

## ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ ДЛЯ ВНУТРИПОЧВЕННОГО ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Нукешев С.О. <sup>1</sup>, д.т.н., профессор

Романюк Н.Н. <sup>2</sup>, к.т.н., доцент

Алайдарова А.М. <sup>1</sup>, магистрант

<sup>1</sup>Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина

<sup>2</sup>Белорусский государственный аграрный технический университет

В государственной агропродовольственной программе РК на 2002-2005 годы было отмечено отсутствие и необходимость специальной техники для внесения минеральных удобрений. Однако до сих пор в производстве нет удобрительных машин. На рынке сельскохозяйственной техники СНГ отсутствует техника для внутрипочвенного внесения основной дозы минеральных удобрений при минимальной и нулевой технологиях возделывания зерновых культур. На плоскорезах-глубококорыхлителях КПГ-2,2 и глубококорыхлителях-удобрителях ГУН-4, предназначенных для этой цели, высевающие аппараты не в полной мере выполняли агротребования по равномерности и устойчивости посева, а заделывающие рабочие органы – по равномерному распределению удобрений по площади внутри почвы. В результате эти машины не нашли применения в производстве. Существующие машины для поверхностного разбросного внесения удобрений характеризуются большим расходом удобрений, неравномерностью внесения (до 40-70%), а зернотуковые сеялки не обеспечивают основную, повышенную дозу питания [1, 2].

При минимальной и нулевой технологиях возделывания зерновых культур отсутствует технологический процесс внесения основной дозы минеральных удобрений. Это приводит к снижению содержания питательных веществ в корнеобитаемом слое почвы и уплотнению почв. Многочисленные исследования показали, что увеличение плотности почвы по сравнению с оптимальным на 0,1...0,3 г/см<sup>3</sup> приводит к снижению урожайности на 20-40% [3].

Для решения проблем основного питания зерновых культур на кафедре технической механики разрабатывается техническое средство с автоматизированной туковысевающей системой и заделывающими рабочими органами различной глубины обработки, позволяющие автоматически менять дозу удобрений в зависимости от содержания их в почве и внутрипочвенно послойно внести дифференцированную дозу удобрений на глубины 6-8, 12-14 и 18-20 см. При этом фосфорные удобрения располагаются горизонтальной лентой ближе к семенам во влажном слое почвы, очаги азотных удобрений расположатся на разных глубинах, что позволит корням растений получить необходимое минеральное питание в разные вегетационные периоды.

Для теоретического обоснования параметров распределителя рабочего органа рассмотрим движения гранулы удобрения по его поверхности, рис.1.

На частицу  $M$  действуют следующие силы:

$P = mg$  - сила веса частиц;

$F = fN$  - сила трения частиц о материал направлятеля;

$I_n = m \frac{v^2}{\rho}$  - центробежная сила инерции;

$I_\tau = \frac{mg}{dt}$  - тангенциальная сила инерции;

$v$  – поступательная скорость частицы;

$N$  – нормальное давление частицы на поверхность направлятеля;

$\rho$  – радиус кривизны вертикального сечения направлятеля.

Составим дифференциальное уравнение движения частицы в системе осей  $OX$  и  $OY$ :

$$\begin{aligned} P + I_n \sin \delta - N \sin \delta - (F + I_\tau) \cos \delta &= 0. \\ I_n \cos \delta + (F + I_\tau) \sin \delta - N \cos \delta &= 0. \end{aligned} \quad (1)$$

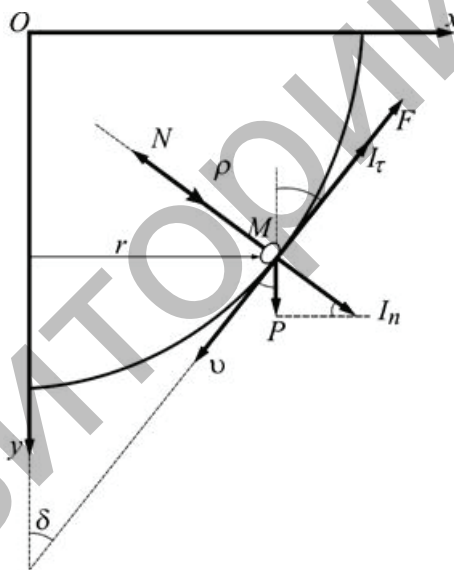
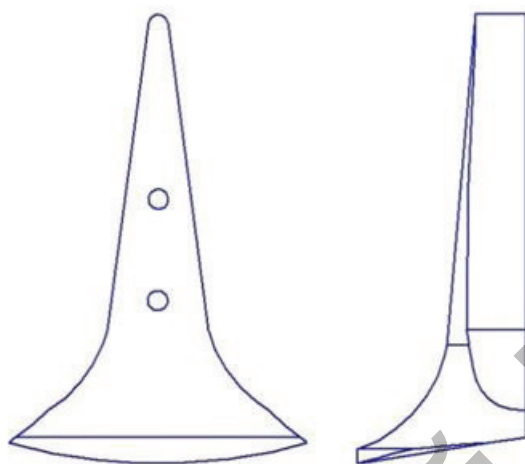


Рисунок 1 – Схема действующих сил на частицу в направителе

Расшифруем силу трения:

$$\begin{aligned} P + I_n \sin \delta - N \sin \delta - fN \cos \delta - I_\tau \cos \delta &= 0. \\ I_n \cos \delta + fN \sin \delta + I_\tau \sin \delta - N \cos \delta &= 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Определим значение нормального давления:

$$P + I_n \sin \delta - I_\tau \cos \delta = N(\sin \delta + f \cos \delta)$$

$$I_n \cos \delta + I_\tau \sin \delta = N(\cos \delta - f \sin \delta) \quad (3)$$

$$N = \frac{P + I_n \sin \delta - I_\tau \cos \delta}{\sin \delta + f \cos \delta}; \quad N = \frac{I_n \cos \delta + I_\tau \sin \delta}{\cos \delta - f \sin \delta}; \quad (4)$$

