УДК 621.868.232(02.064)

Яблонський П.М., канд. техн. наук, доцент
Вірченко Г.А., докт. техн. наук, професор
Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського»
Роговський І.Л., докт. техн. наук, професор
Національний університет біоресурсів і природокористування України
irogovskii@gmail.com
Волоха М.П., докт. техн. наук, професор
Воробйов О.М., старший викладач
Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського», volmp@i.ua

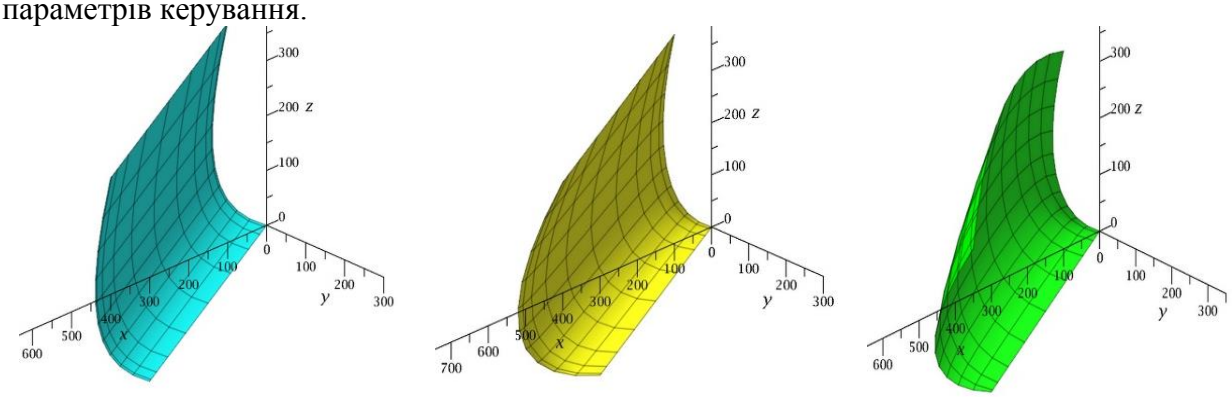
ВАРІАНТНІ КОМП'ЮТЕРНІ ГЕОМЕТРИЧНІ МОДЕЛІ ВІДВАЛІВ ПОЛИЦЕВОГО ПЛУГА

Основою сучасного комп'ютерного геометричного моделювання, застосовуваного в нинішніх системах автоматизованого проєктування, є математичний апарат NURBS (Non-uniform rational B-splines) [1–6]. Зазначені засоби характеризуються достатньою гнучкістю, передбачуваністю та керованістю формоутворення. Про їхню популярність свідчить широке використання в багатьох галузях промисловості, зокрема автомобільній, суднобудівній, загального машинобудування та інших.

Стосовно грунтообробних знарядь літературні джерела [7–11] засвідчують особливу важливість геометрії робочих органів для досягнення належної якості обробітку різних за станом, структурою та фізико-механічними властивостями грунтів. При цьому питання адаптування комп'ютерних геометричних моделей до багатоманітних вимог таких суміжних дисциплін, як міцність, технологія виготовлення, експлуатація тощо розглядаються недостатньо.

Для продуктивного та прогнозованого автоматизованого варіантного формоутворення авторами запропонована методика, що полягає у створенні універсальних комп'ютерних гнучких геометричних моделей відвалів плугів з циліндроїдальними та іншими полицевими робочими поверхнями.

Приклади відповідних поверхонь показано на рис. 1. Наведені зразки побудовані застосуванням однієї базової моделі шляхом варіювання належних геометричних параметрів керування.

