

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯГОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ СОШНИКА С ОПОРНЫМИ «ЛЫЖАМИ»

А.Р. Shevchenko, М.А. Begunov

## THE DETERMINATION OF TRACTION RESISTANCE OF THE PLOUGH SHARE WITH BASIC "SKIS"

**Шевченко А.П.** – канд. техн. наук, доц. каф. агрономии и агроинженерии Тарского филиала Омского государственного аграрного университета, Омская обл., г. Тара. E-mail: adm\_tfomgau@mail.ru

**Бегунов М.А.** – канд. техн. наук, доц. каф. агрономии и агроинженерии Тарского филиала Омского государственного аграрного университета, Омская обл., г. Тара. E-mail: maksim-begunov@mail.ru

**Shevchenko A.P.** – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agronomy and Agroengineering, Tarsky Branch, Omsk State Agrarian University, Omsk Region. Tara. E-mail: adm\_tfomgau@mail.ru

**Begunov M.A.** – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agronomy and Agroengineering, Tarsky Branch, Omsk State Agrarian University, Omsk Region, Tara. E-mail: maksim-begunov@mail.ru

В данной статье приведены результаты теоретических исследований по определению зависимости тягового сопротивления от конструктивных и установочных параметров сошника с опорными «лыжами». На основании анализа способов выполнения технологических процессов посева и конструкций для их осуществления, которые применяются при возделывании мелкосеменных культур, предлагается рассмотреть технологический процесс посева семян льна-долгунца. Данный процесс заключается в формировании бороздки рабочими органами с уплотненным семенным ложем, распределением семян по дну бороздки и последующей их заделки рыхлым слоем почвы. В соответствии с этим технологическая операция посева проводится в три этапа: раздвигание поверхностного слоя почвы и формирование уплотненного семенного ложа; укладка семян на дно сформированной бороздки; заделка бороздки с семенами рыхлым слоем почвы. При этом важнейшим требованием к данной операции посева является снижение энергоемкости. Анализ технических решений по посеву семян льна-долгунца указывает, что ни одним из существующих рабочих органов невозможно качественно осуществить предложенный способ выполнения технологической операции посева. Проведен анализ сил, действующих на сошник, получены зависимо-

сти, определяющие влияние конструктивных и технологических параметров двухстрочного килевидного сошника с опорными «лыжами» на его тяговое сопротивление, при этом сформулированы следующие выводы: при скорости движения  $V_{agr} = 2,0$  м/с и глубине посева  $h = 0,03$  м, а также при рациональных значениях радиуса носка сошника  $r = 0,02-0,05$  м и угле атаки сошника  $\alpha = 90-120^\circ$ , значения тягового сопротивления одного сошника составляет  $F_{тяг} = 38-65$  Н.

**Ключевые слова:** глубина хода, сошники, тяговое сопротивление, скорость движения, угол атаки.

The results of theoretical researches on the definition of dependence of traction resistance on the design and adjusting data of a plough share with basic "skis" are given in the study. On the basis of the analysis of the ways of performance of technological processes of crops and designs for their implementation which are applied at cultivation the cultures with small seeds, it is offered to consider technological process of crops of seeds of fiber flax. The process consists of the formation of a groove by working bodies with the condensed seed bed, distribution of seeds for the bottom of a groove and the subsequent their seal by a loose coating of the soil. According to it, technological operation of crops is carried out in three steps: drawing apart a

*blanket of the soil and the formation of the condensed seed bed; laying of seeds on the bottom of the created groove; the seal of a groove with seeds a loose coating of the soil. At the same time the major requirement to this operation of crops is the decrease in power consumption. The analysis of technical solutions on crops of seeds of fiber flax specifies that any of the existing working bodies can't carry out qualitatively the offered way of performance of technological operation of crops. The analysis of forces operating in a plough share is carried out, the dependences defining the influence of design and technological data of a two-lower case keeled a plough share with basic "skis" on his traction resistance at the same time are received the following conclusions are formulated: at the speed of the movement  $V_{agr} = 2,0$  m/s and the depth of crops of  $h = 0,03$  m, and also at rational values of radius of a sock of plough shares of  $r = 0,02-0,05$  m and an angle of attack of a plough share =  $90-120^\circ$ , the values of traction resistance of one plough shares make  $F_{tyag} = 38-65$  N.*

