

# ОБОСНОВАНИЕ ТИПА И ПАРАМЕТРОВ ВЫРАВНИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ПОВОРОТНОГО ПЛУГА-ЛУЩИЛЬНИКА

П. П. Казакевич, докт. техн. наук, ст. научный сотрудник; А.Н. Юрин, инженер (РУНИП «ИМСХ НАН Беларуси»)

При параллельно-секционной схеме установки корпусов в отвальном плуге пласт, перемещаемый первым корпусом второй секции, должен укладываться в борозду последнего корпуса первой секции. Такое перемещение почвы возможно только с помощью дополнительного рабочего органа, получившего наименование - сталкиватель [1].

На первых моделях загонных двухсекционных плугов поверхность сталкивателя была выполнена в виде гиперболического параболоида [2,3]. Рабочий орган такого типа перемещал пласт без оборота при минимальном его перемешивании. Однако на почвах, засоренных сорняками и растительными остатками, происходило обволакивание ими передней части кромки сталкивателя и, как следствие, существенно увеличивалась энергоемкость процесса. С целью устранения этого явления в последующем использовали дисковый сталкиватель, плоские диски которого имели горизонтальную ось вращения и устанавливались с перекрытием друг друга.

Двухсекционный поворотный плуг-луцильщик оборудован симметричными плужными корпусами, которые оборачивают пласт и вправо, и влево. Поэтому его сталкиватель должен осуществлять перемещение почвы попеременно от каждого из первых корпусов двух секций и иметь симметричное положение.

Многодисковый сталкиватель является асимметричным рабочим органом. Его невозможно применить в конструктивно-технологической схеме двухсекционного поворотного луцильщика. Для такого орудия эффективным может быть применение однодискового сталкивателя, обеспечивающего перемещение почвы, удовлетворяющее агротехническим требованиям по гребнистости и выравниванию пашни [4]. Задачей выполненного исследования являлось определение его параметров.

Основные из них: диаметр  $D$ , угол атаки  $\alpha$  и глубина хода  $a_d$  диска относительно невспаханной поверхности почвы.

Важное требование нормального функционирования однодискового сталкивателя - почва не должна перемещаться выше его середины [3]. При нарушении этого происходит перемешивание слоев пласта, что ведет к неравномерной заделке растительных остатков по глубине.

Тогда диаметр диска, с учетом вспушенности почвы, можно определить:

$$D \geq 2 \cdot a \cdot c,$$

где  $a$  - глубина лущения, см;  $c$  - коэффициент вспушенности пласта.

При максимальной глубине обработки луцильником  $a=16$ см [2], коэффициенте вспушенности почвы  $c=1,1$  (легкого механического состава) и глубине хода диска  $a_d=0$  его диаметр  $D \geq 44,8$ см.

Для определения угла атаки  $\alpha$  рассмотрим условие максимального заполнения борозды почвой дисковым сталкивателем. Частицы почвы должны иметь кинетическую энергию, достаточную для преодоления рас-

стояния  $\frac{3}{2} \cdot b - \frac{D}{2} \cdot \sin \alpha \leq X \leq \frac{3}{2} \cdot b$ , где  $b$  - ширина пласта (рис.1).

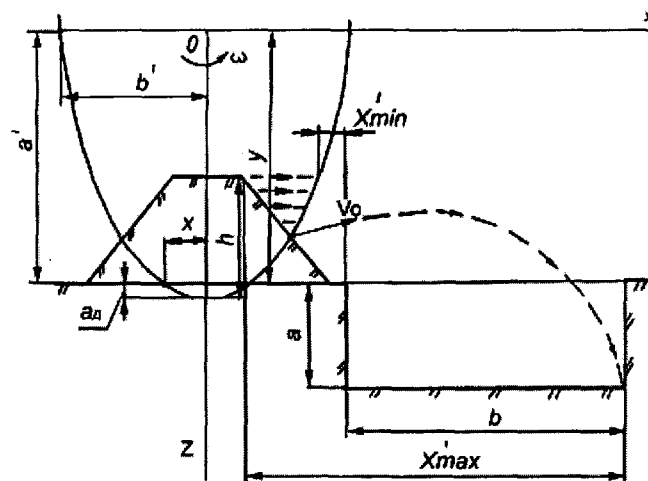


Рис.1. Схема к определению угла атаки  $\alpha$  сталкивателя

Начальная скорость  $V_0$  (рис.2) частицы почвы при сходе с поверхности диска определяется выражением:

