

УДК 631.331.85

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ВЫСЕВАЮЩИЙ АППАРАТ ТОЧНОГО ВЫСЕВА БЕЗ ПОДВИЖНЫХ ЧАСТЕЙ

Сторожук Татьяна Александровна
доцент кафедры «Механизации животноводства и БЖД», SPIN-код 1864-1806,
email: storojuk.t.a@gmail.com
ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ», Краснодар, Россия

Богус Азамат Эдуардович
доцент кафедры «Процессы и машины в агробизнесе», SPIN-код 9567-1848,
email: azamat089@gmail.com
ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ», Краснодар, Россия

Описаны причины основные недостатки существующих высевальных аппаратов для пунктирного посева. Представлена технологическая схема пневматического высевального аппарата без подвижных частей, позволяющая повысить качественные показатели точного посева. Получены зависимости, позволяющие получить уравнение движения семян в пневматическом высевальном аппарате. Выведены уравнения, описывающие скорость, ускорение семян в высевальном аппарате, необходимые для определения работоспособных режимов работы высевального аппарата точного посева

Ключевые слова: ВЫСЕВАЮЩИЙ АППАРАТ, ТОЧНЫЙ ВЫСЕВ, РАЗРЯЖЕНИЕ, ПРИСОСКИ, ПИТАЮЩИЙ КАНАЛ; ПРИЕМНАЯ КАМЕРА, СКОРОСТЬ, УСКОРЕНИЕ, УРАВНЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-202-006>

Введение

В настоящее время для точного посева пропашных культур наряду с механическими высевальными аппаратами применяются пневматические с высевальными дисками или барабаном. Поштучный выбор семян из бункера осуществляется путём захвата отдельного семени отверстием (присоской) высевального диска (барабана) и транспортирования его к зоне семяпровода. В этих аппаратах не повреждаются семена, не требуется калибровки,

<http://ej.kubagro.ru/2024/08/pdf/06.pdf>

UDC 631.331.85

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences, agricultural sciences)

PNEUMATIC SEEDING MACHINE PRECISION SEEDING MACHINE WITHOUT MOVING PARTS

Storozhuk Tatyana Aleksandrovna –
Associate Professor, Department Mechanization of Animal Husbandry and Life Safety
RSCI SPIN code 1864-1806
e-mail: storojuk.t.a@gmail.com
Kuban state agrarian university, Krasnodar, Russia

Bogus Azamat Eduardovich
Associate Professor, Department of Processes and Machines in Agribusiness
RSCI SPIN code 9567-1848
email: azamat089@gmail.com
Kuban state agrarian university, Krasnodar, Russia

The reasons for the main disadvantages of existing dotted seeding machines are described. The technological scheme of a pneumatic sowing machine without moving parts is presented, which allows to improve the quality of accurate sowing. Dependences are obtained that allow us to obtain the equation of the movement of seeds in a pneumatic sowing machine. The equations describing the speed and acceleration of seeds in the seeding apparatus are derived, which are necessary to determine the operable modes of operation of the precision seeding apparatus

Keywords: SEEDING MACHINE, PRECISE SEEDING, DISCHARGE, SUCTION CUPS, FEEDING CHANNEL; RECEIVING CHAMBER, SPEED, ACCELERATION, EQUATION OF MOTION

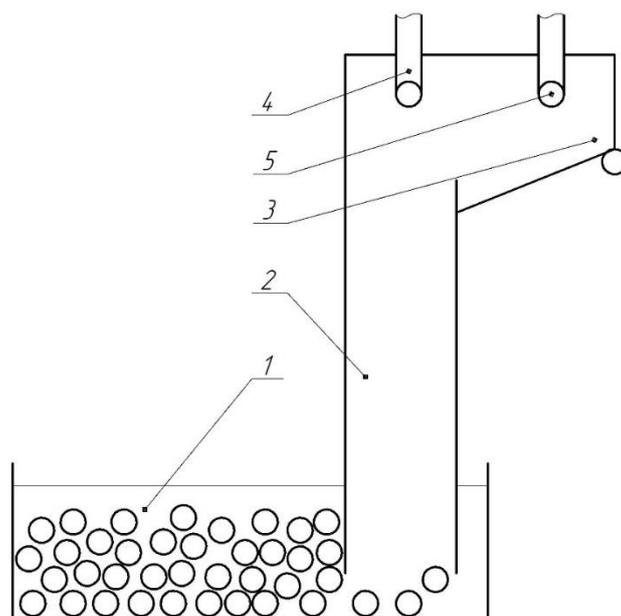
они могут работать с более высокой окружной скоростью рабочего органа, не снижая точности высева. Однако как механические, так и пневматические высевающие аппараты сложны по конструкции, имеют низкий коэффициент полезного действия и отличаются большой металлоемкостью.

Важнейшими требованиями погрузочных устройств являются простота и надежность конструкция, высокая производительность (подача материалов) и отсутствие повреждения семян.