Исключим из (4) нормальные давления:

$$(P + I_n \sin \delta - I_\tau \cos \delta)(\cos \delta - f \sin \delta) = (I_n \cos \delta + I_\tau \sin \delta)(\sin \delta + f \cos \delta) \quad (5)$$

$$P(\cos \delta - f \sin \delta) = I_n f (\sin^2 \delta + \cos^2 \delta) + I_\tau (\sin^2 \delta + \cos^2 \delta) \quad (6)$$

$$P(\cos \delta - f \sin \delta) - I_n f = I_\tau \quad (7)$$

Подставим значения действующих сил:

$$m \frac{dv}{dt} = mq(\cos \delta - f \sin \delta) - \frac{mv^2}{\rho}$$

После сокращения массы частиц имеем:

$$\frac{dv}{dt} = q(\cos \delta - f \sin \delta) - \frac{fv^2}{\rho} \quad (8)$$

Уравнение (8) является дифференциальным уравнением движения частиц по направителю в зависимости от текущего угла между касательной к кривой направителя и его осью, которая совпадает с координатной осью ОУ.

Для получения равномерного распределения гранул поступательная скорость частиц должна быть постоянной -  $v = \text{const}$ , [3]. Следовательно, должно соблюдаться условие:

$$\frac{dv}{dt} = 0$$

При этом уравнение (8) принимает вид:

$$q(\cos \delta - f \sin \delta) - \frac{f\delta^2}{\rho} = 0 \quad (9)$$

В случае, когда форма направителя представляет собой параболоид вращения, то радиус кривизны его вертикального сечения равна:

$$\rho = \frac{P}{\sin^2 \delta} \quad (10)$$

где  $P$  - фокальный параметр параболы.

Подставим (10) в (9):

$$P = \frac{f}{q} \cdot \frac{v^2 \sin \alpha}{(\cos \delta - f \sin \delta)} \quad (11)$$

И здесь  $\alpha$  изменяется от 0 до  $\frac{\pi}{2}$ . Принимаем его среднее значение -  $\delta = \frac{\pi}{4}$ . Тогда из (11) получим:

$$P = \frac{f}{q} \cdot \frac{\sqrt{2} \cdot v^2}{2(1-f)} \quad (12)$$

Каноническое уравнение параболы имеет вид:

$$y^2 = 2px \quad (13)$$

С учетом (12) имеем:

$$y^2 = \frac{f}{q} \cdot \frac{\sqrt{2} v^2}{(1-f)} \cdot x \quad (14)$$

Рассчитанные значения параметров направителя параболоидной формы приведены в таблице 1. На рисунке 2 представлены фрагменты парабол, полученные при вертикальном разрезе направителя при различных значениях начальной скорости частиц.

Таблица 1 – Параметры направителя в форме параболоида

$x \backslash v$	0,0	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07
0,8	0	0,052	0,06	0,067	0,074	0,078
1,0	0	0,065	0,076	0,085	0,93	0,1
1,2	0	0,078	0,09	0,1	0,11	0,118
1,4	0	0,091	0,106	0,118	0,129	0,139
1,6	0	0,105	0,121	0,135	0,148	0,160

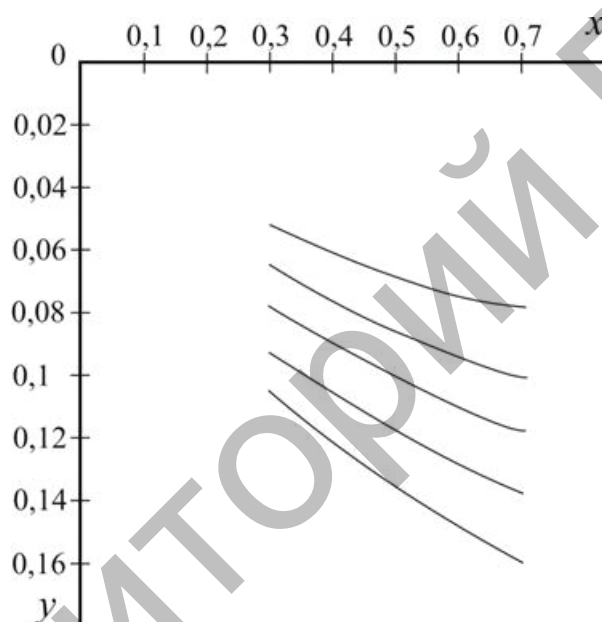


Рисунок 2 - Зависимости параметров направителя параболоидной формы от начальной скорости частиц

Выводы. Получена зависимость, позволяющая определить значения параметров направителя параболоидной формы. Варируя значениями начальной скорости можно найти оптимальные параметры распределителя.

### Список литературы

- 1 Грибановский А.П., Бидлингмайер А.П. Комплекс противоэрозионных машин (теория, проектирование). – Алматы: Кайнар, 1990. – С.180-183.
- 2 J. D. Jabro, W. B. Stevens, R. G. Evans, W. M. Iversen. Spatial variability and correlation of selected soilproperties in the ap horizon of a crp grassland. Applied Engineering in Agriculture. Vol. 26(3): 419-428 2010.
- 3 Материалы второй международной конференции по самовосстанавливающемуся земледелию на основе системного подхода NO-Till, Днепрпетровск, 2005. – 232 с.