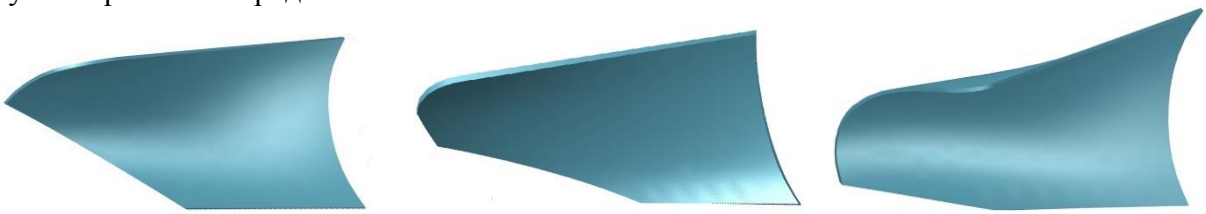


а *б* *в*

Рис. 1 – Варіанти опрацьовуваних поверхонь:
а – циліндрична; *б* – циліндроїдальна; *в* – більш складної форми

Подальшим етапом автоматизованого проєктування, що розглядається, є створення необхідних комп'ютерних твердотільних моделей. Деякі отримані при цьому різновиди проілюстровано на рис. 2. На даній стадії створення грунтообробних знарядь досліджуються різноманітні питання, пов'язані з конструкційними, виробничими,

експлуатаційними та іншими властивостями плугів. Зокрема, це стосується виконання розрахунків на міцність методом скінченних елементів, дефініції технологічних напружень при виготовленні відвалів тиском, визначення діючих на них зусиль під час експлуатації і т. д. В означений спосіб варіюванням належних параметрів форми та розмірів, конструкційних матеріалів тощо здійснюється комплексна оптимізація проєктованих грунтообробних знарядь.



а *б* *в*

Рис. 2 – Різновиди відвалів плуга на основі поверхні:
а – циліндричної; *б* – циліндроїдальної; *в* – більш складної форми

Напрацьована та перевірена на конкретних тестових прикладах методика створення універсальних комп'ютерних варіантних геометричних моделей відвалів плугів з циліндроїдальними та іншими полицевими робочими поверхнями згодом буде повністю опублікована.

Список посилань

1. Videla, J., Shaaban, A. M., Atroshchenko, E. (2024). Adaptive shape optimization with NURBS designs and PHT-splines for solution approximation in time-harmonic acoustics. Computers & Structures, Volume 290, 107192, https://doi.org/10.1016/j.compstruc.2023.107192

2. Kazemzadeh-Parsi, M., Pasquale, A., Lorenzo, D., Champaney, V., Ammar, A., Chinesta, F. (2023). NURBS-based shape parametrization enabling PGD-based space separability: Methodology and application. Finite Elements in Analysis & Design, Volume 227, 104122, https://doi.org/10.1016/j.finel.2023.104022

3. Xuchu, W., Qingshun, B., Siyu, G., Liang, Z., Kai, C. (2023). A tool path planning method for optical freeform surface ultra-precision turning based on NURBS Surface Curvature. Machines, Volume 11, Issue 11, 1017, https://doi.org/10.3390/machines11111017

4. Zhou, H., Feng, B., Liu, Z., Chang, H., Cheng, X. (2022). NURBS-based parametric design for ship hull form. Journal of Marine Science and Engineering, Volume 10, Issue 5, 686, https://doi.org/10.3390/jmse10050686

5. Villa, D., Furcas, F., Pralits, J. O., Vernengo, G., Gaggero, S. (2021). An effective mesh deformation approach for hull shape design by optimization. Journal of Marine Science and Engineering, Volume 9, Issue 10, 1107, https://doi.org/10.3390/jmse9101107

6. Tuluchenko, G., Virchenko, G., Getun, G., Martynov, V., Tymofieiev, M. (2018). Generalization of one algorithm for constructing recurrent splines. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Volume 2, Issue 4, pp. 53-62, https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.128312

7. Alwan, A. A. (2019). A field study of soil pulverization energy by using different moldboards types under various operating condition. Basrah Journal of Agricultural Sciences, Volume 32, Issue 2, pp. 373-388, https://doi.org/10.37077/25200860.2019.284

