

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СЕМЯПРОВОДА

Гайбулаев Зайниддин Хайриевич

доцент кафедры “Механика” Бухарского инженерно-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: zxgaybullayev@mail.ru

Азизов Бахтиёр Абдувохидович

Старший преподаватель, Бухарского инженерно-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: babduvoxidovich@mail.ru

Саврийев Йулдош Сафарович

ассистент, Бухарского инженерно-технологического института, Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: syoldosh87@mail.ru

PARAMETER DETERMINATION OF THE DRILL TUBE

Zayniddin Gaybulayev

Associate Professor of “Mechanics” Chair, Bukhara Institute of Engineering and Technology,
the Republic of Uzbekistan, Bukhara

Bakhtiyor Azizov

Senior Lecturer, Bukhara Institute of Engineering and Technology,
the Republic of Uzbekistan, Bukhara

Yuldosh Savriyev

Assistant, Bukhara Institute of Engineering and Technology,
the Republic of Uzbekistan, Bukhara

АННОТАЦИЯ

Проблема отыскания профиля минимального тягового сопротивления относится к вариационному исчислению. Ее решение основано на законе, выражающем зависимость динамического давления почвы, испытываемого рабочим органом почвообрабатывающей машины, от формы рабочей поверхности. Установлено, что геодезическая линия регулярной цилиндрической поверхности, имеющая в любой из своих точек общую касательную с направляющей, проходящей через эту точку совпадает с данной направляющей. Получены экспериментальные данные, которые будут использованы для оптимизации основных параметров рабочих органов глубокорыхлителя.

ABSTRACT

The problems of finding the profile of minimum traction resistance refers to the calculus of variations. Its solution is based on a law expressing the dependence of the dynamic pressure of the soil, tested by the working body of the tillage machine, on the shape of the working surface. It has been established that the geodesic line of a regular cylindrical surface that has a tangent at any of its points with a guide passing through this point coincides with this guide. The obtained experimental data will be used to optimize the main parameters of the working bodies of the deep-ripper.

Ключевые слова: почвообрабатывающий рабочий орган, рыхлитель, почвы, профильная линия, долотообразный рабочий орган, семена.

Keywords: Tillage working body, cultivator, soil, profile line, chisel working body, seeds.

Рассматривается вопрос об определении параметров профильной линии семяпровода позволяющий добиться заранее известной скорости семени в момент его вылета. Равномерность распределения семян вдоль рядка зависит не только от качества работы высевающего аппарата, но и от других факторов, в том числе от раскатывания семян по дну

борозды и их отражения от него, т.е. от горизонтальной и вертикальной составляющих скорости семени в момент его падения на дно борозды. Горизонтальная составляющая абсолютной скорости семени в момент его вылета из высевающего аппарата близка к поступательной скорости посевного агрегата ввиду

малости относительной скорости семени. Из сказанного следует, что при посеве имеет место существенное искажение параметров исходного потока семян, образуемого высевальным аппаратом. Это приводит к большим нарушениям равномерности распределения семян вдоль рядка. В пропашных сеялках с двухдисковыми семенами направляются из высевального аппарата на дно борозды через семяпровод саблевидной формы. Благодаря этому каждое семя движется по одной и той же траектории, определяемой профильной кривой семяпровода. Критерий выбора заключается в следующем: при выходе из семяпровода скорость семени в его относительном движении должна быть направлена противоположно поступательной скорости машины; абсолютная величина вышеуказанной относительной скорости должна быть достаточной для того, чтобы настолько уменьшить переносную, т.е. приобретенную благодаря движению вместе с машиной, скорость семян, что их раскатывание по дну борозды исключается. Ниже рассматривается вопрос о выборе профильной кривой, удовлетворяющей сформулированному критерию [3]. Любую подвижную систему координат, жестко связанную с семяпроводом, допустимо считать, с высокой степенью точности, инерциальной, вследствие чего движение семени по отношению к ней (в частности – его перемещение в семяпроводе) описывается так же, как и его движение относительно неподвижной системы отсчета. Линейные размеры семени пренебрежимо малы по сравнению с расстояниями, проходимыми им в семяпроводе. Отсюда следует, что движение семени в семяпроводе может быть описано, с достаточной для практических целей точностью, как движение материальной точки по линии пересечения L внутренней поверхности семяпровода с его плоскостью симметрии.

