



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

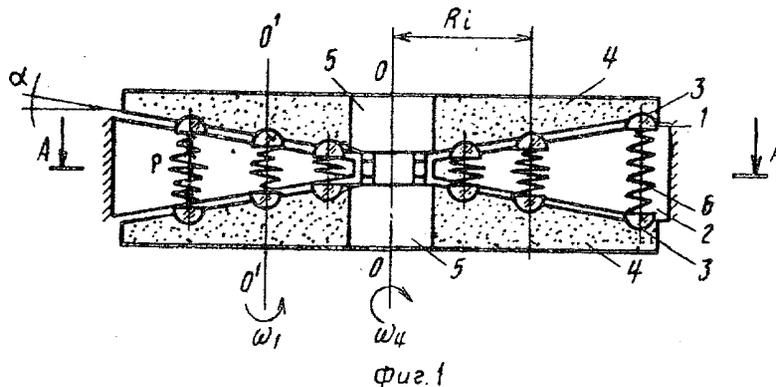
# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 3407489/25-08  
(22) 22.03.82  
(46) 30.05.83. Бюл. № 20  
(72) И.П.Филонов, А.Д.Маляренко,  
Л.И.Кравченко и А.П.Якимахо  
(71) Белорусский ордена Трудового  
Красного Знамени политехнический ин-  
ститут  
(53) 621.923.5(088.8)  
(56) 1. Авторское свидетельство СССР  
№ 126034, кл. В 24 В 37/04, 1959.  
(54) (57) СПОСОБ АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ  
ДЕТАЛЕЙ, при котором их перемещают  
в радиальном направлении между двумя  
инструментами с коническими рабочими  
поверхностями и прижимают к ним, о т -  
л и ч а ю щ и й с я тем, что, с це-  
лью повышения качества обработки оп-  
тических деталей путем стабилизации

параметров процесса, детали перемеща-  
ют к центру инструментов, а прижим  
осуществляют с помощью фасонных пру-  
жин, которые устанавливают между дву-  
мя деталями параллельно оси инстру-  
ментов, вершины конических поверхнос-  
тей которых располагают навстречу од-  
на другой, причем угол наклона обра-  
зующей конуса выбирают из условия

$$\alpha = \arctg \frac{H_H - H_K}{R_H - R_K}$$

где  $H_H$  и  $H_K$  - высоты пружины соот-  
ветственно в начале  
и в конце обработки,  
 $R_H$  и  $R_K$  - расстояние от оси  
инструментов до оси  
детали в начале и в  
конце обработки.



Изобретение относится к абразивной обработке и может быть использовано в приборостроении при изготовлении оптических линз.

Известен способ групповой обработки деталей, предназначенный для шлифования плоскопараллельных поверхностей заготовок, которые перемещают в радиальном направлении от центра между двумя инструментами с коническими рабочими поверхностями и прижимают к ним [1].

Известный способ не обеспечивает стабильных условий обработки вследствие наличия постоянного усилия прижима при изменяющейся окружной скорости, обуславливаемой различным положением детали по отношению к оси инструментов в процессе обработки.

Цель изобретения - повышение качества обработки оптических деталей путем стабилизации параметров процесса.

Поставленная цель достигается тем, что согласно способу абразивной обработки деталей, при котором их перемещают в радиальном направлении между двумя инструментами с коническими рабочими поверхностями и прижимают к ним, перемещение деталей осуществляют к центру инструментов, а прижим - с помощью фасонных пружин, которые устанавливают между двумя деталями параллельно оси инструментов, вершины конических поверхностей которых располагают навстречу одна другой, причем угол наклона образующей конуса вы-бирают из условия

$$\alpha = \arctg \frac{H_n - H_k}{R_n - R_k},$$

где  $H_n$  и  $H_k$  - высоты пружины соответственно в начале и в конце обработки;

$R_n$  и  $R_k$  - расстояние от оси инструментов до оси детали в начале и в конце обработки.