$$V_0 = V_r \cdot \sin \alpha,$$

где  $V_r$  - линейная скорость вращения диска, м/с.

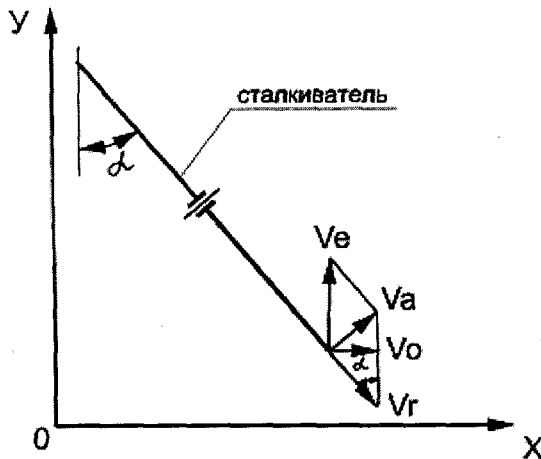


Рис.2. Схема к определению значения скорости  $V_x$

$$V_r = V_e \cdot (\cos \alpha - f \sin \alpha),$$

где  $V_e$  - скорость движения агрегата, м/с;

$f$  - коэффициент трения почвы о сталь.

Составим дифференциальные уравнения траектории перемещения частицы:

$$\frac{m \cdot dV_x}{dt} = 0;$$

$$\frac{m \cdot dV_y}{dt} = -m \cdot g.$$

Решение этих уравнений позволило определить дальность её полета:

$$\frac{g \cdot X^2}{2 \cdot V_e^2 \cdot (\cos \alpha - f \cdot \sin \alpha)^2 \cdot \cos^2 \beta \cdot \cos^2 \gamma} - X \cdot \operatorname{tg} \gamma - h = 0, \quad (1)$$

где  $h$  - высота гребня почвы, находящейся на диске, м;

$\gamma$  - угол отклонения вектора начальной скорости частицы  $V_0$  от горизонтали, град.

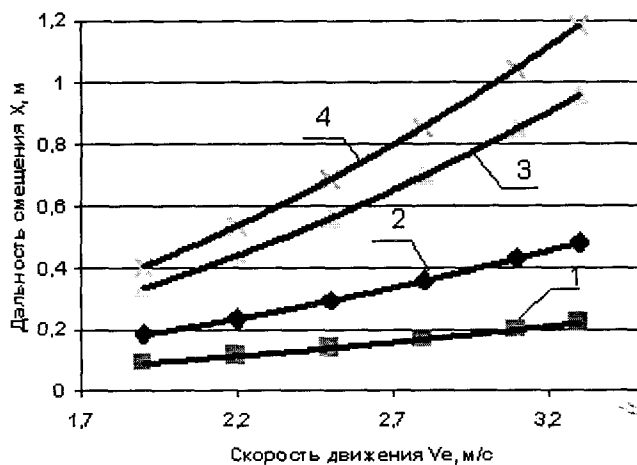


Рис.3. Зависимость дальности полета  $X$  частиц почвы от скорости движения  $V_e$  ( $h=0,25$  м.):

1)  $\alpha=10^\circ$ , 2)  $\alpha=20^\circ$ , 3)  $\alpha=30^\circ$ , 4)  $\alpha=40^\circ$

Согласно выражению (1) на рис. 3 представлен график зависимости дальности полета  $X$  почвенных частиц от угла атаки диска сталкивателя и скорости  $V_e$  движения пахотного агрегата.