**Keywords:** *course depth, plough shares, traction resistance, the speed of movement, the angle of attack.*

**Введение.** На основании анализа способов выполнения технологических процессов посева и конструкций для их осуществления, которые применяются при возделывании мелкосеменных культур, предлагается рассмотреть технологический процесс посева семян льна-долгунца. Данный процесс заключается в формировании бороздки рабочими органами с уплотненным семенным ложем, распределением семян по дну бороздки и последующую их заделку рыхлым слоем почвы. В соответствии с этим технологическая операция посева проводится в три этапа: раздвигание поверхностного слоя почвы и формирование уплотненного семенного ложа; укладка семян на дно сформированной бороздки; заделка бороздки с семенами рыхлым слоем почвы. При этом важнейшим требованием к данной операции посева является снижение энергоемкости.

Анализ технических решений по посеву семян льна-долгунца указывает, что ни одним из существующих рабочих органов невозможно качественно осуществить предложенный способ выполнения технологической операции посева [1, 2].

**Цель исследования:** получить зависимость влияния конструктивных и технологических параметров двухстрочного килевидного сошника с опорными «лыжами» на его тяговое сопротивление.

**Задачи исследования:**

- выявить силы, действующие на двухстрочный килевидный сошник с опорными «лыжами»;
- на основании полученных сил вывести выражение для определения тягового сопротивления двухстрочного килевидного сошника;
- получить зависимости влияния конструктивных и технологических параметров двухстрочного килевидного сошника с опорными «лыжами» на его тяговое сопротивление;
- определить диапазон величины тягового сопротивления сошника согласно его рациональным конструктивным и технологическим параметрам.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Предлагается конструктивно-технологическая схема посева льна-долгунца, которая представлена на рисунке 1.

Процесс посева будет происходить следующим образом. При движении по полю спаренные на одной кулисе анкерные сошники под усилием пружины и веса сеялки раздвигают верхний слой почвы и уплотняют влажную почву, образуя необходимое пространство для целенаправленного распределения семян по площади питания. При этом стабильность хода сошника по глубине обеспечивает пара опорных «лыж». Далее семена высеваемой культуры попадают от высевачего аппарата и распределителя (на схеме не показаны) в сошник и распределяются по засеваемой площади. После прохождения сошника распределенный по сторонам рыхлый слой почвы засыпает высевачные на заданную глубину семена [3, 4].

Составим графическое представление сил, действующих на сошник (рис. 2). Далее добавим силы, действующие на лыжеобразные опоры в соответствии с рисунком 2.

