

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



(19) ВУ (11) 7911

(13) С1

(46) 2006.04.30

(51)<sup>7</sup> В 24В 13/00

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

## (54) СПОСОБ ОДНОВРЕМЕННОЙ ДВУСТОРОННЕЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ СО СФЕРИЧЕСКИМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ

(21) Номер заявки: а 20030242

(22) 2003.03.18

(43) 2004.09.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный  
технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Козерук Альбин Степанович;  
Филонов Игорь Павлович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский на-  
циональный технический универси-  
тет (ВУ)

(56) SU 1011356, 1983.

ВУ 3446 С1, 2000.

ВУ 4841 С1, 2002.

ВУ а20010301, 2002.

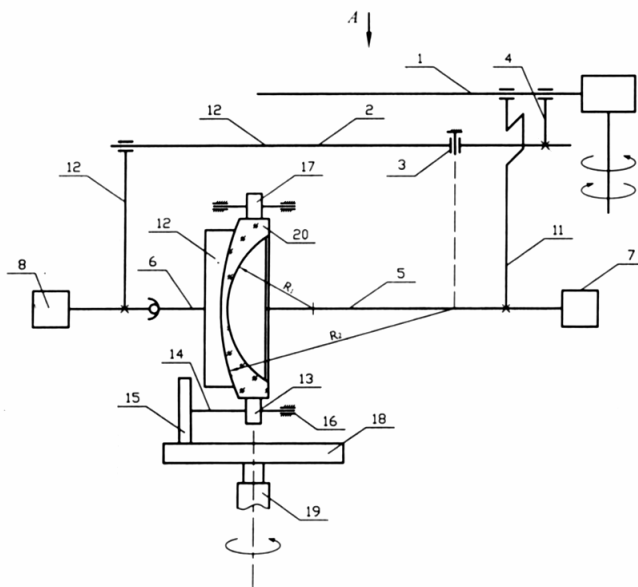
SU 1530414 А1, 1989.

SU 1530415 А1, 1989.

GB 1237927 А, 1971.

(57)

Способ одновременной двусторонней обработки деталей со сферическими поверхностями, при котором деталь размещают между двумя инструментами, установленными с возможностью вращения, **отличающийся** тем, что детали сообщают относительное вращение, а каждому из инструментов - переносное возвратно-вращательное движение вокруг оси, проходящей через центр сферы обрабатываемой поверхности детали и перпендикулярной оси симметрии инструмента, при этом линию действия силы прижима инструмента к детали совмещают с последней из упомянутых осей.



Фиг. 1

ВУ 7911 С1 2006.04.30

# ВУ 7911 С1 2006.04.30

Способ предназначен для одновременной двусторонней обработки деталей с высокоточными сферическими поверхностями и может быть использован в оптическом приборостроении и в точном машиностроении.

Известен способ доводки сферических поверхностей, при котором осуществляют обработку деталей с усилием прижима инструмента, определяя минимальную  $F_{\min}$  и максимальную  $F_{\max}$  величины усилий прижима из условий:  $F_{\min} = P \cdot S_{\min}$  и  $F_{\max} = P \cdot S_{\max}$ , где  $P$  - давление в зоне контакта детали с инструментом;

$S_{\min}$  - минимальная площадь их соприкосновения;

$S_{\max}$  - максимальная площадь соприкосновения детали с одним из инструментов, когда  $\alpha = \alpha_d = \alpha_{\text{ин}} = 0$ , а угол  $\alpha$  между линией действия силы прижима и осью симметрии нижнего инструмента выбирают в пределах  $\alpha_d < \alpha < \alpha_{\text{ин}}$ , где  $\alpha_d$  и  $\alpha_{\text{ин}}$  - углы между осью симметрии нижнего инструмента и осями вращения соответственно детали и верхнего инструмента [1].

