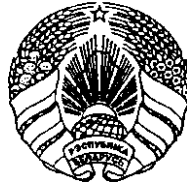


**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ (19) **ВУ** (11) **5650**



(13) **С1**

(51)⁷ **В 24В 1/00**

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(54) **СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ
ПРЕЦИЗИОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

(21) Номер заявки: а 19980173

(22) 1998.02.24

(46) 2003.12.30

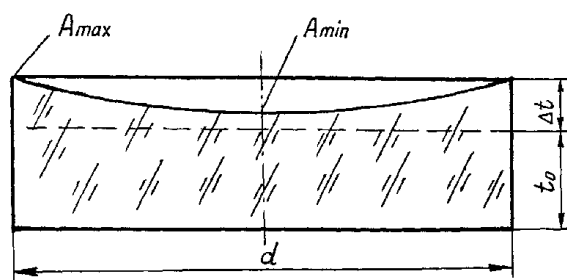
(71) Заявитель: Белорусский националь-
ный технический университет (ВУ)

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

(73) Патентообладатель: Белорусский на-
циональный технический университет
(ВУ)

(57)

1. Способ управления процессом формообразования прецизионных поверхностей, включающий выявление отклонения формы обрабатываемой поверхности от заданной, на основе чего регулируют геометрические и кинематические наладочные параметры технологического оборудования, **отличающийся** тем, что при выявлении отклонения формы обрабатываемой поверхности от заданной устанавливают характер распределения припуска на заготовке и выражают в процентном отношении его величину, подлежащую удалению на каждой из n намеченных операций обработки, вычисляют значения наладочных параметров технологического оборудования, обеспечивающие максимальную величину износа в точке диаметрального сечения заготовки с наибольшей толщиной припуска, для полученных значений наладочных параметров рассчитывают износ в точке диаметрального сечения заготовки с наименьшей толщиной припуска, определяют исходный угол наклона прямой, проведенной через упомянутые точки и разбивают этот угол на диапазоны пропорционально процентному выражению припуска на заготовке, приходящегося на каждую из $n - 1$ намеченных операций обработки, причем коэффициент пропорциональности определяют экспериментально, устанавливают угловые коэффициенты прямых разбиения на диапазоны и рассчитывают значения наладочных параметров технологического оборудования, обеспечивающие распределение износа в точках диаметрального сечения детали на второй и последующих операциях ее обработки в виде прямых с упомянутыми угловыми коэффициентами, при этом в процессе формообразования периодически выполняют контроль толщины снятого припуска и точности формируемой поверхности и в момент достижения заданных характеристик детали ее обработку на данной операции прекращают.



Фиг. 1

BY 5650 C1

2. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что определяют наладочные параметры технологического оборудования, вызывающие изменение величины исходного угла наклона и угловых коэффициентов.

3. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что вычисляют наладочные параметры технологического оборудования, вызывающие изменение интенсивности съема припуска при сохранении значений установленных угловых коэффициентов.

(56)

JP 3117550 A, 1991.

RU 2019384 C1, 1994.

US 5148637 A, 1992.

Изобретение относится к финишной обработке в условиях свободной притирки различных по конфигурации прецизионных поверхностей и может найти применение в приборостроении и в электронной промышленности при получении оптических деталей и подложек из полупроводниковых материалов для микросхем, а также в точном машиностроении.

Известен способ автоматического управления обработкой сферических поверхностей, при котором изменяют силу прижима инструмента к поверхности детали в зависимости от изменения площади контакта инструмента и детали и времени прохождения инструментом заданных участков траектории, которую определяют перемещением точки пересечения оси симметрии инструмента с поверхностью обрабатываемой детали [1].

Недостатком данного способа является то, что при его реализации не учитывается характер распределения припуска на исходной заготовке, степень соприкосновения притирающихся поверхностей в начальный момент обработки и влияние технологических факторов на закономерность процесса формообразования.

