

Моделирование процесса алмазного точения крупногабаритных поверхностей зеркал

77-30569/243000

10, октябрь 2011

Грубый С. В.

УДК 621.941.1

МГТУ им. Н.Э. Баумана

grusv@yandex.ru

1 Алмазное точение крупногабаритных поверхностей

Алмазное точение рассматривается как процесс окончательной обработки поверхностей зеркал из меди или алюминиевого сплава монокристаллическим алмазным резцом на специальных сверхпрецизионных станках.

1.1 Технологические аспекты алмазного точения

Алмазное точение металлооптических элементов характеризуется средними толщинами срезаемого слоя в пределах десятых долей микрометра, силы резания составляют десятые и сотые доли Ньютона, температура резания для периферийной зоны поверхности диаметром 1000 мм не превышает 60-70 °С. На рисунках 1, 2 приведены примеры алмазного точения крупногабаритных поверхностей: отражателя с медной сферической поверхностью диаметром 1000 мм и одновременно трех внеосевых параболоидов диаметром 406 мм каждый из алюминиевого сплава.

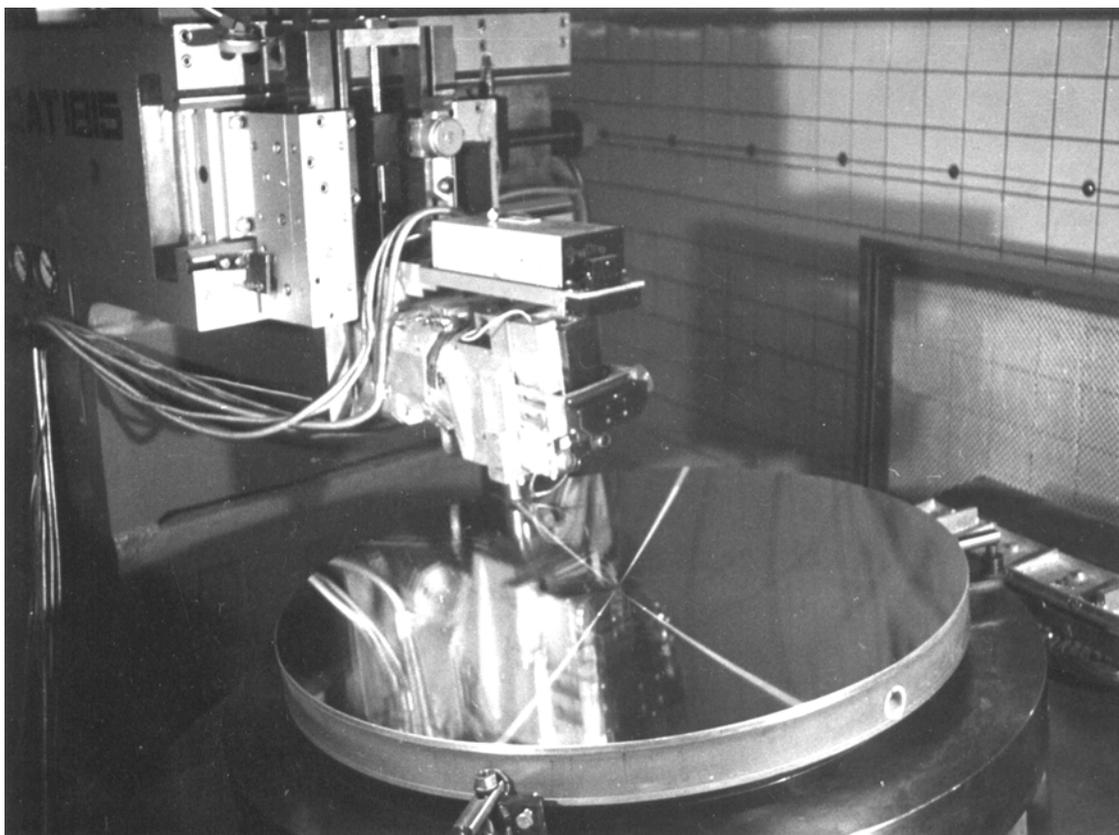


Рис. 1: Алмазное точение медного сферического зеркала диаметром 1000 мм



Рис. 2: Алмазное точение внеосевых параболоидов диаметром 406 мм каждый

При анализе общего макроотклонения обработанной поверхности учтены составляющие: деформация технологической системы под действием радиальной составляющей силы; радиальный износ резца; тепловая деформация (удлинение) резца. Установлено преобладающее влияние радиального износа и теплового удлинения резца на погрешность обработки при жесткости технологической системы более 20 Н/мкм. На основании проведенного анализа отмечена возможность достижения высокой точности обработки протяженных поверхностей. Общая погрешность поверхности диаметром 1000 мм (рис. 1) при движении резца от периферии к центру может составлять 1,2 мкм.

Процесс резания при прерывистом характере обработки (рис. 2) имеет особенности, оказывающие существенное влияние на макроотклонения обработанной поверхности. Здесь общая погрешность обработки по всей поверхности может составлять 2,3 мкм.

