

## **Лекция 14. Схемы механической обработки оптических деталей шлифованием**

### **1. Технологическая система обработки**

Оптические детали изготавливают механической обработкой заготовок со снятием припусков. Припуск снимается последовательным выполнением ряда технологических операций: точение резцом, шлифованием инструментом с закрепленными абразивными зернами (ЗАЗ), притиркой водными суспензиями, обработкой абразивным порошком и шлифованием.

Цель каждой операции - уточнение размеров и формы и уменьшение микронеровностей обработанной поверхности заготовки. Для этого выбирают определенную технологическую систему обработки: станок-приспособление-инструмент-деталь. Наиболее распространена в оптических технологиях система СПИД - станок-приспособление-инструмент-деталь (рис.14.1). Система СПИД характеризуется геометрическим построением и кинематической схемой обработки, видом инструмента и способом его замыкания с заготовкой, а так же способами обработки поверхностей с требуемой точностью.

Основные признаки системы СПИД являются:

- 1) способ замыкания цепи движения рабочих органов элементами кинематической пары инструмент-заготовка, геометрическое или силовое, от которого зависит достижимая точность формы и кривизны обрабатываемой поверхности;
- 2) вид соприкосновения обрабатывающего инструмента с обрабатываемой поверхностью заготовки (в точке, по линии, по поверхности), от которого зависит класс чистоты обработки и геометрическое совершенство формы поверхности.

В системе СПИД на Рис.14.1а осуществлено геометрическое замыкание заготовки с инструментом – в точке, резец перемещается прямолинейно, а заготовка вращается, основная измерительная база совмещена с установочной. Неточности изготовления и настройки инструмента и заготовки передаются на заданную форму и размеры детали. Такая система используется для снятия большого объема припуска при предварительной обработке вспомогательных поверхностей больших размеров.

В системе СПИД на Рис.14.1б осуществлено геометрическое замыкание заготовки с инструментами по линии. Круг с ЗАЗ перемещается и вращается, а заготовка только вращается. Основная измерительная база совмещена с установочной. Применяется эта схема для обработки вспомогательных цилиндрических поверхностей линз, сеток и фасок, точность обработки до 0,01 мм.

В системе СПИД на Рис.14.1в осуществлено соприкосновение заготовки с инструментом по линии, а замыкание этой кинематической пары силовое, т.е. силой  $P$ . Съем припуска происходит в процессе взаимной притирки рабочей кромки инструмента и поверхности заготовки с помощью абразивной суспензии. В процессе обработки заготовка вращается, а инструмент совершает сложное возвратно-поступательное движение

параллельно оси 1-1. Такая схема рекомендуется для обработки асферических поверхностей типа параболоида, эллипсоида, гиперболоида.

В схеме СПИД на Рис.14.1г заготовка соприкасается с инструментом по поверхности при геометрическом замыкании размерной и кинематической цепи. При обработке инструмент закреплен жестко и не меняет геометрического профиля за время операции. Применяют для обработки плоских поверхностей, призм, сеток, шкал, оптических клиньев.

В схеме СПИД на Рис.14.1д инструмент и заготовка вращаются на осях расположенных под некоторым углом, что позволяет обрабатывать сферические поверхности. Обрабатывается методом врезания, при котором инструмент всей площадью подается на обрабатываемую поверхность заготовки. Отклонение происходит от неточностей установок. Эту систему применяют главным образом для предварительного шлифования исполнительных оптических поверхностей деталей, окончательного шлифования вспомогательных плоских и сферических поверхностей.

В схеме СПИД на Рис.14.1е инструмент соприкасается с заготовкой по поверхности силовым замыканием, и они взаимно притираются суспензией абразивных порошков. Инструмент работает по методу врезания. Такая система применяется для обработки исполнительных поверхностей, предварительных и финишных операций шлифования и полирования оптических поверхностей, оцениваемых параметрами  $N$ ,  $\Delta N$ ,  $P$ .

## **2. Способ свободной притирки**

При шлифовании заготовка притирается к обрабатывающей поверхности твердого инструмента - шлифовальника, а при полировании мягкие смоляные и войлочные подложки инструментов притираются к шлифованной поверхности заготовки стекла.