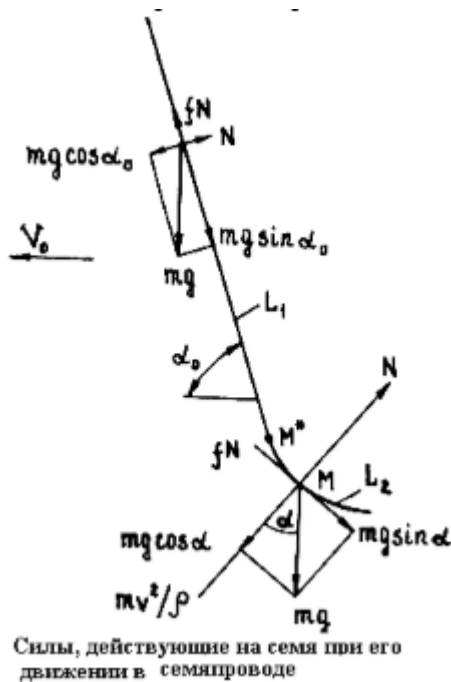


Рисунок 1.

Пусть \vec{V}_0 – средняя скорость сеялки во время совершаемого ею рабочего процесса; m – масса семени; M_t – точка линии L , определяющая положение семени в момент времени t ; \vec{g} – ускорение свободного падения; K – выбранная произвольным образом система координат, неподвижная относительно семяпровода; O – ее начало отсчета; $\vec{r}(t)$ – векторная функция, заданная равенством $\vec{r}(t) = \overline{OM}_t$, вследствие чего векторное параметрическое уравнение кривой L в системе координат K представимо в виде $\vec{r} = \vec{r}(t)$ (функция $\vec{r}(t)$ обладает непрерывными производными первого и второго порядков для всех t ; будем предполагать, что $\vec{r} \neq 0$ при любом t); $\vec{v} = \dot{\vec{r}}(t) = \dot{\vec{r}}$; M_0 – начало траектории точки M_t ; $s = s(t)$ – длина дуги M_0, M_t кривой L ; $\tau = \tau_t$ и $\vec{\vartheta} = \dot{\vec{\vartheta}}(t)$ – единичные векторы касательной и нормали к линии L в точке k M_b ; $k = k(s)$ – кривизна траектории L в точке, криволинейная абсцисса которой равна s ; $\rho = 1/k$;

\vec{F} – главный вектор системы активных сил, действующих на семя во время его движения в семяпроводе; N – абсолютная величина силы нормального давления семени на внутреннюю поверхность семяпровода; \vec{R} – главный вектор системы диссипативных сил, приложенных к семени в ходе его перемещения вдоль линии L ; f – коэффициент трения семени о внутреннюю поверхность семяпровода. Функции $\vec{\tau}, \vec{v}$ и могут быть выражены также через S . Будем писать в этом случае $\vec{\tau}(s), \vec{v}(s)$ и $\vec{\vartheta}(s)$. Благодаря введению натурального параметра s направления векторов $\vec{\tau}$ и \vec{v} однозначно определены равенством.

$\vec{\tau} = d\vec{r} / ds$ и первой формулой Френе $\vec{v} = \rho(d\vec{r}/ds)$. В дальнейшем из контекста будет ясно, считается ли t или s независимой переменной.

В качестве системы отсчета K примем лежащую в плоскости траектории L прямоугольную систему координат OXY . Ее начало O совмещено с точкой M_0 , луч (оут) направлен вертикально вниз, а положительное направление оси абсцисс выбрано так, что линия L лежит в первой координатной четверти. Положим

$$\alpha = \alpha(s). \text{ Тогда (рисунок) } \vec{g} = g(\sin \alpha \vec{\tau} - \cos \alpha \vec{\gamma}). \quad (1)$$

В силу инерциальности системы отсчета K и теоремы об освобождении механической системы от наложенных на нее связей уравнением относительного движения семени будет

$$m \ddot{\vec{r}} = \vec{F} + N\vec{v} + \vec{R}, \quad (2)$$

причем

$$\ddot{\vec{r}} = \frac{d}{dt} (v \vec{\tau}) = \dot{v} \vec{\tau} + \frac{v^2}{\rho} \vec{v}; \quad (3)$$

$$\vec{F} = m \vec{g}; \quad (4)$$

$$\text{где } \vartheta \frac{d\vec{\tau}}{dt} = \vartheta \frac{v}{\rho} \vec{\gamma} \vec{R} = -f N \vec{\tau} \quad (5)$$

На основании (1)...(5)

$$m \dot{v} \vec{\tau} + \frac{m v^2}{\rho} \vec{v} = mg (\sin \alpha \vec{\tau} - \cos \alpha \vec{\gamma}) + N \vec{v} - f N \vec{\tau}. \quad (6)$$

Из (6) и линейной независимости векторов $\vec{\tau}$ и $\vec{\nu}$ следует, что [2]

$$m \dot{v} = mg \sin \alpha - f N ; \quad (7)$$

$$\frac{m v^2}{\rho} = -mg \cos \alpha + N . \quad (8)$$

Исключение нормальной реакции N из (7) и (8) приводит к уравнению [2]:

$$\dot{v} + f \frac{v^2}{\rho} = g (\sin \alpha - f \cos \alpha) . \quad (9)$$

Второе слагаемое левой части (9) представимо также в виде $f k v^2$.

