УДК 631.31

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛА АТАКИ ДИСКА И ПОСТУПАТЕЛЬНОЙ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА ДАЛЬНОСТЬ ОТБРОСА

А.Р. Нормирзаев, канд. техн. наук, доцент
Наманганский государственный технический университет,
г. Наманган, Республика Узбекистан
nabducaum@mail.ru

Аннотация. В статье представлены уравнения влияния угла атаки диска и поступательной скорости движения на дальность отброса.

Abstract. The article presents equations describing the influence of the disc's angle of attack and translational velocity on the throw distance.

Ключевые слова: угол атаки, уравнение, скорость движения, дальность отброса.
Keywords: angle of attack, equation, movement speed, throw distance.

Актуальность

В настоящее время в нашей Республике более 1 млн. га поливных земель засевают зерновыми. На этих землях после уборки зерновых остается значительное количество растительной массы в виде стерни и соломы. При их запашке существующие плуги часто забиваются и в результате ухудшается качество пахоты, снижается производительность пахотных агрегатов из-за затрат времени для устранения забоев. Чтобы избежать этого в хозяйствах поля из-под зерновых пашут плугами со снятыми предплужниками или верхними корпусами, что существенно ухудшает полноту и глубину заделки растительных остатков или перед вспашкой их сжигают причиняя большой вред почве, микроорганизмам и окружающей среде, тогда как качественная запашка растительных остатков приводит за счет анаэробного гниения к улучшению структуры почвы [1].

Из изложенного следует, что исследования, направленные на обоснование параметров плуга для пахоты полей со значительным количеством растительных остатков зерновых культур, обеспечивающего их полную и глубокую заделку в почву без забоев, являются актуальными и имеют большое народнохозяйственное значение [2,3].

Результаты исследований

Дисковый предплужник при работе срезает слой почвы, который перемещается по его сферической поверхности. При внешней заточке диска конечная точка схода с его сферической поверхности будет находиться на кромке ребра лезвия, а при

внутренней на некотором расстоянии от неё, обусловленном плоскостью фаски лезвия, расположенной со стороны рабочей поверхности, т.е. фактический радиус рабочей поверхности сферического диска во втором случае будет меньше. Следовательно дальность отброса почвы, при прочих равных условиях, дисками с внешней и внутренней заточками, будет разной.

Применение сферического диска в качестве предплужника предопределяет необходимость определения дальности отбрасывания срезаемой им почвы, так как растительные остатки и сорняки вместе с ней должны перемещаться на открытое дно борозды, образованной предыдущим корпусом плуга. Поэтому дальность отбрасывания (y) ограничивается следующим условием (рисунок 1).

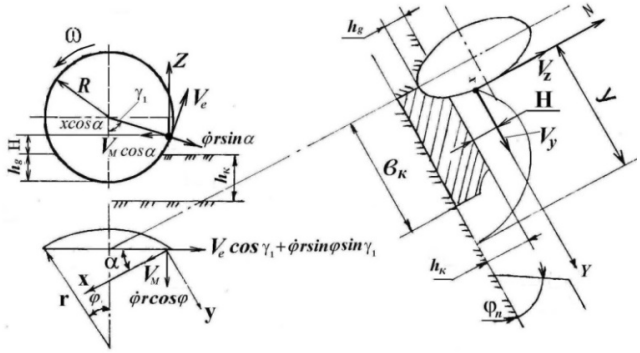


Рисунок 1 – Схема к определению дальности отбрасывания частиц почвы

$$2b_к + h_к - \frac{kh_к ctg\,\varphi_n}{2} \geq y \geq b_к - R\sin\gamma_1 \sin\alpha\,, \qquad (1)$$

где $b_к$ – ширина захвата корпуса плуга, м;

$h_к$ – глубина хода корпуса плуга, м;

k – коэффициент вспушенности почвы;

φ_n – угол естественного откоса почвы, град;

γ_1 – угол перемещения частиц почвы по диску, град.

