

УДК 631.331

А.Ю. Несмиян, доц., канд. техн. наук, В.В. Должиков, канд. техн. наук
ФГБОУ ВПО «Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия»

Модернизация пропашной сеялки

В статье рассмотрена проблема обеспечения качественного высева семян. Выяснено, что конструкции дозирующих элементов высевающих аппаратов внедряются в производство без научного обоснования. Проведен анализ условий выноса семян из общей массы в семенной камере. Это позволило предложить конструктивное решение проблемы гарантированного присасывания и выноса семени из семенной камеры.

пропашная сеялка, пневмовакуумный высевающий аппарат, слой семян, семенная камера, адаптивный дозирующий элемент

А.Ю. Несміян, В.В. Должиков
ФДБОУ ВПО «Азово-Чорноморська державна агроінженерна академія»
Модернізація просапної сівалки

У статті розглянута проблема забезпечення якісного висіву насіння. З'ясовано, що конструкції дозуючих елементів висівних апаратів впроваджуються у виробництво без наукового обґрунтування. Проведено аналіз умов виносу насіння із загальної маси в насінневі камері. Це дозволило запропонувати конструктивне рішення проблеми гарантованого присмоктування і виносу насіння з насінневої камери.

просапна сівалка, пневмовакуумний висівальний апарат, шар насіння, насіннева камера, адаптивний дозуючий елемент

Вступление. В силу биологических особенностей при возделывании пропашных культур большое внимание уделяется равномерности распределения семян в рядках посева, которая значительно зависит от качества их дозирования высевающими аппаратами пропашной сеялки, регламентированного агротребованиями (не более 2% нулевых и 5% двойных подач).

Постановка проблемы. Анализ научных работ показал, что, несмотря на значительную исследованность вопроса, конструкция некоторых элементов высевающих аппаратов пропашных сеялок, в том числе и дозирующих, внедряется в производство без научного обоснования, исходя из технологической простоты изготовления или сложившихся традиций. Это сдерживает рост производительности посевных агрегатов (при заданных требованиях к точности высева), что приводит к затягиванию сроков посева и, как следствие, к недобору урожая.

В связи с этим обоснование конструктивных элементов универсальных пневмовакуумных высевающих аппаратов пропашных сеялок, направленное на обеспечение высокого качества дозирования семян пропашных культур, является актуальной задачей, имеющей важное значение для науки и практики.

Решение проблемы. Вопросами работы пневмовакуумных высевающих аппаратов занимались П.Я. Лобачевский [1], В.В. Лукьянец [2], В.П. Руденко [3] и др. ученые. В процессе анализа их работ было установлено, что для производственных условий эксплуатации пневмовакуумных высевающих аппаратов представляет интерес использование адаптивных дозирующих элементов с переменной формой и площадью присасывания.

Вынос семян из семенной камеры происходит благодаря силе трения \bar{F} (рис. 1) поверхности высевающего диска о присасываемое семя. При этом на семя действуют и силы сопротивления выносу (центробежная сила $\bar{P}_{Ц}$ в расчетах не учитывается, как пренебрежимо малая).

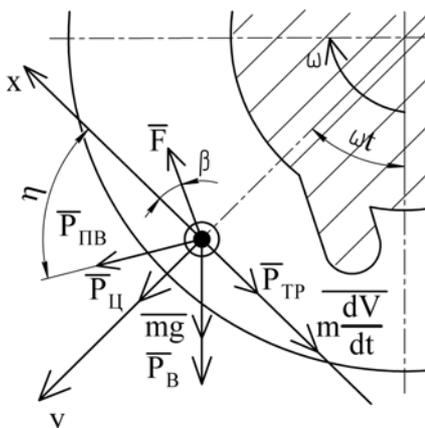


Рисунок 1 – Схема сил, действующих на присасываемое семя в слое семян

Принято считать, что гарантированный вынос семени будет обеспечен, если выполнено условие

$$\frac{F}{\sum R} = \frac{(P_B \cdot \operatorname{tg} \beta + P_{np}) \cdot f}{\sqrt{R_x^2 + R_y^2}} \geq 1, \quad (1)$$