Известны шнековые заборники и пневматические заборные (приемные) устройства, однако при их работе повреждаемость семян достигает иногда 5-10% и больше. Они отличаются сложностью конструкции, большой металлоемкостью и невысокой надежностью. Разработанные заборные устройства, зерноприемники типа «Сопло» требуют подачи к ним материала, что не всегда приемлемо для загрузчиков. Нами предложено струйное заборное устройство, которое наряду с использованием в области пневмотранспорта может найти применение в загрузчиках сыпучих материалов, например, пшеницы.

Схема пневматического высевающего аппарата точного высева без подвижных частей

Нами предложен способ пневмотранспортирования штучных грузов по заданной программе, который может использоваться при разработке высевающих аппаратов, осуществляющих поштучный выбор и транспортирование семян воздушным потоком. Схема предлагаемого пневматического высевающего аппарата точного высева представлена на рис. 1. Он состоит из бункера для семян 1, питающего канала 2, приемной камеры 3 и присосок 4, 5. Диаметр присосок соразмерен с высеваемыми семенами. При подаче вакуума к присоске 4 от распределителя вакуума той или иной конструкции воздушный поток захватывает порцию семян из бункера и транспортирует их к этой присоске. Скорость воздушного потока выше критической скорости семян.



1 – бункер; 2 – питающий канал; 3 – приемная камера; 4, 5 – присоски

Рис.1 – Схема пневматического высевающего аппарата точного высева без подвижных частей

Когда одно из семян перекроет всасывающее отверстие присоски 4, действие вакуума прекращается и неприсосавшиеся семена падают обратно в бункер 1. Затем вакуум в присоске 4 уменьшается, а в присоске 5 увеличивается и семя из питающего канала переходит в приемную камеру 3, откуда попадает, в семяпровод. Очевидно, что производительность и качество работы аппарата будут определяться величиной вакуума, частотой и продолжительностью подачи его к присоскам, размерами всасывающих отверстий и питательного канала.

Теоретические зависимости

Рассмотрим движение семени в питательном канале, допуская, что оно движется в свободном воздушном потоке. На семя действует сила веса mg

и аэродинамическая сила $F_{aэр}$, величина которой определяется по известной формуле Ньютона:

$$F_{\text{аэр}} = kf \frac{\rho}{2} (u_{\text{в}} - u_{\text{с}})^2 \quad (1)$$

где k – аэродинамический коэффициент;

f – миделево сечение семени;

ρ – плотность воздуха;

$u_{\text{в}}$ – скорость воздуха;

$u_{\text{с}}$ – скорость семени.

Дифференциальное уравнение движения семени в этом случае имеет вид:

$$m \frac{du_{\text{с}}}{dt} = F_{\text{аэр}} - mg \quad (2)$$

где t – время

Решив его при начальных условиях $t = 0, u_{\text{с}} = 0$ получим скорость семени и закон его движений S :

$$u_{\text{с}} = u_{\text{в}} - u_{\text{кр}} \frac{\frac{u_{\text{в}} + u_{\text{кр}}}{u_{\text{в}} - u_{\text{кр}}} e^{\frac{2gt}{u_{\text{кр}} + 1}}}{\frac{u_{\text{в}} + u_{\text{кр}}}{u_{\text{в}} - u_{\text{кр}}} e^{\frac{2gt}{u_{\text{кр}} - 1}}} \quad (3)$$

$$S = u_{\text{в}}t - u_{\text{кр}}t + \frac{u_{\text{кр}}^2}{g} e_n \frac{\frac{u_{\text{в}} + u_{\text{кр}}}{u_{\text{в}} - u_{\text{кр}}} - 1}{\frac{u_{\text{в}} + u_{\text{кр}}}{u_{\text{в}} - u_{\text{кр}}} e^{\frac{2gt}{u_{\text{кр}} - 1}}} \quad (4)$$

где $u_{\text{кр}}$ – критическая скорость семени.

При движении скорость семени всегда будет меньше скорости, воздушного потока на величину:

$$u_B - u_C = u_{кр} \frac{\frac{u_B + u_{кр}}{u_B - u_{кр}} e^{\frac{2gt}{u_{кр} + 1}}}{\frac{u_B + u_{кр}}{u_B - u_{кр}} e^{\frac{2gt}{u_{кр} - 1}}} \quad (5)$$

Так как предел дроби уравнения (3) при $u_C \rightarrow \infty$ равен единице, то максимальная скорость u_{max} семени в воздушном потоке будет меньше на величину критической скорости $u_{кр}$, т.е.:

$$u_{max} = u_B - u_{кр}. \quad (6)$$

Из уравнения (2) также следует, что начальное ускорение $\frac{du_C}{dt}$ не зависит от размеров семени и равно:

$$\frac{du_C}{dt} = g \left(\frac{u_B^2}{u_{кр}^2} - 1 \right) \quad (7)$$

Из анализа уравнения (3) следует, что семя достигнет $0,98u_{max}$ через время:

$$t = \frac{u_{кр}}{2g} e_n \frac{1 + 99 \frac{u_{кр}}{u_B}}{1 + \frac{u_{кр}}{u_B}}, \quad (8)$$

Время достижения семенем своей максимальной скорости определяется динамическими свойствами и скоростью воздушного потока.

