Тип статьи: научная УДК 631.331.85 DOI: 10.35887/2305-2538-2024-1-66-75

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОСЕВА ДРАЖИРОВАННЫХ СЕМЯН САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ВЫСЕВАЮЩЕЙ СИСТЕМОЙ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

Алина Викторовна Бондарчук¹, Максим Викторович Коваль² ^{1,2}Луганский государственный университет имения Владимира Даля, г. Луганск, Российская Федерация ¹akoval77@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-9529-7139 ²Луганский государственный аграрный университет имени К.Е. Ворошилова, г. Луганск, Российская Федерация ²elsola@mail.ru, https://orcid.org/0009-0006-0786-7813

Автор ответственный за переписку: Алина Викторовна Бондарчук, akoval77@mail.ru Corresponding author: Alina Bondarchuk, akoval77@mail.ru

Реферат. Перспективным направлением развития конструкций посевных машин является создание высевающих систем пневматического действия на основе струйной пневмоавтоматики. Внедрение высевающих систем с автоматическим управлением процессом позволит получить принципиально новые способы программированного посева семян, внесения удобрений. Цель исследования - определить зависимость аэродинамической подъемной силы от аэродинамических свойств и размеров семян, разрежения в присоске, ее размеров и расстояния между семенем и присоской. Представлена модель, отражающая алгоритм последовательно выполняемых операций, направленный на дозирование семян одним дозирующим элементом, включающий присоску и ячейку. Процесс дозирования обеспечивается за счет наложения алгоритмов процесса отдельных дозирующих элементов со сдвигом по времени, что отрииательно сказывается на качестве дозирования из-за жесткой связи отдельных операций между собой. Анализ временной диаграммы функционирования алгоритмов показал, что даже при постоянной скорости движения посевного агрегата равномерность дозирования семян пневмомеханическими и механическими высевающими системами зависит от изменения скольжения опорно-приводного колеса, обусловленного различными физико-механическими свойствами почвы и различными нагрузками, возникающими при преодолении сил трения в аппаратах. Объектом аналитических исследований является технологический процесс высевающей системы пневматического действия, его временные режимы функционирования, взаимосвязь их с рабочими, конструктивными и технологическими параметрами высевающего аппарата, которые главным образом определяют качество распределения семян на дне борозды. Рассматривается аэродинамическая подъемная сила в высевающей системе. Расчеты показали прямо пропорциональную зависимость аэродинамической подъемной силы от аэродинамических свойств и размеров семян, разрежения в присоске, и размеров и расстояния между семенем и присоской.

Ключевые слова: пневматика, пневмоавтоматика, семена, свекла, высевающий аппарат, алгоритм.

THEORETICAL SUBSTANTIATION OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF SOWING SUGAR BEET SEEDS WITH A PNEUMATIC SOWING SYSTEM

Alina Bondarchuk¹, Maxim Koval²

^{1,2} Dahl's Lugansk State University, Lugansk, Russia
 ¹akoval77@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-9529-7139
 ² K.E. Voroshilov's Lugansk State Agrarian University, Lugansk, Russia
 ²elsola@mail.ru, https://orcid.org/0009-0006-0786-7813

ISSN 2305-2538 НАУКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ SCIENCE IN THE CENTRAL RUSSIA, № 1 (67), 2024 МЕТОДЫ, СРЕДСТВА ИССЛЕДОВАНИЙ И ИСПЫТАНИЙ МАШИН, ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Abstract. A promising direction in the development of seeding machine designs is the creation of pneumatic seeding systems based on jet pneumoautomatics. The introduction of seeding systems with automatic process control will allow us to obtain fundamentally new ways of programmed sowing of seeds, fertilizers, herbicides. The purpose of the study is to determine the dependence of the aerodynamic lift on the aerodynamic properties and size of the seeds, the vacuum in the suction cup, its size and the distance between the seed and the suction cup. A model is presented reflecting a program of sequentially performed operations aimed at dosing seeds with a single dosing element, including a suction cup and a cell. The continuous flow of the dosing process is ensured by superimposing the algorithms of the process of individual dosing elements with a time shift, which negatively affects the quality of dosing due to the tight connection of individual operations between the components. The analysis of the time diagram of the algorithms' functioning showed that even with a constant speed of the drill, the uniformity of seed dosing by pneumomechanical and mechanical seeding systems depends on changes in the sliding of the support and drive wheel due to different physical and mechanical properties of the soil and various loads arising when overcoming friction forces in the apparatus. The object of analytical research is the technological process of the pneumatic seeding system, its temporary modes of operation, their relationship with operational, structural and technological parameters, which mainly determine the quality of seed distribution at the bottom of the furrow. The aerodynamic lifting force in the seeding system was considered. Calculations have shown the presence of a directly proportional dependence of the aerodynamic lifting force on the aerodynamic properties and size of the seeds, the vacuum in the suction cup, and the size and distance between the seed and the suction cup.

