

мента дает возможность рассчитать пути трения в той или иной зоне последнего при различных режимах работы технологического оборудования, что может быть положено в основу создания методики управления процессом формообразования конических оптических деталей на рычажных станках в зависимости от технологической наследственности заготовки.

Литература

1. Зубаков, В. Г. Технология оптических деталей / В. Г. Зубаков, М. Н. Семибратов, С. К. Штандель ; под ред. М. Н. Семибратова. – М. : Машиностроение, 1985. – 368 с.
2. Козерук, А. С. Формообразование прецизионных поверхностей / А. С. Козерук. – Минск : ВУЗ – ЮНИТИ, 1997. – 176 с.

УДК 681.7.023.72

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Козерук А.С., Диас Гонсалес Р.О., Кузнечик В.О., Семченко А.Р., Гордейко Р.В., Жогла И.А.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Предложена схема разбиения притирающихся поверхностей плоского инструмента и детали на кольцевые зоны и сектора, в результате чего образуются элементарные площадки с опорными (расчетными) точками в их центре, для расчета координат которых получены аналитические выражения.

Ключевые слова: коническая поверхность, метод свободного притирания, сепаратор, технологическое оборудование.

SIMULATION OF THE WORKING AREA OF EQUIPMENT FOR PROCESSING TAPERED SURFACES

Kozeruk A., Diaz Gonzalez R., Kuznechik V., Semchenok A., Gordienko R., Zhogla I.

*Belarusian National Technical University
Minsk, Belarus*

Annotation. A scheme is proposed for dividing the grinding surfaces of a flat tool and part into annular zones and sectors, as a result of which elementary areas with reference (calculated) points in their center are formed, for the calculation of the coordinates of which analytical expressions are obtained.

Key words: conical surface, free grinding method, separator, technological equipment.

*Адрес для переписки: Козерук А.С., пр. Независимости, 65, г. Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: kozeruk@bntu.by*

Детали с коническими поверхностями часто используются в машиностроении, где их получают в жестких осях на металлообрабатывающем станках. Такой метод обработки деталей данного класса для оптического приборостроения неприемлем, поскольку не обеспечивает требуемую точность на которую влияют вибрации технологического оборудования 1-го и 2-го рода (соответственно в системе «заготовка» и в системе «инструмент»).

Отмеченных недостатков лишена обработка деталей с коническими поверхностями по методу свободного притирания, когда заготовка самостанавливается по рабочей поверхности плоского вращающегося инструмента и совершает сложное перемещение по инструменту.

Перспективной является обработка конических поверхностей, при которой реализуется групповое их формообразование, позволяющее получать идентичные по геометрическим параметрам детали. При этом для поддержания необходимой плоскостности рабочей поверхности инструмента, с которой в процессе обработки контактирует образующая конуса, используется

правильный сепаратор в виде стеклянной пластины с точной рабочей поверхностью и с отверстиями для конических заготовок.

Устройство для групповой обработки деталей с полной конической поверхностью содержит планшайбу 1 (рис. 1) с хвостовиком 2, на которой смонтированы механизмы регулирования угла при вершине конуса, включающие в себя неподвижный кронштейн 3, закрепленный на планшайбе 1, и шарнирно соединенный с ним посредством винта 4 (на рис.1 не показан) подвижный кронштейн 5 с жестко закрепленным лимбом 6 (на рис.1 не показан). На неподвижном кронштейне 3 имеется указатель 7 (на рис.1 не показан), а с подвижным кронштейном 5 соединена втулка 8. Во втулку 8 установлена с возможностью вращения ось 9 наклеичной планшайбы 10, на которой неподвижно закреплена обрабатываемая деталь 11, расположенная на рабочей поверхности инструмента 12, смонтированного на шпинделе базового станка 13. Рабочее усилие на деталь сообщается посредством груза 14, расположенного на выходном звене исполнительного механизма базового станка 15,

которое с помощью поводка 16 находится в шарнирном соединении с хвостовиком 2. Правильный сепаратор на рис. 1 не показан.

Устройство работает следующим образом. Деталь 11 жестко закрепляют на наклейной планшайбе 10, ось 9 последней помещают во втулку 8, ослабляют винт 4 и по лимбу 6, используя указатель 7, устанавливают заданный угол α при вершине конуса детали. После этого зажимают винт 4 и планшайбу 1 вместе с деталями устанавливают на рабочую поверхность инструмента 12. В сферический наконечник хвостовика 2 помещают шаровой наконечник поводка 16, устанавливают груз 14 и включают вращение шпинделя базового станка 13 с инструментом 12, а также возвратно-вращательное движение выходного звена исполнительного механизма базового станка 15 с поводком 16, который через хвостовик 2 сообщает аналогичное движение планшайбе 1 с деталями 11 относительно рабочей поверхности инструмента 12.