На основании теоремы сплошности потока найдем Величину вакуума в питающем канале.

Составим равенство, считая, что скорость воздуха u_0 в присоске из-

вестна и равна:

$$u_0 = \alpha \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}}, \quad (9)$$

$$u_{\text{п}} F_1 = F_2 n \alpha \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}}, \quad (10)$$

где F_1, F_2 – соответственно площадь сечений питающего канала и отверстия присоски;

α – коэффициент сопротивления присоски;

Δp – разрежение в присоске;

n – количество присосок.

Отсюда величина разрежений будет:

$$\Delta p = \frac{\rho u_{\text{в}}^2 D^2}{2n^2 \alpha^2 d^2}, \quad (11)$$

где D – диаметр питающего канала;

d – диаметр присоски.

Производительность N аппарата за время T определится из выражения:

$$N = \frac{T}{t_1 + t_2}, \quad (12)$$

где t_1 – время подъёма семени в питательном канале, которое определяется для каждого конкретного случая из уравнения (4);

t_2 – время перемещения семени из питательного канала в прием-

ную камеру.

Для распределителя вакуума ротационного типа скорость вращения V ротора определится, исходя из геометрических размеров его всасывающего отверстия:

$$V = \frac{\beta}{6t_1}, \quad (13)$$

где β – центральный угол всасывающего отверстия, °.

Устойчивая работа аппарата будет возможна при условии равномерного поступления порций семян из бункера в питающий канал.

Если при каждом захвате семян присоской в питательный канал поступает m семян, то через l захватов там будет $l(m - 1) + 1$ семян и возможно его заполнение полностью.

К преимуществам указанного струйного заборного устройства относятся:

- способность осуществлять выбор материала из общей массы за счет взаимодействия питающих струй с последующей его подачей к эжектирующему потоку

- возможность использования энергии эжектирующей струи и питающих струй для транспортирования сыпучих материалов;

- регулируя рабочее давление и расход воздуха через питающие сопла» можно изменять концентрацию аэроsmеси» т. е» изменять производительность, иначе – процесс дозирования является управляемым;

- принцип работы струйного заборного устройства и его конструкция позволяют самопогружаться материалу по мере его выбора;

- простота конструкции, высокая надежность и малая металлоемкость;

- устройство способно увеличивать расход воздуха в несколько раз по

сравнению с энергоисточником»

Выводы

1. Получены дифференциальное уравнение движения семян в пневматическом высевальном аппарате точного посева без подвижных частей.
2. Получили зависимости, описывающие скорость, ускорение и закон движения семян в процессе работы пневматического высевального аппарата.
3. Полученные зависимости могут быть использованы для определения геометрических и режимных параметров пневматического высевального аппарата, таких как величина вакуума, частота и продолжительность его подачи к присоскам, размеры всасывающих отверстий и питательного канала.

Список литературы

1. Papusha, S. K. Interaction of rotary working body of roller type with the object of processing / S. K. Papusha, A. E. Bogus, V. I. Konovalov // MATEC Web of Conferences : 2018 International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment, ICMTMTE 2018, Sevastopol, 10–14 сентября 2018 года. Vol. 224. – Sevastopol: EDP Sciences, 2018. – P. 05007. – DOI 10.1051/mateconf/201822405007. – EDN XNUMSP.
2. Патент № 2457656 С2 Российская Федерация, МПК А01С 7/04. Пневматическая сеялка с центрально-дозировочной системой : № 2010145399/13 : заявл. 08.11.2010 : опубл. 10.08.2012 / Е. И. Трубилин, А. В. Хохлов, А. А. Хохлов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кубанский государственный аграрный университет". – EDN EKXDSS.

References

1. Papusha, S. K. Interaction of rotary working body of roller type with the object of processing / S. K. Papusha, A. E. Bogus, V. I. Konovalov // MATEC Web of Conferences : 2018 International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment, ICMTMTE 2018, Sevastopol, 10–14 sentjabrja 2018 goda. Vol. 224. – Sevastopol: EDP Sciences, 2018. – P. 05007. – DOI 10.1051/mateconf/201822405007. – EDN XNUMSP.
2. Patent № 2457656 C2 Rossijskaja Federacija, MPK A01C 7/04. Pnevmaticheskaja sejalka s central'no-dozirujushhej sistemoj : № 2010145399/13 : zajavl. 08.11.2010 : opubl. 10.08.2012 / E. I. Trubilin, A. V. Hohlov, A. A. Hohlov [i dr.] ; zajavitel' Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija "Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet". – EDN EKXDSS.