Keywords: pneumatics, pneumoautomatics, seeds, beetroot, sowing machine, algorithm.

Для цитирования: Бондарчук А.В., Коваль М.В. Теоретическое обоснование технологического процесса посева семян сахарной свеклы высевающей системой пневматического действия // Наука в Центральной России Science in the Central Russia. 2024. Т. 67, № 1. С. 66-75. https://doi.org/10.35887/2305-2538-2024-1-66-75.

For citation: Bondarchuk A., Koval M. Theoretical substantiation of the technological process of sowing sugar beet seeds with a pneumatic sowing system. *Nauka v central'noj Rossii* = Science in the Central Russia: 2024; 67(1): 66-75. (In Russ.) https://doi.org/10.35887/2305-2538-2024-1-66-75.

Введение. Применение современных технологических решений в сельском хозяйстве играет существенную роль в повышении эффективности производства и выращивания различных сельскохозяйственных культур. Одним из таких решений является использование посевных агрегатов точного высева, которые позволяют равномерно распределить семена, оптимизировать их использование, снизить затраты. Точный высев семян посевными агрегатами является одним из наиболее современных и эффективных методов повышение качества посева. Этот подход позволяет контролировать количество семян, их состояние друг от друга и глубину посева. Оптимизация использования семян является важным аспектом в сельскохозяйственном производстве. Использование посевных агрегатов точного высева позволяет сократить расход семян и контролируется точность их размещения на поле. Кроме того, посевные агрегаты точного высева способствуют достижению более равномерного распределения растений на поле, что помогает избежать конкуренции между ними за доступ к питательным веществам, что способствует более равномерному росту и развитию растений и повышает их устойчивость к внешним факторам. Применение посевных агрегатов точного высева в сельском хозяйстве дает возможность повысить эффективность производства и позволяет оптимизировать использование семян, что ведет к увеличению урожайности и снижению затрат. Поэтому изучение зависимости аэродинамической подъемной силы от аэродинамических свойств и размеров семян, разрежения в присоске, ее размеров и расстояния между семенем и присоской в пневматической высевающей системе, является актуальной.

Материалы и методы. Для аналитического изучения технологического процесса высева семян сахарной свеклы высевающей системой пневматического действия, выбранной на основе анализа существующих дозирующих систем, необходимо разработать алгоритм модели процесса. Целесообразно вначале представить модель технологического процесса существующих, наиболее распространенных механических и пневмомеханических высевающих аппаратов (рисунок 1). Данная модель представляет собой программу последовательно выполняемых операций, направленную на мобильное дозирование семян одним дозирующим элементом (присоской, ячейкой).

Так как время функционирования представленного алгоритма, то есть период времени высева одним дозирующим элементом, составляет 1-2 секунды, а на практике необходимая частота высева семян свеклы находится в пределах 10-30 штук в секунду, поэтому непрерывное протекание процесса дозирования осуществляется за счет суперпозиции (наложения) алгоритмов процесса отдельных дозирующих элементов со сдвигом по времени. Это отрицательно сказывается на качестве дозирования, так как суперпозиция алгоритмов образует жесткую связь отдельных операций между собой.



Рисунок 1 - Алгоритм модели процесса высева семян дозирующим элементом механических и пневмомеханических высевающих аппаратов

При скольжении опорно-приводного колеса [2], то есть при приводе посевного агрегата, будет наблюдаться взаимное влияние отдельных элементов алгоритма друг на друга. Это отрицательно отразится на равномерности распределения семян в борозде (рисунок 2).

