шліцеві з'єднання прямобічним профілем, які найчастіше використовуються в різних конструкціях. Основні розміри елементів та рекомендовані посадки шліцевих з'єднань з прямобічним профілем встановлені ГОСТ 1139-80.

4.2.1 Параметри шліцевих поверхонь із прямобічним профілем

До основних параметрів шліцевих з'єднань із прямобічним профілем відносяться: зовнішній D внутрішній d діаметри, ширина шліца і ширина паза западин шліцевого отвору b , число шліців Z і кут γ розміщення шліців і пазів. Вони показані на рисунку 4.1.

Робота шліцевих з'єднань в значній мірі залежить від співвісності спряжених поверхонь. Для забезпечення співпадіння (центрування) вісі шліцевої втулки з віссю обертання вала, з шліцами спряжених деталей передбачається центруюча поверхня. Існує три способи центрування:

- по зовнішньому діаметру D (рисунок 4.1, а),
- по внутрішньому діаметру d (рисунок 4.1, б);
- по бічних сторонах шліців b (рисунок 4.1, в).

Центрування по зовнішньому діаметру D використовується, коли твердість втулки дає змогу обробляти протягуванням. Центрування по внутрішньому діаметру d доцільне, коли в втулка має високу твердість і точний розмір можна дістати при шліфуванні діаметра d , а вал обробляють на шлицешліфувальному верстаті. Спосіб центрування по бічних сторонах b шліців не забезпечує точного центрування, рекомендується для механізмів, які передають великі крутні моменти або знаходяться в навантаженні, у механізмах із реверсом.

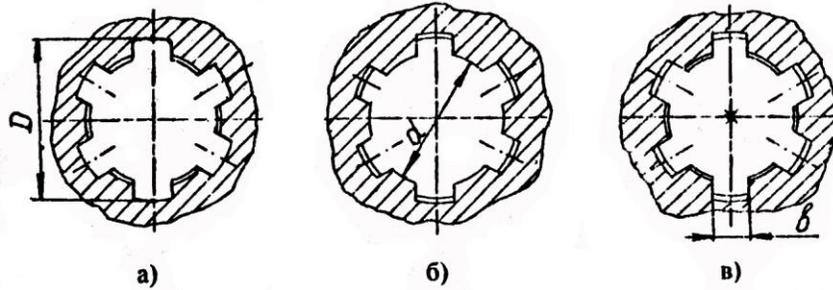


Рисунок 4.1 - Основні параметри та способи центрування шліцьових з'єднань з прямобічним профілем

4.2.2 Система допусків і посадок шліцьових з'єднань прямобічним профілем

Особливості побудови системи допусків і посадок для шліцьових з'єднань обумовлені тим, що умови складання шліцьових деталей і отримання необхідного характеру з'єднання (необхідної посадки) забезпечується не тільки точністю кожного основного розміру (діаметрів d і D , ширини b), а також похибками розміщення шліців;

Система допусків і посадок шліцьових з'єднань в ГОСТ 1139-80 встановлює поля допусків на діаметри d і D та ширини b .

Повний (сумарний) допуск кожного розміру дорівнює сумі похибок розміру, форми і розміщень поверхонь [1]. Вплив сумарної похибки розміщення шліців на умови складання з'єднання показано на рисунку 4.2

