

УДК 631.316.002.001.4

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ КУЛЬТИВАТОРНЫХ ЛАП С ЛЕЗВИЕМ ПЕРЕМЕННОЙ КРИВИЗНЫ

Тищенко С.С., к.т.н.

Днепропетровский государственный аграрный университет

Тел.: (056) 7135192

Аннотация – предоставлено конструкцию криволинейного культиваторных лап для уничтожения бурьянов.

Ключевые слова – культиваторны лапы, лезвия, переменная кривизна.

Постановка проблемы. При работе культиваторных лап по их лезвиям происходит движение почвы и сорняков. Разность значений коэффициентов трения почвы и сорняков приводит к обволакиванию сорняками крыльев лап. Это явление приводит к искажению геометрии лезвия, что способствует выглублению лап. К тому же, значительно уменьшается количество уничтоженных сорняков, а при предпосевной обработке искажается профиль дна борозды, что отрицательно сказывается на всхожести семян. Поэтому устранение обволакивания культиваторных лап сорняками способствует качеству обработки почвы, благоприятно сказывается на всхожести семян.

Анализ последних исследований. Для обеспечения смещения сорняков к концу крыла лезвия и их сходу, в том случае, когда лезвие имеет прямолинейную форму, предлагается угол раствора крыльев лап принимать в зависимости от величины угла трения сорняков по металлу или почве [1, 6]. Ряд авторов предлагает при обосновании угла раствора крыльев лап учитывать коэффициент трения почвы по металлу [3,5]. Однако при работе культиваторных лап с прямолинейным лезвием, независимо от обоснования угла раствора крыльев лап, наблюдается обволакивание и нависание сорняков на концах крыльев лап [2]. Для обеспечения движения и схода сорняков с культиваторных лап было предложено выполнять лезвие культиваторной лапы криволинейным, кривизна которого изменялась по закону логарифмической спирали [7, 8]. Однако в ряде случаев, когда изменяется коэффициент трения скользящих по лезвию материалов (почвы, сорняков, растительных остатков), выполнение лезвия по логарифмической спирали не всегда обеспечивало сход сорняков.

Поэтому целью исследований стала разработка культиваторной лапы, кривизна лезвия которого обеспечивала гарантированный сход сорняков.

Основная часть. Рассмотрим движение частицы почвы или растительных остатков по криволинейному лезвию, приняв при этом следующие допущения:

- комок почвы или растительных остатков представляет собой частицу, масса которой m_0 сосредоточена в ее центре тяжести;
- размеры частицы малы по сравнению с размерами рабочего органа;
- движение почвы относительно рабочего органа происходит с постоянной скоростью V ;
- направление скорости движения почвы V совпадает с направлением оси Ox (рис. 1).

Тогда скорость движения почвы V при вступлении на кривую можно разложить на две составляющие:

$$V_t = V \cos \gamma \quad \text{и} \quad V_n = V \sin \gamma,$$

где γ – угол между касательной к кривой и осью Ox , град.

Нормальное ускорение частицы равно

$$a_N = \frac{V_t^2}{R(s)} = \frac{V^2 \cos^2 \gamma}{R(s)}, \quad (1)$$

где $R(s)$ – радиус кривизны в функции длины дуги s .