Известен способ управления процессом обработки, который сводится к составлению кинематических программ, учитывающих влияние геометрии инструмента и элементов настройки станка на закон распределения интенсивности обработки по круговым зонам посредством коэффициентов заполнения, покрытия и скоростного [2].

Недостаток этого способа состоит в том, что при его использовании для выравнивания кинематической программы обработки требуется изменять не только параметры настройки станка, но и геометрию рабочей поверхности инструмента. Выполнение последнего условия представляет собой трудоемкую и дорогостоящую операцию и не согласуется с реальной практикой, где используются преимущественно сплошные инструменты.

Прототипом заявляемого способа является способ управления процессом формообразования прецизионных поверхностей, при котором измеряют радиус кривизны детали, результаты сопоставляют с измерениями предыдущей детали и определяют отклонение контролируемого параметра, сравнивают полученные изменения последнего с заранее установленным допуском и вычисляют коррекцию радиуса кривизны, на основе чего регулируют геометрические и кинематические параметры технологического оборудования [3].

Недостатком известного способа является то, что при его реализации не учитывается характер распределения припуска на исходной заготовке. Это не позволяет устанавливать рациональные наладочные параметры технологического оборудования на первой операции финишной обработки, что увеличивает ее продолжительность.

Задача, решаемая изобретением, - повышение производительности обработки. Поставленная задача достигается тем, что выявляют отклонение формы обрабатываемой поверхности от заданной, на основе чего регулируют геометрические и кинематические наладочные параметры технологического оборудования, при этом на стадии выявления отклонения формы обрабатываемой поверхности от заданной устанавливают характер распределения припуска на заготовке и выражают в процентном отношении его величину,

ВУ 5650 С1

подлежащего удалению на каждой из n намеченных операций обработки, вычисляют значения наладочных параметров технологического оборудования, обеспечивающие максимальную величину износа в точке диаметрального сечения заготовки с наибольшей толщиной припуска, для полученных значений наладочных параметров рассчитывают износ в точке диаметрального сечения заготовки с наименьшей толщиной припуска, определяют исходный угол наклона прямой, проведенной через упомянутые точки, и разбивают этот угол на диапазоны пропорционально процентному выражению припуска на заготовке, приходящегося на каждую из $n-1$ намеченных операций обработки, причем коэффициент пропорциональности определяют экспериментально, устанавливают угловые коэффициенты прямых разбиения на диапазоны и рассчитывают значения наладочных параметров технологического оборудования, обеспечивающие распределение износа в точках диаметрального сечения детали на второй и последующих операциях ее обработки в виде прямых с упомянутыми угловыми коэффициентами, при этом в процессе формообразования периодически выполняют контроль толщины снятого припуска и точности формируемой поверхности и в момент достижения заданных характеристик детали ее обработку на данной операции прекращают, причем в процессе обработки вычисляют наладочные параметры технологического оборудования, вызывающие изменение величины исходного угла наклона, угловых коэффициентов и интенсивности съема припуска при сохранении значений установленных угловых коэффициентов.

Характерной особенностью обработки прецизионных деталей в условиях свободной притирки является зависимость выходных параметров изделия от кинематических, геометрических, динамических и технологических факторов процесса. Многофакторность свободной притирки делает ее применение ограниченным и зависящим от квалификации и мастерства исполнителя, который в каждом конкретном случае интуитивно определяет степень влияния того или иного фактора на закономерности съема припуска.

При осуществлении предлагаемого способа представляется возможность формализовать действия оператора, основанные на его опыте и интуиции, и, следовательно, автоматизировать процесс формообразования прецизионных поверхностей различной конфигурации на финишных операциях. В этом и состоит существенное отличие настоящего технического решения.

На фиг. 1 приведена исходная заготовка с седлообразным распределением припуска; на фиг. 2 - схема разбиения исходного угла наклона ϕ_0 , образованного прямой распределения износа в точках диаметрального сечения заготовки на первой операции обработки; на фиг. 3 - прямые распределения износа в точках диаметрального сечения детали на второй и третьей операциях обработки.

