

УДК 631.316.002.001.4
© 2013

С.С. ТИЩЕНКО,
доктор технічних наук

Н.А. КРАМАРЬ,
здобувач

МОДЕЛЮВАННЯ
СИМЕТРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ
ГРУНТООБРОБНИХ
РОБОЧИХ ОРГАНІВ

Наведено геометричну модель лінійчастої поверхні з напрямною, розташованою у горизонтальній площині ґрунтообробного робочого органа, що має симетричну поверхню.

Серед ґрунтообробних робочих органів велика кількість з них має симетричну поверхню відносно повздовжньо-вертикальної площини. До таких робочих органів у першу чергу відносяться культиваторні лапи, лапи розпушувачів та ін. Для їх конструювання потрібні моделі поверхонь, які дозволяють проектувати робочі органи різних призначень.

Багато ґрунтообробних робочих органів мають симетричну поверхню багатогранника. У таких робочих органів лезом є пряма лінія [3]. Останнім часом запропоновано культиваторні лапи з криволінійним лезом [1, 2, 4]. Такі культиваторні лапи мають кращі показники роботи, але моделі поверхонь цих лап повинні бути пристосовані і для проектування таких робочих органів, які мають симетричну поверхню. У роботі [5] наведено геометричну модель поверхні з кривою, відмінною від нуля. Недоліком цієї моделі є велика узагальненість, що заважає застосовувати її у проектуванні робочих органів певних типів та призначень.

Метою наших досліджень було розробити моделі симетричних поверхонь для проектування ґрунтообробних робочих органів.

Для проектування поверхонь ґрунтообробних робочих органів найбільш пристосованими є лінійчасті поверхні.

Так як поверхні мають площину симетрії, то достатньо розглянути побудову половини поверхні, тобто напівповерхні. Для побудови напівповерхні оберемо систему координат $Oxuz$ у такий спосіб, щоб вісь Ox

розташовувалася протилежно руху робочого органа, а вісь Oy – перпендикулярно до його лінії руху. Отже, осі Ox та Oy будуть лежати на дні борозни, а вісь Oz розташовуватиметься вертикально у повздовжньо-вертикальній площині, яка буде площиною симетрії поверхні робочого органа.

Оскільки культиваторна лапа має площину симетрії, то в цьому випадку найбільш доцільно використати конічну розгортку поверхню.

Розглянемо утворення конічної поверхні (рисунок) з вершиною S , яка лежить у повздовжньо-вертикальній площині Oxz . Напрямною кривою є лезо лапи, розміще-

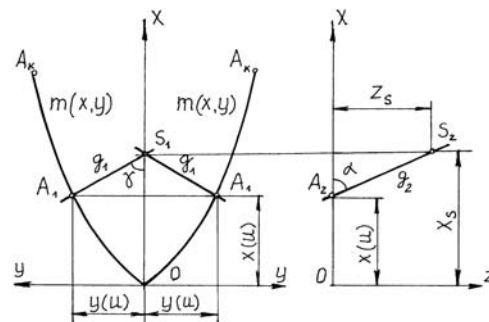
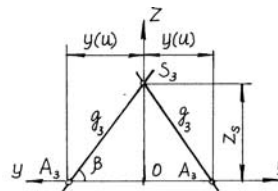


Схема утворення конічної поверхні культиваторної лапи з криволінійним лезом

не в площині Oxy , яка є дном борозни:

$$m : x = x(u); y = y(u), \quad (1)$$

Запишемо рівняння прямолінійної твірної g , яка проходить через вершину поверхні $S(x_s, y_s, z_s)$ і точку інцидентності $A[x(u), y(u)]$:

$$z - z_s = r_1(x - x_s); \quad (2)$$

$$y - y_s = r_2(x - x_s), \quad (3)$$

де r_1 і r_2 – кутові коефіцієнти проєкцій твірної.

Із трикутника S_1, S_2, A_2 на площині проєкції Oxz , маємо, що

$$\eta = \operatorname{tg} \alpha = \frac{z_s}{x_s - x(u)},$$

а із трикутника S_3, O, A_3 , на горизонтальній площині проєкції Oyx

$$r_2 = \operatorname{tg} \gamma = \frac{y(u)}{x_s - x(u)}.$$

Підставивши отримані значення кутових коефіцієнтів r_1 і r_2 в рівняння прямої (2) і (3), запишемо вирази:

$$z - z_s = \frac{z_s}{x_s - x(u)}(x - x_s);$$

$$y - y_s = \frac{y(u)}{x_s - x(u)}(x - x_s).$$

Розділивши обидві частини на $(x - x_s)$ і виключивши з наведених рівнянь член $(x - x_s)$, одержимо загальне рівняння конічної поверхні

$$\frac{y - y_s}{x - x_s} = \frac{y(u)(z - z_s)}{z_s(x - x_s)},$$

яке можна розв'язати однією з координат, наприклад z ,

$$z = \frac{y - y_s}{y(u)}(x - x_s) - \frac{y(u)}{x - x_s}.$$

Обчислена залежність є загальним рівнянням конічної поверхні. Запишемо формулу твірної g як рівняння прямої в просторі, яка проходить через дві точки, одна з яких є вершиною S , а інша – точкою інцидентності A з координатами (1),

$$\frac{x - x_s}{x(u) - x_s} = \frac{y - y_s}{y(u) - y_s} = \frac{z - z_s}{z(u) - z_s}. \quad (4)$$