Из рисунка 1 имеем

$$y = V_y \frac{V_z + \sqrt{V_z^2 + 2(H + h_к)g}}{2g}; \qquad (2)$$

$$H = R(1 - \cos\gamma_1) - h_1; \qquad (3)$$

$$V_y = \dot{\varphi}r\left[\sin\varphi\cos\alpha + \cos\varphi\sin\alpha\cos\gamma_1\right] - V_e\sin\alpha\cos\gamma_1; \qquad (4)$$

$$V_z = V_e \sin\gamma_1 - \dot{\varphi} r \sin\varphi \cos\gamma_1; \quad (5)$$

$$V_e = V_м \cos\alpha; \quad (6)$$

$$\gamma_1 = \omega t_1, \quad (7)$$

где V_z, V_y – проекции на координатные оси абсолютной скорости схода частицы почвы с диска, м/с;

H – высота схода частицы почвы с диска, м;

g – ускорение свободного падения, м/с^2;

t_1 – время движения частицы почвы по рабочей поверхности диска, с;

$V_м$ – поступательная скорость пахотного агрегата, м/с;

$\dot{\varphi}$ – угловая скорость частицы в момент схода с рабочей поверхности диска, с$^{-1}$.

Учитывая, что вращение диска происходит за счет [4-8] воздействия на него почвы и частицы, подпираемые ее потоком, перемещаются в основном в радиальном направлении, составим уравнение относительного движения частицы для определения ее угловой скорости ($\dot{\varphi}$) в момент (t_1) схода с рабочей поверхности диска и времени (t_1) взаимодействия с последним (рисунок 2).

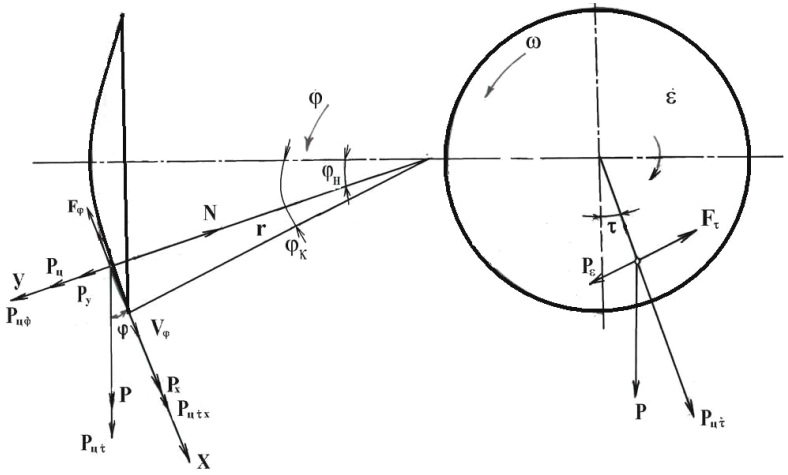


Рисунок 2 – Схема сил, действующих на частицу почвы

$$mr\ddot{\varphi} = P\cos\varphi + P_{ц\dot{\tau}} cos\varphi - F_{TP}\sin\psi, \quad (8)$$

где m – масса частицы, кг;

$P = mg$ – сила тяжести, Н;

$P_{ц\dot{\tau}} = m(\dot{\tau})^2 r \sin\varphi$ – центробежная сила инерции, возникающая от переносного вращательного движения диска с угловой скоростью “ω”, Н;

$F_{TP} = fN$ – сила трения, Н;

f – коэффициент трения почвы о материал диска;

$N = P_{ц\dot{\phi}} + P\sin\varphi + P_{ц\dot{\tau}} \sin\varphi$ – нормальная реакция рабочей поверхности диска на частицу, Н;

$P_{ц\dot{\phi}} = m(\dot{\varphi})^2 r$ – центробежная сила инерции, возникающая от углового перемещения частицы вокруг центра сферы с угловой скоростью $\dot{\varphi}$, Н;

$$\sin\psi = \frac{\dot{\varphi}}{\sqrt{\dot{\varphi}^2 + \omega^2 \sin\varphi}}. \qquad (9)$$