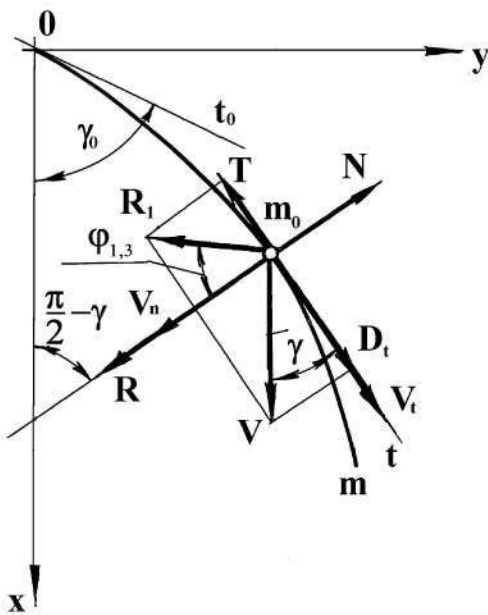


Рис. 1. Схема сил, действующих на частицу при движении по кривой

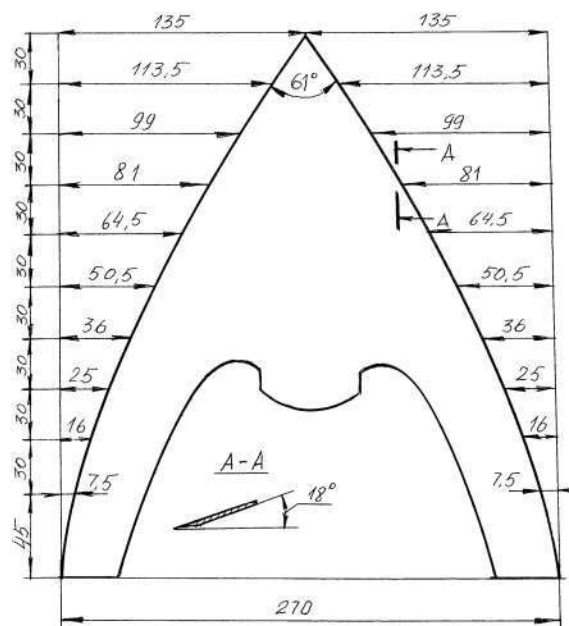


Рис. 2. Профиль криволинейного лезвия лапы

При движении по кривой на частицу будут действовать силы:

- тангенциальная составляющая силы динамического напора

$$D_t = D \cdot \cos \gamma = \rho \cdot s_0 \cdot V^2 \cdot \cos^2 \gamma = \rho \cdot s_0 \cdot V_t^2$$

- сила трения

$$T = f \cdot N,$$

где ρ - плотность частицы, кг/м^3 ;

s_0 - площа поперечного сечення частини, m^2 ;

N - нормальна сила реакції, Н;

f - один из коефіцієнтів тертя: ґрунту по сталі или растительных остатков по сталі.

Для забезпечення руху частини по кривій необхідно спостерігати умови, при яких тангенціальна складова сили динамічного напора повинна збільшуватися з просування по лінії к обрізу крила лапи.

Ураховуючи вираження для нормального прискорення (1) нормальна сила реакції дорівнює:

$$N = m_0 a_n = \frac{m_0 V_t^2}{R(s)} = \frac{m_0 V \cos^2 \gamma}{R(s)}. \quad (2)$$

Обозначив для краткості $k_0 = \rho \cdot s_0$, запишемо динамічне рівняння руху частини по кривій m :

$$m \frac{dV_t}{dt} = D_t - T = D_t - f \cdot N.$$

Представив значення нормальної реакції (2) і ураховуючи, що $dt = \frac{V_t}{ds}$, можна записати отримане рівняння наступним чином:

$$m_0 \cdot V_t \cdot \frac{dV_t}{ds} = k_0 V_t^2 - f \frac{m_0 V_t^2}{R(s)}.$$

Ураховуючи, що кривизна кривої дорівнює:

$$\frac{d\gamma}{ds} = \frac{1}{R(s)},$$

проведя перетворення і інтегруючи, отримаємо наступне вираження, описуюче лезвіє лапи:

$$y = \frac{1}{A} \times \left[x \ln x B - 2(x + B + A) \times \ln(x + B + A) \right], \quad (3)$$

де $A = \sqrt{2ctg\gamma_0 + f \frac{m_0^2}{k_0^2} (\sin \gamma_0 + \cos \gamma_0)^2}$, $B = f \frac{m_0}{k_0} (\sin \gamma_0 + \cos \gamma_0)$.