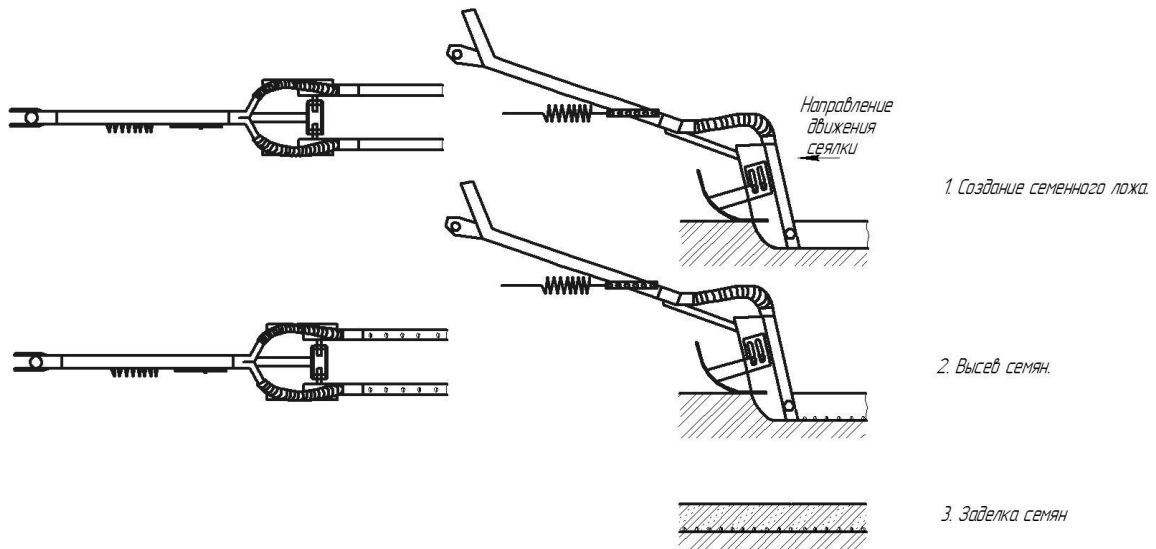


Рис. 1. Конструкторско-технологическая схема двухстрочного килевидного сошника

Тяговое сопротивление сошника определится, как [5]:

$$\begin{aligned}
 F_m = & \sin \alpha \int_0^h q \cdot (a \cdot h + c \cdot (h-r) + \frac{\pi \cdot (180^\circ - \alpha) \cdot r^2}{360^\circ}) + \\
 & \rho_n \cdot H \cdot \left( a \cdot h + c \cdot (h-r) + \frac{\pi \cdot (180^\circ - \alpha) \cdot r^2}{360^\circ} \right) V_{\text{аэп}} + \\
 & \frac{t}{t} + \\
 & \sqrt{\left( \frac{\sin \alpha \int_0^h q \cdot (a \cdot h + c \cdot (h-r) + \frac{\pi \cdot (180^\circ - \alpha) \cdot r^2}{360^\circ})}{t} \right)^2 +} \\
 & + \operatorname{tg} \varphi \left( \frac{\rho_n \cdot H \cdot \left( a \cdot h + c \cdot (h-r) + \frac{\pi \cdot (180^\circ - \alpha) \cdot r^2}{360^\circ} \right) V_{\text{аэп}}}{t} \right)^2 +} \\
 & + m \operatorname{tg} \varphi + F_n \frac{L'}{L} \operatorname{tg} \varphi.
 \end{aligned} \tag{1}$$

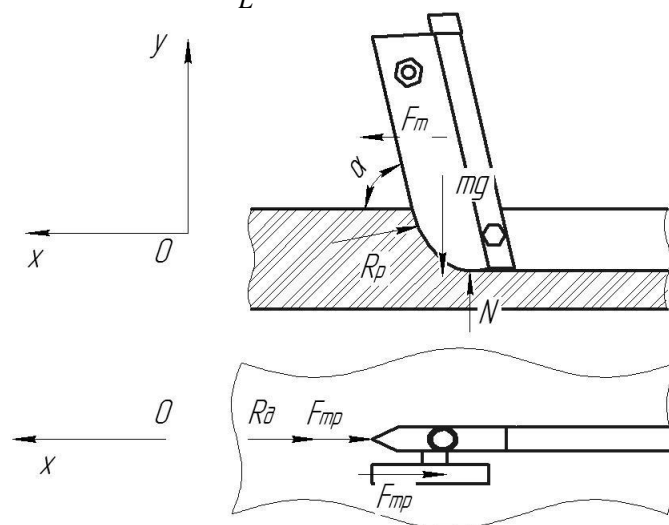


Рис. 2. Силы, действующие на сошник

Упростим выражение (1) и получим расчетную формулу тягового сопротивления сошника:

$$F_m = (a \cdot h + c \cdot (h - r) + \frac{\pi \cdot (180^\circ - \alpha) \cdot r^2}{360^\circ}) \left( \sin \alpha \int_0^h q \cdot \frac{\rho_n \cdot H \cdot V_{aep}}{t} + \right. \\ \left. + \operatorname{tg} \varphi \sqrt{\left( \sin \alpha \int_0^h q \cdot \right)^2 + \left( \frac{\rho_n \cdot H \cdot V_{aep}}{t} \right)^2} \right) + mgtg\varphi + F_n \frac{L'}{L} \operatorname{tg} \varphi' \quad (2)$$