Сущность способа поясняется примером.

В качестве исходной использовали заготовку плоскопараллельной пластины из оптического стекла марки К8 с распределением припуска в виде "ямы" (фиг. 1). Параметры заготовки: толщина по краю - 13,54 мм, толщина по центру - 13,425 мм, окончательная толщина t_0 детали - 13,32 мм, диаметр детали d - 86 мм. Заготовку обрабатывали в условиях свободной притирки на полировально-доводочном станке мод. ЗПД-320 при расположении ее снизу. Обработка состояла из трех операций: основного и окончательного шлифования абразивной суспензией микропорошков соответственно М28 и М10 и полирования водной суспензией полирита. Исходную толщину припуска $\Delta t = 0,105$ мм разделили на три части следующим образом: на операцию основного шлифования - $\Delta t_1 = 0,06$ мм, на операцию окончательного шлифования - $\Delta t_2 = 0,03$ мм, на операцию полирования - $\Delta t_3 = 0,015$ мм, что составляет примерно 60, 30 и 10 % от Δt . Далее выполнили математическое моделирование процесса формообразования плоских поверхностей на станке ЗПД-320 и с помощью ЭВМ определили значения его наладочных параметров из рабочего диапазона, при которых обеспечивалась максимальная величина износа I в точке диаметрального сечения заготовки с наибольшей толщиной припуска (точка A_{\max} на фиг. 1). При этом

ВУ 5650 С1

наладочными параметрами станка были: величина размаха верхнего звена $L = 60$ мм, частота вращения шпинделя станка $n = 48$ об/мин, смещение поводка верхнего звена $l = 17$ мм. Для выбранных значений наладочных параметров станка рассчитали износ в точке диаметрального сечения заготовки с наименьшей ее толщиной (точка A_{\min} на фиг. 1). Определили исходный угол наклона φ_0 прямой, проведенной через упомянутые точки, который составлял в масштабе, приведенном на фиг. 2, 27° . Этот угол разбили на диапазоны пропорционально процентному выражению припуска на заготовке, приходящегося на первые две из намеченных операций, причем коэффициент пропорциональности был определен экспериментально и составлял 0,8. В результате получили углы $\varphi_1 = 13^\circ$ и $\varphi_2 = 6,5^\circ$ (фиг. 2).

Установили угловые коэффициенты $K_1 = \text{tg}(\varphi_1 + \varphi_2) = 0,2493$ и $K_2 = \text{tg}\varphi_3 = 0,1317$ прямых разбиения угла φ_0 на диапазоны, где $\varphi_3 = \varphi_0 - \varphi_1 - \varphi_2$ (фиг. 2), и расчетным путем определили значения наладочных параметров станка ЗПД-320, которые обеспечили распределение износа в точках диаметрального сечения детали на второй и третьей операциях ее обработки в виде прямых с углами наклона $(\varphi_2 + \varphi_3)$ и φ_3 (фиг. 3). Этими значениями являлись: на второй стадии - $L = 52$ мм, $n = 42$ об/мин, $l = 11$ мм; на третьей стадии - $L = 40$ мм, $n = 37$ об/мин, $l = 6$ мм.