Недостатком данного способа является то, что при его осуществлении линия действия усилия прижима направлена в точку, находящуюся на середине отрезка, соединяющего центры кривизны обрабатываемых поверхностей деталей. В результате эпюра давления на обеих обрабатываемых поверхностях распределена несимметрично относительно оси вращения детали, что приводит к неравномерности съема припуска, способствующей возникновению локальных погрешностей.

Прототипом заявляемого технического решения является способ обработки поверхностей оптических деталей, при котором заготовку размещают в сепараторе между двумя инструментами, установленными с возможностью вращения, при этом оси симметрии инструментов располагают соосно оси заготовки, а одному из инструментов сообщают дополнительное вращение вокруг оси, перпендикулярной оси симметрии инструмента, а другой инструмент вращают с периодически изменяющейся скоростью [2].

Недостатком известного способа является то, что при его использовании не представляется возможным управлять процессом формообразования высокоточных оптических деталей.

Задача, на решение которой направлен предлагаемый способ, - повышение качества обработки.

Поставленная задача решается тем, что в способе одновременной двусторонней обработки деталей со сферическими поверхностями, при котором деталь размещают между двумя инструментами, установленными с возможностью вращения, детали сообщают относительное вращение, а каждому из инструментов - переносное возвратно-вращательное движение вокруг оси, проходящей через центр сферы обрабатываемой поверхности детали и перпендикулярной оси симметрии инструмента, при этом линию действия силы прижима инструмента к детали совмещают с последней из упомянутых осей.

Существенное отличие заявляемого способа заключается в том, что при его реализации представляется возможность независимого регулирования наладочных параметров процесса обработки, обеспечивающего увеличение или уменьшение съема припуска в центральной или в краевой зоне той или иной исполнительной поверхности детали, способствуя ее доводке до требуемого качества.

На чертеже приведена схема устройства, поясняющая способ, где на фиг. 1 - общий вид устройства, на фиг. 2 - вид А на фиг. 1. Здесь 1 - штанга базового станка модели ПД или ШП; 2 - вспомогательная штанга, установленная на оси вращения 3, совпадающей с центром кривизны выпуклой поверхности линзы; 4 - узел соединения вспомогательной штанги с основной; 5 и 6 - поводки; 7 и 8 - грузы, создающие рабочие усилия; 9 и 10 - инструменты; 11 и 12 - узлы соединения поводков со штангами; 13 - приводной ролик, установленный на оси 14, один конец которой соединен с фрикционным колесом 15, а второй закреплен на станине 16; 17 - прижимной ролик; 18 - планшайба, закрепленная на шпинделе 19 станка; 20 - обрабатываемая деталь.

## ВУ 7911 С1 2006.04.30

При настройке устройства учитывали, что, как показали дополнительные экспериментальные исследования, расстояние АД между осью 3 вращения вспомогательной штанги 2 и узлом 4 ее крепления с основной штангой 1 должно быть не менее 50 мм, а расстояние ВК - не менее  $3R_1$ .

Установим аналитическую связь угла  $\varphi$  отклонения основной штанги с величиной размаха  $L_1$  и  $L_2$  (фиг. 2).

Из треугольников ВМП и АДН следует, что

$$\begin{cases} \beta = \arcsin(L_1 / R_1); \\ \alpha = \arcsin(L_2 / R_2), \end{cases} \quad (1)$$

где  $R_1$  и  $R_2$  - соответственно вогнутый и выпуклый радиусы кривизны обрабатываемых поверхностей линзы.