Разработанная алгоритмическая модель процесса высева, осуществляемого высевающей системой пневматического действия (ВСПД) представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 - Алгоритм модели процесса высева ВСПД

У аппаратов пневматического действия однозернового типа [4] воздушный поток, создаваемый вентилятором, приводит в псевдоожиженное состояние семена, которые поступают из бункера в питательную камеру. Одиночные семена в псевдоожиженном состоянии в короткий промежуток времени захватываются присоской, установленной в питательной камере, и принудительно направляются в семяпровод, расположенный напротив присоски, преодолевая встречный воздушный поток, препятствующий самопроизвольному выпадению семян на дно борозды. Синхронизация процесса высева со скоростью движения посевного агрегата осуществляется от струйного датчика скорости, который подает импульсы-команды для пневматического, принудительного сброса семян на дно борозды.

Разработанный авторами алгоритм позволяет каждой отдельной операции быть независимой друг от друга и быстро реагировать на изменяющиеся режимы движения посевного агрегата без ухудшения качества распределения семян в борозде.

Временная диаграмма функционирования алгоритмов показывает, что даже при постоянной скорости движения посевного агрегата равномерность дозирования семян пневмомеханическими и механическими высевающими системами сильно зависит от изменения скольжения опорноприводного колеса, обусловленного различными физико-механическими свойствами почвы, а также различными нагрузками, возникающими при преодолении сил трения в аппаратах.

Этот существенный недостаток проявляет себя при изменении скорости движения посевного агрегата, при разгоне, остановке, при неравномерном буксовании приводных колес трактора. Полностью отсутствует вышеуказанный недостаток у ВСПД.

Результаты и их обсуждение. Объектом аналитических исследований является технологический процесс ВСПД, его временные режимы функционирования, взаимосвязь их с рабочими, конструктивными и технологическими параметрами ВСПД, которые главным образом определяют качество распределения семян на дне борозды.

Авторами разработана временная диаграмма работы пневмозахвата высевающего аппарата пневматического действия с основными технологическими параметрами процесса, к которым относятся:

Р_{вак} - величина разрежения в присоске, Па;

 $t_{\rm np}$ - время присасывания семени из общей массы к присоске, с;

Р_{сбр} - величина давления, необходимого для сбрасывания семени на дно борозды, Па;

 $t_{\rm cfp}$ - время, необходимое для перемещения семени на дно борозды, с;

 $t_{\rm cp}$ - время срабатывания элемента, т.е. время переходного процесса в устройстве изменения абсолютного давления в присоске, с;

ISSN 2305-2538 НАУКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ SCIENCE IN THE CENTRAL RUSSIA, № 1 (67), 2024 методы, средства исследований и испытаний машин, оборудования и технологий для агропромышленного комплекса

Т - время полного цикла присасывания и сбрасывания семени, с.

Как видно из рисунка 3, а также учитывая опыт построении логических схем промышленных роботов [1], получим:



Рисунок 3 - Временна диаграмма работ пневмозахвата высевающего аппарата пневматического действия

Зная среднюю скорость движения посевного агрегата, а также норму высева, можно определить среднюю частоту высева – f:

$$f = N \cdot V_c$$
, где (2)

(1)

f – частота высева, шт/с;

N – норма высева семян, шт/м;

 V_{c} - скорость посевного агрегата, м/с;

Определив по формуле (2) частоту высева, можно найти Т – время полного цикла присасывания и сбрасывания семени.

Для различных скоростей движения посевного агрегата, а также при высеве семян различных норм, время полного цикла работы аппарата Т будет изменяться в широких пределах, однако, для обеспечения

качественного однозернового посева необходимо установить такие рабочие режимы аппарата, которые обеспечили бы соответствие временным параметрам диаграммы (рисунок 4).



 всасывающий патрубок; 2 – шарообразное тело; 3 – спектр всасывающего потока Рисунок 4 - Схема взаимодействия всасывающего потока с телом

Время присасывания семени к присоске должно быть всегда меньше или равно предельно допустимому:

$$\left[t_{\rm np}\right] \ge \frac{1}{N^* V_o} - t_{\rm cóp} - 2t_{\rm cp} \tag{3}$$

Только при соблюдении этого условие (3) будет обеспечиваться гарантированный захват семени из общей массы.

Из рисунок 3 (е) и рисунок 3 (ж), а также рисунок 2, видно, что время забора семени, то есть присасывания

$$t_{\rm np} = t_{\rm 3ax} + t_{\rm yg},\tag{4},$$

где t_{np} – время присасывания семян к присоске, с;

 $t_{\text{зах}}$ - время захвата семени присоской, с;

 $t_{\rm vд}$ - время удаления «лишних» семян, с.

