

**Романюк Н. Н.,
Астрахан Б. М.**
Учреждение образования
«Белорусский государственный
аграрный технический университет»
Шмат Т. М.
Учреждение образования
«Мозырский государственный
педагогический университет им. И.П
Шамякина»
E-mail: romanyuk-nik@tut.by

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ ДОЗИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ КОНСЕРВАЦИИ И ИНКРУСТАЦИИ КУКУРУЗЫ

УДК 631.53.02:633.15

Несоблюдение технологии протравливания семян приводит к значительным потерям урожая и снижению качества зерна. Предлагаемое дозирующее устройство позволяет обрабатывать семена кукурузы инкрустирующими растворами. Обеспечивает равномерное распределение обрабатываемого семенного материала по периферии распределителя и однородность кольцевого потока семян, сходящих с распределителя.

Ключевые слова: семена, протравливание, раствор, дозирующее устройство, распределитель, однородность потока.

Введение.

Современные тенденции развития сельского хозяйства показывают, что все большую значимость в получении высоких урожаев занимают комплексные мероприятия по интегрированной защите растений от вредителей, болезней и сорняков. Среди них особое место занимают мероприятия по протравливанию семян, которые обеспечивают повышение урожайности всех основных сельскохозяйственных культур, в том числе зерновых – на 15-20%, сахарной свеклы – на 5-10% и кукурузы – на 7-12% [1].

Несмотря на значительные финансовые вложения в указанные мероприятия, ситуация с зараженностью семян остается сложной. Одной из причин этого является нарушение, как технологии протравливания семян, так и отсутствие эффективного оборудования для его осуществления.

Многие хозяйства не имеют протравочных машин или их срок эксплуатации составляет более 10 лет. Сложившееся положение является недопустимым и может быть исправлено путем восстановления или обновления парка протравливателей. В импортном оборудовании, которое было поставлено в Республику Беларусь, также со временем необходимо менять различные узлы, но закупка запасных частей обходится очень дорого.

Основная часть.

На Мозырском кукурузокалибровочном заводе с 2004 года установлен протравливатель *HANKA P214*, который со временем требует замены узлов и повышения производительности.

Протравливатель с непрерывно действующей системой работы *HANKA P214* предназначен для мокрого протравливания семян кукурузы. Протравливатель имеет производительность от 5 до 6 т/час и предназначен для предприятий, занимающихся подготовкой посевного материала. Для протравливания семян можно использовать водные растворы, а также эмульсии и суспензии или жидкие протравливатели на водных и органических растворителях.

Недостатком этого устройства является конструктивная особенность установки,

связанная со смещением загрузочного бункера относительно пассивного распределительного устройства, что приводит к неравномерному распределению обрабатываемого семенного материала по периферии пассивного распределителя и неоднородности кольцевого потока семян, сходящих с распределителя.

Для решения этой проблемы в Белорусском государственном аграрном техническом университете было разработано оригинальное устройство для нанесения инкрустирующего раствора на семенной материал [2, 3] (рисунок 1), которое содержит бункер 1 с семенами 2, пассивный распределитель семян 3, электродвигатель 4, выход вала 5 электродвигателя 4 для привода активного распределителя семян 8, выход вала 6 электродвигателя 4 для привода диска распыления инкрустирующего раствора 7, диск распыления инкрустирующего раствора 7, расположенный в нижней части распределителя 3. В верхней части распределителя 3 расположен активный распределитель семян 8, который выполнен в форме псевдосферы с криволинейной образующей обращенной вершиной навстречу потоку семян. Устройство содержит также трубопровод 9 для подвода инкрустирующего раствора.

Устройство для нанесения инкрустирующего раствора на семенной материал работает следующим образом.

Семена 2 из бункера 1 попадают на поверхность активного распределителя семян 8 и при сходе с него попадают на поверхность пассивного распределителя семян 3, образуя однородный кольцевой поток семян. Привод активного распределителя семян 8 осуществляется валом 5, а диска распыления инкрустирующего раствора 7 валом 6 электродвигателя 4. Инкрустирующий раствор на диск 7 попадает по трубопроводу для подвода инкрустирующего раствора 9.