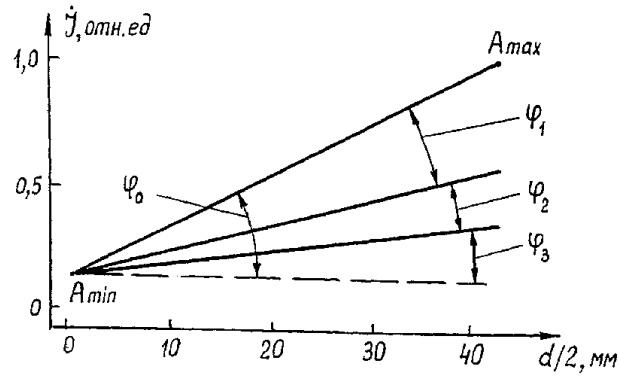
Используя выявленные таким образом значения наладочных параметров станка, провели обработку детали, периодически выполняя контроль толщины снятого припуска и точности формируемой поверхности. При этом оказалось, что результаты контроля данных параметров не коррелируют между собой: в момент достижения съема припуска заданной толщины Δt_1 , Δt_2 , Δt_3 необходимая точность формы поверхности не обеспечивалась. В частности, после первой и второй операций отступление обработанной поверхности от эталонной составляло соответственно 4 и 1 интерференционных кольца "ямы", а после завершения третьей - одно интерференционное кольцо "бугра", в то время как требовалось получить 6, 3 и 2 интерференционных кольца "ямы" соответственно на каждой из упомянутых операций обработки. Для достижения требуемой точности уменьшили значения исходного угла наклона и угловых коэффициентов на 20 % (величина уменьшения установлена экспериментально) и вычислили наладочные параметры станка, при которых обеспечивалось распределение интенсивности съема припуска в точках диаметрального сечения заготовки в виде прямых с откорректированными φ_0 и K_1 , K_2 . Новыми значениями выбранных наладочных параметров были: на первой стадии - $L = 52$ мм, $n = 44$ об/мин, $l = 15$ мм; на второй стадии - $L = 45$ мм, $n = 39$ об/мин, $l = 8$ мм; на третьей стадии - $L = 37$ мм, $n = 32$ об/мин, $l = 3$ мм. Обработка на новых режимах сопровождалась менее интенсивным съемом припуска на периферии детали и позволила получить заданную точность поверхности.

В рассмотренном примере точность поверхности по локальным погрешностям не превышала 0,2 интерференционного кольца. Проведена также обработка детали, на которой требовалось обеспечить упомянутый параметр качества в пределах 0,1 интерференционного кольца. Для достижения такой точности потребовалось, как показали экспериментальные исследования, уменьшить интенсивность съема припуска на всех операциях обработки в среднем на 15 %. Это обеспечивалось определением наладочных параметров технологического оборудования, позволивших уменьшить интенсивность съема припуска на указанную величину при установленных (уточненных) значениях угловых коэффициентов прямых разбиения угла φ_0 на диапазоны. Наладочные параметры в данном случае имели следующие значения: на первой стадии - $L = 52$ мм, $n = 42$ об/мин, $l = 15$ мм; на второй стадии - $L = 45$ мм, $n = 34$ об/мин, $l = 6$ мм; на третьей стадии - $L = 37$ мм, $n = 26$ об/мин, $l = 4$ мм.

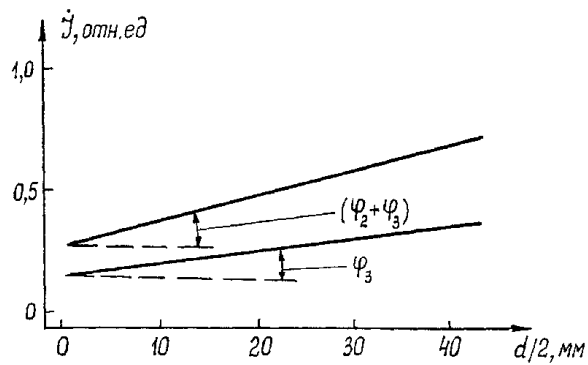
ВУ 5650 С1

Источники информации:

1. Пат. 2009834 RU МПК В 24В 11/04, 1994.
2. Семибратов М.Н., Зубаков В.Г., Штандель С.М. Технология оптических деталей. - М.: Машиностроение, 1978. - С. 120-132.
3. Заявка Японии 3117550, МПК В 24В 13/02, 1989.



Фиг. 2



Фиг. 3