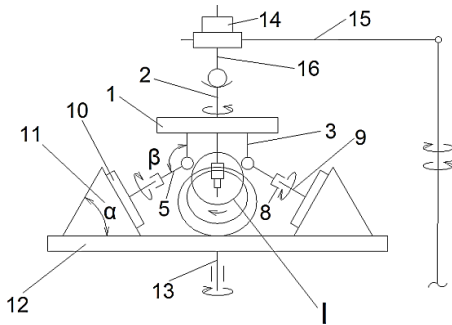


Рисунок 1 – Устройство для обработки конических деталей

Регулирование угла α при вершине конуса детали в процессе ее обработки производят посредством поворота на требуемую величину подвижного кронштейна 5 вместе с втулкой 8, осью 9, наклейной планшайбой 10 с деталью 11 относительно неподвижного кронштейна 3.

Для создания инженерно-управляемых методов обработки с гарантированным достижением требуемых параметров качества конической детали выполним математическое моделирование формообразования плоского инструмента на этом технологическом оборудовании.

Для оценки формы обработанной поверхности правильника (верхнее звено) и сработанной рабочей поверхности инструмента (нижне звено) необходимо выбрать на них достаточно большое количество точек, называемых в дальнейшем опорными, и определить срабатывание в этих точках.

С целью выбора опорных точек рабочую поверхность нижнего звена радиусом R_H разбиваем на n_H кольцевых зон размером Δr_H (рис. 2):

$$\Delta r_H = \frac{R_H}{n_H}$$

и пронумеруем их, начиная с центральной.

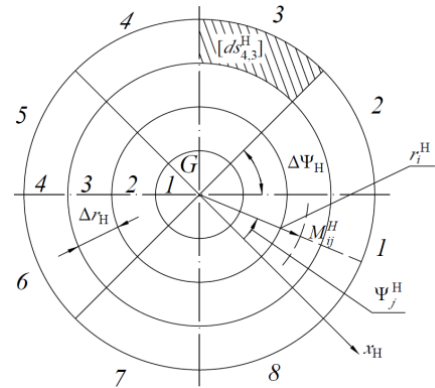


Рисунок 2 – Моделирование сопряженной поверхности нижнего звена

Далее поверхность разбиваем на m_H секторов, размер $\Delta \Psi_H$ которых определяется следующим образом:

$$\Delta \Psi_H = \frac{2\pi}{m_H}$$

Введем жестко связанную с нижним звеном полярную систему координат с полюсом в точке G и полярной осью x_H , направленной вдоль одного из лучей, ограничивающих секторы, которые пронумеруем, начиная от полярной оси, против часовой стрелки.

В результате рабочая поверхность разбилась на $m_H n_H$ элементарных площадок $[ds_{ij}^H]$, $i = \overline{1, n_H}$, $j = \overline{1, m_H}$. Площадка $[ds_{ij}^H]$ представляет собой пересечение кольцевой зоны с номером i с j -тым сектором.

На каждой элементарной площадке $[ds_{ij}^H]$ выберем в качестве опорной точку M_{ij}^H , расположенную на пересечении окружности, делящей пополам i -тую кольцевую зону, и луча, делящего пополам j -тый сектор. Положение этой точки определяется двумя координатами – полярными радиусом r_i^H и углом ψ_j^H .

$$M_{ij}^H = M_{ij}^H(r_i^H, \psi_j^H).$$

В соответствии с построением полярные радиусы для всех опорных точек, лежащих в одной и той же кольцевой зоне, и полярные лучи для всех точек, лежащих в одном и том же секторе, равны:

$$r_i^H = i\Delta r_H - \frac{\Delta r_H}{2} = \Delta r_H \left(i - \frac{1}{2} \right),$$

$$\psi_j^H = j\Delta \Psi_H - \frac{\Delta \Psi_H}{2} = \Delta \Psi_H \left(j - \frac{1}{2} \right).$$

Повторяя эти же рассуждения применительно к верхнему звену.

