

## **Лекція 14. Схеми механічної обробки оптичних деталей шліфуванням**

### **1. Технологічна система обробки**

Оптичні деталі виготовляють механічною обробкою заготовок зі зняттям припусків. Припуск знімається послідовним виконанням ряду технологічних операцій: точінням різцем, шліфуванням інструментом із закріпленими абразивними зернами (ЗАЗ), притиранням водяними суспензіями, обробкою абразивним порошком і шліфування.

Ціль кожної операції - уточнення розмірів і форми і зменшення мікронерівностей обробленої поверхні заготовки. Для цього вибирають визначену технологічну систему обробки: верстат-приспособлення-інструмент-деталь. Найбільш поширена в оптичних технологіях система ВПД - верстат-приспособлення-інструмент-деталь (мал. 14.1). Система ВПД характеризується геометричною побудовою і кінематичною схемою обробки, видом інструменту і способом його замикання з заготовкою, а так само способами обробки поверхонь з необхідною точністю.

Основні ознаки системи ВПД є:

1) спосіб замикання ланцюга руху робочих органів елементами кінематичної пари інструмент-заготовка, геометричний чи силовий, від якого залежить досяжна точність форми і кривизни оброблюваної поверхні;

2) вид зіткнення обробного інструмента з оброблюваною поверхнею заготовки (у точці, по лінії, по поверхні), від якого залежить клас чистоти обробки і геометрична досконалість форми поверхні.

У системі ВПД на Мал.14.1а здійснено геометричне замикання заготовки з інструментом – у точці, різець переміщається прямолінійно, а заготовка обертається, основна вимірювальна база сполучена з настановною. Неточності виготовлення і налаштування інструмента і заготовки передаються на задану форму і розміри деталі. Така система використовується для зняття великого обсягу припуску при попередній обробці допоміжних поверхонь великих розмірів.

У системі ВПД на Мал.14.1б здійснено геометричне замикання заготовки з інструментами по лінії. Коло з ЗАЗ переміщається й обертається, а заготовка тільки обертається. Основна вимірювальна база сполучена з настановною. Застосовується ця схема

для обробки допоміжних циліндричних поверхонь лінз, сіток і фасок, точність обробки до 0,01 мм.

У системі ВПД на Мал.14.1в здійснено зіткнення заготовки з інструментом по лінії, а замикання цієї кінематичної пари силове, тобто силою  $P$ . Знімання припуску відбувається в процесі взаємного притирання робочої кромки інструменту і поверхні заготовки за допомогою абразивної суспензії. У процесі обробки заготовка обертається, а інструмент робить складний зворотно-поступальний рух паралельно осі 1-1. Така схема рекомендується для обробки асферичних поверхонь типу параболоїда, еліпсоїда, гіперболоїда.

У схемі ВПД на Мал.14.1г заготовка стикається з інструментом по поверхні при геометричному замиканні розмірного і кінематичного ланцюга. При обробці інструмент закріплений жорстко і не змінює геометричного профілю під час операції. Застосовують для обробки плоских поверхонь, призм, сіток, шкал, оптичних клинів.

У схемі ВПД на Мал.14.1д інструмент і заготовка обертаються на осях розташованих під деяким кутом, що дозволяє обробляти сферичні поверхні. Обробляється методом врізання, при якому інструмент усією площею подається на оброблювану поверхню заготовки. Відхилення виникає від неточностей установок. Цю систему застосовують головним чином для попереднього шліфування виконуючих оптичних поверхонь деталей, остаточного шліфування допоміжних плоских і сферичних поверхонь.

У схемі ВПД на Мал.14.1е інструмент стикається з заготовкою по поверхні силовим замиканням, і вони взаємно притираються суспензією абразивних порошків. Інструмент працює по методу врізання. Така система застосовується для обробки виконуючих поверхонь, попередніх і фінішних операцій шліфування і полірування оптичних поверхонь, оцінюваних параметрами  $N$ ,  $\Delta N$ ,  $P$ .

## **2. Спосіб вільного притирання**

При шліфуванні заготовка притирається до обробного поверхні твердого інструмента - шліфувальника, а при поліруванні м'які смоляні і повстяні підкладки інструментів притираються до шліфованої поверхні заготовки скла.

