

## Лекция 16. Анализ работы притира

### 1. Интенсивность обработки

Удаление припуска абразивным разрушением, полированием стекла, а также износ инструмента в процессе свободной притирки стекла происходит при затрате механической работы, значительная часть которой переходит в тепло. Объем припуска  $q$  стекла, удаленного притиркой прямо пропорционален количеству затраченной на нее работы, следовательно:

$$q = k \cdot A, \quad (16.1)$$

где  $A$  - работа затраченная на удаление припуска;  $k$  - технологический коэффициент, выражаемый удельным объемом припуска снятого с заготовки при затрате единицы работы с учетом действия технологических параметров. Механическая работа  $A$  определяется как:

$$A = F \cdot V \cdot n \cdot T, \quad (16.2)$$

где  $F$  - среднее значение за цикл  $T$  взаимодействия верхнего звена (инструмента) с нижним (блоком обработки заготовок), то есть среднее рабочее усилие;  $V$  - среднее за цикл  $T$  значение вектора относительной скорости движения верхнего звена по нижнему, то есть средняя рабочая скорость;  $n$  - число циклов обработки. Усилие  $F$  и скорость  $V$  названы рабочими, так как их значениям прямо пропорциональна работа, затраченная на удаление объема припуска. Сила  $F$  – это среднее значение вектора силы, приложенной к шаровому шарниру поводка верхнего звена, направленного тангенциально к обрабатываемой поверхности и прямо противоположного вектору относительной скорости.

Экспериментально установлено, что при шлифовании:

$$F = (P + Q) / 4, \quad (16.3)$$

где  $k_{ш} = 3,8$ . Также экспериментально установлено, что при полировании:

$$F = 2(P + Q) / 3, \quad (16.4)$$

где  $k_{п} = 3,8 \cdot 10^{-5}$ ,  $P$  - сила нажатия поводка станка;  $Q$  - сила тяжести верхнего звена.

Если верхнее звено вращается свободно (в большинстве случаев обработки), то приближенно принимают, что рабочая скорость  $V$  во всех зонах  $r$  равна средней относительной скорости движения центра верхнего звена, то есть:

$$V = (L \cdot \pi \cdot n) / 60, \quad (16.5)$$

где  $L$  - размах качания верхнего звена. Так, в первом приближении по значениям параметров режима обработки определяют работу  $A$ , предназначенную для удаления слоя

припуска объемом  $q$ . Интенсивность обработки измеряют объемом припуска  $q$ , удаленного в единицу времени. Интенсивность режимов обработки выбирают в зависимости от геометрических параметров и заданной точности обработки.

## **2. Технологические параметры и факторы**

*Технологическими параметрами* процесса механической обработки называют, например, качество материалов инструментов и стекол, зернистость абразивного порошка, расход и кислотность суспензии, температура в помещении цеха и др. Эти параметры оказывают влияние на интенсивность обработки, которое учитывается значениями технологического коэффициента. Кроме технологических параметров, значения которых постоянны во времени и известны заранее, есть еще и технологические факторы, влияющие на процесс обработки.

*Технологическими факторами* называют результат одновременного действия многих независимых параметров режима обработки, свойств основных и вспомогательных материалов или данных окружающей среды. Их обычно нельзя рассчитать заранее и выразить в явной функциональной зависимости от одного из них. Качественно результат их действия выявляются только после начала выполнения операции, перехода. Полным примером технологического фактора является распределение абразивной суспензии. Он выражает результат сочетания одновременного действия нескольких независимых параметров: геометрии и угловых скоростей верхнего и нижнего звеньев; расхода, концентрации, свойств, места и способа подачи абразивной суспензии.

Влияние технологических факторов нарушает постоянство и закономерность действия независимых параметров процесса и повторяемость результатов обработки. Их действие вызывает необходимость регулирования обработки по способу пробных проходов, повышения вспомогательного времени, что понижает производительность. Сила нажатия поводка  $P$  и сила тяжести верхнего звена  $Q$  (рис.16.1) распределяются по зонам сопряженных поверхностей. Эти силы действуют на слои металла инструмента и стекла заготовки сложной геометрической формы, слои наклеочной и полировочной смол, абразивной суспензии, и рабочее давление становится технологическим фактором.

Давление по зонам притирающихся поверхностей распределяется при перемещении верхнего звена 2 по нижнему звену 1 и разрушении их материалов. Упругие, пластические, тепловые и другие деформации этих слоев взаимосвязаны, но не имеют какой – либо определенной временной зависимости. Анализ распределения работы во времени производят при разработке приемов управления процессом обработки.

## **3. Приемы управления процессов обработки**

Перераспределение интенсивности обработки по зонам обрабатываемой поверхности осуществляется с помощью механизмов и элементов управления, предусмотренных в конструкциях станков и инструментов. Средствами управления процессом образования поверхности детали и выполнения программы обработки изменяют параметры геометрии поверхности инструмента, размах движения верхнего звена, частоты вращения. В единичном производстве главным, наиболее эффективным приемом управления служит изменение геометрии сплошной обрабатываемой поверхности инструмента с помощью резов. Резы изменяют распределение рабочих площадок по кольцевым зонам инструмента, что со временем вызывает изменение кривизны профиля сопряженных поверхностей.