1.2 Закономерности изнашивания алмазных резцов

Для изготовления специальных резцов повышенной износостойкости отобраны кристаллы в форме октаэдров и ромбододекаэдров исходной массой 0,65...1,06 карата. Выполнена аттестация отобранных кристаллов с применением различных методов: поляризационно-оптического, фотометрического, электронно-микроскопического.

Определены характеристики стойкости алмазных резцов: среднее значение по пути резания при непрерывном характере обработки составляет 191 км (число испытанных резцов 17); при прерывистом характере обработки – 70 км (число резцов 8). Путь резания одного прохода при непрерывном алмазном точении поверхности диаметром 1000 мм (рис. 1) может составить более 150 км, что сопоставимо со средним значением стойкости инструмента.

На рис. 3 показано состояние режущей кромки нового и изношенного алмазного резца.

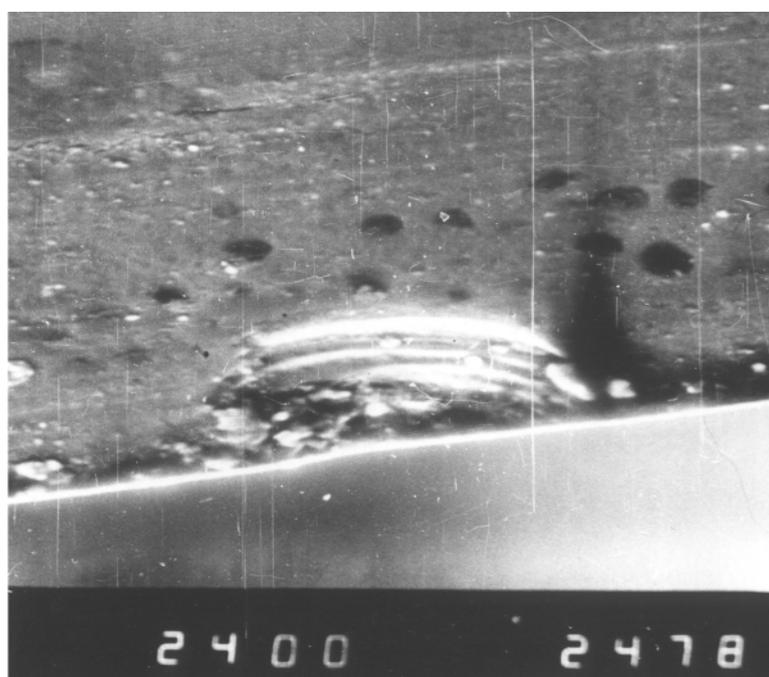
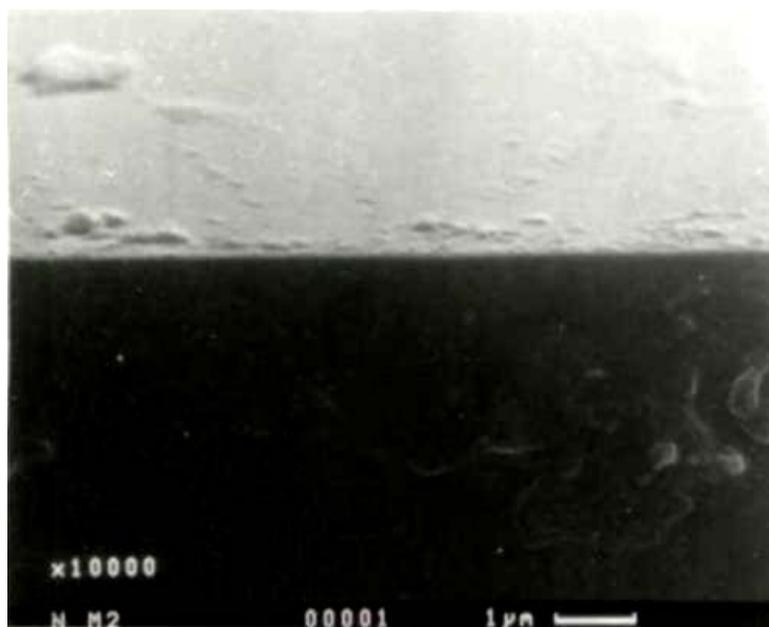


Рис. 3. Режущая кромка нового алмазного резца, 10000^x;
кромка изношенного резца, локальные сколы, 2400^x

1.3 Параметры качества отражающих поверхностей

Наилучшие результаты по шероховатости обработанных поверхностей получены при алмазном точении специального мелкокристаллического сплава системы алюминий-магний. Результаты исследований шероховатости по параметру R_{max} составили: диапазон изменения 14,2-25,3 нм; среднее значение 17,3 нм; среднее квадратическое отклонение 1,05 нм; коэффициент вариации 0,06 (46 измерений, подача 6,3-9,6 мкм/об). Шероховатость по параметру R_{max} со зна-

чением менее 50 нм обеспечивается при значениях подачи менее 9 мкм/об. Такая шероховатость позволяет использовать эти поверхности как отражающие в оптических элементах различного назначения. Для поверхностей, обработанных алмазным точением, характерна высокая отражательная способность. В ИК- области спектра отражательная способность оптических поверхностей после алмазного точения практически соответствует отражательной способности оптических поверхностей, обработанных традиционным методом полирования - доводки. В УФ- и видимой области спектра отмечается разброс значений коэффициентов зеркального и диффузного отражения вследствие анизотропии свойств, вызванной влиянием ориентации обработанной поверхности относительно падающего излучения и технологическими факторами обработки.