Предложенная схема разбиения притирающихся поверхностей плоского инструмента и правильника позволила получить аналитические выражения для определения координат опорных

точек на этих поверхностях, что необходимо при моделировании процесса обработки в условиях свободного притирания, обеспечивающего равномерное распределение путей трения по рабочей поверхности инструмента и гарантирующего стабильность ее плоскостности.

УДК 548.732

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕНТГЕНООПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Кольчевская И.Н., Сацункевич А.Е., Петров П.В., Кольчевский Н.Н.

Белорусский государственный университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Разработана структурная схема программного комплекса для моделирования рентгенооптических систем, в приближении геометрической оптики методом Монте-Карло. Основная идея заключается в создании отдельных вычислительных модулей, взаимодействующих между собой по средствам файлов данных рентгеновских лучей. Применение данного программного комплекса позволяет задействовать вычислительные мощности многоядерных компьютеров, компьютерные сети и супер ЭВМ, что позволит осуществить когерентный расчет рентгенооптических систем.

Ключевые слова: рентгеновская оптика, численное моделирование, метод Монте-Карло.

SOFTWARE FOR SIMULATION OF X-RAY SYSTEMS

Kolchevskay I., Satsunkevich A., Petrov P., Kolchevsky N.

Belarusian State University
Minsk, Belarus

Abstract. Developed a structural scheme of the software package for simulation of X-ray optical systems, in the approximation of geometric optics using the Monte Carlo method. The main idea is to create separate calculation modules, interacting with each other by using X-ray data files. The use of this software complex allows to increase the computing capacity of multicore computers, computer networks and supercomputers, which will allow to make the coherent simulation of the X-ray optics systems.

Key words: X-ray optics, mathematical modeling, Monte Carlo method.

Адрес для переписки: Кольчевский Н.Н., ул. Курчатова, 1, к. 62, г. Минск 220045, Республика Беларусь
e-mail: kolchevsky@bsu.by

Использование преломляющей оптики в рентгеновской и гамма области спектра долгое время считалось невозможным из-за огромного фокусного расстояния и значительного поглощения излучения материалом линзы. Развитие источников излучения привело к появлению синхротронов 3 и 4 поколения (табл. 1), лазеров на свободных электронах (табл. 2) и нового вида преломляющей оптики, основанной на большом количестве преломляющих поверхностей.

Таблица 1. Синхротроны 3 и 4 поколения

Название	Местоположение	Год	Поколение	Энергия, ГэВ	Эмиттанс, нм*рад
Sirius	Бразилия, Сан-Паулу	2018	4	3	0,28
MAX IV	Швеция, Лунд	2016	4	3	0,33
NSLS-II	США, Брукхейвен	2015	3	3	0,55
SESAME	Иордания, Эль-Балка	2015	3	2,5	24,6
TPS	Китай, Синьчжу	2014	3	3	1,7
PLS-II	Корея, Пхохан	2012	3	3	5,8
ALBA	Испания, Барселон	2011	3	3	4,3
PETRA-III	Германия, Гамбург	2010	3	6	4
SPring-8	Япония, Хёго	1997	3	8	3
APS	США, Чикаго	1995	3	7	3
ESRF	Франция, Гренобль	1994	3	6	4

Таблица 2. Лазеры на свободных электронах

Название	Местоположение	Год запуска	Энергия, ГэВ	Яркость пиковая	Диапазон (Å)
XFEL	Германия, Гамбург	2017	17,5	$8,7 \cdot 10^{33}$	0,5–10
SWISS FEL	Швейцария, Филлиген	2016	2,1–5,8	$2,0 \cdot 10^{32}$	7–70; 1–7
FERMI	Италия, Триест	2016	1,5	$1,0 \cdot 10^{27}$ @ 32 нм $2,0 \cdot 10^{23}$ @ 4 нм	40–200; 200–1000
PAL FEL	Республика Корея, Пхохан	2016	3, 10	$5,0 \cdot 10^{31}$	10–100; 0,6–7
SACLA	Япония, Хёго	2011	5,1–8,5	–	0,63–2
LCLS	США, Стэнфорд	2009	2,2–15	$1,0 \cdot 10^{33}$	1,3–50
FLASH	Германия, Гамбург	2006	0,5–1,25	$2,0 \cdot 10^{30}$	41–450

Появились новые рентгенооптические элементы. Источники рентгеновского и гамма диапазона уникальные и дорогостоящие, тем самым проведение экспериментов с их использованием сложны в реализации. Таким образом возникает необходимость в моделировании экспериментов при помощи программных комплексов. Для решения задачи моделирования рентгенооптических систем предлагается использовать модульный принцип.