В серийном производстве главным средством управления процессом образования оптической поверхности заданной кривизны также служит правка инструмента. Перенастройку и поднастройку применяют реже из-за несовершенства конструкции станков ШП и сложности для рабочего расчетов эффекта действия изменения

кинематических параметров. Чтобы избежать остановок станка для правки инструмента, предпочтительнее применять инструменты с секториально-кольцевой и каблучной геометрией, рассчитанной на закономерное изменение кривизны.

#### 4. Функция распределения интенсивности обработки

Работа станка затрачивается на то, чтобы за наименьшее количество циклов  $T$  с заготовки поперечно снять слой припуска толщиной  $z$  и образовать поверхность измененного состояния и требуемого радиуса кривизны и чистоты. Чтобы быстрее получить требуемую поверхность, надо привести закон распределения работы притира затрачиваемой в круговых зонах заготовки  $r$ , в соответствии со схемой расположения припусков. Работу притира  $A_r$  в зонах  $r$  принимают как сумму отдельных компонентов следующего уравнения.

$$A_r = n F_r V_r^{\text{отн}} t_r, \quad (16.6)$$

где  $n$  - число циклов взаимодействия инструмента со стеклом;  $F_r$  - средняя сила взаимодействия зон стекла с инструментом за цикл  $T$ ;  $V_r^{\text{отн}}$  - средняя рабочая скорость в зонах  $r$  за цикл  $T$ ;  $t_r$  - среднее рабочее время, т.е. среднее значение времени обработки зон  $r$  взятое за цикл  $T$ .

Уравнения профиля слоя  $z$  припуска и работы  $A_r$ , затрачиваемое на его удаление, являются исходной и кинематической программами обработки. В результате выполнения кинематической программы на заготовке образуется заданная поверхность обрабатываемой детали. Сила  $F_r$  в зоне  $r$  изменяется в процессе обработки самопроизвольно, неуправляемо преобразуясь, но так, что ее средним значением остается  $F_r$ . Самопроизвольное выравнивание рабочего давления  $P_r$  и, следовательно, силы  $F_r$  позволяет управлять процессом изменения кривизны обрабатываемой поверхности, программируя значения только кинематических компонентов  $V_r$  и  $t_r$ , т.е. можно принять уравнение

$$z(r) = A_r / K = \text{const} V_r \cdot t_r. \quad (16.7)$$

**Задавая некоторый режим обработки значениями  $A_r$  и  $K$  по схеме расположения припуска  $z(r)$  можно составить программу распределения работы станка по зонам обрабатываемой поверхности  $V_r \cdot t_r$ . Работу  $A_r$  по зонам  $r$  распределяет обрабатывающий инструмент в зависимости от настройки станка. Программа снятия припуска  $z(r)$ , выраженная произведением кинематических показателей  $V(r) \cdot S(r)$ , выполняется с помощью инструмента некоторой геометрии и настройки станка по определенным параметрам при выбранном режиме обработки. Геометрия инструмента и настройка станка, являясь независимыми параметрами процесса управления обработкой, проектируются так, чтобы произведение кинематических компонентов было плавной функцией, график которой согласуется с видом функции припуска  $z(r)$ .**

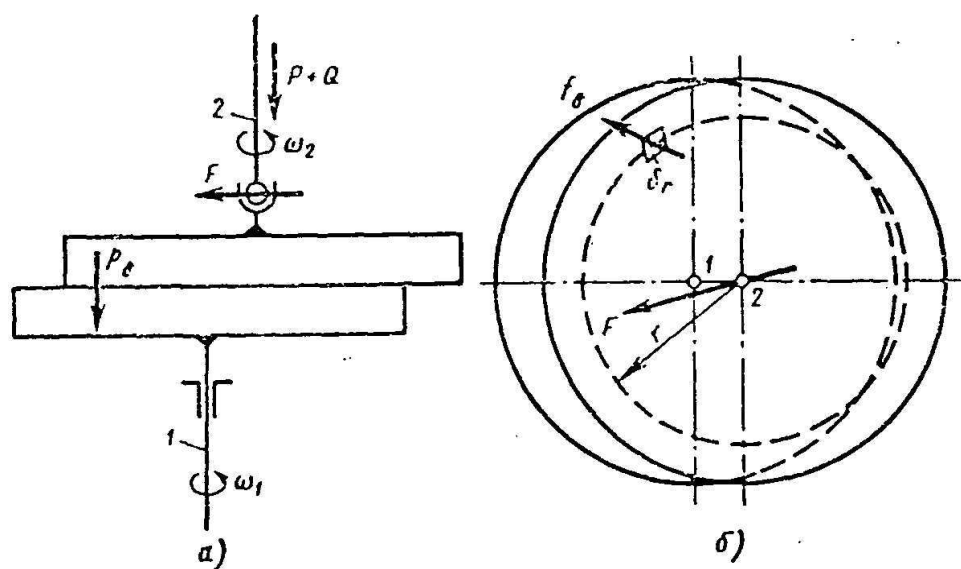


Рис.16.1 Усилия при обработке притиркой: а-вид сбоку; б-вид в плане.