Пусть семяпровод выполнен так, что верхняя часть L_1 линии L – отрезок прямой, а нижняя – дуга кривой, причем в их общей точке M функция $\vec{\tau}(s)$ непрерывна, $\alpha(s)$ имеет непрерывную производную первого порядка, а $k(s)$ претерпевает разрыв первого рода. Тогда вдоль L_1 имеют место равенство $\alpha = \alpha_0 = \text{const}$, $k = 0$, вследствие чего (2.9) принимает вид $\dot{v} = g (\sin \alpha - f \cos \alpha_0)$, т.е.

$$\ddot{s} = \frac{\sin(\alpha_0 - \varphi)}{\cos \varphi} g, \varphi = \arctg f . \quad (10)$$

Начальными условиями будут

$$S(0) = 0, \dot{s}(0) = v_0 . \quad (11)$$

В силу (10) и (11) интегрируя эту формулу два раза получил

$$S = v_0 t + \frac{\sin(\alpha_0 - \varphi)}{2 \cos \varphi} g t^2 . \quad (12)$$

Для описания движения семени вдоль нижней части семяпровода представим (9) в форме [2]:

$$\frac{dv^2}{ds} + \frac{2f}{\rho} v^2 = 2g (\sin \alpha - f \cos \alpha) , \quad (13)$$

Откуда

$$v^2 = e^{-2f \int \frac{ds}{\rho}} \left[L + 2g \int (\sin \alpha - f \cos \alpha) l^{2f} \int \frac{ds}{\rho} ds \right] , \quad (14)$$

где L – постоянная интегрирования.

Согласно определению кривизны, $d\alpha / ds = k$. Значит, с точностью до постоянного слагаемого,

$$\int \frac{ds}{\rho} = \alpha(s) . \quad (15)$$

Из (14) и (15) следует, что

$$v^2 = e^{-2f\alpha} [L + 2g \int l^{2f\alpha} (\sin \alpha - f \cos \alpha) ds] . \quad (16)$$

Пусть L_2 – дуга окружности радиуса длины R . тогда

$$S = R\alpha . \quad (17)$$

На основании (16) и (17)

$$v^2 = L e^{-2f\alpha} + \frac{2Rg}{1+4f^2} [f \sin \alpha - (1 + 2f^2) \cos \alpha] . \quad (18)$$

В силу (18) и начального условия $v|_{\alpha=\alpha_0} = v_0$

$$v^2 = \left\{ v_0^2 - \frac{2Rg}{1+4f^2} [f \sin \alpha_0 - (1 + 2f^2) \cos \alpha_0] \right\} \int l^{2f(\alpha_0 - \alpha)} + \frac{2Rg}{1+4f^2} [f \sin \alpha - (1 + 2f^2) \cos \alpha] . \quad (19)$$

С помощью формулы (19) могут быть определены параметры линии L , позволяющие добиться заранее заданной скорости семени в момент его вылета из семяпровода. Пусть Δ – разность скорости сеялки и горизонтальной составляющей относительной скорости \vec{v} семени в вышеуказанный момент. Если $V_0 \leq 1$ м/с, высота падения семени на дно борозды не превышает 2 см, то практически не наблюдается перераспределение семян в рядке. Пусть \vec{v}^* – скорость (в системе отсчета K) вылета семени из семяпровода. Если $v^* = 2,5$ м/с а $6 \text{ km/h} \leq V_0 \leq 12$ км/ч (т.е. $1,67$ м/с $\leq V_0 \leq 3,33$ м/с), то $0 \leq \Delta v \leq 0,83$ м/с, причем относительная скорость $\Delta \vec{v}$ для $v^* < 2,5$ м/с направлена вектору \vec{V}_0 , а при $v^* > 2,5$ м/с – сонаправлена ему. Выполненные по формулам (12) и (19) расчеты показывают, что требуемая относительная скорость $v^* = 2,5$ м/с достигается при $\alpha_0 = 75^\circ$; длине отрезка L , равной 480 мм; $f = 0,3$; $\rho = 60$ мм; $\alpha = 0$ на нижнем конце дуги L_2

Список литературы:

1. Нефедов, Б.А. Изыскание профильной линии почвообрабатывающего рабочего органа минимальное энергозатраты. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Б.А. Нефедов, Н.М. Флайшер. – М., 1989. – С. 56.
2. Попов М.В. Теоретическая механика М. Наука 1986. – 336 с.
3. Цлаф Л.Я. Вариационные исчисления и интегральные уравнения. М., 1966. – 176 с.