На фиг.1 представлена схема реализации способа; на фиг.2 - разрез А-А на фиг.1; на фиг.3 - графическая зависимость изменения величины усилия прижима от изменения величины скорости резания; на фиг.4 - фасонная пружина; на фиг.5 - характеристика пружины.

Согласно предлагаемому способу обрабатываемую деталь 1 перемещают по радиальным направляющим 2 от периферии к центру, обеспечивая контакт в процессе обработки выпуклой поверхности детали со спиральной канавкой 3, выполненной на торце дискового инструмента 4. Обращенные друг к другу торцы инструментов 4 скошены под углом  $\alpha$  от центра к периферии дисков, имеющих центральные осевые отверстия 5 для выгрузки. Фасонные пружины 6 при-

жимают детали 1 к канавкам 3, являющимся зеркальным отображением друг друга.

Дисковый инструмент 4 вращают вокруг оси 00 с угловой скоростью  $\omega_4$ . Силное замыкание обрабатываемой детали 1 и дискового инструмента 4 обеспечивают силой Р. Обрабатываемая деталь 1 совершает вращение вокруг собственной оси симметрии 0'0', что обеспечивается в результате несимметричного рабочего профиля канавки 3 дискового инструмента 4.

Обрабатываемая деталь 1 участвует в двух движениях: поступательном вдоль радиальных направляющих с постоянной скоростью  $V_1$  и вращательном вокруг собственной оси 0'0' с угловой скоростью  $\omega_1$ .

Скорость резания при прохождении обрабатываемой детали 1 всей рабочей зоны изменяется линейно и пропорциональна в каждый момент времени расстоянию от оси вращения дискового инструмента 00 до оси вращения обрабатываемой детали 0'0'.

Согласно известной зависимости износа  $\Delta$  от давления Р имеем

$$\Delta = AP^S, \quad (1)$$

где А - коэффициент, учитывающий влияние технологических факторов,

S - путь трения, тогда интенсивность  $\frac{d\Delta}{dt}$  износа равна

$$\frac{d\Delta}{dt} = APV \quad (2)$$

Для стабилизации процесса формообразования и его нормального протекания необходимо постоянство  $d\Delta/dt$ , это значит, что

$$APV = K = \text{const}, \quad (3)$$

где К - коэффициент, учитывающий технологические факторы и оптимальные условия процесса обработки;

А - величина постоянная, поэтому выражение (3) можно переписать в виде:

$$PV = \frac{K}{A} = A = \text{const}; \quad (4) \quad P = \frac{A}{V} \quad (5)$$

где А - коэффициент, характеризующий оптимальные условия процесса обработки.

Из уравнения (5) следует, что линейному изменению скорости резания должно соответствовать нелинейное изменение давления (усилия прижима обрабатываемой детали к инструменту).

При использовании дискового инструмента 4 со спиральными канавками 3, нарезанными на его торце, скорость резания в процессе обработки изменяется линейно.

Таким образом, для сохранения условия (5) необходимо осуществить прижим обрабатываемой детали к инструменту так, чтобы линейному изменению скорости резания соответствовало нелинейное изменение усилия прижима.

Для осуществления способа достаточно использовать дисковые инструменты, применяемые широко в подшипниковой промышленности для обработки шариков, с нанесением на поверхности канавок на торце алмазного слоя, а торцы скосить на угол  $\alpha = 10^\circ$ . Размеры рабочей зоны, мм: максимальный диаметр инструмента 800; минимальный 400.

В качестве обрабатываемой детали принята линза из стекла К8 с радиусом сферической поверхности  $R_{\text{сф}} = 20$  мм, диаметром  $D_n = 300$  мм.

