

«Сейфуллин окулары – 12: Ғылым жолындағы жастар-болашақтың инновациялық әлеуеті» атты Республикалық ғылыми-теориялық конференция материалдары = Материалы Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения-12: Молодежь в науке - инновационный потенциал будущего" . – 2016. – Т.1, ч.2 – С.143-146

## **ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ ДЛЯ ВНУТРИПОЧВЕННОГО ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**

*Нукешев С.О., Романюк Н.Н.,  
Алайдарова А.М.*

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 КПП-2,2 и глубококорыхлителях-удобрителях ГУН-4, предназначенных для этой цели, высевающие аппараты не в полной мере выполняли агротребования по равномерности и устойчивости высева, 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  $0,1...0,3 \text{ г/см}^3$  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 автоматический 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 направителя;

$I_n = m \frac{u^2}{r}$  - центробежная сила инерции;

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

$u$  – поступательная скорость частицы;

$N$  – нормальное давление частицы на поверхность направителя;

$\rho$  – радиус кривизны вертикального сечения направителя.

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

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

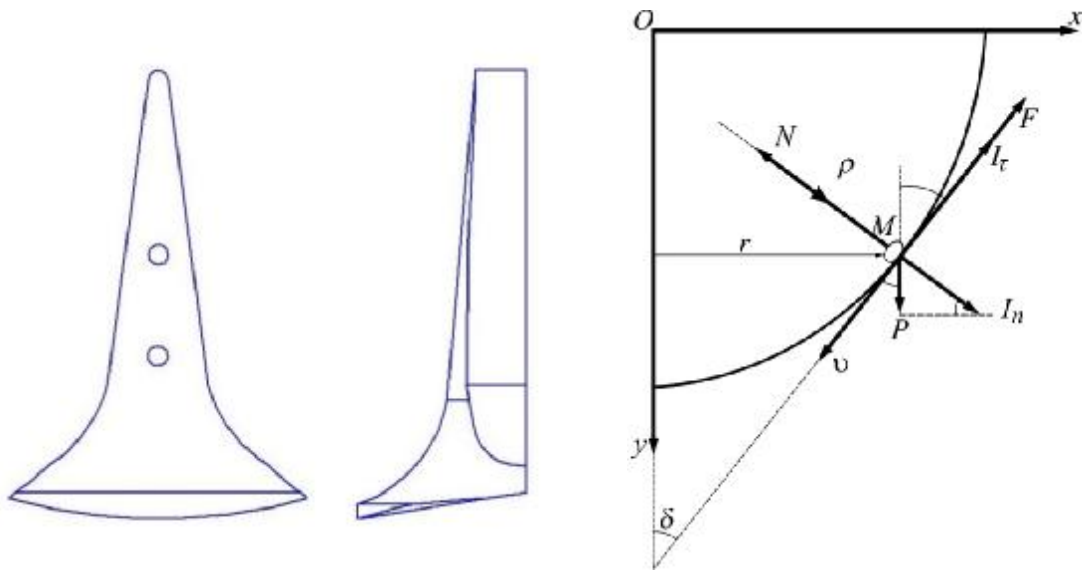


Рисунок 1 – Схема действующих сил на частицу в направителе

Расшифруем силу трения:

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

Определим значение нормального давления:

$$P + I_n \sin d - I_t \cos d = N(\sin d + f \cos d).$$

$$I_n \cos d + I_t \sin d = N(\cos d - f \sin d). \quad (3)$$

$$N = \frac{P + I_n \sin d - I_t \cos d}{\sin d + f \cos d}; \quad N = \frac{I_n \cos d + I_t \sin d}{\cos d - f \sin d}. \quad (4)$$

Исключим из (4) нормальные давления:

$$(P + I_n \sin d - I_t \cos d)(\cos d - f \sin d) = (I_n \cos d + I_t \sin d)(\sin d + f \cos d); \quad (5)$$

$$P(\cos d - f \sin d) = I_n f (\sin^2 d + \cos^2 d) + I_t (\sin^2 d + \cos^2 d). \quad (6)$$

$$P(\cos d - f \sin d) - I_n f = I_t. \quad (7)$$

Подставим значения действующих сил:

$$m \frac{du}{dt} = mq(\cos d - f \sin d) - \frac{mu^2}{r}.$$

После сокращения массы частиц имеем:

$$\frac{du}{dt} = q(\cos d - f \sin d) - \frac{fu^2}{r}. \quad (8)$$

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

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

$$\frac{du}{dt} = 0.$$

При этом уравнение (8) принимает вид:

$$q(\cos d - f \sin d) - \frac{fd^2}{r} = 0. \quad (9)$$

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

$$r = \frac{P}{\sin^2 d}, \quad (10)$$

где  $P$ -фокальный параметр параболы.

Подставим (10) в (9):

$$P = \frac{f}{q} \times \frac{u^2 \sin \alpha}{(\cos d - f \sin d)}. \quad (11)$$

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

$$P = \frac{f}{q} \times \frac{\sqrt{2} u^2}{2(1-f)}. \quad (12)$$

Каноническое уравнение параболы имеет вид:

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

С учетом (12) имеем:

$$y^2 = \frac{f}{q} \times \frac{\sqrt{2} u^2}{(1-f)} \times x. \quad (14)$$

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

$\begin{matrix} u \\ x \end{matrix}$	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

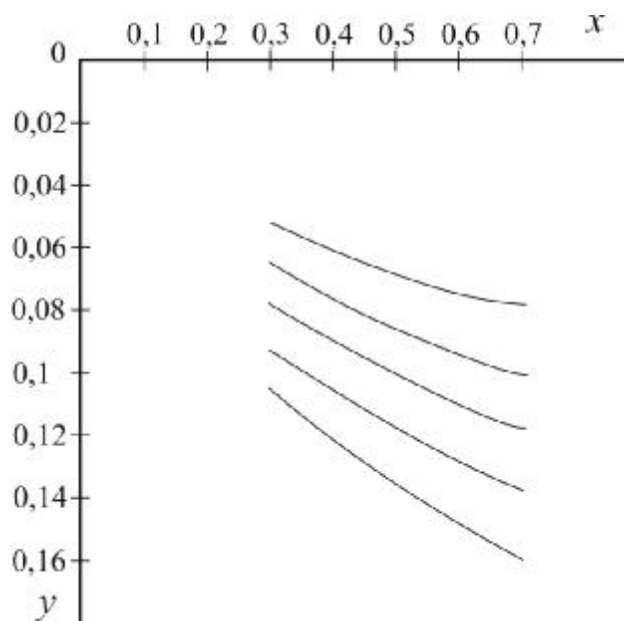


Рисунок 2 - Зависимости параметров направителя параболоидной формы от начальной скорости частиц

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 csp 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.