8. Juraev, T. (2020). Computer modeling the moldboard's surface in autocad system. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Issue 883, 012156, https://doi.org/10.1088/1757-899X/883/1/012156

9. Tokhtakoziyev, A., Khudoyarov, A., Nazirjanov, I., Yuldasheva, M. (2023). Study on the selection of the type and parameters of moldboard plow for combined tillage system. 3rd International Conference on Energetics, Civil and Agricultural Engineering. E3S Web of Conferences, Volume 377, 03002, https://doi.org/10.1051/e3sconf/20186804004

10. Gheorghe, G., Lates, D., Oprea, C., Baltatu, C. (2023). Structural and modal analysis in Solidworks of agricultural plow to choose vibration system at moldboard. Engineering for Rural Development, Volume 22, pp. 872-878, https://doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF168

11. Hamid, A. A., Alsabbagh, A. R. (2023). Effect of moldboard types, two depths of tillage and two speeds of tractor in some physical properties and pulverization of soil. Kufa Journal For Agricultural Sciences, Volume 15, Issue 1, pp. 105-116, https://doi.org/10.36077/kjas/2023/v15i1.10334

УДК 621.941+762.1

Ігнатенко П.Л., канд. техн. наук, доцент
Ігнатенко О.А., ст. викладач
Національний університет «Чернігівська політехніка», ignatenkopl1@i.ua

ВПЛИВ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ НА ОКРУГЛІСТЬ ДЕТАЛЕЙ З ПОРОШКОВИХ СПЕЧЕНИХ МАТЕРІАЛІВ

В якості механізмів вузлів тертя в сучасному машинобудуванні знайшли широке застосування металокерамічні спечені сплави. Ці матеріали отримуються методами порошкової металургії та мають особливі хімічні та фізичні властивості, в тому числі підвищеною антифрикційністю та зносостійкістю. Головною особливістю спечених порошкових матеріалів являється наявність порошкової структури. Це забезпечує реалізацію ефекту самозмащування при роботі вузлів тертя.

Тому в сучасному виробництві важливою проблемою в області обробки металопорошкових спечених сплавів є забезпечення геометричних параметрів якості поверхневого шару деталей на операції токарної обробки [1]. Це обумовлено тим, що виготовлені деталей з металопорошкових спечених сплавів мають відхилення від форми близьке до допустимого. Але в процесі експлуатації відбувається зміна форми в сторону збільшення відхилення.

Відомі дослідження в основному присвячені підвищенню якості поверхневого шару (шорсткості та пористості) обробленої поверхні деталей виготовлених методами порошкової металургії. Однак в даних дослідження запропоновані режими для обробки спечених порошкових матеріалів, математичні моделі для визначення їх величини та верстатах з числовим програмним керуванням та способи підвищення точності форми. Одними з таких способів є використання випереджаючого пластичного деформування та змінних мінералокерамічних пластин, що мають різне значення питомого опору.

На основі проведених досліджень літератури був проведений експеримент в процесі якого були виміряні величини радіальної складової сили різання та округлості деталі після обробки. На основі експериментальних результатів та матеріалів досліджень була уточнена математична модель для визначення круглості деталі при розточуванні [2]. Так величина округлості залежить від двох складових повного відхилення круглості: статичної ΔR_C та динамічної $\Delta R_Д$:

$$\Delta R = \Delta R_C + \Delta R_Д$$
$$\Delta R_Д = 2A$$

де А – амплітуда коливань

$$\Delta R_C = 0{,}5\sqrt{П_е^2 + П_о^2 + П_к^2}$$

де $П_в$ – діаметральна похибка форми обробленого отвору, викликана зміщенням осі отвору в заготовці відносно осі шпинделя:

$$П_e = KP_y\left(\left((t + e_2) + (t - e_2)\right) - \left((t + e_1) + (t - e_1)\right)\right)$$

де t – глибина різання, мм;

e – ексцентриситет, мм;

K – радіальна піддатливість системи, мкм/Н, що визначається за формулою представленою в статті [3, 4]: