

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ КУЛЬТИВАТОРНЫХ ЛАП

Приведено алгоритм проектування складової поверхні культиваторної лапи.

PLANNING OF WORKING SURFACE OF CULTIVATION CLAWS

An algorithm of planning compound surface of cultivation claw is represented in the work.

Многочисленными исследованиями установлено, что при проектировании поверхностей почвообрабатывающих рабочих органов наиболее пригодны поверхности, которые разворачиваются на плоскости [1-3].

Основными исходными данными при проектировании культиваторной лапы являются: тип почвы; углы внешнего φ_1 и внутреннего φ_2 трения, град; φ_3 – угол трения сорняков по стали, град; $2b$ – ширина захвата лапы, мм; h – глубина обработки, мм.

Построение поверхности удобно начинать с выбора угла α установки плоскости лапы к горизонту. Учитывая относительные значения напряжений в почве σ_1 и максимальное перемещения частицы по поверхности лапы η_{\max} , в области допустимых значений можно определить угол α . В соответствии с экспериментальными данными [2] можно рекомендовать следующие значения угла α : до 17° – резание, $17-26^\circ$ – скалывание, выше 26° – рыхление.

Определим угол наклона образующей g в продольно-вертикальной плоскости

$$\alpha_1 = \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sin \gamma_0}. \quad (1)$$

Записываем уравнение цилиндрической поверхности:

$$z = \operatorname{tg} \alpha_1 \left(x - r - \sqrt{r^2 - y^2} \right). \quad (2)$$

Сечение поверхности получаем, подставляя в (2) фиксированные значения координат:

- на плоскости Oxy

$$\alpha_z = \operatorname{tg} \alpha_1 \left(x - r - \sqrt{r^2 - y^2} \right);$$

- на плоскости Oxz

$$z = \operatorname{tg} \alpha_1 \left(x - r - \sqrt{r^2 - \alpha_y^2} \right);$$

- на плоскости Oyz

$$z = \operatorname{tg} \alpha_1 \left(a_x - r - \sqrt{r^2 - \alpha_y^2} \right).$$

Плоскость крыла лапы задаем точками B , C и N . Координаты точек B и C определены ранее. Для определения координат точки N определим промежуточную точку D , которая лежит на лезвии лапы BC . Координата y_D этой точки равна

$$y_D = y_B + \frac{y_C - y_B}{2}. \quad (3)$$

В свою очередь координата x_D равна

$$x_D = x_B + \frac{y_C - y_B}{2 \operatorname{tg} \gamma_0}. \quad (4)$$

Координату z_N найдем, задавшись шириной крыла лапы в средней части. Практически этот размер находится в пределах $l_1 = 40-50$ мм.

В этом случае:

$$z_N = l_1 \sin \alpha. \quad (5)$$

Тогда координаты точки N на плоскости Oxy определим следующим образом

$$x_N = x_D + l_1 \cos \alpha \cdot \sin \gamma_0, \quad (6)$$

$$y_N = y_D - l_1 \cos \alpha \cdot \cos \gamma_0. \quad (7)$$

Запишем уравнение плоскости верхнего обреза

$$z = -\operatorname{tg} \nu y + b_0. \quad (8)$$

Подставив значение координат точки N , через которую проходит плоскость верхнего обреза, получим значения параметра b_0 :

$$b_0 = z_N + y_N \cdot \operatorname{tg} \nu,$$

или

$$b_0 = l_1 (\sin \alpha - \cos \alpha \cos \gamma_0) + \frac{y_C + y_B}{2} \cdot \operatorname{tg} \nu. \quad (9)$$

Решая совместно уравнение цилиндрической части поверхности (1) и плоскости обреза (6) получим линию обреза цилиндрической части на горизонтальной плоскости Oxy

$$x = r - \sqrt{r^2 - y^2} - \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha_1} (\operatorname{tg} \nu \cdot y \cdot b_0), \quad (10)$$

и на лобовой Oyz

$$x = z \left(1 + \frac{1}{\operatorname{tg} \nu} \right) + \sqrt{r^2 - \left(\frac{b_0 - z}{\operatorname{tg} \nu} \right)^2}. \quad (11)$$

Линию обреза крыла лапы получаем, решая совместно уравнение плоскости крыла и плоскости обреза на горизонтальной плоскости проекций Oxy

$$y = -\frac{A}{B \cdot C \cdot \operatorname{tg} \nu} x + \frac{C \cdot b_0 - D}{B - C \cdot \operatorname{tg} \nu} \quad (12)$$

и на профильной плоскости проекций Oxz

$$z = \frac{A}{\operatorname{ctg} \nu \cdot B - C} x + \frac{B \cdot b_0 + D \operatorname{tg} \nu}{B - C \cdot \operatorname{tg} \nu}. \quad (13)$$

Координаты точки перехода E_n цилиндрической части поверхности в плоскость крыла найдем следующим образом.

Так как образующая E_n , по которой производится стыковка поверхностей, параллельна продольной плоскости то, подставляя координату y_B в уравнение плоскости обреза, получим координату z_{E_n} :

$$z_{E_n} = -\operatorname{tg} \nu y_B + b_0. \quad (14)$$

Координату x_{E_n} найдем, подставив координаты y_B и z_{E_n} в уравнение плоскости

$$z_{E_n} = -\frac{1}{A}(By_B + Cz_{E_n} + D). \quad (15)$$

Боковой обрез крыла лапы определяется точками C и C_4 . Координаты точки C определены ранее, а координаты верхней точки C_4 определим, задавшись шириной полузахвата лапы b . Тогда координата x_{C_4} , на основании горизонтальной проекции линии верхнего обреза, будет равна:

$$x_{C_4} = \frac{B \cdot C \cdot \operatorname{tg} \nu}{A} \left(\frac{C \cdot b_0 - D}{B - C \cdot \operatorname{tg} \nu} - b \right). \quad (16)$$

Координату z_{C_4} определим, подставив значение ширины полузахвата b в уравнение плоскости обреза:

$$z_{C_4} = -\operatorname{tg} \nu b + b_0. \quad (17)$$

Сводный алгоритм проектирования поверхности, будет выглядеть следующим образом.

1. Задаемся исходными данными.

2. Определяем радиус цилиндрической части r лапы и угол наклона направляющей плоскости крыла γ_0 .

3. Определяем координаты x_B, y_B точки перехода дуги в прямую.

4. Находим координаты конечной точки x_C, y_C крыла.

5. Определяем угол крошения α .

6. Определяем угол наклона образующей α_1 .

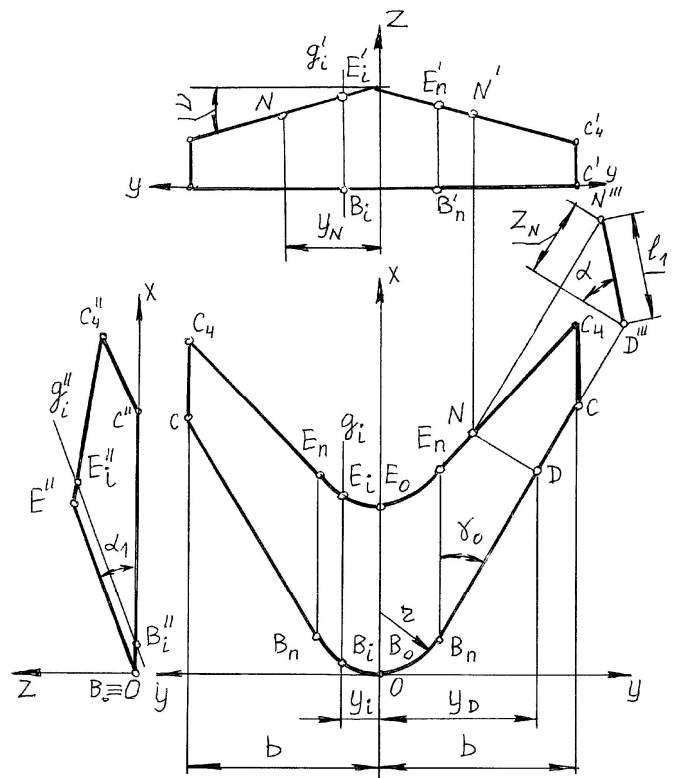


Рис. 1 – Схема построения составной поверхности лапы

7. Для построения каркаса поверхности определяем шаг образующих:

$$y = b/n,$$

где n – число образующих.

8. Положение i -ой образующей определим координатами:

$$y_{i+1} = y_i + \Delta y; \quad x_{i+1} = \sqrt{r^2 - y_{i+1}^2} + r.$$

9. По формулам (6) и (7) определяем координаты x_N, y_N, z_N промежуточной точки N .

10. Определяем параметры ν и b_0 положения плоскости обреза (8).

11. По формулам (10) и (11) вычисляем координаты точек $x_{E_i}, y_{E_i}, z_{E_i}$ верхнего обреза лапы.

12. Подставляя координату y_B в уравнение верхнего обреза лапы, определяем по (14) и (15) координаты точки E_n перехода цилиндра в плоскость.

13. Определяем по (16) и (17) координаты x_{C_4}, z_{C_4} крайней точки C_4 крыла лапы.

14. Сечения поверхности в лобовой проекции строим, задавая координату x фиксированным числом $x_j = \alpha_{x_j}$, где j – номер сечения $j = 1, 2, 3, \dots, m$ для цилиндрической части

$$z_{ji} = \operatorname{tg} \alpha_1 \left(\alpha_{x_j} - r - \sqrt{r^2 - y_{ji}^2} \right),$$

и для плоскости

$$A\alpha_{x_j} + B_y + C_z + D = 0.$$

15. Горизонтальные сечения строим, задавая фиксированную координату $z_k = \alpha_{z_k}$, где $k = 1, 2, 3, \dots, k$, k – номер горизонтального сечения.

Для цилиндрической поверхности координаты точек сечения будут определяться следующим образом:

$$\alpha_{z_k} = \operatorname{tg} \alpha_1 \left(x_{ki} - r - \sqrt{r^2 - y_{ki}^2} \right),$$

а для плоскости крыла:

$$A_x + B_y + C\alpha_{z_k} + D = 0.$$

При графическом построении в системе $Oxyz$ строят окружность радиуса r , к которой проводят касательные под углом γ_0 , получая, таким образом, направляющую кривую. Касание прямых линий к окружности будет происходить в точках B_n .

Ширину крыла $D'''N'''$ в средней части лапы строим методом замены плоскостей проекций, отложив от горизонтали угол α .

На лобовой проекции по координатам y_N и z_N строим лобовую проекцию точки N' , через которую под углом ν проводим лобовую проекцию

верхнего обреза лапы, пересечение верхнего обреза лапы на лобовой проекции дает высшую точку E'_o .

Задавшись рядом образующих g'_i на лобовой проекции получим ряд точек E'_i . Проведя на профильной плоскости проекций проекции образующей g''_i и отложив на них координаты, $z_{E'_i}$ получим горизонтальную и профильную проекцию верхнего обреза цилиндрической части лапы.

Точки C и C_4 получаем, отложив полуширину лапы b по оси Oy .

Выводы. 1. Приведенный алгоритм проектирования составной поверхности культиваторной лапы можно реализовать в любой системе программирования или графически.

2. Графический способ проектирования более прост, чем аналитический и позволяет вносить коррективы в процесс построения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурченко П.Н. Механико-технологические основы почвообрабатывающих машин нового поколения. – М.: ВИМ, 2002. – 211 с.
2. Гуков Я.С. Обробіток ґрунту. Технологія і техніка. – Київ: Видавництво «Нора – прінт», 1999. – 280 с.
3. Синееков Г.Н., Панов И.М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. – М.: Машиностроение, 1977. – 327 с.