Так як напрямна крива m плоска, а вершина конічної поверхні лежить в поздовжньо-вертикальній площині $y_s = 0$, то рівняння кривої (4) прийме такий вигляд:

$$\frac{x - x_s}{x(u) - x_s} = \frac{y}{y(u)} = \frac{z - z_s}{-z_s}.$$

Одержане рівняння розбиваємо так:

$$\frac{x - x_s}{x(u) - x_s} = \frac{y}{y(u)}; \quad (5)$$

$$\frac{x - x_s}{x(u) - x_s} = \frac{z - z_s}{-z_s}; \quad (6)$$

$$\frac{y}{y(u)} = \frac{z - z_s}{-z_s}. \quad (7)$$

Із рівнянь (5), (6) і (7) приходимо до рівнянь проєкцій твірних з рівнянь (5) на горизонтальній проєкції Oyx маємо рівняння проєкції твірної

$$y = \frac{y(u)}{x(u) - x_s}x + \frac{y(u)x_s}{x(u) - x_s}. \quad (8)$$

Із рівняння (6) на профільній площині проєкції Oxz формула твірної виглядає як

$$z = \frac{-z_s}{x(u) - x_s}x + z_s \left[\frac{x_s}{x(u) - x_s} - 1 \right]. \quad (9)$$

І, нарешті, перетворивши рівняння (7), запишемо таке рівняння проєкції на фронтальній площині проєкції

$$z = \frac{-z_s}{y(u)}y + z_s. \quad (10)$$

Залежності (8)–(10) можна спростити. Для цього до рівняння (2) необхідно додати третє:

$z - z_s = r_3(y - y_s)$,
де r_3 – кутовий коефіцієнт твірної на горизонтальній площині проєкцій.

Із трикутника S_3OA_3 визначимо кутовий коефіцієнт r_3 , який дорівнює

$$r_3 = tg\delta = \frac{z_s}{y(u)}.$$

Остаточна система рівнянь, які описують симетричну поверхню ґрунтообробних робочих органів, матиме такий вигляд:

$$\left. \begin{aligned} z &= \frac{z_s}{x_s - x(u)}(x - x_s) + z_s; \\ y &= \frac{y_s}{x_s - x(u)}(x - x_s) + y_s; \\ z &= \frac{z_s}{y(u)}(y - y_s) + z_s. \end{aligned} \right\} (11)$$

Як бачимо, одержано систему рівнянь, які описують проекції твірної поверхні культиваторної лапи.

Значення параметра u можуть бути різноманітними: деяка координата, кут повороту радіуса-вектора точки A_i , відвернений параметр, який приймає значення від 0 до 1. Однак незалежно від способу задачі параметра, система (11) повністю описує кінчну поверхню.

Таким чином, розроблена модель поверхні дозволяє проектувати культиваторні лапи для різних ґрунтово-кліматичних умов. Крім цього, завдяки кривині такі лапи мають здатність до самоочищення.

Бібліографія

1. Гаврильченко А.С. Параметрический метод проектирования полочных культиваторных лап с криволинейным лезвием / А.С. Гаврильченко // Вісник Харківського державного технічного університету сільськогосподарського виробництва. – Харків: ХДТУСГ, 2003. – С. 224–228.
2. Гаврильченко А.С. Обоснование формы лезвия культиваторной лапы / А.С. Гаврильченко // Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. – Вінниця : ВДАУ, 2004. – Вип. 19. – С. 189–194.
3. Синеоков Г.Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Синеоков Г.Н, Панов И.М. – М. : Машиностроение, 1977. – 327 с.
4. Тищенко С.С. Проектирование стрельчатых культиваторных лап с криволинейным лезвием на основе логарифмической спирали / С.С. Тищенко, А.С. Гаврильченко, В.В. Ботвинский // Науковий вісник Національного аграрного університету. – К. : НАУ, 2004. – Вип. 73. – С. 304–309.
5. Тищенко С.С. Геометрична модель поверхні, кривина якої відмінна від нуля / С.С. Тищенко, В.М. Швайко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Мелітополь, 2012. – Вип. 4, т. 52. – С. 86–90.

Рецензент – доктор технічних наук,
професор **Ю.О. Чурсінов**