где  $r$  – радиус носка сошника, м;  
 $h$  – глубина посева, м;  
 $t$  – время движения, с;  
 $L$  – длина кулисы до точки крепления сошника, м;  
 $L'$  – расстояние от оси вращения кулисы до точки крепления пружины, м;  
 $F_n$  – сила колебаний, Н.

При этом примем постоянными следующие параметры:

- коэффициент объемного смятия  $q$ ,  $q = 5 \cdot 10^6 \text{ Н} / \text{м}^3$ ;
- толщина лезвия сошника  $H$ ,  $H = 0,02 \text{ м}$ ;
- угол трения почвы о материал  $\varphi$ ,  $\varphi = 35$  град.;
- плотность почвы  $\rho_n$ ,  $\rho_n = 1100 \text{ кг/м}^3$ ;
- масса сошника  $m$ ,  $m = 5 \text{ кг}$ ;
- затылочная часть сошника  $a$ ,  $a = 0,02 \text{ м}$ ;
- коническая часть сошника  $c$ ,  $c = 0,06 \text{ м}$ ;
- угол атаки сошника  $\alpha$ ,  $\alpha = 75^\circ$ ;
- скорость агрегата  $V_{aep}$ ,  $V_{aep} = 2,0 \text{ м/с}$ .

На основе полученного уравнения (2) построим графики зависимостей тягового сопротивления сошника от конструктивных и технологических параметров, указывая области их рациональных значений (рис. 3–6).

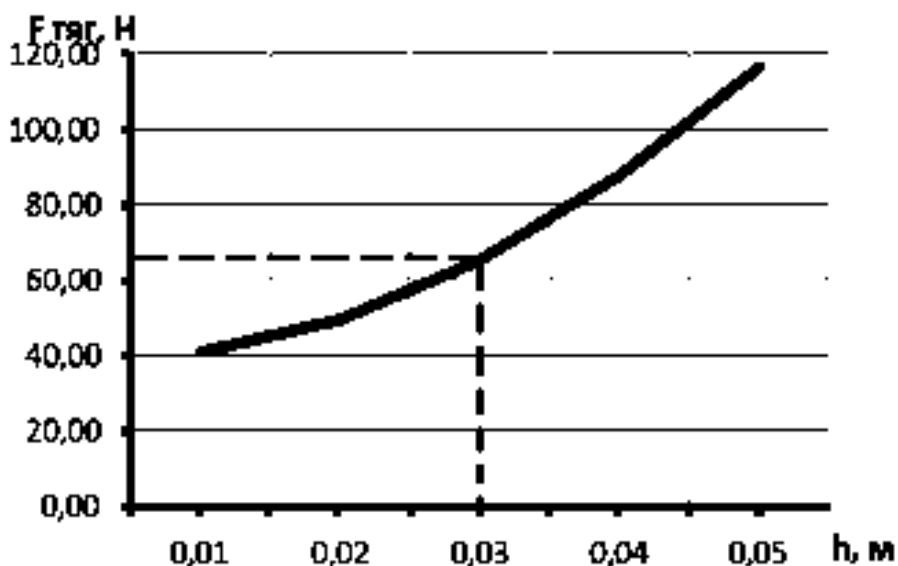


Рис. 3. Зависимость тягового сопротивления  $F_{тяги}$ , Н, от глубины посева  $h$ , м

Анализ графика, представленного на рисунке 3, позволяет сделать вывод о том, что установленная глубина посева значительно влияет на тяговое сопротивление сошника и агрегата в целом и имеет прямо пропорциональную квадратичную зависимость. При установленной агротехническими требованиями глубине посева 3 см тяговое сопротивление сошника составляет 65 Н.