Постійна інтегрування C_2 дорівнює нулю, так як крива виходить з початку координат. Відмінною рисою рівняння (3) є те, що кривизна кривої забезпечує перевищення сили динамічного напора над силою тертя незалежно від коефіцієнта тертя.

При проектуванні лезвіє лапи по вираженню (3) слід приймати той коефіцієнт тертя, який вище. Наприклад, коефіцієнт тертя ґрунту вище, ніж сорняків, тому необхідно приймати коефіцієнт тертя ґрунту по металу, так як в цьому випадку необхідно забезпечити рух потоку ґрунту, який буде зміщати сорняки к кінцю крила лапи.

Для проверки теоретических исследований были изготовлены лапы с криволинейным лезвием, которые имели следующие параметры: ширина захвата $b = 270$ мм; начальный угол раствора лезвия лапы $\gamma_0 = 30^\circ$ (рис. 2).

При определении количества сорняков, уничтоженных культиваторными лапами, было отмечено, что сорняки с длинной корневой системой большей, чем глубина обработки не всегда подрезаются лезвием лапы, часть из них уничтожаются корчеванием. При этом вследствие рыхления почвы, наблюдается потеря контакта корневой системы с почвой. В результате движения почвы под действием лапы наблюдается полная или частичная потеря контакта, когда корни сорняка оказываются на поверхности поля. Поэтому при установлении степени уничтожения сорняков учитывали те из них, корни которых выносились на поверхность поля.

Выводы. Сравнительные испытания культиваторных лап показали, что на междурядной обработке пропашных культур лапы с криволинейным лезвием обеспечивают уничтожение сорняков в среднем на 90,7 %, что на 13,6 % больше, чем стандартные, имеющие прямолинейное лезвие.

Литература.

1. *Бахмутов В.А.* Исследование явления залипания рабочих органов почвообрабатывающих машин и борьба с ним / В.А. Бахмутов // Земледельческая механика: труды ВАСХНИЛ. – М., 1961. – Т. VI. – С. 23 - 31.
2. *Васильковский С.М.* Работа культиваторов в условиях Среднего Поволжья / С.М.Васильковский // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1974. – № 2. – С. 14 - 17.
3. *Васильковский С.М.* Исследование сопротивления почвы движению культиваторной лапы / С.М.Васильковский, В.В. Клюев. – Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1987. – № 4. – С. 37.
4. *Гаврильченко А.С.* Обоснование формы лезвия культиваторной лапы / А.С. Гаврильченко // Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. – Вінниця. – 2004. – Вип. 19. – С. 189 - 194.
5. *Попов И.Ф.* О влиянии раствора почвообрабатывающего клина и лезвий лап культиваторов / И.Ф. Попов // Земледельческая механика: труды ВАСХНИЛ. – М., 1969. – Т. XII. – С. 345 - 348.
6. *Синеоков Г.Н.* Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синеоков И.М. Панов. – М.: Машиностроение, 1977. – 327 с.
7. *Тищенко С.С.* К динамике движения сорняков по полевой культиваторной лапе / С.С. Тищенко, А.С.Гаврильченко, Б.А. Волик // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодерж. Міжвідомч. науково-техн. збірник. – Кіровоград: КДТУ, 2003. – Вип. 33. – С. 95 - 99.
8. *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.

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ КУЛЬТИВАТОРНИХ ЛАП З ЛЕЗОМ ЗМІННОЇ КРИВИЗНИ

Тищенко С.С.

Анотація

Наведено конструювання криволінійного леза культиваторних лап для знищення бур'янів. Результати порівнювальних досліджень стандартних культиваторних лап та лап з криволінійним лезом свідчать про те, що відсоток бур'янів, знищених лапами з криволінійним лезом, вище.

THE CONSTRUCTION OF CULTIVATOR'S, LEGS WITH CURVILINEAR BLADES

S. Tishchenko

Summary

It is given a construction of cultivator's legs with curvilinear blades for weed extermination. The results of comparison cultivator's legs standard investigations and legs with curvilinear blades indicate that percentage of weed extermination by legs with curvilinear blades is higher.