



ТЯГОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ СОШНИКА

ПАВЛОВ Иван Михайлович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

САРСЕНОВ Амангельды Естаевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

Приведена методика расчета тягового сопротивления двухдискового сошника с установленной на нем прижимной пластиной. Определены составляющие баланса тягового сопротивления, установлена зависимость от глубины посева.

Энергозатраты на выполнение технологической операции во многом определяют эффективность применяемой машины и себестоимость продукции. К этой составляющей относится тяговое сопротивление сеялки, включающее в себя сопротивление перекачиванию R_k колес, нагруженных весом сеялки, по рыхлой неупругой поверхности, подготовленной к севу пашни; сопротивление R_c загруженных в почву сошников; сопротивление $R_{тр}$ трения во втулках колес и в механизмах, передающих движение валику высеваящих аппаратов; сопротивление $R_{уд}$ от случайных толчков и ударов, испытываемых сеялкой во время работы; рабочее сопротивление $R_{ва}$ катушек или других устройств высеваящего аппарата.

Из указанных сопротивлений наиболее существенными являются первые два, которые в основном определяют энергозатраты на технологическую операцию. Рассмотрим сопротивление сошника R_c .

Усовершенствованный двухдисковый сошник [4] оснащен прижимной пластиной 2 (рис. 1), расположенной между плоскими дисками 1. Диски прикреплены к корпусу под углом 10° друг к другу. В процессе работы диски врезаются в почву, каждый диск прорезает слой почвы на определенную глубину и раздвигает его в поперечном направлении, формируя бороздку. Установленная сзади дисков прижимная пластина, перемещаясь вместе с сошником, прижимает семена к дну и выравнивает их по глубине заделки, раздавливая при этом и попавшие на дно комочки почвы.

Тяговое сопротивление сошника R_c складывается из сил сопротивления:

резанию слоя почвы диском R_p , смятию фаской R_ϕ , боковой поверхности диска $F_{д.б}$, трения боковой поверхности диска о почву $F_{т.б}$; деформатора прижимной пластины F_d , трения деформатора прижимной пластины о почву $F_{т.д}$, вдавливанию семян и почвенной массы хвостовиком прижимной пластины F_x и силы трения хвостовика прижимной пластины о почву $F_{т.х}$ (см. рис. 1).

$$R_c = 2(R_p + R_\phi + F_{т.ф} + F_{д.б} + F_{т.д.б}) + F_d + F_{т.д} + F_x + F_{т.х} . \quad (1)$$

Рассмотрим составляющие выражения (1).

Сила сопротивления резанию режущей кромкой диска R_p , Н [1–3]:

$$R_p = K_p \delta h , \quad (2)$$

где K_p – удельное сопротивление резанию, Н/м²; δ – толщина плоского диска, м; h – глубина хода дисков, равная глубине заделки семян, 0,05...0,08 м.

Сила сопротивления смятию фаской заточенной части диска R_ϕ , Н:

$$R_\phi = S_\phi k_\phi , \quad (3)$$

где S_ϕ – площадь поверхности фаски; k_ϕ – удельное сопротивление почвы деформации, Н/м².

Сила трения почвы по фаске $F_{т.ф}$, Н:

$$F_{т.ф} = K_p \delta h f . \quad (4)$$

Сила сопротивления почвы деформации боковой поверхностью диска $F_{д.б}$, Н (рис. 2):

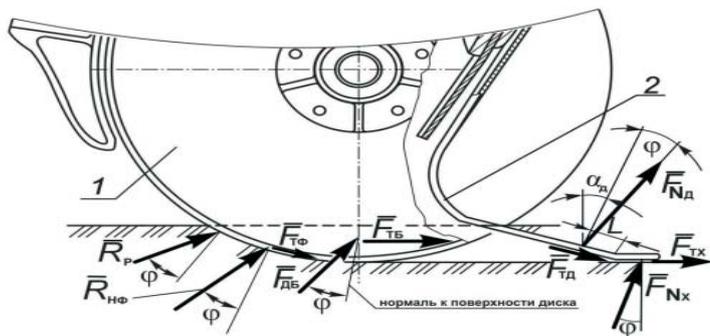


Рис. 1. Расчетная схема к определению тягового сопротивления усовершенствованного сошника: 1 – плоские диски; 2 – прижимная пластина

где $\cos \frac{\mu}{2} = \frac{x}{R}$.

Тогда $dx = -\frac{R}{2} \sin \frac{\mu}{2} d\mu$.

Если $x = R$, то $\frac{\mu}{2} = 0 \Rightarrow \mu = 0$.

Если $x=R-h$,

то $\cos \frac{\mu}{2} = \frac{R-h}{R} \Rightarrow \frac{\mu}{2} = \arccos \frac{R-h}{R}$.

$$\mu = 2 \arccos \frac{R-h}{R} \quad (8)$$

Полученные значения подставим в уравнение (7) и после проведения математических преобразований получим

$$S_{\text{сег}} = R^2 \arccos \frac{R-h}{R} - (R-h) \sqrt{2Rh-h^2} \quad (9)$$

Сила трения боковой поверхности диска о почву $F_{\text{тр.б}}$, Н:

$$F_{\text{тдб}} = F_{\text{дб}} f \quad (10)$$

Сила сопротивления деформатора прижимной пластины F_d , Н

$$F_d = S_d p, \quad (11)$$

где S_d – площадь деформатора прижимной пластины, м²; p – давление, необходимое для создания потребной плотности почвы и действующее на деформатор прижимной пластины, Н/м².