Анализ графика, представленного на рисунке 4, позволяет сделать вывод и о том, что скорость агрегата прямо пропорционально влияет на тяговое сопротивление агрегата и сошника. При установленной агротехническими требованиями скорости посева 2 м/с, тяговое сопротивление сошника составляет 50 Н.

Анализ графика, представленного на рисунке 5, позволяет сделать вывод и о том, что угол атаки сошника обратно пропорционально с квадра-

тичной зависимостью влияет на тяговое сопротивление сошника. При рациональных значениях

угла атаки сошника 90–120° тяговое сопротивление колеблется в диапазоне 38–46 Н.

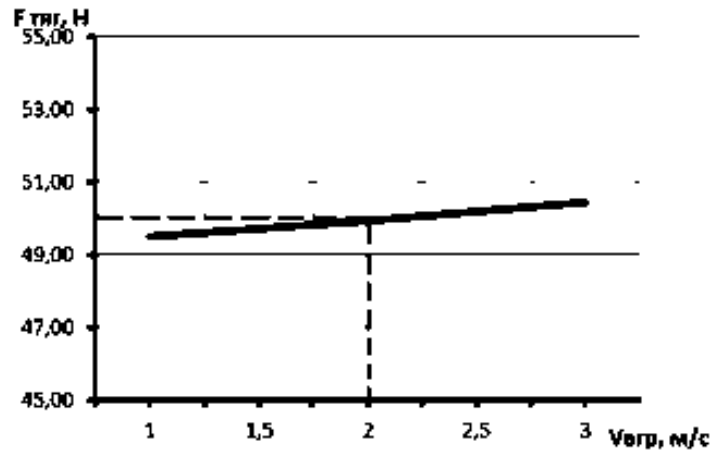


Рис. 4. Зависимость тягового сопротивления  $F_{тяг}$ , Н, от скорости агрегата  $V_{агр}$ , м/с

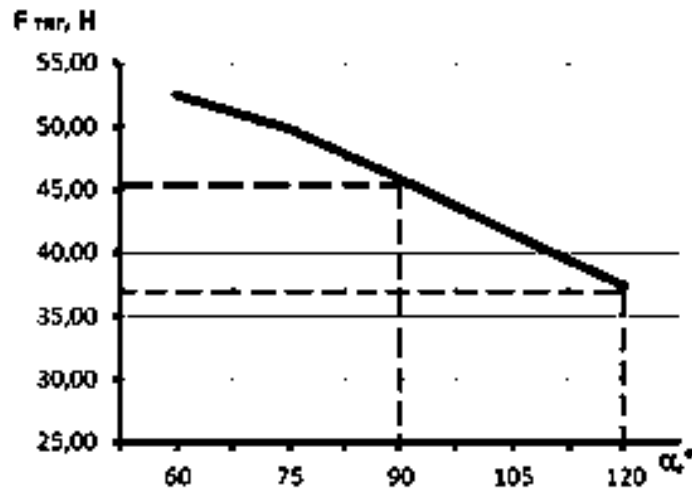


Рис. 5. Зависимость тягового сопротивления  $F_{тяг}$ , Н, от угла атаки сошника  $\alpha$ , °