где F – сила трения поверхности высевающего диска о присасываемое семя, Н;

$\sum R$ – равнодействующая сил сопротивления выносу, Н;

P_B – сила вертикального давления вышележащего слоя семян, Н;

β – угол укладки семенного материала, град;

P_{np} – контактная сила присасывания (направлена по нормали к плоскости высевающего диска, на рис. 1 не показана), Н;

f – коэффициент трения семени о поверхность высевающего диска;

R_x, R_y – проекции сил сопротивления выносу семени из семенной камеры на оси X и Y.

В подавляющем большинстве расчетов значение угла β , который характеризует соответствие принятой модели сыпучего тела реальной среде, принимается исходя из гипотетических предположений и колеблется в диапазоне от 16 до 45°. В ходе проведения исследований был выполнен эксперимент, который позволил установить, что под воздействием ворошителя пористость слоя семян в семенной камере принимает значение ($\Pi=45\dots50\%$), соответствующее углу укладки β , приблизительно равному нулю [4].

Тогда условие захвата и выноса семени из семенной камеры примет вид

$$\frac{F}{\sum R} = \frac{\kappa_\phi \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot H \cdot f}{\sqrt{\left(m \frac{dV}{dt} - P_{ПВ} \cdot \cos \eta + m \cdot g \cdot \sin \omega t + P_B \cdot \sin \omega t\right)^2 + \left(m \cdot g \cdot \cos \omega t - P_{ПВ} \cdot \sin(90 - \eta) + P_B \cdot \cos \omega t\right)^2}} \geq 1. \quad (2)$$

Контактную силу присасывания P_{np} принято считать пропорциональной площади дозирующего элемента. Однако такая картина наблюдается только в случае полного перекрытия дозирующего элемента семенем.

Исследования работы пневмовакуумного высевающего аппарата с круглыми дозирующими элементами показали, что семя, захваченное дозирующим элементом при движении в семенной камере, раздвигает слой семян, прилегающий к высевающему диску. После прохождения этого дозирующего элемента слой семян смыкается таким образом, что точки контактов семян лежат на траектории движения дозирующих элементов. Из-за отсутствия семенного материала на траектории движения следующего дозирующего элемента семена не полностью перекрывают его и площадь перекрытия S_c (рис. 2) чаще всего не равна площади дозирующего элемента, поэтому контактную силу присасывания упрощенно можно рассчитывать, исходя из выражения

$$P_{np} = \kappa_{\phi} \cdot S_c \cdot H, \text{ Н}, \quad (3)$$

где S_c – площадь перекрытия дозирующего элемента семенем, м^2 .

Для устранения этого явления предлагается изготавливать дозирующие элементы в виде радиальных прорезей, что позволит обеспечить гарантированное попадание хотя бы одного семени на траекторию движения дозирующего элемента (рис. 3).

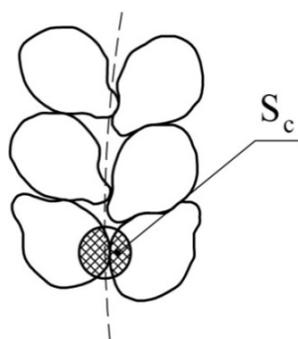


Рисунок 2 – Возможное расположение семян относительно дозирующего элемента

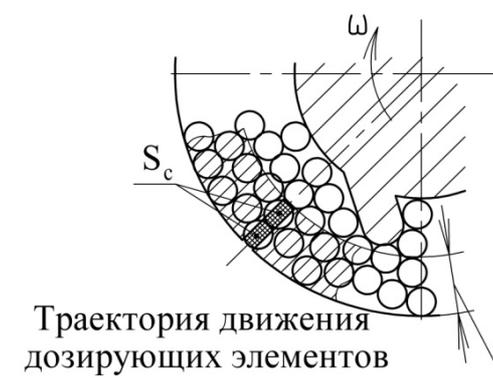


Рисунок 3 – Схема расположения семян у дозирующего элемента предлагаемого высевающего диска