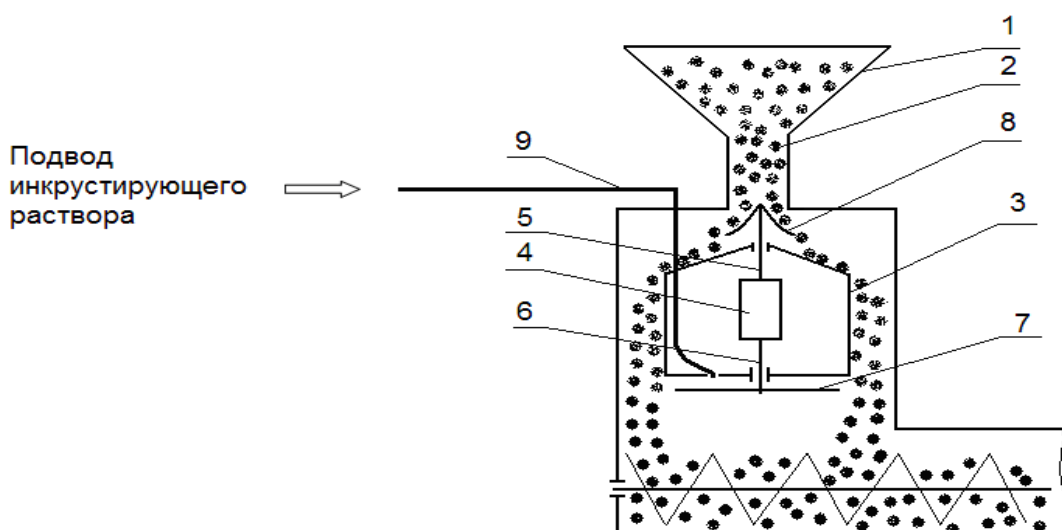


Рисунок 1 – Устройство для нанесения инкрустирующего раствора на семенной материал

Для математического моделирования рабочего процесса активного распределителя в виде псевдосферы опишем движение семян по поверхности распределителя. Введем следующую систему (рисунок 2): начало координат – в вершине распределителя, ось X совмещена с осью вращения распределителя и направлена вертикально вниз, ось Y направлена перпендикулярно к оси X так, что поворот от оси X к оси Y происходит против часовой стрелки.

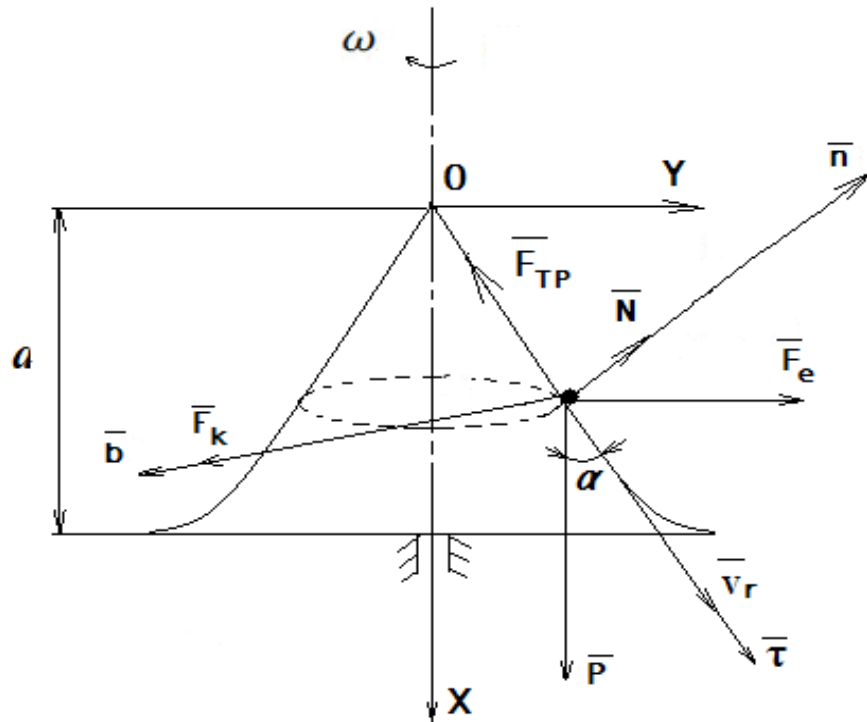


Рисунок 2 – К анализу движения семян по поверхности распределителя

Сечение псевдосферы плоскостью XY представляет собой трактрису, уравнение которой в выбранной системе координат имеет вид:

$$y = a \ln \frac{a + \sqrt{x(2a - x)}}{a - x} - \sqrt{x(2a - x)}; \quad 0 \leq x \leq a, \quad (1)$$

где a – высота распределителя.