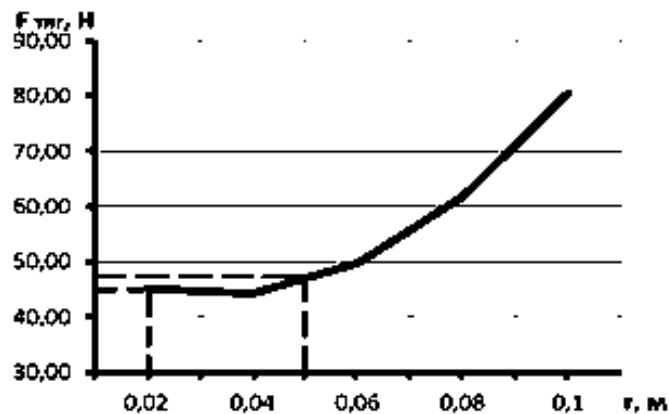


Рис. 6. Зависимость тягового сопротивления  $F_{тяг}$ , Н, от радиуса носка сошника  $r$ , м

Анализ графика, представленного на рисунке 6, позволяет сделать вывод о том, что радиус носка сошника прямо пропорционально с квадратичной зависимостью влияет на тяговое сопротивление сошника. При рациональных значениях радиуса носка 0,02–0,05 м тяговое сопротивление колеблется в диапазоне 45–48 Н.

**Выводы.** Проведен анализ сил, действующих на сошник, получены зависимости, определяющие влияние конструктивных и технологических параметров двухстрочного килевидного сошника с опорными «лыжами» на его тяговое сопротивление, при этом сформулированы следующие выводы: при скорости движения  $V_{agr} = 2,0$  м/с и глубине посева  $h = 0,03$  м, а также при рациональных значениях радиуса носка сошника  $r = 0,02–0,05$  м и угле атаки сошника  $\alpha = 90–120^\circ$  значения тягового сопротивления одного сошника составляют  $F_{тяг} = 38–65$  Н.

### Литература

1. Шевченко А.П. Обоснование параметров и режимов работы сошниковой группы для посева семян многолетних бобовых трав: дис. ... канд. техн. наук. – Новосибирск, 2003.
2. Шевченко А.П., Домрачев В.А. Повышение эффективности функционирования посевных машин путем оптимизации конструктивных параметров рабочих органов. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2005. – 120 с.
3. Шевченко А.П., Бегунов М.А. Двухстрочный килевидный сошник для посева льна // Сельский механизатор. – М., 2013. – № 4. – С. 21.
4. Патент на полезную модель 128442РФ, МПК А01С 7/ 20. Сошник / А.П. Шевченко, М.А. Бегунов. (РФ). – 2013 2013101498/13; Заявлено 10.01.2013; Опубликовано 27.05.2013 // Изобретение. Полезная модель. – 2013. – № 15.
5. Шевченко А.П., Бегунов М.А. Теоретические исследования тягового сопротивления килевидного сошника // Омский научный вестник. – Омск, 2013. – № 3. – С. 135–138.

### Literatura

1. Shevchenko A.P. Obosnovanie parametrov i rezhimov raboty soshnikovoj grupy dlja poseva semjan mnogoletnih bobovyh trav: dis. ... kand. tehn. nauk. – Novosibirsk, 2003.
2. Shevchenko A.P., Domrachev V.A. Povyshenie jeffektivnosti funkcionirovanija posevnyh mashin putjom optimizacii konstruktivnyh parametrov rabochih organov. – Omsk: Izd-vo OmGAU, 2005. – 120 s.
3. Shevchenko A.P., Begunov M.A. Dvuhstrochnyj kilevidnyj soshnik dlja poseva l'na // Sel'skij mehanizator. – M., 2013. – № 4. – S. 21.
4. Patent na poleznuju model' 128442RF, MPK A01S 7 / 20. Soshnik / A.P. Shevchenko, M.A. Begunov. (RF). – 2013 2013101498/13; Zajavleno 10.01.2013; Opublikovano 27.05.2013 // Izobretenie. Poleznaja model'. – 2013. – № 15.
5. Shevchenko A.P., Begunov M.A. Teoreticheskie issledovanija t'jagovogo soprotivlenija kilevidnogo soshnika // Omskij nauchnyj vestn. – Omsk, 2013. – № 3. – S. 135–138.