Исходя из предложенной конструкции дозирующего элемента, была получена зависимость, примерно устанавливающая взаимосвязь площади перекрытия дозирующего элемента семенем S_c с его шириной

$$S_c = 4 \cdot \int_0^{t_3/2} \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 - x_i^2} dx, \text{ м}^2, \quad (4)$$

где t_3 – ширина радиально расположенного дозирующего элемента, м;
 b – средняя ширина высеваемых семян, м.

Таким образом, можно сделать вывод, что в предлагаемом пневмовакуумном высевающем аппарате достигается устойчивое значение отношения сил, что обеспечивает гарантированное присасывание семян к дозирующим элементам.

С учетом условия незападания семени в дозирующий элемент

$$t_{\text{э}} = (0,5 \dots 0,7) \cdot c, \text{ м}, \quad (5)$$

где c – минимальная толщина высеваемых семян, м, было установлено, что радиально расположенные дозирующие элементы шириной 2,5 мм будут являться адаптивными, позволяющими высевать семена подсолнечника и кукурузы с обеспечением высокого качества работы аппарата.

Для уменьшения вероятности образования двойных и тройных подач радиальными дозирующими элементами в работе предложено ширину прорези в прокладке вакуумной камеры выполнить переменной, имеющей наибольшую ширину l в нижней части семенной камеры (рис. 4).

Затем она уменьшается по ходу вращения высевашего диска до окончания зоны начала воздействия на посевной материал сбрасывателя лишних семян, принимая значение h

$$h = \frac{\sqrt{m^2 \cdot g^2 + P_{\text{ц}}^2 + 2 \cdot m \cdot g \cdot P_{\text{ц}} \cdot \cos \omega t}}{k_{\phi} \cdot t_{\text{э}} \cdot H \cdot f}, \text{ м}. \quad (6)$$

Это позволит «облегчить» работу сбрасывателя, так как за счет сужения зоны присасывания семян с l до h часть «лишних» семян будет отделяться от дозирующих элементов под действием силы тяжести. Кроме того, за счет уменьшения их площади можно будет добиться снижения расхода воздуха через них.

С учетом коэффициента запаса в работе принимаем ширину щели $h=3$ мм.

Аналитически установлено, что в высевашем диске серийного пневмовакuumного высевашего аппарата площадь дозирующего элемента, незакрытая сбрасывателем лишних семян, изменяется косинусоидально в зависимости от степени перекрытия. В предложенном дозирующем элементе, образованном пересечением радиальных прорезей в высевашем диске с прорезью прокладки вакуумной камеры (рис. 4), эта площадь изменяется линейно.

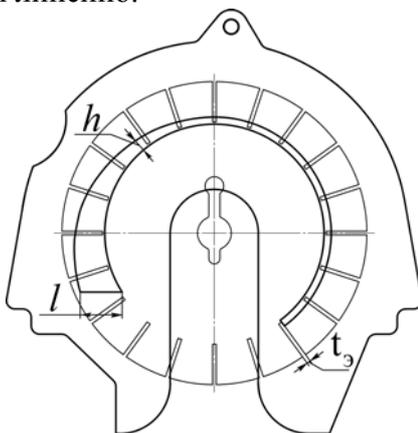


Рисунок 4 – Предлагаемые высеваший диск и прокладка вакуумной камеры

Выводы: 1. В предложенной конструкции пневмовакuumного высевашего аппарата роль адаптивных дозирующих элементов выполняют щели, образованные пересечением радиальных прорезей на высевашем диске и фигурной прорези в прокладке вакуумной камеры. При этом аналитически установлено, что прорези в высевашем диске должны изготавливаться длиной, равной расстоянию от кромки высевашего диска до стенки семенной камеры и шириной 2 мм для подсолнечника и 3 мм для кукурузы, а прорезь прокладки вакуумной камеры должна иметь максимальную ширину в зоне семенной камеры и плавно уменьшаться в направлении

вращения высевающего диска, принимая значение $h=3$ мм за зоной сбрасывателя лишних семян. Далее ширина вакуумной камеры остается неизменной.