Схема способу вільного притирання показана на Мал. 14.2. Настановною базою для робочої поверхні інструмента 2 є вихідна поверхня заготовки 1. При знятті припуску настановна база змінює своє положення щодо деталей верстата і радіус  $R_{\text{зах}}$  змінюється на радіус  $R$  оброблюваної поверхні. Для оброблюваної поверхні 1 вимірною базою

являються центр сфери  $O$ , від якого визначається єдиний розмір сфери – радіус  $R$ . Така обробка називається способом вільного притирання. Спосіб вільного притирання визначається наявністю наступних ознак:

- 1) зіткнення робочої поверхні інструмента з оброблюваною поверхнею заготовки відбувається по площадках кінцевих розмірів;
- 2) прилягання, поверхонь інструмента і заготовки, що притираються як двох елементів кінематичної пари третього класу здійснюється силовим замиканням;
- 3) одна з поверхонь, що притирається самовстановлюється на іншій за допомогою кульового шарніра 3 поводка верхньої ланки;
- 4) відносний рух інструмента 2 по оброблюваній поверхні заготовки 1 складається з трьох простих обертальних рухів зі швидкостями  $W_B$  и  $W_H$  верхньої і нижньої ланок і швидкості  $W_{кор}$  - хитання коромисла навколо центра сфери  $O$ ;
- 5) вісь одного з обертальних рухів являється нормаллю до сферичних або плоских поверхонь, що притираються;
- 6) відносне переміщення і геометрія площадок інструмента обрані так, що всі точки на поверхнях, що притираються знаходяться в багаторазовому аперіодичному покритті всіма площадками парної ланки.

Спосіб вільного притирання завжди використовують при обробці сферичних і плоских поверхонь. Спосіб притирання це коли один елемент кінематичної пари вільно встановлюється (самовстановлюється) на своїй парній ланці. Технологічними ознаками обробки способом вільного притирання є:

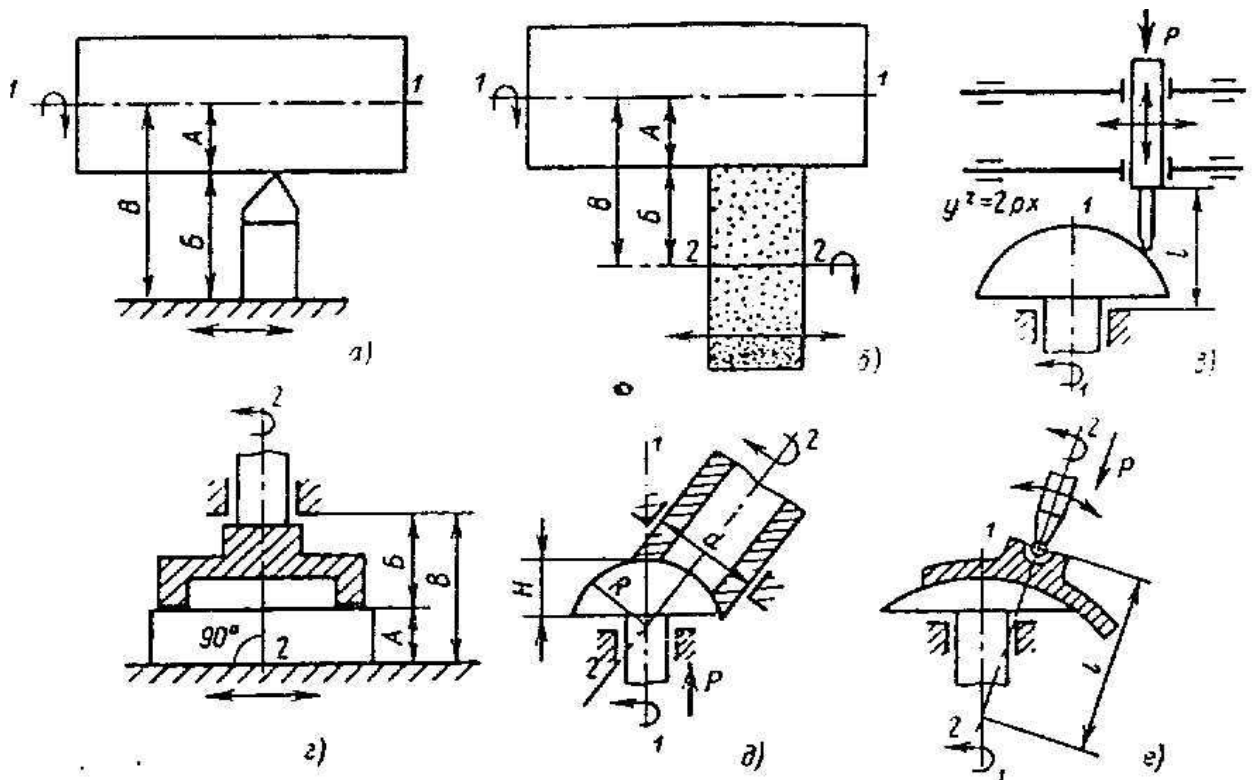
- 1) наявність суспензії абразивних порошків;
- 2) зміна геометрії профілю робочої поверхні інструмента через його знос за час обробки навіть однієї заготовки;
- 3) наявність притирань з матеріалів, що мають по відношенню до зерен суспензії при шліфуванні фрикційні, а при поліруванні адсорбційні властивості.