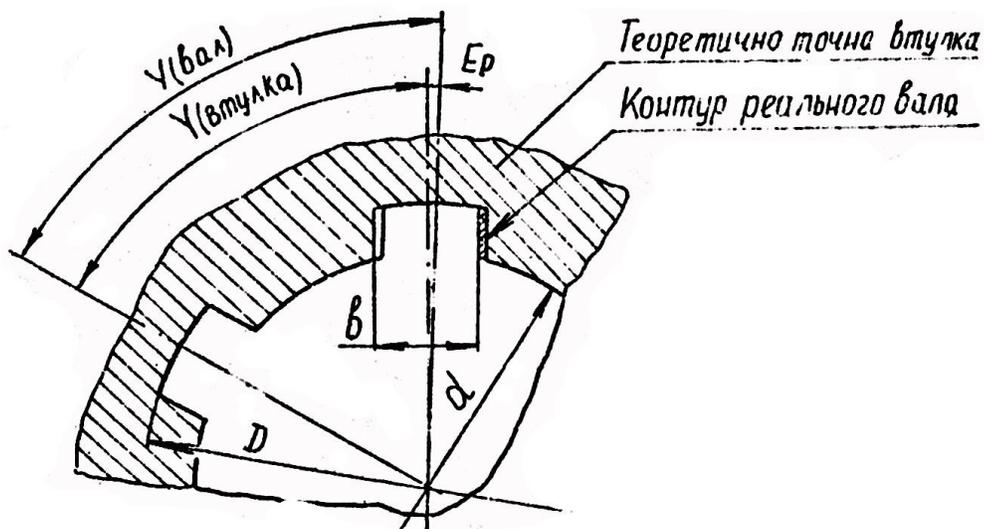


Рисунок 4.2 – Вплив похибки розміщення шліців

З теоретично точною втулкою, яка має номінальний контур, спрягається реальний вал, розміри діаметрів d , D і ширини b якого виготовлені в межах допусків, але є певна похибка E_p розміщення шліців. Якщо накласти контур реального вала із шліцами на контур теоретично точної втулки (як показано

на рисунку 4.2), то шліці вала перекриють номінальний контур на заштрихованій ділянці і складання деталей буде неможливим. Крім того, характер спряження реального шліцьового вала з теоретично точною втулкою спотворюється додатково похибками діаметрів d і D та ширини b .

Для забезпечення умов складання реального вала з шліцями з теоретично точною втулкою і отримання заданого характеру спряження необхідно, щоб сумарна похибка розміщення шліців і відхилень основних розмірів реального вала знаходилась в межах полів допусків діаметрів d і D та ширини b , як передбачено стандартом ГОСТ 1139-80.

Реальні втулки з пазами під шліці також мають відхилення основних розмірів і похибки розміщення пазів та похибки форми поверхонь. Тому для забезпечення складання реальних втулок із теоретично точними шліцьовими валами необхідно, щоб дійсний контур втулки також не виходив за межі полів допусків основних розмірів.

Отже, умови складання деталей із шліцями гарантуються, якщо реальні контури вала і втулки зокрема збираються є теоретично точними втулками і валами. Для цього потрібно, щоб дійсні контури кожного шліця вала і кожного паза втулки не виходили за поля допусків основних розмірів з'єднання, як показано на рисунку 4.3

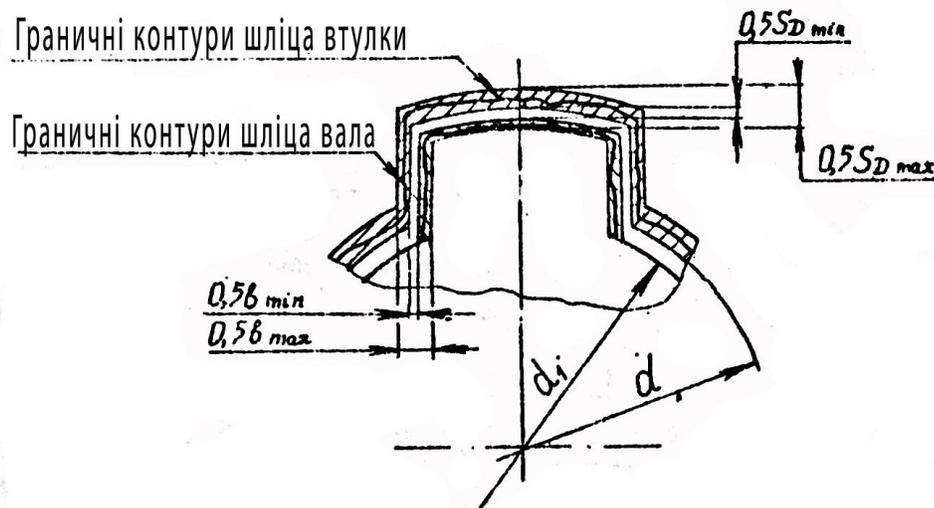


Рисунок 4.3 - Схема розміщення полів допусків і реальних шпурів деталей шліцьового з'єднання

В залежності від призначення і умов роботи до шліцьових з'єднань ставляться різні вимоги щодо точності і характеру посадок на центруючих і нецентруючих поверхнях. В стандарті ГОСТ 1139-80 передбачено для центруючих поверхонь валів поля допусків квалітетів IT5 по IT10 з основними відхиленнями d , e , f , g , h (для утворення посадок із зазором), а також js , k , m , n (для утворення перехідних посадок). Для центруючих

поверхонь втулок використовуються поля допусків квалітетів IT7 - IT10 з основними відхиленнями D, F, H для посадок із зазором і перехідних.