Наклонная часть прижимной пластины выполнена с сужением, площадь деформатора A_d , м²:

$$S_d = \frac{1}{2} (a_d + b_d) h_d, \quad (12)$$

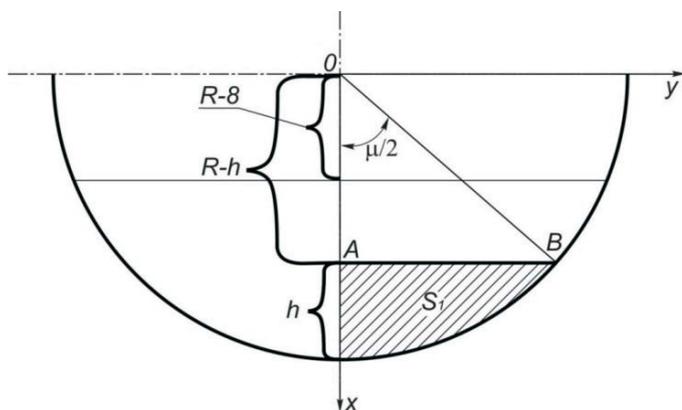


Рис. 2. Расчетная схема к определению площади сегмента диска сошника

$$F_{\text{дб}} = S_{\text{сег}} k_{\text{п}}, \quad (5)$$

где $S_{\text{сег}}$ – площадь сегмента диска на уровне поверхности поля при глубине хода h .

Формирование бороздки осуществляется заглубленной частью диска – сегментом. Площадь сегмента, м²:

$$S_{\text{сег}} = \frac{1}{2} (\mu - \sin \mu) R^2, \quad (6)$$

где μ – центральный угол сектора, образованный диском на уровне поверхности поля при глубине хода h ; R – радиус угла сегмента, равный радиусу сошника.

$$S_{\text{сег}} = 2S_1 = 2 \int_D dx dy = 2 \int_{R-h}^R dx \int_0^{\sqrt{R^2-x^2}} dy = 2 \int_{R-h}^R \sqrt{R^2-x^2} dx \quad (7)$$

Сделав замену переменной, из треугольника OAB определим

$$x = OA = OB \cos \frac{\mu}{2} = R \cos \frac{\mu}{2},$$



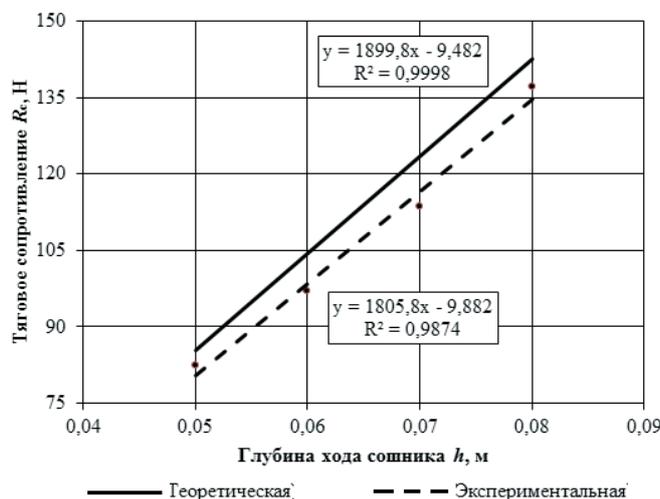


Рис. 3. Зависимость тягового сопротивления сошника от глубины хода сошника

где a_d, b_d – ширина соответственно верхнего и нижнего основания деформатора прижимной пластины, м; h_d – высота, м.

Сила трения деформатора прижимной пластины о почву $F_{тд}$, Н:

$$F_{тд} = F_d f \quad (13)$$

Сила сопротивления вдавливанию семян и почвенной массы хвостовиком прижимной пластины F_x , Н:

$$F_x = S_x p, \quad (14)$$

где S_x – площадь хвостовика прижимной пластины, м²; p – давление, необходимое для создания потребной плотности почвы, Н/м².

Сила трения хвостовика прижимной пластины о почву $F_{тх}$, Н:

$$F_{тх} = F_x f \quad (15)$$

По результатам расчетов для дискового сошника диаметром дисков 0,35 м построены графические зависимости его тягового сопротивления от глубины хода (рис. 3).

Лабораторные исследования сошника проводили при фиксированной скорости движения.

Полученные значения тягового сопротивления усовершенствованного сошника будут полезны при выборе состава посевных агрегатов и шлейфа машин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Босой Е.М., Верняев О. В., Смирнов И.И. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин / под ред. Д. В. Босого. – М.: Машиностроение, 1978. – 566 с.
2. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы. – М.: Колос, 1980. – 671 с.
3. Синеоков Г.Н., Панов И.М. Теории и расчет почвообрабатывающих машин. – М.: Машиностроение, 1977. – 328 с.
4. Павлов И.М., Перетятыко А.В., Сарсенов А.Е. Повышение эффективности дисковых сошников // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 12. – С. 58–60.

Павлов Иван Михайлович, д-р техн. наук, проф. кафедры «Механика и инженерная графика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Сарсенов Амангельды Естаевич, аспирант кафедры «Механика и инженерная графика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410056, г. Саратов, ул. Советская, 60.

Тел.: (8452) 74-96-22.

Ключевые слова: посев; двухдисковый сошник; прижимная пластина; тяговое сопротивление; трение.

COULTER'S TRACTION RESISTANCE

Pavlov Ivan Mikhaylovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the chair "Mechanics and Engineering Graphics", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Sarsenov Amangeldy Estaevich, Post-graduate Student of the chair "Mechanics and Engineering Graphics", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: seeding; two-disc coulter; pressure plate; tractive resistance; friction.

The authors have shown the method of calculation of the traction resistance of double-disc coulters with the pressure plate fixed on it. They are determined components of the balance of traction resistance, the dependence of the drilling depth is specified.

