

УДК621941.1:535.31

СВЕРХТОЧНАЯ ОБРАБОТКА ОПТИЧЕСКИХ СТРУКТУРИРОВАННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Сергей Николаевич Титов

*Магистр 1 года,**кафедра «Инструментальная техника и технологии»**Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**Научный руководитель: В.В. Лапшин,**аспирант кафедры «Инструментальная техника и технологии»*

Система электроснабжения космического аппарата определяет его геометрию, конструкцию, массу и срок службы. Для увеличения электрической мощности в фотоэлектрические модули солнечной батареи включают концентраторы излучения, представляющие собой линейные линзы Френеля.[1-3] Такие линзы имеют параллельные канавки, в результате чего солнечный свет фокусируется в линию.[4] Наиболее успешно они применяются для изготовления композитных линзовых панелей солнечных батарей космических аппаратов. Применение оптических концентраторов позволяет сократить площадь солнечных элементов и увеличить срок службы батареи, так как концентраторы защищают солнечные элементы от воздействия космической радиации.

Пример профиля негативной матрицы для изготовления оптических концентраторов показан на рисунке 1. Такая матрица Френеля представляет собой полосу толщиной 2 мм и шириной 69,6 мм. Профиль матрицы состоит из двух одинаковых частей шириной по 25 мм, расположенных параллельно друг другу, каждая из которых состоит из двух сегментов, симметричных друг другу. В каждом сегменте находится 50 канавок с различной глубиной и углом наклона профиля. Таким образом, профиль матрицы Френеля состоит в общей сложности из 4-х сегментов, общее число канавок которых насчитывает 200 штук. Сегмент 2 является зеркальным отображением сегмента 1, а сегмент 4 – зеркальным отражением сегмента 3. Глубина канавок профиля варьируется от 2,3 мкм до 185 мкм, при этом угол наклона изменяется в пределах от $0,53^\circ$ до $36,4^\circ$.

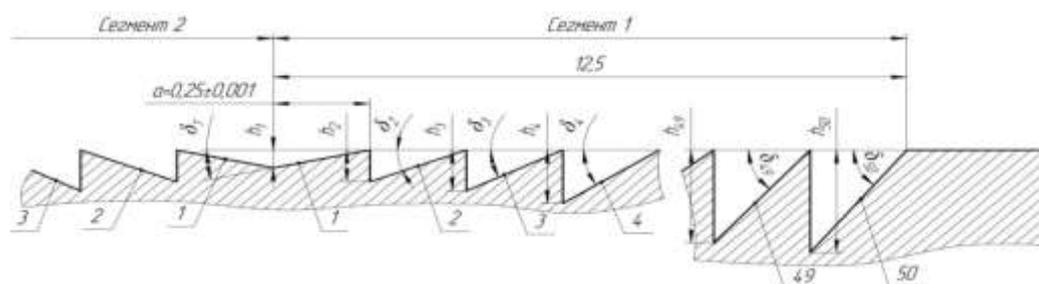


Рис.1 Профиль негативной матрицы.

К матрицам предъявляются жесткие требования по качеству поверхности и точности изготовления. Шероховатость структурированных поверхностей должна быть не более Ra0,01 мкм, допуск на основные линейные размеры h и a составляет менее 1 мкм, допуск на угловой размер δ составляет $0,1^\circ$.

Для изготовления матриц с указанными требованиями по точности и качеству было использовано алмазное точение на сверхточном станке с ЧПУ «Асферика». Технологические исследования и обработка матриц проведены в лаборатории ВНИИИНСТРУМЕНТ.

Станок «Асферика» имеет аэростатические опоры в основных формообразующих узлах, его приводы синхронны, линейны, маловиброактивны. Станина станка установлена на виброизолирующих опорах, система ЧПУ обеспечивает погрешность позиционирования менее 0,1 мкм.

В качестве режущего инструмента были использованы 2 различных алмазных резца со специальной геометрией режущей части: резец с радиусом $R=0,02\text{ мкм}$ и углом при вершине $\beta=50^\circ$; острозаточенный резец с углом при вершине $\beta=48^\circ$. Шероховатость рабочих поверхностей таких резцов должна быть менее $Ra0,01\text{ мкм}$. Алмазный резец устанавливается в резцедержатель, располагающийся на поворотном столе. При обработке резец выставляется в центр вращения поворотного стола.

Для изготовления матриц использовалась полоса из материала: медь М0б, оргстекло, алюминий АМг6. Полоса шириной 70 мм и длиной 1055 мм устанавливалась на цилиндре диаметром 350 мм и натягивалась с помощью специального механизма так, чтобы обеспечивалось её плотное прилегание. Последовательность обработки включала в себя следующие основные этапы: а) подвод резца в стартовую позицию и установка его под необходимым углом; б) прорезание первой канавки с оставлением припуска t на чистовой проход; в) обработка канавки по профильному методу; г) чистовое подрезание торца канавки; пункты а)–г) повторяются для необходимого количества канавок n , при этом каждая канавка имеет различные параметры δ и h . Последующая обработка выполнялась для симметричной секции с канавками.

Конечной операцией являлось разрезание полосы на 5 частей длиной по 165 мм, каждая из которых может использоваться в качестве матрицы.

По окончании обработки каждой матрицы проводился необходимый метрологический контроль параметров шероховатости и точности обработки.

По результатам метрологического контроля обработанной поверхности было выявлено, что наилучшие показатели были достигнуты при обработке матриц из оргстекла с использованием острозаточенного резца: шероховатость $Ra0,015\text{ мкм}$; погрешность шага a – менее 1 мкм; погрешность угла δ – менее $0,1^\circ$.

Литература.

1. *Davis A., Kuhnlenz F.* Optical design using Fresnel lenses. Basic principles and some practical experiment // *Optic and Photonic*. 2007. №4. P. 52-55.
2. *Gaurav A. Madhugiri, Karale S.R.* High solar energy concentration with a Fresnel lens: a review // *International Journal of Modern Engineering Research*. 2012. Vol.2. P. 1381-1385.
3. *Sierra C., Alfonso J. Va'Zquez.* High solar energy concentration with a Fresnel Lens // *Journal of Materials Science*. 2005. №40. P. 1339-1343.
4. *Kharmooshi M., Salati H., Egelioglu F.* A review of Solar Photovoltaic Concentrators // *International Journal of Photoenergy*, 2014. Vol. 14, P. 1-17.