Если предельно допустимое время захвата семени t_{3ax} , будет равно t_{np} , то в этом случае первое одиночное семя, достигшее присоски, будет немедленно сброшено по команде от датчика скорости в семяпровод. Поэтому необходимо, рассмотрев взаимодействие воздушного потока с семенами, найти зависимости между конструктивно-режимными параметрами пневматических захватывающих устройств и физико-механическими показателями семенного материала, которые позволят обеспечить гарантированный захват семян и транспортирование их на дно борозды.

Гарантированный захват семян присоской в короткий промежуток времени из псевдоожиженного слоя будет осуществляться только при наличии определенной скорости воздушного потока в нем, обеспечивающего необходимую для надежного присасывания аэродинамическую подъемную силу.

Наиболее вероятное присасывание одиночных семян присоской из псевдоожиженного слоя будет осуществляться при соизмеримости присоски и захватываемого семени. Это допущение принято на основе анализа литературных источников, а также проведения предварительного эксперимента.

Аналитическое определение аэродинамической подъемной силы, действующей на тело, помещенное во всасывающий поток, затруднительно из-за сложности гидродинамической обстановки в окрестности тела неопределенность величины скорости набегающего потока, структуры этого потока, характера распределения давлений в непосредственной близости к телу).

В основу теоретических исследований динамики движения тела в спектре всасываня были положены методы экспериментальной аэромеханики. С целью экспериментального исследования распределения давления по поверхности тела, помещенного во всасывающий поток, был поставлен предварительный эксперимент, проведено моделирование процесса присасывания семени к присоске с учетом несжимаемости воздушного потока и критериев подобия.

В спектре всасывания круглого патрубка (присоски) условия взаимодействия потока с телом несколько иные, чем в плоскопараллельном (свободном) потоке: в нем так же, как и в тяжелой жидкости или в зернистом псевдоожиженном слое, существует перепад статического давления в направлении к торцу присоски, поэтому, кроме силы лобового давления потока на тело действует дополнительно гидростатическая выталкивающая сила. Такая сила возникает в любой системе, характеризующейся перепадом давлений [5], она пропорциональна объему тела.

На тело, помещенное во всасывающий воздушный поток, кроме силы лобового сопротивления действует дополнительно выталкивающая Архимедова сила. Эта сила может быть найдена как главный вектор сил давления по аналогии с главным вектором сил давления жидкости на погруженное в нее тело. Как известно, эта величина равна силе тяжести жидкости в объеме тела и направлена в сторону, противоположную силе тяжести. Это закон Архимеда, который выражается формулой:

$$\mathbf{F} = \int \mathbf{p} \cdot \mathbf{g} \cdot \mathbf{d} \cdot \mathbf{Q}_0 , \mathbf{r} \mathbf{g} \mathbf{e}$$
 (5)

где F – главный вектор сил давления жидкости на погружаемое в нее тело, H;

p – плотность жидкости, г/м³;

g – ускорение свободного падения, м/ c^2 ;

 Q_0 – объем тела, м³.

Тело, помещенное в спектр всасывания, испытывает со стороны потока давление, главным образом, инерционного, а не гравитационного характера. Применимость закона Архимеда в этом случае возможна, если рассматривать среду (всасывающий поток) как некую жидкость переменной плотности, которая оказывает на соответствующие точки тела такое же давление, какое наблюдается и со стороны потока. Для определения этой силы было получено экспериментальным путем распределение давления по всей поверхности тела. Распределение давления в меридиальной плоскости тела вращения позволяет получить плотность эквивалентной условной жидкости p_3 , у которой $p_3 = f(x, y, z)$.

Предположим, что шарообразное тело 2 (рисунок 4) движется в спектре всасывания по оси круглого патрубка 1 в жидкости переменной плотности, у которой:

$$p_{\vartheta} = f(z) = \frac{d P_z}{g d z}$$
, где (6)

z – высота шарового сегмента (расстояние от верхней точки шара до уровня замера давления на его поверхности), м;

Р_z – давление воздуха на шар, Н.

Значения Р_z были получены экспериментально и удовлетворительно аппроксимированы следующей функцией:

$$P_z = 1,86 P_{Bak} \cdot \exp\left[\frac{3,4D+17,5H}{D^2} \cdot Z - \frac{21,2D+109,4H}{D^3} \cdot Z^2 - \frac{6,8H}{D}\right]$$
 (7),

где Р_{вак} - разрежение на оси торца высасывающего патрубка в свободном спектре всасывания, Па;

D – диаметр шара и патрубка, м;

Н – расстояние от патрубка до шара, м;

Z – расстояние от верхней точки шара до уровня замера давления на его поверхности, м.