Посадки шліцьових з'єднань по діаметрах d і D утворюються по принципу системи отвору, а для посадок розміру ширини b використовуються посадки системи отвору і позасистемні посадки.

На нецентруючі діаметри встановлені такі поля допусків: -

-при центруванні по D або b для валів нецентруючий внутрішній діаметр d має бути не меншим від діаметра d_1 (див. рисунок 4 3), для втулок нецентруючий внутрішній діаметр d має поле допуску H11

- при центруванні по d і b нецентруючий зовнішній діаметр D має для втулки поле допуску H12, а для вала -a11

Позначення шліцьових з'єднань валів і втулок повинні містити букву, яка вказує на центруючу поверхню, число шліців і номінальні розміри d , D і b , позначення полів допусків або посадок діаметрів, а також розміру b , які записують після відповідного розміру.

Приклад умовного позначення шліцьового з'єднання з числом шліців $Z=8$, внутрішнім діаметром $d=36$ мм, зовнішнім діаметром $D=40$ мм, шириною шліца $b=7$ мм, із центруванням по внутрішньому діаметру d , посадкою по діаметру центрування - $\frac{H7}{e8}$ і посадкою по розміру ширини шліца - $\frac{D9}{f8}$

$$d - 8 \times 36 \frac{H7}{e8} \times 40 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{D9}{f8}$$

те саме, при центруванні по зовнішньому діаметру D з посадкою по діаметру центрування - $\frac{H8}{h7}$ -і по розміру ширини шліца - $\frac{F10}{h9}$:

$$D - 8 \times 36 \times 40 \frac{H8}{h7} \times 7 \frac{F10}{h9}$$

те саме, при центруванні по бічних сторонах b :

$$b - 8 \times 36 \times 40 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{F10}{h9}$$

Приклад умовного позначення деталей шліцьовою з'єднання при центруванні по внутрішньому діаметру d :

- шліцьова втулка $d-8 \times 36 H7 \times 40 H12 \times 7 D9$:
- шліцьовий вал $b-8 \times 36 e8 \times 40 a11 \times 7 f8$.

4.2.3 Дослідження залежності граничних відхилень розміщення шліців і допусків розмірів

Для складання реального шліцьового вала з теоретично точною втулкою і для отримання заданого характеру посадок у з'єднанні необхідно, щоб дійсний контур шліців вала знаходився в межах граничних контурів, які окреслені полями допусків діаметрів d і D та ширин шліців b на всій

поверхні. На рисунку 4.4 показано тонкою суцільною лінією дійсний контур вала в межах граничних контурів шліців.

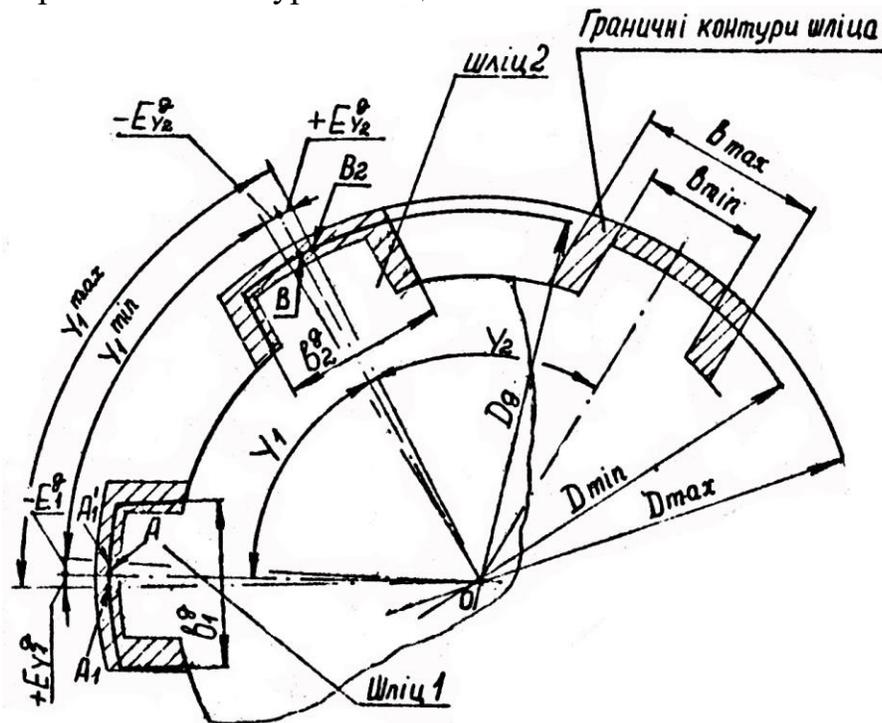


Рисунок 4.4 - Визначення граничних відхилень розташування шліців шліцевого вала

На рисунку контури двох суміжних шліців 1 і 2 знаходяться в крайніх положеннях, які відповідають максимальному допустимому значенню кута розміщення $Y_1^{\text{макс}}$ при певних дійсних розмірах ширин шліців.

Величину кута розміщення $Y_1^{\text{макс}}$ можна обчислити, враховуючи розміщення теоретичної вісі симетрії OA (шліц 1) в положення OA₁ і зміщення теоретичної вісі симетрії OB (шліц-2) в положення OB₂

Мінімальна величина розміщення шліців $Y_1^{\text{мін}}$ обчислюється аналогічно, градуси:

$$Y_1^{\text{макс}} = Y + (EY_1 + EY_2)$$

$$Y_1^{\text{мін}} = Y - (EY_1 + EY_2)$$

де $Y = \frac{360}{Z}$ - номінальне значення кута розміщення шліців;

EY_1^A, EY_2^A - допустимі граничні відхилення кута розміщення осей симетрії шліців 1 і 2 відповідно в межах полів допусків основних розмірів шліців. Аналогічно можна обчислити граничні допустимі значення кутів розміщення усіх шліців $Y_1^{\text{макс}}$ і $Y_1^{\text{мін}}$, де $i = 1..Z$ - порядковий номер шліца.

Величини граничних відхилень кутів розміщених EY_1 , визначають після

вимірювання дійсного розміру зовнішнього діаметра D_d шліцьового вала і вимірювання товщини кожного шліца b_1^D

Для прикладу розглянемо трикутник ΔAA_1O . Для малих кутів:

$$tg(EY_1) = \frac{AA_1}{\frac{D_d}{2}}$$

де AA_1 - величина граничного зміщення вісі симетрії шліца 1 в полі допусків основних розмірів для конкретного значення ширини шліца : b_1^D

$$AA_1 = \frac{b_{\text{макс}} - b_1^D}{2}$$

де $b_{\text{макс}}$ - найбільший граничний розмір ширини шліца ;

$$b_{\text{макс}} = b + es_b$$

де b - номінальне значення ширини шліца по ГОСТ 1139-80

es_b - верхнє граничне відхилення ширини b по ГОСТ 25117-82. Таким чином, по(4.3) для шліца 1:

$$tg(EY_1) = \frac{b_{\text{макс}} - b_1^D}{2}$$

У загальному випадку для i -го шліца, радіани

$$tg(EY_1) = \frac{b_{\text{макс}} - b_1^D}{D_d}$$

Граничні відхилення кутів розміщення шліців вала, градуси, мінути, секунди:

$$EY_1 = arctg(EY_1)$$

Граничні величини кутів розміщення Y_1 враховуючи дійсні розміри діаметра D_d , і ширин шліців b_1^D та точність розміру b , градуси, мінути, секунди:

$$|Y_i| = Y + (EY_1 + EY_{i+1})$$

де $i, i+1$ - порядкові номери суміжних шліців.

4.3 Опис конструкції оптичної ділильної головки

Оптичні ділильні головки призначені для вимірювання кутів і ділильних робіт при розмічуванні і обробці деталей. За конструктивними признаками головки відносяться до оптичних приладів, на яких вимірювання виконуються абсолютним, прямим або непрямым методами, можна вимірювати поелементно і комплексно.

Зовнішній вигляд оптичної ділильної головки моделі ОДГ-10А показаний на рисунку 4.5.

Основними складовими частинами приладу є станина 8, задня бабка 7 і ділильна головка 3.

Станина 8 вилита із чавуну. На її верхній поверхні є поздовжній Т-видний паз, в якому монтуються головка 3 і задня бабка 7.

Задня бабка 7 має піноль з центром, який можна переміщати вздовж вісі при допомозі ручки 11. Це переміщення використовується при установці і закріпленні деталей класу валів в центрах.

Ділильна головка 3 є основною складовою частиною приладу і представляє собою кінематичний точний черв'ячний редуктор.