Из графика следует, что дальность  $X$  полета частиц почвы увеличивается с ростом скорости  $V_e$  и угла атаки  $\alpha$ .

В процессе экспериментальных исследований работы плуга-луцильника была установлена зависимость снижения гребнистости пашни в месте прохода дискового поворотного сталкивателя при заглублении его на некоторую глубину  $a_d$  в необработанную почву (рис.4). При

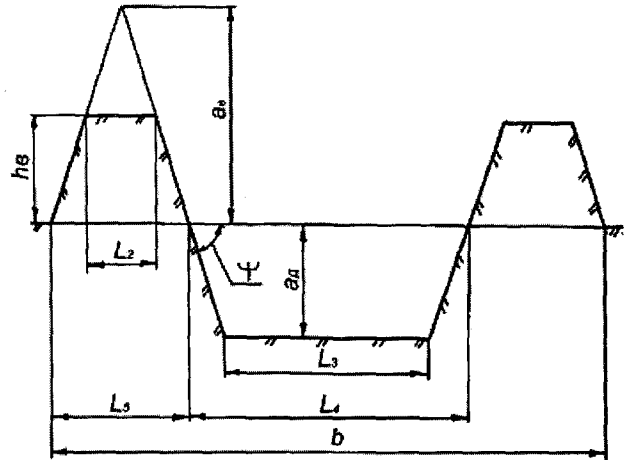


Рис.4. Схема к определению глубины хода  $a_d$  сталкивателя относительно поверхности не-вспаханного поля

этом высота и глубина неровностей будут минимальными, если высота вершин неровностей  $h_g$  будет равна глубине впадин  $a_d$  ( $a_d = h_g$ ).

Для эллипса, в который проецируется диск сталкивателя на фронтальную поверхность, можно записать следующее уравнение:

$$\frac{x^2}{b'^2} + \frac{y^2}{a'^2} = 1, \quad (2)$$

где  $a'$ ,  $b'$  - большая и малая диагонали эллипса;  $x$ ,  $y$  - координаты некоторой точки диска (рис.1).

Решение уравнения (2) позволяет определить выражение зависимости гребнистости  $h_g$  от параметров диска сталкивателя в виде:

$$h_g = \frac{1}{3} \cdot \left[ b - 2 \cdot \sqrt{b'^2 \cdot \left(1 - \frac{y^2}{a'^2}\right)} \right] \cdot \operatorname{tg} \psi, \quad \text{или}$$

$$h_g = \frac{1}{3} \cdot \left[ b - 2 \cdot \sqrt{\frac{D^2 \cdot \sin^2 \alpha}{4} \left(1 - \frac{4 \cdot (D - a_0)^2}{D^2}\right)} \right] \cdot \operatorname{tg} \psi, \quad (3)$$

где  $\psi$  - угол естественного откоса почвы.

На рис.5 представлена графическая интерпретация зависимости (3).

Как видно из графика, гребнистость пашни  $h_g$  умень-

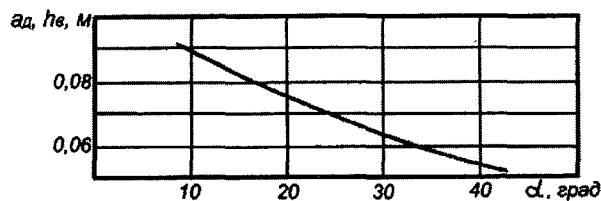


Рис.5. Зависимости высоты гребней  $h_0$  и глубины впадин  $a_0$  пашины от угла атаки  $\alpha$  стalkerвателя

шается с увеличением угла атаки  $\alpha$  диска. Для исключения забивания диска растения, находящиеся в разрыхленной почве, должны скользить вдоль лезвия стalkerвателя. Угол атаки  $\alpha$  диска должен при этом обеспечить условие скольжения материала по рабочей поверхности.

$$\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) \geq \max(\varphi_k; \varphi_n),$$

где  $\varphi_k$ ,  $\varphi_n$  - углы трения корней растений и почвы о сталь, соответственно.