В то же время, как следует из треугольников АСД и КСВ,

$$\begin{cases} \alpha = \pi - \gamma - \varphi_1; \\ \beta = \pi - \varepsilon - \varphi_2. \end{cases} \quad (2)$$

Углы  $\gamma$  и  $\varepsilon$  определим по теореме синусов из тех же треугольников АСД и КСВ:

$$\gamma = (AC/AD) \cdot \varphi_1, \quad \varepsilon = (BC/KB) \cdot \varphi_2.$$

Тогда выражение (2) принимает вид:

$$\begin{cases} \alpha = \pi - \left(1 + \frac{AC}{AD}\right) \cdot \varphi_1; \\ \beta = \pi - \left(1 + \frac{BC}{KB}\right) \cdot \varphi_2. \end{cases} \quad (3)$$

Приравняв правые части соответствующих уравнений (1) и (3), получим следующие выражения для углов  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$ :

$$\begin{cases} \varphi_1 = \frac{\pi - \arcsin(L_2 / R_2)}{AD + AC} \cdot AD; \\ \varphi_2 = \frac{\pi - \arcsin(L_1 / R_1)}{KB + BC} \cdot KB. \end{cases} \quad (4)$$

Принимая максимальные значения  $L_1$  и  $L_2$ , которые в данном случае составляют  $L_1 = 0,5D_1$ ,  $L_2 = 0,5D_2$ , где  $D_1$  и  $D_2$  - соответственно диаметр отрицательной поверхности линзы 20 и ее наружный диаметр, по формулам (3) рассчитали  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  и выбрали большее из них, приняв его за  $\varphi$ . Затем по формулам:

$$\begin{cases} AD = \frac{\varphi}{\pi - \arcsin(L_2 / R_2) - \varphi} \cdot AC; \\ KB = \frac{\varphi}{\pi - \arcsin(L_1 / R_1) - \varphi} \cdot BC, \end{cases} \quad (5)$$

полученным из уравнений (4), определяли значения расстояний АД и ВК для конкретных  $L_1$  и  $L_2$ .

При изменении наладочных параметров  $L_1$  и  $L_2$  в процессе обработки по формулам (5) рассчитывали новые значения АД и ВК.

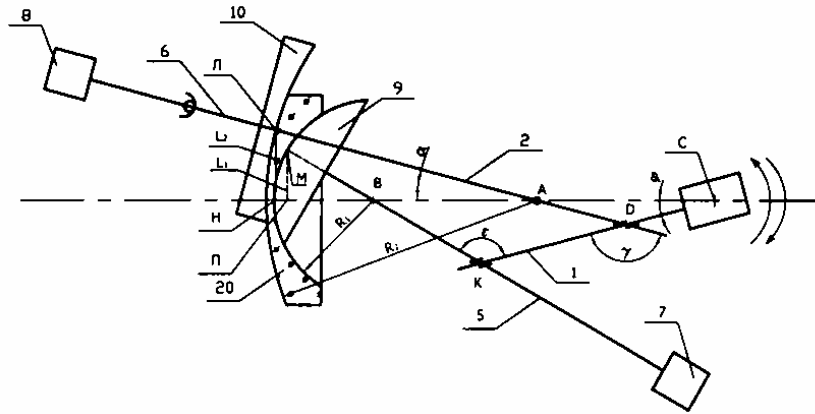
Способ апробирован при одновременной двусторонней обработке отрицательных менисков диаметром 90 мм с  $R = 66,53$  мм (выпуклый),  $R = 33,19$  мм (вогнутый), толщиной по центру 2 мм и высотой линзы 18 мм. Полученная точность обработки (в интерференционных кольцах Ньютона): на 1-й поверхности -  $N_1 = 3$ ,  $\Delta N_1 = 0,1$ ; на 2-й поверхности -

# ВУ 7911 С1 2006.04.30

$N_2 = 2$ ,  $\Delta N_2 = 0,1$  (на РПС диаметром 30 мм). При формообразовании данных линз по известному способу точность обработки составила:  $N_1 = 4$ ,  $\Delta N_1 = 0,2$ ;  $N_2 = 3$ ,  $\Delta N_2 = 0,2$ .

Источники информации:

1. Патент РБ 3380, МПК В 24В 13/02, В 24В 11/00, 2000.
2. А.с. СССР 1011356, МПК В 24В 13/00, 1983.



Фиг. 2