В центрах оптичної головки і задньої бабки можуть встановлюватися деталі діаметром до 250 мм і довжиною до 600 мм. Шпиндель 6 головки має отвір під посадку конуса Морзе 4. Всередині корпусу на шпинделі закріплено черв'ячне колесо з лімбом, який несе основну шкалу приладу з ціною поділки 1° . Обертання шпинделя здійснюється маховиком 1, змонтованим на черв'яку механічної передачі головки. Вал маховика 1 при допомозі конічної зубчатої передачі можна прокручувати з невеликою швидкістю маховичком 12. Цей маховичок використовують для делікатного зміщення градусної шкали приладу. Попередня установка кута повороту шпинделя 6 проводиться по зовнішньому лімбу 5 грубої установки, а точна установка - по основному лімбу черв'ячного колеса при допомозі відлікового пристрою 4. Виставлений кут на шкалі лімба черв'ячного колеса може бути зафіксований ручкою 2 гальма приладу.

Шпиндель 6 головки разом із лімбом 5 можна прокручувати в корпусі 1 і встановлювати під будь-яким кутом до горизонтальної вісі в межах від 0 до 90° . Кут нахилу встановлюється по шкалі з ціною поділки нанесеній на периферії переднього фланця головки.

Основні технічні характеристики оптичної ділильної головки ОДГ-10А: ціна поділки шкали відлікового пристрою 4-10", ціна поділки шкали лімба 5 шпинделя - 1° , точність приладу при вимірювальних роботах - $\pm 10''$, межі нахилу вісі шпинделя 6 - 0.. 90° , точність відліку кута нахилу вісі шпинделя - $\pm 6'$, висота центрів - 130 мм, радіальне биття вісі шпинделя - 0.003 мм.

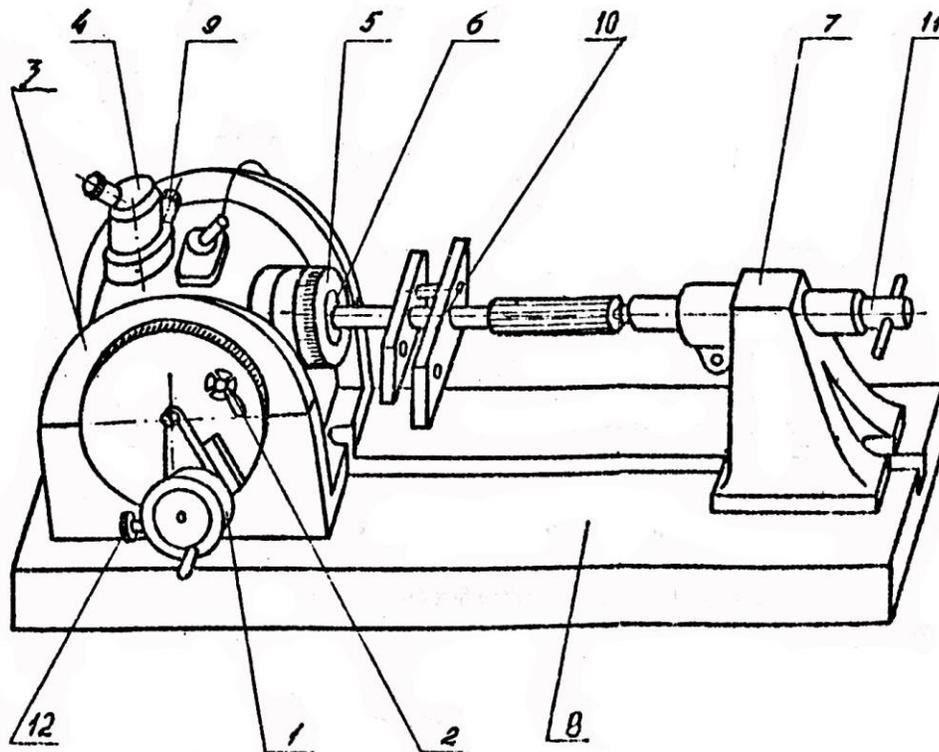


Рисунок 4.5 – Оптична ділильна головка ОДГ-10А

Оптична схема ділильної головки (показана на рисунку 4.6.) (монтована у відліковому пристрої головки за винятком лімба 4, який разом із черв'ячним колесом крутиться навколо вісі шпинделя головки. В окулярі відлікового пристрою проєктуються три шкали в одній площині (див. рисунок 4 б.. вид А) Світло від лампи 1 направляється конденсором із світофільтром 2, дзеркалом 3 на лімб 4, на якому нанесено 360 поділок градусної шкали. Лімб 4, який закріплено на черв'ячному колесі, обертається разом із ним навколо вісі шпинделя головки. Лінзи 5 і 7 через поворотну призму 6 проєктують зображення штрихів лімба 4 в площину окулярної сітки 10. Окулярна сітка має сім подвійних рисок (бісекторів), кутова віддаль між якими складає $10'$. При допомозі сітки 10 можна відлічувати десятки кутових мінут.