Угол трения  $\varphi_n$  различных видов почв в зависимости от влажности и состава может колебаться в диапазоне от  $18,8^\circ$  до  $39,5^\circ$ , а угол  $\varphi_k$  для сорных растений различных ботанических групп не превышает  $45^\circ$  [3].

Таким образом, угол установки диска  $\alpha$  не должен превышать  $45^\circ$ . Следовательно, рациональным является угол атаки диска стalkerвателя  $\alpha = 40^\circ$ . Дальнейшее увеличение угла может привести к обволакиванию стalkerвателя сорной растительностью.

### Выводы

1. В качестве рабочего органа стalkerвателя двухсекционного поворотного луцильника важным требованием которого является симметричность исполнения, обоснован плоский диск.

2. Теоретически установлено, что при глубине вспашки луцильником  $a \leq 16$  см диаметр диска должен быть

$D \geq 0,448m$ , угол атаки  $\alpha = 40^\circ$  и заглубление в почву относительно поверхности невспаханного поля  $a_n = 0,054m$ .

### ЛИТЕРАТУРА

1. Казакевич П.П., Юрин А.Н. К вопросу обоснования двухрядной установки корпусов плуга-луцильника//Механизация и электрификация сельского хозяйства/Межведомственный тематический сборник/УП "БелНИМСХ". - Мн., 2003, т.1. - С.150-155.

2. Чашухин И.А. Взаимозависимость конструктивных параметров дискового стalkerвателя почвы//Почвообрабатывающие машины и динамика агрегатов/Сборник науч.тр.ЧИМЭСХ, вып.173.-Челябинск, 1987.- С.31-37.

3. Любимов И.А., Апостолиди Ф.К., Пороховский В.П. Выбор типа и угла установки стalkerвателя двухрядного плуга//Динамика почвообрабатывающих агрегатов и рабочие органы для обработки почвы/Сборник науч.тр. ЧИМЭСХ, 1982.- С.19-28.

4. Казакевич П.П., Юрин А.Н. К вопросу обоснования поворотного плуга-луцильника//Научно-технический прогресс в области механизации, электрификации и автоматизации с.-х./Материалы Международной научно-технической конференции. Минск, 12-14 июня 2002г./ УП "БелНИМСХ".-Мн., 2002, т.1.- С.201-205.

УДК 636.083.37/084.75:631.171

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЫПОЙКИ ТЕЛЯТ

И.С. Нагорский, академик НАН Беларуси и РАСХН, докт. техн. наук, профессор;  
В.О.Китиков, канд. техн. наук, доцент; Е.В. Тернов, ведущий инженер-конструктор  
(РУНИП «ИМСХ НАН Беларуси»)

### Введение

Важное направление совершенствования сельскохозяйственного производства Беларуси, с учётом ее почвенно-климатических условий, - это приоритетное развитие отрасли животноводства. Разработка и внедрение ресурсосберегающих технологий интенсивного производства молока и мяса позволит не только удовлетворить потребности населения в продовольствии и увеличить его экспорт, но и усилить продовольственную безопасность и укрепить суверенитет страны.

Наиболее существенной особенностью механи-

зации сельского хозяйства в настоящее время является дефицит материально-энергетических ресурсов. Этот фактор, требующий неотложного реагирования агроинженерной науки и практики, вызывает необходимость поиска приоритетных направлений разработок, освоения ресурсосберегающих технологий, создания и использования в агропромышленном комплексе новых конкурентоспособных машин с высокими техническими характеристиками. Это позволит, снизив себестоимость продукции, сделать её конкурентоспособной на внутреннем и внешнем рынках.

Интенсификация отрасли молочного животновод-