После подстановок и преобразований уравнение (8) примет следующий вид

$$\ddot{\varphi} = \frac{g\cos\varphi}{r} + \frac{\omega^2 \sin 2\varphi}{2} - f\frac{\dot{\varphi}}{\sqrt{\dot{\varphi}^2 + \omega^2 \sin 2\varphi}} \times \left(\dot{\varphi}^2 + \frac{g\sin\varphi}{r} + \omega^2 \sin^2\varphi \right) \qquad (10)$$

Уравнение (10) является нелинейным неоднородным уравнением второго порядка, описывающим относительное перемещение частицы по шероховатой поверхности сферического диска, решение которого аналитическим методом не возможно, поэтому оно решается численным методом, в частности был применен метод Рунге-Кутта. При решении уравнения начальные условия были следующими

$$\varphi_{н} = \arcsin\frac{R - h_1}{r}; \quad \omega = \frac{V_M \cos\alpha}{R}; \quad \dot{\varphi} = 0.$$

Заключение

Расчеты показали, что для выполнения условия (1) при рациональных значениях h_1 = 14,5 см, R = 34 см и скоростях движения плуга, находящихся в пределах $V_м$ = 2,4…3,0 м/с, радиус сферы должен быть r = 0,6 м. При h_g = 13 см, α = 400, и параметрах диска от дисковой бороны (r = 60 см, R = 32,5 см), для выполнения условия (1) поступательная скорость движения плуга должна быть более 2,64 м/с, но не превышать 3,33 м/с. При расчетах коэффициент вспушенности приняли К = 1,3, угол естественного откоса почвы

φ_n = 380, глубину хода корпуса $h_к$ = 30 см и ширину его захвата $в_к$ = 45 см. Принимая рациональные значения h_g = 14,5 см, $_R$ = 325 см и тех же значения остальных факторов (*r, hк, вк, φn. К, α*) значение

$$У_1 = y + R \sin\gamma_1 \sin\alpha, \qquad (11)$$

равное средней части ограничения (1), будет удовлетворять ему (1), как при скоростях движения плуга, находящихся в пределах *V* =2,5…3,23 м/с, а при скорости 3,0 м/с, в диапазоне радиуса сферы *r* = 0,5…1,0 м.

Список использованной литературы

1. Нормирзаев А. Р. и др. Энергоресурсосберегающий комбинированный агрегат для обработки почвы //Вестник Рязанского Государственного Агротехнологического Университета им. ПА Костычева. – 2013. – №. 3. – С. 45-48.
2. А.Насритдинов и др. Разработка агрегатов для основной и предпосевной обработки почвы к севы промежуточных культур. Научно-технический журнал ФерПИ. – 2015. – №. 3. – С. 53–56.
3. Normirzaev A.R, Nasritdinov A.A. Tuxliev G.A. "Influence of cross displacement disk skim coulter concerning field cut of the case on parameters of job of a plough". European Applied Sciences. 5 (2013): 18–21.
4. Normirzaev A. R. Substantiation parameter spherical coulter of reversible plough //Механика и технология. – 2023. – Т. 3. – №. 12. – С. 136–141.
5. Нормирзаев А., Нуриддинов А. Разработка комбинированного агрегатов для основной и предпосевной обработки почвы //Точная наука. – 2020. – №. 69. – С. 56–58.
6. Нуриддинов А., Валиева Г. Влияние угла атаки предплужника и скорости агрегата на дальность отбрасывания почвы //Сельский механизатор. – 2018. – № 9. – С. 18-19.
7. Normirzaev A., Ruziev I. Influence of angle attack of the spherical disc skim-coulter and forward speed of the unit on soil throw distance //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2026. – Т. 3390. – №. 1. – С. 030026.
8. Нормирзаев А. Р., Нишанов Б. М. Выбор рабочих органов комбинированного агрегата используемых для подготовки почв к посеву. – 2025.

УДК 631.531.027.3

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СКАРИФИКАТОРА-ИНОКУЛЯТОРА ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ

С.А. Кшникаткин, д-р с.-х. наук, профессор,
Д.А. Суменкова, магистр,
Ю.Д. Курмашев, А.В. Беликов, студенты
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», г. Пенза, Российская Федерация
kshnikatkin@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты лабораторные исследования скарификатора-инокулятора для предпосевной обработки семян многолетних бобовых трав.