Дисковые инструменты вращают со скоростью  $n = 400$  об/мин. Скорость резания детали изменяется от

$$V_{\text{max}} = \frac{\pi \cdot n}{30} R_{\text{max}} = \frac{3,14 \cdot 400}{30} \cdot 0,4 = 16,72 \text{ м/с.}$$

до

$$V_{\text{min}} = \frac{\pi \cdot n}{30} R_{\text{min}} = \frac{3,14 \cdot 400}{30} \cdot 0,2 = 8,36 \text{ м/с.}$$

Усилие прижима  $P$  рассчитывается по известной зависимости

$$P = \frac{f G d^4}{16 n (R+r)(R^2+r^2)},$$

где  $f$  - ход пружины;  
 $G$  - модуль сдвига;  
 $d$  - диаметр проволоки,  
 $n$  - число витков пружины;  
 $R$  - максимальный радиус пружины;  
 $r$  - минимальный радиус пружины.

При изготовлении фасонной пружины из стальной проволоки (сталь 55ГС) диаметром  $d = 1,5$  мм с числом витков  $n = 6$ , максимальным радиусом  $R = 10$  мм и минимальным  $r = 5$  мм усилие прижима изменяется в рабочей зоне нелинейно по описанной зависимости, изменяя свое значение от 8,3 до 16,7 кг/см, обеспечивая постоянство производства прижимного усилия и скорости резания.

Согласно условию (5) для наиболее благоприятного хода процесса формообразования необходимо, чтобы линейному изменению скорости резания соответствовало нелинейное изменение величины усилия прижима обрабатываемых деталей 1 к дисковым инструментам 4.

Это условие можно реализовать, например, используя свойства фасонных пружин. Они отличаются тем, что по мере их сжатия вследствие последовательного исключения из работы все большего числа витков жесткость пружины возрастает. Для этих пружин линейное изменение высоты пружины (или хода) вызывает нелинейное изменение усилия прижима.

Для реализации условия (4) достаточно механизм прижима деталей к инструментам выполнить в виде фасонной пружины, представленной на фиг. 4, и изменять расстояние между поверхностями деталей, на которые воздействуют пружины, по определенному закону в соответствии с линейным изменением скорости резания.

На графике характеристики пружины (фиг. 5) можно выделить три участка, каждый из которых аппроксимируется элементарной функцией с достаточной степенью точности: участок I - прямая линия, участок II - гипербола, участок III - прямая линия.

Таким образом, для участка II можно записать

$$P = \frac{E}{H}, \quad (6)$$

где  $E$  - коэффициент, зависящий от геометрических параметров пружины - диаметра витков  $d$ , числа витков, угла подъема витков  $\alpha$ , угла конуса  $\psi$  пружины,  $H$  - высота пружины.

С учетом равенств (5) и (6) можно записать

$$\frac{E}{H} = \frac{\Delta}{\omega R} \quad (7)$$

30 или

$$\frac{H}{R} = \frac{E \omega}{\Delta} = \text{const}$$

Условие (7) можно реализовать, если выполнить обращенные одна к другой торцевые поверхности дисковых инструментов 4 в виде конусов с углом при вершине  $180^\circ - 2\alpha$ , причем

$$\text{tg} \alpha = \frac{H_i}{R_i},$$

таким образом

$$\alpha = \text{arctg} \frac{H_i}{R_i}, \quad (8)$$

где  $H_i$  - высота пружины в определенный момент времени обработки;  $R_i$  - расстояние от оси вращения дисковых инструментов 4 до оси вращения обрабатываемых деталей 1, соответствующее этому моменту времени.

При подборе фасонных пружин исходят из диапазона изменения скорости резания (фиг. 3)

$$\Delta V = V_H - V_K = \omega (R_H - R_K),$$

где  $R_H$ ,  $R_K$  - расстояние от оси вращения дисковых инструментов 4 до оси вращения обрабатываемых деталей 1 в начале и конце процесса обработки.

По графику определяют диапазон изменения усилия прижима обрабатываемых деталей к инструментам

$$\Delta P = P_H - P_K.$$

65

Выбирают фасонную пружину с такой характеристикой, чтобы диапазон изменения прижимного усилия находился в зоне участка II (фиг.5).