Длина дуги, отсчитываемая от вершины, и радиус кривизны определяются по формулам:

$$s = a \ln \frac{a}{a - x}; \quad \rho = a \operatorname{ctg} \frac{y}{a - x}. \quad (2)$$

На частицу, имеющую массу m , в ее относительном движении со скоростью \bar{v}_r на вращающейся с угловой скоростью $\bar{\omega}$ шероховатой (коэффициент трения с семенами f) вогнутой поверхности действуют силы (рисунок 2): вес $\bar{P} = m\bar{g}$, нормальная реакция поверхности \bar{N} , сила трения \bar{F}_{TP} ($F_{TP} = fN$), центробежная сила инерции \bar{F}_e ($F_e = \frac{P}{g} \omega^2 y$), кориолисова сила инерции \bar{F}_k ($F_k = 2 \frac{P}{g} \omega v_r \sin \alpha$), дополнительная сила трения. $\bar{F}_{TP,k}$ ($F_{TP,k} = fF_k$), вызванная воздействием кориолисовой силы инерции. Тогда в проекциях на оси естественного трехгранника $\bar{\tau}, \bar{n}, \bar{b}$ получим уравнения относительного движения

$$\begin{cases} \frac{P}{g} \frac{dv_r}{dt} = P \cos \alpha + \frac{P}{g} \omega^2 y \sin \alpha - fN - 2f\omega v_r \frac{dy}{ds}; \\ \frac{P}{g} \frac{v_r^2}{\rho} = N + \frac{P}{g} \omega^2 y \sin \alpha - P \sin \alpha, \end{cases} \quad (3)$$

В системе уравнений (3) $\sin \alpha = \frac{dy}{ds}$; $\cos \alpha = \frac{dx}{ds}$, величины s и ρ определяются из соотношений (2).

Исключая из системы (3) величину N , получим дифференциальное уравнение относительно величины v_r

$$\frac{dv_r}{ds} v_r = (g + f\omega^2 y) \frac{dx}{ds} + (\omega^2 y - fg) \frac{dy}{ds} - f \frac{v_r^2}{\rho} - 2f\omega \frac{dy}{ds} v_r. \quad (4)$$

Анализ системы уравнений (2), (4), проведенный в пакете прикладных программ *Matlab* показал, что выполнение активного распределителя в виде псевдосферы увеличивает равномерность распределения семян. Значение величины a может быть принято в интервале 0,05 – 0,08 м, значение величины ω – в интервале 100 – 150 с⁻¹.

Испытания устройства проводились на базе Мозырского кукурузокалибровочного завода. Устройство использовалось для нанесения инкрустирующего раствора на семена кукурузы. Целью испытаний было экспериментальная проверка целесообразности выполнения активного распределителя семян в виде псевдосферы, результатов математического моделирования, уточнение величин частоты вращения N , мин⁻¹ активного распределителя и нижнего диаметра D , м распределителя. С этой целью планировалось получение регрессионных зависимостей для показателя равномерности в случае прямого конуса и псевдосферы.

Для оценки равномерности распределения семян по периферии пассивного распределителя, поверхность последнего была разделена на 8 ячеек. Повторность проведения опытов определялась по правилам математической статистики и принималась равной 5. За показатель равномерности η была принята дисперсия массы семян по ячейкам, так что уменьшение дисперсии означало увеличение равномерности распределения семян

$$\eta_k = s_k^2 = \frac{\sum_{i=1}^8 (m_i - \bar{m})^2}{8-1}, \quad k = 1, \dots, 5, \quad (5)$$

где m_i – масса семян в i – той ячейке в k – ом опыте, г;

\bar{m} – средняя масса семян по ячейкам в k – ом опыте, г.