2. Лабораторные эксперименты показали, что предлагаемый пневмовакuumный аппарат позволяет повысить единичную подачу семян (при допустимой частоте нулевых подач 2%) в 1,03 и 1,02 раза при высеве подсолнечника и кукурузы соответственно. При этом у предложенного аппарата коэффициент вариации подачи семян оказался в 1,60 раза при высеве подсолнечника и в 1,24 раза при высеве кукурузы меньше, чем у серийного пневмовакuumного высевающего аппарата [5].

Также опытным путем было установлено, что применение предлагаемого пневмовакuumного высевающего аппарата позволит повысить равномерность подачи семян в борозду в среднем на 12...29% по длине условного рядка и на 30...40% по ширине [5].

В лабораторных условиях было установлено, что предлагаемые дозирующие элементы при скорости посева около 14 км/ч обеспечивают повышение подачи семян по сравнению с серийными с 0,91 до 0,94 для подсолнечника и с 0,83 до 0,95 для кукурузы [5].

3. Предложенная разработка позволяет адаптировать серийный пневмовакuumный высевающий аппарат под посев двух культур. За счет снижения материалоемкости, увеличения скорости движения агрегата и коэффициента использования времени смены чистый дисконтированный доход в результате применения разработки составляет 27446 гр., при затратах на усовершенствование сеялки – 1411 гр [5].

Список литературы

1. Лобачевский, П.Я. Проектирование сеялок для точного посева пропашных культур / П.Я. Лобачевский, В.И. Хижняк, А.Ю. Несмиян. – зерноград: АЧГАА, 2006. – 48 с.
2. Лукьянец, В.В. Совершенствование технологического процесса точного высева семян пропашных культур пневматической сеялкой (на примере дражированных семян сахарной свеклы): диссертация кандидата технических наук / В.В. Лукьянец. – зерноград: 1999. – 163 с.
3. Руденко, В.П. Влияние формы дозирующих элементов. Полтавская технология посева / В.П. Руденко. – Полтава: Интерграфика, 2006. – 36 с.
4. Несмиян А.Ю. Теория работы высевающего аппарата пропашной сеялки вакуумного типа / А.Ю. Несмиян, В.В. Должиков, А.В. Яковец // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – Изд-во Белгородский ГТУ им. В.Г. Шухова, 2012. – № 2. – С. 72–74.
5. Должиков В.В. Совершенствование процесса подачи семян пропашных культур пневмовакuumным аппаратом: автореферат диссертации кандидата технических наук / В.В. Должиков. – зерноград: 2013. – 19 с.

Andrew Nesmiyan, Valery Dolzhikov

FSBEE HPE «Azov-Black Sea State Agroengineering Academy»

Modernization seeder row crop

The article considers the problem of providing quality sowing seeds row crops. It was found that the introduction of dosing elements designs sowing apparatuses in production come from the technological the simplicity of their manufacture or tradition, without scientific evidence.

To resolve this issue, an analysis of the conditions for the removal of the total weight seeds in the seed chamber. The results of the research by the authors proposed a constructive solution to the problem of guaranteed suction and removal of seed from the seed chamber. In the proposed design pneumatic vacuum sowing role adaptive dosing elements operate slot formed by the intersection of radial slots in the seed disc and figured laying slits in the vacuum chamber. The same solution can eliminate the phenomenon sowing extra seeds.

seeder row crop, pneumatic vacuum sowing machine, a layer of seeds, seed camera, adaptive dosing member