По результатам проведенных технологических исследований выявлены способы снижения погрешностей крупногабаритных металлооптических поверхностей, обработанных алмазным точением: рациональный выбор параметров, характеризующих технологическую систему; использование кристаллов алмазов повышенного качества и размеров, обеспечивающих снижение интенсивности изнашивания алмазных резцов и уменьшение радиального износа инструмента; применение материалов и конструкций, обеспечивающих снижение тепловых деформаций; управление параметрами режима резания и коррекция погрешностей обработки в режиме реального времени.

Список литературы

1. Грубый С.В. Моделирование процесса точения твердосплавными и алмазными резцами. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. - 107 с.
2. Dong Guojun, Грубый С.В. Анализ закономерностей процесса алмазного точения и точности обработки поверхностей металлооптики// Технология металлов, 2008, Технология металлов, 2008, №2, с.26 -32.
3. Грубый С.В. Теоретические основы операционной технологии сверхточной лезвийной обработки протяженных металлооптических поверхностей// Вестник машиностроения, 2000, №10, с. 27-33.
4. Грубый С.В., Татьяна Н.А. Исследование и применение кристаллов природных алмазов и резцов повышенной износостойкости// Вестник машиностроения, 1997, №4, с. 19 – 23
5. A. Pramanik Etc. Cutting performance of diamond tools during ultra-precision turning of electroless-nickel plated die materials. Journal of Materials Processing Technology, 140 (2003), p. 308–313.

6. Wang Hongxiang, Sun Tao, Zhang Longjiang/ Experimental Reseach on Cutting Force in Ultraprecise Turning// China Academic Journal Electronic Publishing House, 2003, vol. 37, №5, p.10 - 12.

7. Грубый С.В., Боговцева Л.П., Костеев В.А. Исследования состояния прецизионных поверхностей, обработанных методом алмазного микроточения// Вестник машиностроения. - 1996. - №7. - С. 19-24.

8. Грубый С.В. Сверхточная токарная обработка крупногабаритных поверхностей// Технология металлов, 2000, №3, с. 13 - 18.

9. Грубый С.В. Разработка модели процесса алмазного точения металлооптических элементов// Наука и образование. Электронное научно-техническое издание. - 2009. - №12. (<http://technomag.edu.ru/doc/134388.html>)

Modelling of the diamond turning process of large-sized surfaces of mirrors

77-30569/243000

10, October 2011

Grubyy S., V.

Bauman Moscow State Technical University

grusv@yandex.ru

A simulation of diamond turning operation process of metal optic components with aluminum and copper surfaces was carried out. Theoretical basis of the process were studied and algorithms of machine parameters optimal operation were developed. Diamond turning technologies of large sizes surfaces up to 1000 mm in diameter were examined. Researches of natural diamonds crystals and ultra wear resistance for large sizes surfaces machining were made. Above these questions a condition of optic surfaces was researched and their high quality in roughness and reflectance was explored.

Publications with keywords: [Diamond sharpening](#), [tool wear](#), [metal-optic elements](#), [a diamond cutter](#), [a processing error](#), [tool life](#), [quality of processing](#)

Publications with words: [Diamond sharpening](#), [tool wear](#), [metal-optic elements](#), [a diamond cutter](#), [a processing error](#), [tool life](#), [quality of processing](#)

References:

1. Grubyy S.V., Modeling of process of turning with a carbide and diamond cutters, Moscow, BMSTU Press, 2010, 107 p.
2. Dong Guojun, Grubyy S.V., Tekhnologiya metallov 2 (2008) 26 -32.
3. Grubyy S.V., Vestnik mashinostroeniia 10 (2000) 27-33.
4. Grubyy S.V., Tat'ianina N.A., Vestnik mashinostroeniia 4 (1997) 19 – 23.
5. A.Pramanik, Etc. Cutting performance of diamond tools during ultra-precision turning of electroless-nickel plated die materials, Journal of Materials Processing Technology 140 (2003) 308–313.

6. Wang Hongxiang, Sun Tao, Zhang Longjiang, Experimental Reseach on Cutting Force in Ultraprecise Turning, China Academic Journal Electronic Publishing House, 2003, vol. 37, no 5, p.10 - 12.
7. Grubyi S.V., Bogovtseva L.P., Kosteev V.A., Vestnik mashinostroeniia 7 (1996) 19-24.
8. Grubyi S.V., Tekhnologiiia metallov 3 (2000) 13-18.
9. Grubyi S.V., Nauka i obrazovanie - Science and Education (12) 2009 <<http://technomag.edu.ru/doc/134388.html>>.