В конструкції відлікового пристрою приладу передбачено оптичний компенсатор ІЗ, який включає пластину й і сітку 9 із шкалою для відліку одиниць кетових мінут та десятків Секунд. На шкалі 9 (див. вид А, зліва в полі зору окуляра) нанесено 10 поділок із ціною $1'$ і 60 поділок із ціною $10''$. Компенсатор 13 можна прокручувати навколо вісі мікрогвинта відлікового пристрою (поз. 9 на рисунку 4.5) і цим викликати оптичне зміщення зображення градусного штриха лімба 4, зафіксованого гальмом головки відносно бісекторів сітки 10, а також зміщення штрихів сітки 9

відносно індекса - горизонтальної риски для відліку показів одиниць мінут і секунд

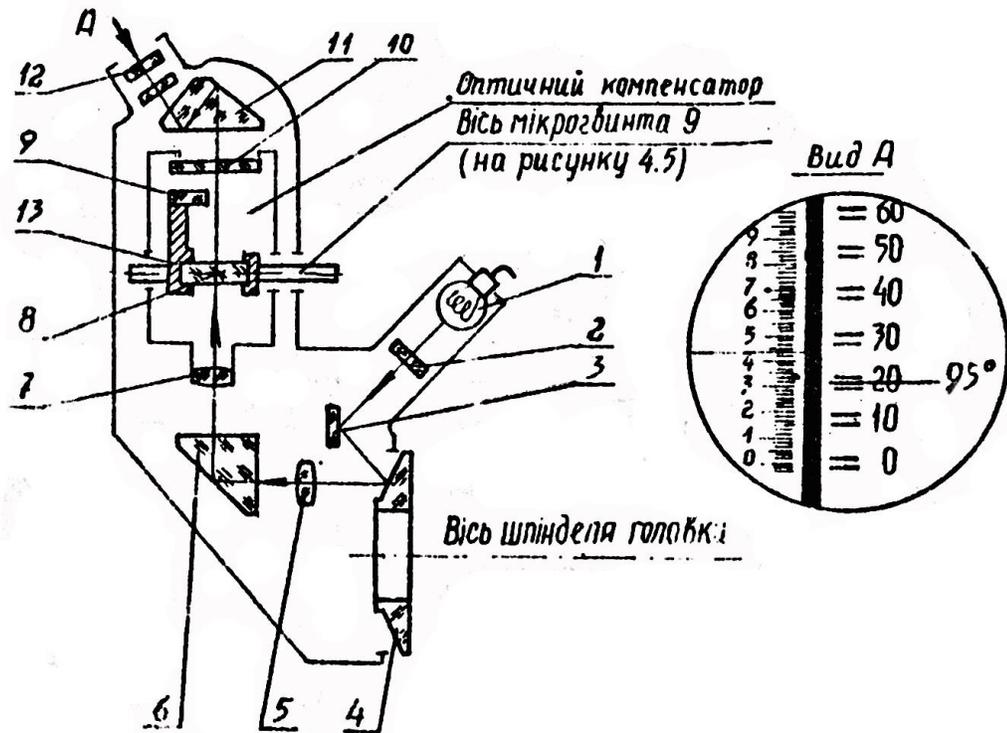


Рисунок 4 6 - Оптична схема ділильної головки ОДГ-10А

Три шкали одночасно видно в окулярі 12. Відлік кутів при вимірюванні виконують після повороту шпінделя на необхідний кут. Спочатку фіксують гальмом шпиндель (при допомозі ручки 2, на рисунку 4.5), дані, спостерігаючи за шкалами в окулярі, суміщають зображення штриха градусної шкали із найближчим бісектором при допомозі оптичного компенсатора (обертанням мікрогвинта 9, рисунок 4.5). На рисунку 4.6,(вид А) показано відлік $95^{\circ}24'20''$