Как показали предварительные экспериментальные исследования, в случае расположения тела во всасывающем потоке круглого патрубка функция $P_z = f(z)$ - нелинейна и, поэтому, определение аэродинамической подъемной силы F_a представляет собой обратную задачу - о силе тяжести тела F, наполненного неоднородной материей, т.е. эквивалентной жидкостью переменной плотности. Эта задача решается методом тройного интегрирования [7].

Если p = f(x, y, z), то

$$\mathbf{F} = \mathbf{g} \cdot \iiint_{\theta_0}^0 (\mathbf{x}, \mathbf{y}, \mathbf{z}) \, \mathrm{d}\theta_0 \tag{8}$$

В цилиндрических координатах формула для выражения тройного интеграла имеет вид: $\iiint (r, \varphi, z)r \cdot dr \cdot d\varphi \cdot dz = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} d\varphi \int_{r_1}^{r_2} rdr \int_{z_1}^{z_2} f(r, \varphi, z) dz \tag{9},$

где

 ϕ_1 , ϕ_2 – угловые координаты;

r₁, r₂ – радиусы шарового пояса на входе и выходе;

 z_1 , z_2- аппликаты входа и выхода.

Сила тяжести тела переменной плотности шарообразной формы в общем виде определяли по формуле:

$$\mathbf{F} = g \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^R \mathbf{r} \cdot d\mathbf{r} \int_{z_1}^{z_2} \mathbf{f} \left(\mathbf{r}, \varphi, \mathbf{z} \right) d\mathbf{z}$$
(10)

В рассматриваемом случае плотность эквивалентной жидкости является функцией только координаты Z, поэтому:

 $\rho_{3} = \frac{dP_{z}}{gdz} = \frac{1}{g} \Big[1,86P_{Bak} \cdot \exp\left(\frac{3,4D + 17,5H}{D^{2}} \cdot Z - \frac{21,2D + 109,4H}{D^{3}} \cdot Z^{2} - \frac{6,8H}{D} \right) \Big] \cdot \Big[\frac{3,4D + 17,5H}{D^{2}} - \frac{2(21,2D + 109,4H)}{D^{3}} \cdot z \Big], \quad (11)$ Подставляя выражение (11) в уравнение (10) получим:

$$F = 2\pi \int_{0}^{R} r \cdot dr [1,86P_{Bak} \exp(az + bz - c)]_{R-\sqrt{R^{2} - r^{2}}}^{R+\sqrt{R^{2} - r^{2}}\nu}$$
(12)

где a = $\frac{3,4D + 17,5H}{D^2}$; b = $\frac{21,2D+109,4H}{D^3}$; c = $\frac{6,8H}{D}$. Из уравнения шара в цилиндрических координатах следует, что $Z_1 = R - \sqrt{R^2 - r^2}$; $Z_2 = R + \sqrt{R^2 - r^2}$.

Приведем уравнение (12) к следующему виду:

$$F = 3,72\pi \cdot P_{\text{вак}} \int_{0}^{R} \left[e^{a \left(R - \sqrt{R^2 - r^2} \right) - b \left(R - \sqrt{R^2 - r^2} \right) - c} - e^{a \left(R + \sqrt{R^2 - r^2} \right) - b \left(R + \sqrt{R^2 - r^2} \right)} \cdot r dr, \quad (13)$$

подставив значения a, b, c получим:

$$F = 3,72\pi \cdot P_{BBK} e^{-\frac{6,8H}{D}} \int_{0}^{R} \{ exp[\frac{(3,4D+17,5H)(R-\sqrt{R^{2}-r^{2}})}{D^{2}} - \frac{(21,2D+109,4H)(R-\sqrt{R^{2}-r^{2}})}{D^{3}}] - exp[\frac{(3,4D+17,5H)(R-\sqrt{R^{2}-r^{2}})}{D^{2}} - \frac{(21,2D+109,4H)(R+\sqrt{R^{2}-r^{2}})}{D^{3}}] \} rdr.$$
(14)

Решить уравнение (14) методом непосредственного интегрирования невозможно, поэтому необходимо применять численные методы решения определенных интегралов. Для вычисления главного вектора давлений F, то есть аэродинамической подъемной силы F_a применялось разбиение функции на малые участки, внутри которых она принималась линейной. Плотность эквивалентной жидкости в пределах шарового слоя на данном малом участке постоянна, и действующая на него подъемная сила определялась по закону Архимеда. Интегральная подъемная сила равна сумме сил, действующих на каждый шаровой слой с радиусом r_i Значения r_i изменялись от 0 до 0,5 D. Вычисление определенного интеграла производилось с использованием стандартной программы на ЭВМ.