Схема способа свободной притирки показана на Рис.14.2. Установочной базой для рабочей поверхности инструмента 2 является исходная поверхность заготовки 1. При снятии припуска установочная база изменяет свое положение относительно деталей станка и радиус  $R_{\text{зах}}$  изменяется на радиус  $R$  обрабатываемой поверхности. Для обрабатываемой поверхности 1 измерительной базой является центр сферы  $O$ , от которого определяется единственный размер сферы – радиус  $R$ . Такая обработка называется способом свободной притирки. Способ свободной притирки определяется наличием следующих признаков:

- 1) соприкосновение рабочей поверхности инструмента с обрабатываемой поверхностью заготовки происходит по площадкам конечных размеров;
- 2) прилегание притирающихся поверхностей инструмента и заготовки как двух элементов кинематической пары третьего класса осуществляется силовым замыканием;
- 3) одна из притирающихся поверхностей самоустанавливается на другой с помощью шарового шарнира 3 поводка верхнего звена;
- 4) относительное движение инструмента 2 по обрабатываемой поверхности заготовки 1 состоит из трех простых вращательных движений со скоростями  $W_B$  и  $W_H$  верхнего и нижнего звеньев и скорости  $W_{\text{КОР}}$  - качания коромысла вокруг центра сферы  $O$ ;

5) ось одного из вращательных движений является нормалью к притирающимся сферическим или плоским поверхностям;

6) относительное перемещение и геометрия площадок инструмента выбраны так, что все точки на притирающихся поверхностях находятся в многократном аperiодическом покрытии всеми площадками парного звена.

Способ свободной притирки всегда используют при обработке сферических и плоских поверхностей. Способ притирки это когда один элемент кинематической пары свободно устанавливается (самоустанавливается) на своем парном звене. Технологическими признаками обработки способом свободной притирки является:

1) наличие суспензии абразивных порошков;

2) изменение геометрии профиля рабочей поверхности инструмента из-за его износа за время обработки даже одной заготовки;

3) наличие притиров из материалов, имеющих по отношению к зернам суспензии при шлифовании фрикционные, а при полировании адсорбционные свойства.

Наиболее существенный недостаток способа свободной притирки заключается в том, что на станке нельзя заранее установить заданный радиус обработанной поверхности, он достигается лишь путем правки инструмента и перенастройки станка в процессе выполнения операций шлифования и полирования.

### **3. Кинематические схемы обработки**

Кинематические схемы обработки поверхностей оптических деталей отображают абсолютные простые вращательные и поступательные движения, которые в том или другом сочетании сообщаются инструментам и заготовке в различной технологической системе станок-приспособление-инструмент-деталь. Кинематическая схема обработки является кинематической основой системы станок-приспособление-инструмент-деталь, которой они принципиально отличаются одна от другой. Наиболее распространенная кинематическая схема обработки сфер на станке типа ШП шлифованием и полированием сфер оптических поверхностей показана на Рис.14.3.

Из кинематической схемы станка выделены и рассматриваются простые движения вокруг осей 1-1 и 2-2. Поводок 4 качается вокруг оси 3 вместе с коромыслом 5 и вокруг последнего вместе с кареткой 6. Это сложное движение благодаря замыканию силой  $P$  шарового шарнира 7 приводится к простому плоскому движению вокруг центра обрабатываемой сферической поверхности. Принято условно, что обрабатываемая заготовка является всегда нижним звеном.

