

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА



УДК 631.331

**А.М. Плаксин,
М.В. Пятаев**

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОТРАЖАТЕЛЯ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ЗЕРНОВОЙ СЕЯЛКИ

Ключевые слова: *распределитель семян, отражатель семян, зерновая сеялка, пневматическая высевающая система, равномерность распределения семян, траектория движения семени, дифференциальные уравнения.*

Анализ тенденций развития посевных машин, а также ряда литературных источников показали, что на сегодняшний день наиболее производительны, экономически эффективны и перспективны с точки зрения дальнейшего совершенствования сеялки и посевные комплексы с пневматическими централизованными высевающими системами (ПЦВС) [1-3]. Высокая эффективность машин данного типа подтверждается большим интересом к ним со стороны сельскохозяйственных предприятий, обновляющих свою материально-техническую базу. Вместе с тем машино-

строительные предприятия страны активно наращивают объемы выпуска подобной техники.

В сравнении с традиционными механическими посевными машинами машины с ПЦВС обладают более высокой сменной производительностью при равных с ними значениях ширины захвата и рабочей скорости. Большая производительность обусловлена лучшей приспособленностью машин с ПЦВС к заправке посевным материалом, меньшими затратами времени на техническое обслуживание, технологические настройки и переезды с поля на поле.

Одним из наиболее существенных недостатков пневматических высевающих систем зерновых сеялок является неравномерное распределение посевного материала по семяпроводам. Как показали исследования, неравномерность может превышать 15% и более при агротехниче-

ском допуске 3% [4]. При этом отмечается, что при неравномерности высева между семяпроводами выше 10% наблюдается устойчивое снижение урожайности в среднем на 1-2 ц/га [5]. В значительной степени это может снизить эффективность от применения сеялок и посевных комплексов с ПЦВС в районах с невысокой урожайностью зерновых культур. Например, при средней урожайности в Челябинской области 11 ц/га потери из-за неравномерного высева по ширине захвата могут превысить 20% от урожая.

Обзор научно-технической литературы позволил выявить несколько основных причин неравномерного распределения посевного материала по семяпроводам [6, 7]:

- несимметричный подвод высеваемого материала к распределительной головке;
- большая разность скоростей частиц, поступающих в распределительную головку;
- неравнозначность гидравлических сопротивлений семяпроводов.

Симметричная подача материала в распределительную головку достигается двумя основными способами:

- дополнительной турбулизацией поступающего потока, приводящей как следствие к интенсивному перемешиванию частиц и выравниванию их концентрации в подводящем трубопроводе распределителя;
- направленной подачей потока на отражатель, установленный в распределительной головке посредством различных по конструкции центрирующих элементов, установленных в подводящем трубопроводе.

Однако при выходе из подводящего трубопровода частицы высеваемого материала соударяются с отражателем и хаотически распределяются во внутреннем пространстве распределительной головки. При этом непосредственно в головке на характер распределения частиц оказывают влияние аэродинамические силы, зависящие от гидравлических сопротивлений семяпроводов. Данное влияние будет тем больше, чем меньше скорость частиц после удара. Поскольку сопротивление семяпроводов может быть различным, то, соответственно, посевной материал под действием аэродинамических сил будет распределяться неравномерно. Выходом из данной ситуации может быть выравнивание сопротивлений семяпроводов, однако это довольно сложно осуще-

ствить, если конструкция машины не позволяет использовать семяпроводы равной длины. В этой связи наиболее приемлемым решением может являться подбор рациональной геометрической формы отражателя.

Наиболее рациональной геометрической формой отражателя представляется пирамида с количеством граней, равным количеству отводящих патрубков распределительной головки (рис. 1). Отражатель в виде пирамиды позволит при условии равномерной подачи высеваемого материала на его грани повысить качество распределения посредством создания направленных в сторону отводящих патрубков вееров отраженных частиц.

Таким образом, необходимо определить рациональные параметры отражателя, а именно угол наклона грани пирамиды α к ее основанию (рис. 2). Наиболее приемлемым будет такой угол, при котором отраженная от вершины пирамиды частица будет непосредственно попадать в отводящий патрубок, без попутных столкновений с внутренними стенками распределителя. Для этого необходимо проанализировать траектории движения отраженной частицы при разных углах α .