Построение указанных регрессионных зависимостей проводилось в области, выбранной на основании предварительных теоретических исследований и конструктивных соображений $n = 500 - 1500$ /мин⁻¹, $D = 0,08 - 0,09$ м. Были введены кодированные переменные

$$x_1 = (n - 1000)/500; \quad x_2 = (D - 0,085)/0,005,$$

вследствие чего область исследований приняла вид

$$x_1, x_2 \in [-1; +1].$$

Условия проведения опытов представлены в таблице 1

Таблица 1

Условия проведения опытов								
№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
x_1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	0	0
x_2	+1	+1	-1	-1	0	0	+1	-1

В результате проведения опытов получены регрессионные зависимости для случая прямого конуса и псевдосферы η_C и η_P соответственно

$$\eta_C = 17,49 + 1,20x_1 - 1,49x_1^2 + 0,77x_2 + 0,14x_2^2 + 0,17x_1x_2$$

$$\eta_P = 4,98 + 0,49x_1 + 0,40x_1^2 - 0,65x_2 - 0,37x_2^2 - 0,08x_1x_2$$

Анализ полученных зависимостей показал, что замена распределителя в виде прямого конуса на распределитель в виде псевдосферы существенно повышала равномерность распределения обрабатываемого семенного материала по периферии распределителя и однородность кольцевого потока семян, сходящих с распределителя. Выполнение производственной конструкции иногда требует смещения загрузочного бункера относительно распределительного устройства. Результаты экспериментальных исследований выявили, что в случае прямого конуса это смещение не может превосходить 0,01 м, а в случае псевдосферы можно выполнить смещение равным не менее 0,02 м.

Выводы.

Внедрение в производство рассмотренного устройства для нанесения инкрустирующего раствора на семенной материал позволит повысить равномерность распределения семян по поверхности активного распределителя, создать однородность кольцевого потока семян и, тем самым, снизить потери протравливающих растворов, что в итоге уменьшит себестоимость семян кукурузы.

Литература

1. Материалы РНИУП «Институт земледелия и селекции НАН Беларуси» / М.А.Кадыров, П.П. Васько, А.В.Сикорский и др. – Минск: Изд-во РНИУП, 2002. –186 с.
2. Устройство для нанесения инкрустирующего раствора на семенной материал: пат. 5572 Респ. Беларусь, МПК (2006)А 01С 1/06 /А.В. Кузьмицкий, Т.М. Шмат, М.Г. Борисенко; заявитель Белорусский гос. агр. техн. ун-т. – № и 20090170; заявл. 03.03.09; опубл. 15.06.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 2. – С. 174.
3. Устройство для нанесения инкрустирующего раствора на семенной материал: пат. 15076 Респ. Беларусь, МПК А 01С 1/06 (2006.01) /А.В. Кузьмицкий, Т.М. Шмат, М.Г. Борисенко; заявитель Белорусский гос. агр. техн. ун-т. – № а 20090298; заявл. 03.03.09; опубл. 30.10.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 3. – С. 68.

Ramaniuk Mikalai, Astrachan Boris, Shmat Tatiana **Improving the performance of metering devices for the preservation and inlaid corn**

Failure of technology seed treatment leads to significant yield losses and reduced grain quality. Suggested dosing device can handle corn seeds encrusted solutions. Provides uniform distribution of treated seed on the periphery of the distributor and the uniformity of the annular flow of seeds coming down from the distributor.

Keywords: seed dressing, a solution dispenser, dispenser, the flow uniformity.

References

1. Materials RSRUE "Institute of Agriculture and Breeding NAS" / M.A. Kadyrov, P.P. Vasko , A.V.Sikorsky etc. - Minsk : RSRUE, 2002. – 186s.
- 2 . An apparatus for applying a solution for seed encrusting material: Pat . 5572 Resp. Belarus, (2006) A 01C 1/ 06 / A.V. Kuzmitski , T.M. Shmat , M.G. Borisenko ; BSATU. - № u 20090170 ; appl . 03.03.09 ; publ . 15.06.09 / Afitsyyny bulletin . / Nat . tsentr intelektual . ulasnastsi . - 2009 . - №2 . - S.174.
- 3 . An apparatus for applying a solution for seed encrusting material: Pat . 15076 Resp. Belarus, A 01C 1/06 (2006) / A.V. Kuzmitski, T.M. Shmat, M.G. Borisenko ; BSATU. - № a 20090298 ; appl . 03.03.09 ; publ . 30.10.10 / Afitsyyny bulletin . / Nat. tsentr intelektual . ulasnastsi. - 2011. - №3 . - S.68.