Получив численные значения определенного интеграла уравнения (14) при различных фиксированных значениях расстояния между телом и всасывающим круглым патрубком H, проанализировав эти значения подъемной силы F_a можно представить $F_a=f(H)$, которая удовлетворительно аппроксимируется показательной функцией.

$$F_a = 1,5 S_0 \cdot P_{\text{вак}} \cdot e^{-6,62} \overline{p},$$
 где (15)

S₀ – площадь торца всасывающего патрубка или площадь миделева сечения тела;

Н – расстояние между патрубком и телом.

В связи с тем, что зависимость (15) для аэродинамической подъемной силы F_a получена для шарообразного тела с гладкой поверхностью, необходимо эту зависимость приблизить к реальному

процессу обтекания и присасывания семян свеклы. Следовательно, надо найти такой поправочный коэффициент, который отображал бы степень несоответствия реальной, возникающей при захвате семени,

аэродинамической подъемной силы - аэродинамической силе, возникающей при подъеме шарообразного тела.

По разработанной методике были определены значения аэродинамических коэффициентов для различных фракций семян сахарной и кормовой свеклы, которые находятся в пределах 0,6 / 1,2.

Учитывая значения C_x, зависимость (15) для аэродинамической подъемной силы семени в спектре всасывающего потока будет иметь вид:

$$F_a = 1.5 C_x \cdot P_{\text{Bak}} \cdot S_o \cdot e^{-6.62 \frac{n}{D}}, \tag{16}$$

Таким образом, расчеты показывают наличие прямо пропорциональной зависимости аэродинамической подъемной силы от аэродинамических свойств и размеров семян, разрежения в присоске, ее размеров и расстояния между семенем и присоской.

Заключение. Разработка высевающих систем пневматического действия на основе струйной пневмоавтоматики является одним из перспективных направлений развития конструкций посевных машин. Внедрение таких систем с автоматическим управлением процессом предоставляет новые возможности для программированного посева семян, внесения удобрений. Доказана зависимость аэродинамической подъемной силы от аэродинамических свойств и размеров семян, разрежения в присоске, а также от размеров и расстояния между семенем и

ISSN 2305-2538 НАУКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ SCIENCE IN THE CENTRAL RUSSIA, № 1 (67), 2024 МЕТОДЫ, СРЕДСТВА ИССЛЕДОВАНИЙ И ИСПЫТАНИЙ МАШИН, ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

присоской. Представленная модель описывает алгоритм последовательно выполняемых операций, направленную на дозирование семян с помощью единственного дозирующего элемента, включающего присоску и ячейку. В ходе анализа временной диаграммы функционирования алгоритмов было выявлено, что равномерность дозирования семян пневмомеханическими и механическими высевающими системами зависит от изменения скольжения опорно-приводного колеса сеялки, которое обусловлено различными физико-механическими свойствами почвы и нагрузками, возникающими при преодолении силы трения. Особое внимание в исследовании уделено аэродинамической подъемной силе в высевающей системе. Проведенные расчеты демонстрируют наличие прямой пропорциональной зависимости между аэродинамической подъемной силой и аэродинамическими свойствами и размерами семян, разрежением в присоске, а также размерами и расстоянием между семенем и присоской. Использование предложенного алгоритма позволит повысить эффективность использования посевного агрегата.

Список источников

1. Дедов А.В. Несмеянова М.А. Влияние пропашных культур и паров на показатели плодородия почвы и продуктивность севооборотов // Известия ОГАУ. - 2018. - №4 (72). [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-propashnyh-kultur-i-parov-na-pokazateli-plodorodiya-pochvy-i-produktivnost-sevooborotov (дата обращения: 8.01.2024).

2. Горянин О.И., Горянина Т.А. Перспективы возделывания полевых культур в Среднем Заволжье // Успехи современного естествознания. - 2018. - № 4. - С. 49–53.

3. Денисенко В.В., Бельтюков Л.П., Кувшинова Е.К., Гордеева Ю.В. Влияние технологий возделывания на продуктивность сельскохозяйственных культур в полевом севообороте // Вестник АПК Ставрополья. - 2016. - № 1 (21). - С. 172–176.