Найбільш істотний недолік способу вільного притирання полягає в тому, що на верстаті не можна заздалегідь установити заданий радіус обробленої поверхні, він досягається лише шляхом виправлення інструмента і перенастроювання верстата в процесі виконання операцій шліфування і полірування.

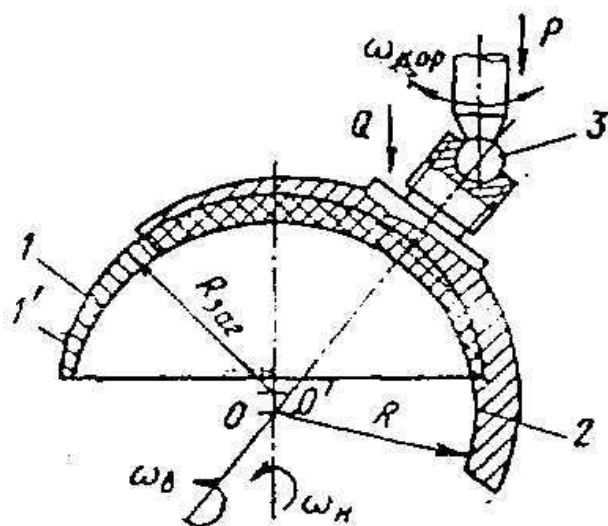
### 3. Кінематичні схеми обробки

Кінематичні схеми обробки поверхонь оптичних деталей відображають абсолютні прості обертальні і поступальні рухи, що у тім чи іншій сполученні надаються інструментам і заготівці в різній технологічній системі верстат-приспособування-інструмент-деталь. Кінематична схема обробки є кінематичною основою системи верстат-приспособування-інструмент-деталь, якою вони принципово відрізняються одна від іншої. Найбільш розповсюджена кінематична схема обробки сфер на верстаті типу ШП шліфуванням і поліруванням сфер оптичних поверхонь показана на Мал. 14.3.

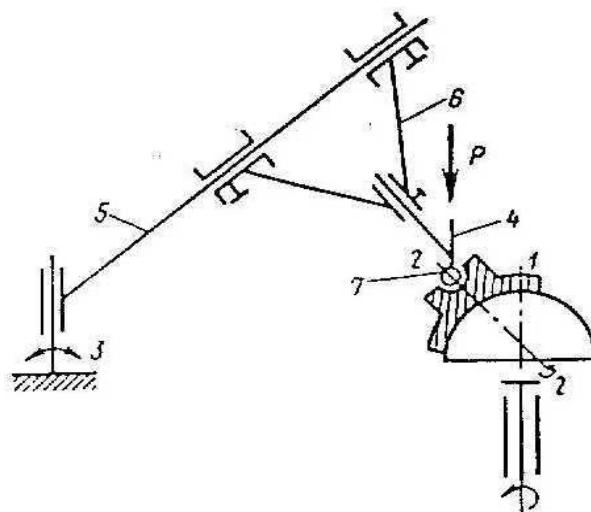
З кінематичної схеми верстата виділені і розглядаються прості рухи навколо осей 1-1 і 2-2. Повідець 4 качається навколо осі 3 разом з коромислом 5 і навколо останнього разом з кареткою 6. Це складний рух завдяки замиканню силою  $P$  кульового шарніра 7 приводиться до простого плоского руху навколо центра оброблюваної сферичної поверхні. Прийнято умовно, що оброблювана заготовка є завжди нижньою ланкою.



Мал. 14.1 Системи ВПД обробки оптичних деталей: *а*-геометричне замикання, контакт у точці; *б*- геометричне замикання, зіткненням по лінії; *в*-силове замикання, зіткнення по лінії; *г*-замикання силове, зіткнення по поверхні; *д, е*-замикання силове, зіткнення по поверхні, відповідно два і три обертальних рухи;



Мал. 14.2 Схема обробки вільним притиранням.



Мал. 14.3 Кінематична схема обробки притиранням.