

УДК 681.7.062.43:681.785.4

А.Г. Козловський

Національний технічний університет України «Київський політехнічний університет імені Ігоря Сікорського»

ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ СФЕРОЇДНИХ РЕФЛЕКТОРІВ ФОТОМЕТРІВ

A.G. Kozlovskiy

TECHNOLOGY OF MANUFACTURING OF SFEROID REFLECTORS OF PHOTOMETERS

Особливість виготовлення сфероїдних рефлекторів фотометру полягає в досить строгому відтворенню складної поверхні. Його широко застосовують в приладобудуванні для виготовлення обладнання, що вимірює фотометричні величини. Сфероїдний рефлектор є найголовнішою деталлю в оптичному фотометрі та в інших обладнаннях, що використовуються для проведення випробувань та дослідів, пов'язаних з вимірюванням потоку світла [1]. Тому технологія виготовлення сфероїдних рефлекторів є досить складною і відрізняється від інших оптичних деталей надзвичайно високою точністю поверхні, яка відіграє провідну роль у вимірюванні фотометричних параметрів. Виготовлення сфероїдних рефлекторів потребує формування поверхні з підвищеною точністю шляхом якісної механічної обробки, шліфування, полірування або нанесення спеціальних видів покриттів [2].

Тому науковці постійно шукають оптимальні способи їх виготовлення, що дозволять знизити собівартість продукції, зменшити використання основних і додаткових матеріалів та інших витрат, пов'язаних з використанням виробничого часу. Розглянемо основні види виготовлення сфероїдних рефлекторів з різних матеріалів, наведемо їх переваги і недоліки. Всі методи по способу виготовлення сфероїдних рефлекторів поділяються на формуванням поверхні *механічно*, тобто процесом точінням та з використанням *інших технологій*, таких як метод реплікації та 3Д-друк.

Точіння сфероїдних рефлекторів на верстатах, оснащених спеціальним устаткуванням для отримання сфероїдних рефлекторів з подальшим виконанням операцій шліфування, полірування, хонінгування (з абразивними дрібнозернистими брусками сферичної форми) та ін. *Перевагами* є виконання вищесказаних технічних операцій без переустановлення деталі, що усуває суттєві похибки зміщення центру та базування деталі. *Недоліком* є складність виготовлення продукції з іншими параметрами.

Окремим видом є точіння сфероїдних рефлекторів з використанням алмазного інструменту, який дозволяє отримати поверхню високої точності. *Перевагою* є забезпечення точності поверхні 5-им квалітетом з шорсткістю Ra=0.04..0.0016 мкм, а також висока стійкість у роботі без налагодження та регулювання, що є важливою умовою в автоматизованому виробництві. *До недоліків* відносять вартість різця і можливість згорання алмазного інструменту внаслідок недотримання режимів різання.

Використання копіювальних верстатів є одним із найпоширеніших методів при виготовленні деталей зі складними поверхнями. *Перевагою* є простота методу. *Недоліком* є складність виготовлення шаблонів високої точності профільних поверхонь.

Сфероїдні рефлектори виготовляють на верстатах з ЧПУ, ГВС (гнучкі виробничі системи) та обробних центрах. *Перевагами* є багатофункціональність таких верстатів, висока точність та автоматизований процес виробництва. *Недоліками* є висока вартість верстатів та пошук кваліфікованих робітників для роботи з цим обладнанням. Виготов-

лення сферіодних рефлекторів методом реплікації полягає у прикладанні еталону до сферичної поверхні деталі, на яку попередньо наносять рівномірний тонкий шар рідкої полімерної композиції [3]. *Перевагою* є висока точність обробки в результаті затвердіння нанесеної речовини. *Недоліком* є виготовлення шаблонів високої точності та складність контролю рівномірного нанесення полімерної композиції під час затвердіння. Отримання сферіодних рефлекторів обертання з використанням 3Д-принтерів потребує подальшого нанесення спеціального покриття на внутрішню поверхню. *Перевагою* є виготовлення деталей з багатьох видів матеріалів, швидкість та точність друку, малі розміри 3Д-принтера, а також мала собівартість продукції.

Методи лазерного 3Д-друку. Метод стереолітографії (Stereolithography або SLA) полягає в реалізації створеної на ПК моделі шляхом поступового нарощування рідкої фотополімерної смоли з подальшим її затвердінням під дією ультрафіолетового випромінювання. *Перевагами* методу стереолітографії є висока точність відтворення 3Д-моделі і формування абсолютно рівної поверхні. *Недоліками* є вартість лазерного 3Д-принтера та застосування конкретного виду матеріалів – фотополімерів. При застосуванні методу лазерного спікання у якості матеріалу використовують плавкий пластик або легкоплавкий металу, який під дією лазера кристалізується. *Перевагою* є висока міцність виготовленої поверхні. *Недоліком* є вартість лазерної установки.

Технології струменевого 3Д-друку. Технологія FDM (Fused Deposition Modeling) ґрунтується на принципі *екструзії* – видавлюванні розплавленого матеріалу і формування шарів сферіодних рефлекторів. *Перевагами* є великі розміри вихідних деталей, порівняно з іншими видами 3Д-друку, використання практично всіх матеріалів, які піддаються плавленню і затвердінню, а також висока якість друку сферіодних рефлекторів завдяки товщині шару матеріалу 0.12 мм. *Недоліком* є руйнування продукції під дією ультрафіолетових променів, що передбачає обов'язкове нанесення захисного покриття. Технологія Polyjet полягає у використанні рідких фотополімерів, що полімеризується під дією ультрафіолетового світла і перетворюється в пластик. *Перевагами* є малі габаритні розміри, використання декількох кольорів, а також висока якість та швидкість друку сферіодних рефлекторів. Суттєвих недоліків не виявлено. Виходячи із аналізу технологій виготовлення сферіодних рефлекторів, для досягнення надзвичайно високої точності після виготовлення сферіодних рефлекторів механічними способами необхідно виконувати шліфування, а після застосування немеханічних способів – обов'язкове нанесення спеціальних видів покриття. Активний пошук оптимальних технологій, методик та способів створення сферіодних рефлекторів спрямований на точність, якість, надійність та вартість продукції.

Література

1. Bezuglyi M. A. Ellipsoidal reflectors in biomedical diagnostic / M. A. Bezuglyi, N. V. Bezuglaya // Proc. SPIE 9032-15. – 2013, V2. – Pp.Q1– Q5.
2. Безуглий М.О. Контроль форми еліпсоїдальних рефлекторів біомедичних фотометрів / М.О. Безуглий, Лінючева О.В., Безугла Н.В., Бик М.В., Костюк С.А // Вісник НТУУ «КПІ». Серія Приладобудування. – 2017, №1 (53). – С.62-69.
3. Безуглий М.О. Особливості виготовлення еліпсоїдальних рефлекторів фотометрів / М.О. Безуглий, І.І. Синявський, Н.В. Безугла, А.Г. Козловський // Вісник НТУУ «КПІ». Серія Приладобудування. – 2016, №2 (52). – С.76-81.