4. Оптимизация вакуумных высевающих аппаратов пропашных сеялок: монография / А.Ю. Несмиян, В.И. Хижняк, В.В. Должиков, А.В. Яковец, Д.Е. Шаповалов. – Зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2013. – 176 с.

5. Петровец, В. Р. Посев зерновых культур дисковыми сошниками с усечено-конусными бороздообразователями-уплотнителями / В. Р. Петровец, С. В. Авсюкевич, Н. И. Дудко. – Горки : БГСХА, 2015. – 217 с.

6. Хижняк В.И., Мальцев П.С., Таранов В.А., Онищенко Е.А., Каймакова А.С., Хронюк В.Б., Лаврухин П.В. Анализ конструкций пропашных сеялок // Вестник аграрной науки Дона. - 2020. - №4 (52). [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-konstruktsiy-propashnyh-seyalok (дата обращения: 09.01.2024).

7. Пат. 139767 Україна, МПК А01С 7/00, А01С 7/12. Пневматична висівна система точного висіву / В. В. Аулін, В. Я. Коваль, А. О. Панков, А. В. Гриньків, О. Д. Деркач, Т. М. Замота, А. В. Щеглов, А. А. Тихий; заявник і патентовласник Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - № и 201904667; заявл. 02.05.2019; опубл. 27.01.2020; Бюл. № 2.

References

1. Dedov A.V. Nesmeyanova M.A. The influence of row crops and fallows on soil fertility indicators and the productivity of crop rotations // Izvestia OGAU. - 2018. - No. 4 (72). [Electronic resource] – Access mode: URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-propashnyh-kultur-i-parov-na-pokazateli-plodorodiya-pochvy-i-produktivnost-sevooborotov (access date: 8.01.2024).

2. Goryanin O.I., Goryanina T.A. Prospects for the cultivation of field crops in the Middle Trans-Volga region // Advances in modern natural science. - 2018. - No. 4. - P. 49–53.

3. Denisenko V.V., Beltyukov L.P., Kuvshinova E.K., Gordeeva Yu.V. The influence of cultivation technologies on the productivity of agricultural crops in field crop rotation // Bulletin of the AIC of Stavropol. - 2016. - No. 1 (21). - pp. 172–176.

4. Optimization of vacuum sowing devices for row-crop seeders: monograph / A.Yu. Nesmiyan, V.I. Khizhnyak, V.V. Dolzhikov, A.V. Yakovets, D.E. Shapovalov. – Zernograd: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education AChGAA, 2013. – 176 p.

ISSN 2305-2538 НАУКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ SCIENCE IN THE CENTRAL RUSSIA, № 1 (67), 2024 МЕТОДЫ, СРЕДСТВА ИССЛЕДОВАНИЙ И ИСПЫТАНИЙ МАШИН, ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

5. Petrovets, V. R. Sowing grain crops with disc coulters with truncated-conical furrow-forming compactors / V. R. Petrovets, S. V. Avsyukevich, N. I. Dudko. – Gorki: BGSHA, 2015. – 217 p.

6. Khizhnyak V.I., Maltsev P.S., Taranov V.A., Onishchenko E.A., Kaimakova A.S., Khronyuk V.B., Lavrukhin P.V. Analysis of the designs of row-crop seeders // Bulletin of Agrarian Science of the Don. - 2020. - No. 4 (52). [Electronic resource] – Access mode: URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-konstruktsiy-propashnyh-seyalok (access date: 01/09/2024).

7. Pat. 139767 Ukraine, IPC A01C 7/00, A01C 7/12. Pneumatic hanging system for precision hanging / V. V. Aulin, V. Ya. Koval, A. O. Pankov, A. V. Grinkiv, O. D. Derkach, T. M. Zamota, A. V. Shcheglov, A. A. Quiet; applicant and patent holder of Central Ukraine. national tech. univ. - No. u 201904667; application 05/02/2019; publ. 01/27/2020; Bull. No. 2.

Информация об авторах

A.B. Бондарчук – доктор экономических наук, доцент; М.B. Коваль – аспирант. Information about the authors

A. Bondarchuk - Full Doctor of Economics, Associate Professor; M. Koval - postgraduate student.

Вклад авторов все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: all authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию (Received): 15.01.2024

Принята к публикации (Accepted): 20.02.2024