По характеристике пружины определяют интервал изменения высоты пружи- 5 ны

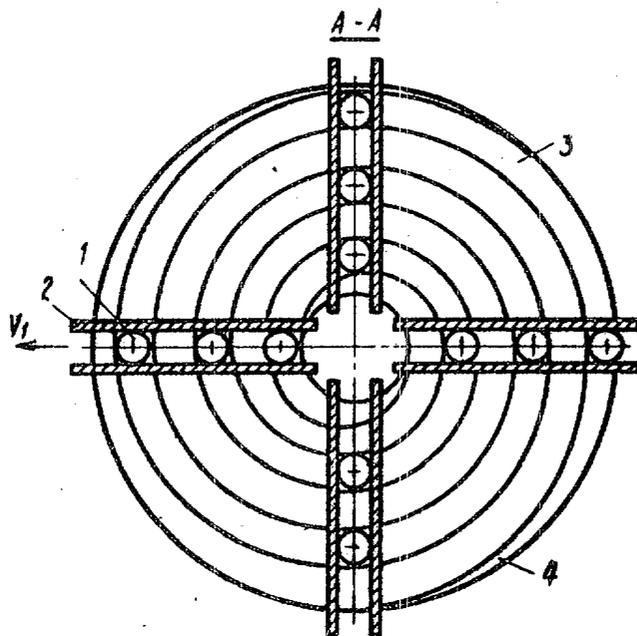
$$\Delta H = H_H - H_K,$$

где  $H_H, H_K$  - высоты пружины в начале и в конце процесса обра- 10 ботки.

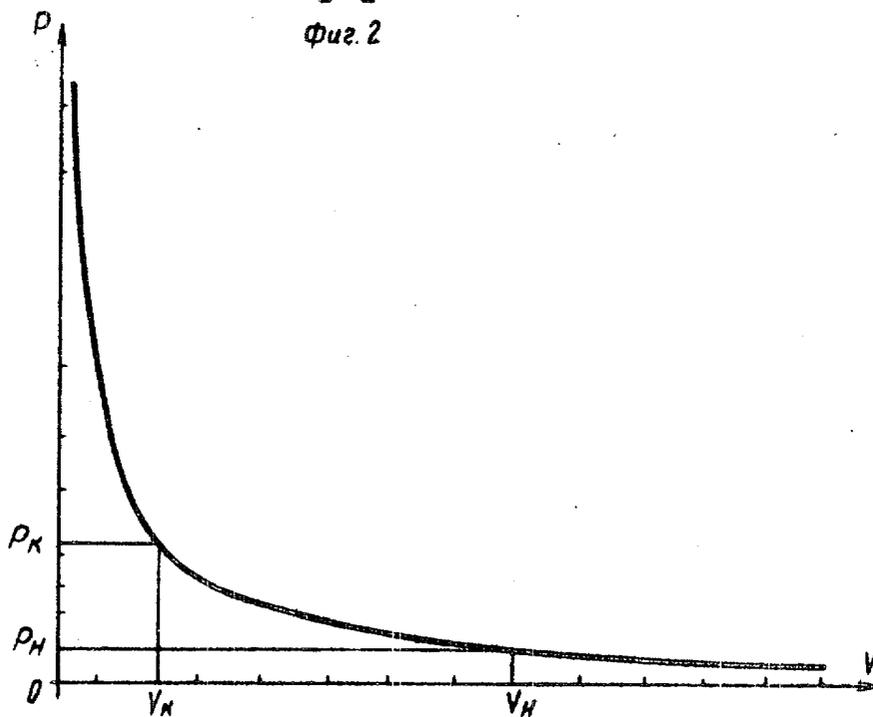
Тогда угол скоса  $\alpha$  обращенных одна к другой торцовых поверхностей, необходимый для выполнения условия (5), выражают из равенства (8)

