

УДК.631.314.4

Сопротивление почвы внедрению режущей кромки горизонтально расположенного переднего ножа планировщика

Хикматов П.Г., Хасанов И.С., Кучкаров Ж.
ТИИМСХ БФ

Аннотация. В статье приведено определение тягового сопротивления рабочего органа планировщика.

Аннотация. Мақолада ер текислагич ишчи органи тортишиши қаришилигини аниқлаш буйича назарий тадқиқотлар келтирилган.

The summary. In article theoretical research by definition of traction resistance of working body of the scheduler is resulted.

Резание почвы передним ножом ковша планировщика можно рассматривать как сочетание резания клином и лезвием [1].

Режущая кромка ножа, т.е., вершина двугранного угла, образованного плоскостями АВ и AD (рис1), сминая и раздвигая частицы почвы, действует на неё как лезвие, в то время как плоскость АВ, расположенная под углом к траектории движения ножа, действует как передняя грань клина.

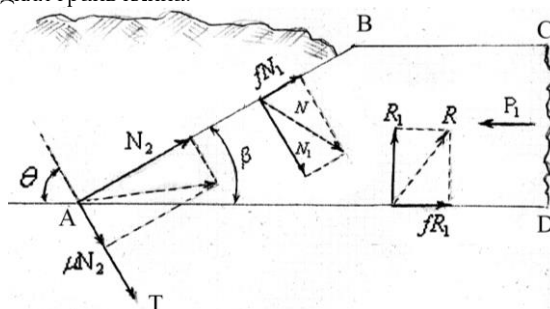


Рис. 1.

При перемещении ножа, в грунте на его рабочую плоскость АВ действует сила N (рис1) со стороны срезанного слоя почвы. Вторая сила R действует на плоскость AD со стороны поверхности ниже слоя резания. Каждую из них можно рассматривать, в свою очередь, как равнодействующую двух сил: нормальной к поверхности (N_1 и R_2) и касательной к ней (fN_1 и fR_2). Нормальная сила N_1 представляет собой, сопротивление деформированию набираемой почвы расположенной перед гранью АВ, а сила R_1 - реакцию со стороны основания срезанной поверхности (поверхность ниже слоя резания). Касательные силы, действующие по рабочим плоскостям ножа, появляются в результате трения его о почву. [2]

Проектируя силы, действующие на нож, на горизонтальную и вертикальную ось, получим следующие уравнения:

$$P_1 = fN_1 \cos \beta + fR_1 + N_1 \sin \beta; \quad (1)$$

$$R_1 = N_1 \cos \beta - fN_1 \sin \beta; \quad (2)$$

Откуда
$$P_1 = N_1 [(1 - f^2) \sin \beta + 2f \cos \beta] \quad (3)$$

Проектируя действующие силы на плоскость сдвига и плоскость, перпендикулярную к ней, получим:

$$T + fN_2 - N_1 \cos \left[\frac{\pi}{2} - (\beta + \theta) \right] - fN_1 \cos(\beta + \theta) = 0$$

Или
$$T + \mu N_2 - N_1 [\sin(\beta + \theta) + f \cos(\beta + \theta)] = 0; \quad (4)$$

$$N_2 = N_1 [f \sin(\beta + \theta) - \cos(\beta + \theta)] \quad (5)$$

Подставив значение N_2 из уравнения (5) в уравнение (4) получим:

$$T + \mu N_1 [f \sin(\beta + \theta) - \cos(\beta + \theta)] - N_1 [\sin(\beta + \theta) + f \cos(\beta + \theta)] = 0$$

Откуда

$$N_1 = \frac{T}{\sin(\beta + \theta)(1 - \mu f) + \cos(\beta + \theta)(\mu + f)} \quad (6)$$

Выразим T через напряжение сдвига (τ) и площадь среза F, тогда

$$T = \tau * F = \frac{l \cdot h}{\sin \theta} * \tau ;$$

Где l - длина ножа;

h - глубина резания (толщина срезанного слоя).

Тогда

$$N_1 = \frac{lh\tau}{\sin\theta[\sin(\beta + \theta)(1 - \mu * f) + \cos(\beta + \theta)(\mu + f)]} \quad (7)$$

Подставляя, значение N_1 из уравнения (7) в уравнения (3) получим:

$$P_1 = \frac{\tau * l * h[\sin\beta(1 - f^2) + 2f \cos\beta]}{\sin\theta[\sin(\beta + \theta) * (1 - \mu * f) + \cos(\beta + \theta) * (\mu + f)]} \quad (8)$$

Условия, обеспечивающие минимальное усилие внедрения ножа в почву, можно определить из анализа выражения, находящегося в знаменателе, так как числитель является постоянной величиной. [3]

Продифференцировав уравнение (8) по θ и приравняв производную нулю, получим:

$$\frac{\sin(\beta + 2\theta)}{\cos(\beta + 2\theta)} = -\frac{\mu + f}{1 - \mu * f} = \text{tg}(\beta + 2\theta)$$

Заменяя коэффициенты трения μ и f углами трения φ и ρ , получаем:

$$\beta + 2\theta = 180 - (\varphi + \rho)$$

Минимальное значение ρ , будет при

$$\theta = 90 - \frac{\varphi + \rho + \beta}{2}$$

Таким образом, уравнение (8) даёт возможность аналитическим путем определить усилие внедрения ножа в почву.

По результатам проведённых экспериментов в почвенном канале пришли к выводу, что сопротивление горизонтально расположенного ножа по сравнению расположенного под углом почти на 40% ниже. Это объясняется тем, что лобовая площадь наклонного ножа гораздо больше по сравнению лобовой площадью ножа, расположенного горизонтально.

Сопротивление, возникающее при движении почвы по поверхности горизонтально расположенный переднего ножа ковша планировщика можно определить по весу срезанной почвы, проходящего по поверхности ножа.

Срезания почвы при движении переднего ножа продвигаясь по его поверхности оказывает сопротивление.

$$P_2 = G * f = f * b * l * h * \gamma * f \quad (9)$$

Где G - вес, поступающего на поверхность переднего ножа, слоя почвы (на горизонтальную рабочую плоскость ВС)

f – коэффициент трения почвы о сталь;

b – ширина переднего ножа;

l – длина переднего ножа;

h – толщина срезающего слоя почвы;

γ - удельный вес почвы, проходящего на поверхности переднего ножа.

Общее сопротивление переднего ножа будет

$$P_{\text{общ}} = P_1 + P_2$$

Литература:

1. В.П.Горячкин. том I, Раздел «Теория резания» Издательство «Колос» Москва, 1968 г. (стр.37 – 45).
2. «Вопросы земледельческой механики» Раздел «Работа ковшей напорного действия» Минск, 1960 г. (стр. 55 – 62).
3. «Интенсификация и оптимизация машинных процессов возделывания не хлопковых культур» УзбАСХН, Ташкент 1991г. (стр. 3 – 12).