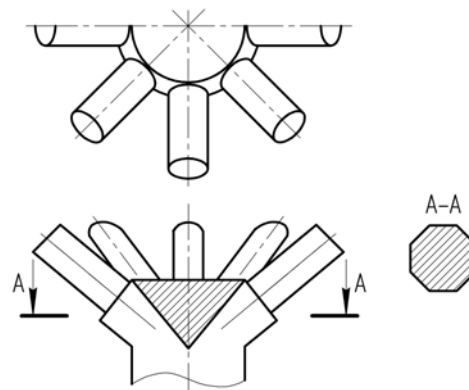


Рис. 1. Схема распределительной головки с отражателем в форме пирамиды

Для упрощения математического анализа сделаем следующие допущения: семя — материальная точка с массой m , рассматривается только поступательное движение, скорость воздуха постоянна, коэффициент парусности $k_{\Pi} = \text{const}$.

После соударения с отражателем на частицу действуют две силы: аэродинамическая сила F_a и сила тяжести mg . Выбрав систему координат XOY (рис. 2), составим дифференциальные уравнения движения частицы после соударения:

$$\begin{cases} m \frac{dv_x}{dt} = F_a - mg \cdot \cos \alpha \\ m \frac{dv_y}{dt} = mg \cdot \sin \alpha \end{cases} \quad (1)$$

Начальные условия движения: $t = 0$,
 $x_0 = 0$, $y_0 = 0$, $v_{0x} = u \cdot \cos \varphi$,
 $v_{0y} = u \cdot \sin \varphi$.

Значение скорости частицы после удара u и угла φ для обозначенных начальных условий найдем, используя положения классической теории удара [8], соответственно, по зависимостям (2) и (3).

$$u = \sqrt{u_n^2 + u_\tau^2} \quad (2)$$

где u_n , u_τ – соответственно, нормальная и тангенциальная составляющие скорости после удара.

$$\varphi = \frac{\pi}{2} - \arctg\left(\frac{k_\tau}{k_n} \cdot \tg \alpha\right) \quad (3)$$

$$\begin{cases} x = v_B t - \frac{1}{k_n} \ln \operatorname{ch} \left(\operatorname{Arth} \sqrt{\frac{k_n}{g \cdot \cos \alpha}} (v_B - v_{0x}) + \sqrt{k_n \cdot g \cdot \cos \alpha} \cdot t \right) + C_1 \\ y = \frac{gt^2}{2} \cdot \sin \alpha + C_2 \cdot t + C_3 \end{cases} \quad (4)$$

Учитывая начальные условия, окончательно получим следующее:

$$\begin{cases} x = v_B t - \frac{1}{k_n} \ln \frac{\operatorname{ch} \left(\operatorname{Arth} \sqrt{\frac{k_n}{g \cdot \cos \alpha}} (v_B - u \cdot \cos \varphi) + \sqrt{k_n \cdot g \cdot \cos \alpha} \cdot t \right)}{\operatorname{ch} \left(\operatorname{Arth} \sqrt{\frac{k_n}{g \cdot \cos \alpha}} (v_B - u \cdot \cos \varphi) \right)} \\ y = \frac{gt^2}{2} \cdot \sin \alpha + u \cdot \sin \varphi t \end{cases} \quad (5)$$

где k_n , k_τ – соответственно, коэффициенты восстановления нормальной и тангенциальной составляющих скорости.

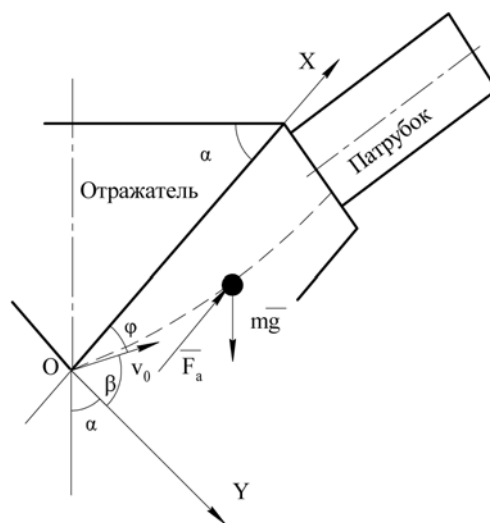


Рис. 2. Движение частицы после соударения с отражателем

Дважды проинтегрировав, получим решение уравнений (1) в общем виде:

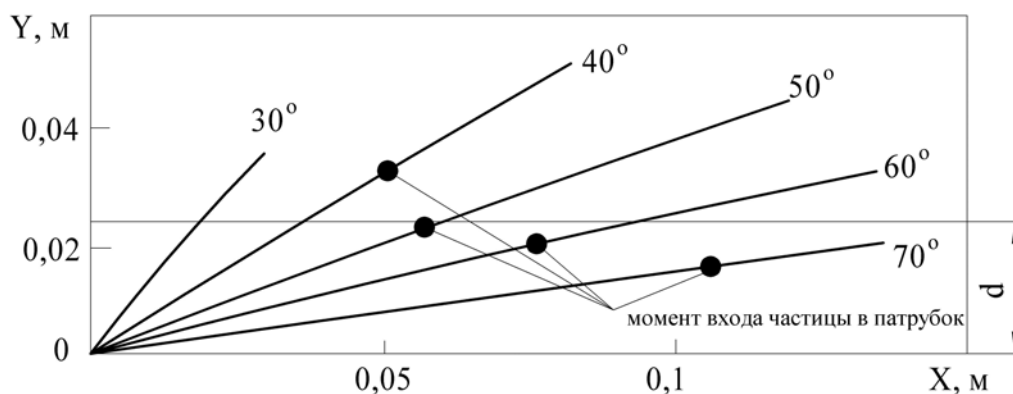


Рис. 3. Траектории полета отраженных частиц, в зависимости от угла наклона грани

Приняв скорость частицы после удара одинаковой для всех α ($u = 7$ м/с), а также задавшись диаметрами подводщего трубопровода D (80 мм) и отводящего патрубка d (25 мм), по зависимостям (5) построим траектории движения частицы после соударения с отражателем (рис. 3). Частицу после соударения с вершиной пирамиды можно считать попавшей в отводящий патрубок только в том случае, если она прошла вдоль оси X расстояние b (6), равное высоте боковой грани пирамиды, при этом ее координата по оси Y не превысила значения диаметра отводящего патрубка d (в данном случае 25 мм).

$$b = \frac{D}{2 \cdot \cos \alpha} \quad (6)$$

Таким образом, теоретические исследования показывают, что рациональный угол наклона грани к основанию находится в пределах 50-70°, поскольку только при данных углах наблюдается попадание отраженной от вершины отражателя частицы непосредственно в отводящий патрубок.

Библиографический список

1. Любушко Н.И. Зерновые сеялки на рубеже XXI века / Н.И. Любушко, В.Н. Зволинский // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2001. – № 2. – С. 4-7.

2. Зволинский В.Н. Использование отечественного опыта при создании посевной техники / В.Н. Зволинский, Н.И. Любушко // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1998. – № 11. – С. 22-24.

3. Шевырëв Л.Ю. Совершенствование процесса дозирования семян зерновых культур сеялкой с централизованным высевом: дис. ... канд. техн. наук / Л.Ю. Шевырëв. – Зерноград, 2004. – С. 14.

4. Пятаев М.В. Определение неравномерности высева на сеялках с пневматическими высевающими системами / М.В. Пятаев // Вестник ЧГАУ. – 2009. – № 54. – С. 82-86.

5. Кузнецов М.К. Неравномерность высева семян зерновыми сеялками / М.К. Кузнецов, М.А. Виноградов, В.В. Жигайлов, А.Н. Варавва // Тракторы и сельхозмашины. – 1980. – № 7. – С. 17-18.

6. Хоменко М.С. Механизация посева зерновых культур и трав: справочник / М.С. Хоменко. – Киев: Урожай, 1989. – С. 40-42.

7. Зуев Ф.Г. Пневматическое транспортирование на зерноперерабатывающих предприятиях / Ф.Г. Зуев. – М., 1976. – С. 39-44.

8. Лачуга Ю.Ф. Теоретическая механика / Ю.Ф. Лачуга, В.А. Ксендзов. – М.: Колос, 2000. – С. 471.



УДК 629.114.2.032

Д.П. Бокин

РЕМОНТ ГУСЕНИЦ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ ПОСРЕДСТВОМ УСТАНОВКИ РЕЗИНОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ШАРНИРОВ

Ключевые слова: гусеничный движитель, износ проушин, предельное состояние, ремонт, обработка звеньев, резинометаллический шарнир, упругий элемент, напряженно-деформированное состояние.

В настоящее время на современном этапе развития сельского хозяйства среди основных проблем является проблема деградации почв. Помимо естественных причин их разрушения, таких как ветровая

и водная эрозия, в растениеводстве также остро стоит проблема уплотнения почв сельскохозяйственной техникой.

Одним из возможных решений данной проблемы является применение гусеничных тракторов. В настоящее время они не получили широкого применения при проведении полевых работ, однако как в крестьянских (фермерских) хозяйствах, так и в крупных сельскохозяйственных предприятиях продолжается эксплуатация старых гусеничных тракторов ДТ-75М и их моди-