$$\alpha = \arctg \frac{H_H - H_K}{R_H - R_K}$$

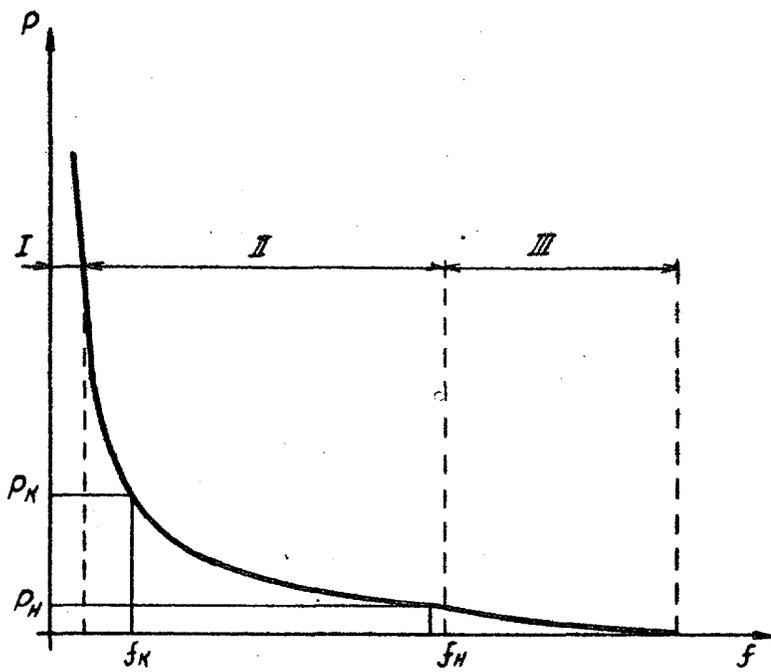
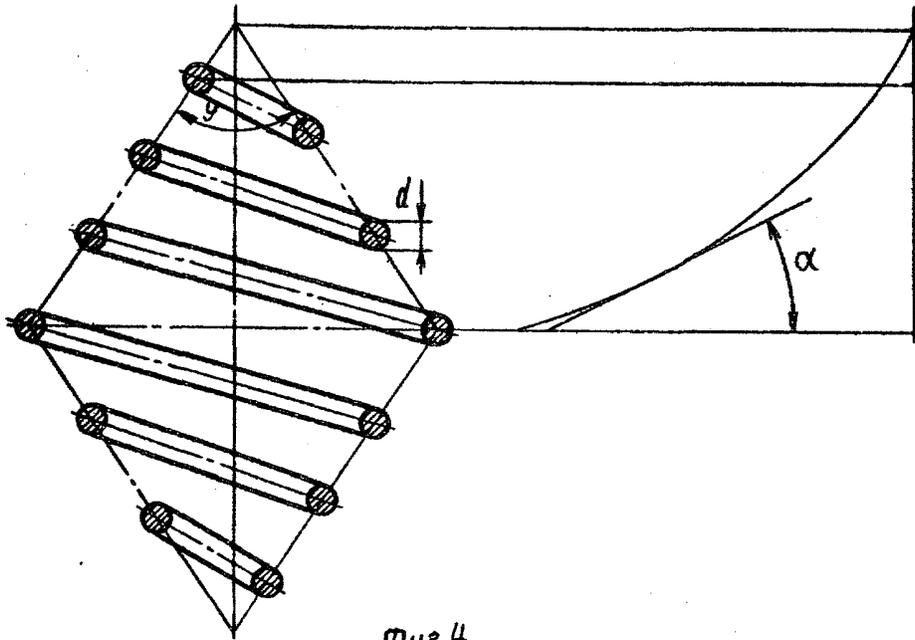
Предлагаемое решение позволяет улучшить качество оптических поверхностей путем стабилизации процесса формообразования на всем протяжении рабочей зоны и поддержания его в оптимальных пределах.



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Фиг. 5

Редактор Л. Филь      Составитель А. Козлова      Корректор С. Шекмар  
 Техред А. Бабинец

Заказ 3779/11      Тираж 795      Подписное  
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР  
 по делам изобретений и открытий  
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4