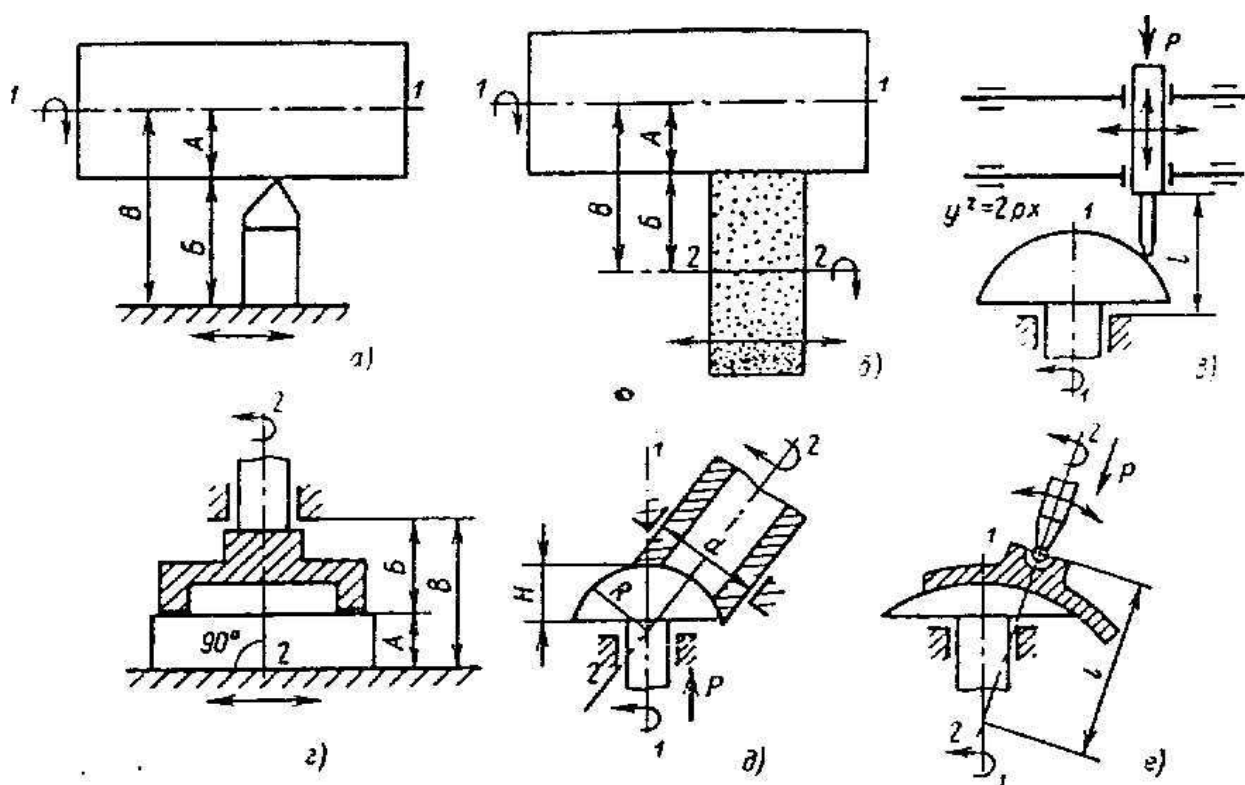


Рис.14.1 Системы СПИД обработки оптических деталей : **а**-геометрическое замыкание, контакт в точке; **б**- геометрическое замыкание, соприкосновением по линии; **в**-силовое замыкание, соприкосновение по линии; **з**-замыкание силовое, соприкосновение по поверхности; **д,е**-замыкание силовое, соприкосновение по поверхности, соответственно два и три вращательных движения

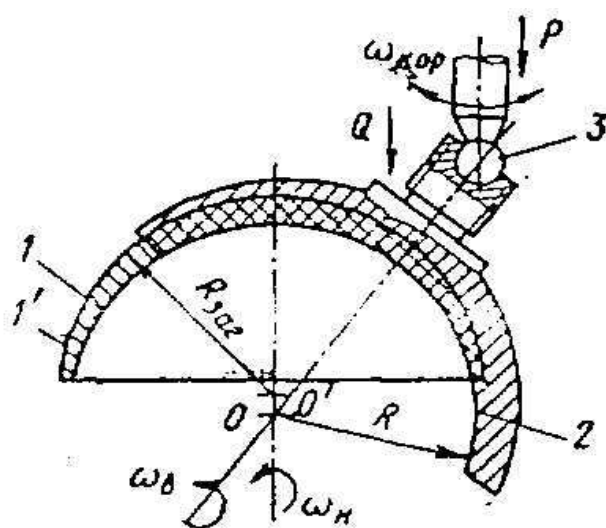


Рис.14.2 Схема обработки свободным притиром.

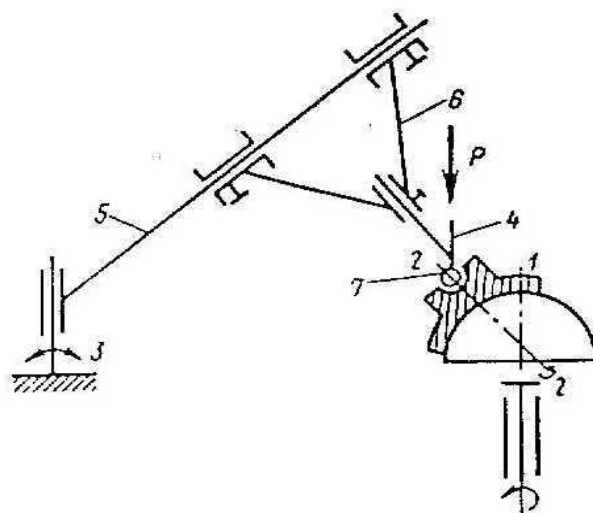


Рис.14.3 Кинематическая схема обработки притиркой