

УДК 621.326

Паламар М., д.т.н., проф., Яворська М., к.т.н., доц., Апостол Ю., Наконечний Ю.
Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, УкраїнаМОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ОБОЛОНКИ РЕФЛЕКТОРА
ГАЗОТЕРМІЧНИМ НАПИЛЕННЯМ

Palamar M., Dr., Prof., Yavorska M., Ph.D., Assoc.Prof, Apostol Yu., Nakonechnyi Yu.

SIMULATION OF THE REFLECTOR SHELL FORMATION PROCESS BY THE
THERMAL SPRAYING METHOD

Abstract. The peculiarities of the technology of forming the surface of the reflector by the method of gas-thermal spraying in the process of applying the coating by heating the material to a liquid state and spraying it on the product-substrate with a gas jet are considered. The trajectory and orientation of the nozzle are reproduced for uniform spraying on the surface.

Виготовлення параболічних дзеркальних антен за ініціативи та прямої участі професора Олега Шаблія розпочалося у технічному університеті ім. Івана Пулюя з пошуку технології формування поверхонь із заданими геометричними властивостями і підвищеною точністю форми відбиваючої поверхні. Зокрема, як один із варіантів розглядався спосіб формоутворення відбиваючої поверхні заданого профілю шляхом газотермічного напилення [1]. Передбачалося виготовлення відбиваючої поверхні з розміщеної на пуансоні заготовки із сіткового матеріалу через нанесення на неї покриття плазмовим чи електродуговим напиленням, що дозволило б зменшити габаритні розміри оболонки за товщиною і її масою.

Значимо, що для дотримання рівномірного нанесення важливим є правильне позиціонування робочого вузла по відношенню до поверхні пуансона, тобто його переміщення із дотриманням сталої відстані і орієнтування за нормаллю до кожної точки на поверхні.

Так для реконструкції за заданим шаблоном поверхні, що являє собою параболоїд обертання і в аналітичному представленні задається як:

$$F(x, y, z) = x^2 + y^2 - 2Fz, \quad (1)$$

геометричне місце позицій (X, Y, Z) , що знаходяться на нормалі до біжучих точок (x, y, z) поверхні і рівновіддалені від них на задану відстань d , знаходимо з розв'язків системи нелінійних рівнянь: (2) і (3):

$$\frac{X-x}{\frac{\partial F}{\partial x}} = \frac{Y-y}{\frac{\partial F}{\partial y}} = \frac{Z-z}{\frac{\partial F}{\partial z}}, \quad (2)$$

$$d^2 = \sqrt{(X-x)^2 + (Y-y)^2 + (Z-z)^2}. \quad (3)$$

Можна показати, що для кожної біжучої точки (x, y, z) даної поверхні координати (X, Y, Z) розташування робочого вузла наступні:

$$X = x \left(1 - \frac{d}{\sqrt{x^2 + 4F^2 + y^2}} \right), Y = y \left(1 - \frac{d}{\sqrt{x^2 + 4F^2 + y^2}} \right), Z = z \left(1 + \frac{2Fd}{\sqrt{x^2 + 4F^2 + y^2}} \right). \quad (4)$$

Як проілюстровано на рис. 1, при відтворенні поверхні параболоїда вони розміщуються на колових траєкторіях, а радіус кожної з яких на конкретному рівні Z $r = \sqrt{X^2 + Y^2}$.

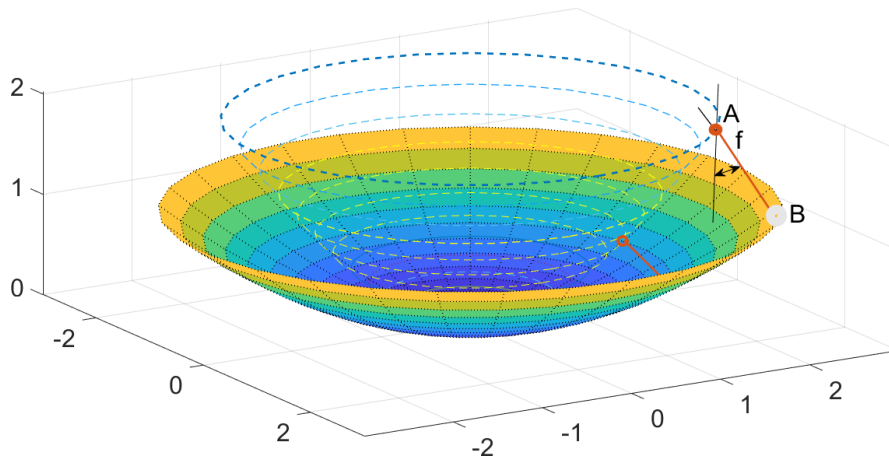


Рис.1 Основа для напилювання і траєкторії переміщення (пунктирні криві). Лінійні розміри подано в метрах.

Відповідно кут f відхилення осі сопла від вертикалі $f = \arctan \frac{x-x}{y-y}$ (5)

На рис. 2 показано зміну кута відхилення сопла для радіального перерізу робочої поверхні у вертикальній площині.

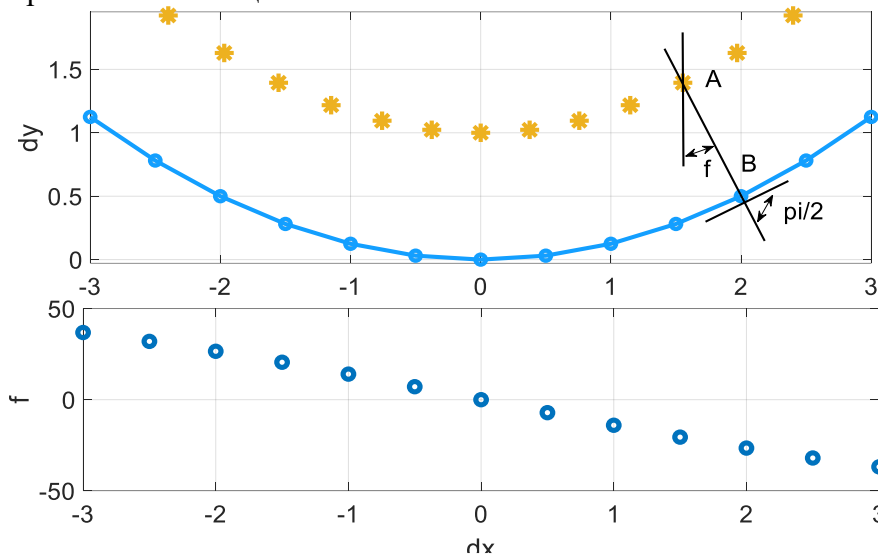


Рис. 2 Зміна кута відхилення сопла (в градусах) від вертикалі.

Отримані залежності (4) і (5) дозволяють коригувати взаємне розміщення пуансона і сопла напилювача та його відповідного кутового зміщення f від вертикалі впродовж всього процесу і таким чином забезпечити рівномірне напилення робочої поверхні.

Література

[1]. Новосад М.В, Куцевич А. В., Рудник А. Г., Спосіб виготовлення оболонкової конструкції, Патент № 23461, 02.06.1998.

[2] M. Palamar The Device for Remote Measurements of Geometric Dimensions and Positions [Text] / Palamar M., Zelinsky I. Yavorska M. // Proceedings of the 2017 IEEE 9th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS): - 21-23 September 2017, Bucharest, Romania. IEEE, Vol.1, P.: 524–527. ISBN 978-1-5386-0696-4