

УДК 631.33.024

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ПОГРЕШНОСТИ ВЫСЕВА В СЕЯЛКАХ ТОЧНОГО ВЫСЕВА

Александр Сергеевич Гордеев

доктор технических наук, профессор

gorde2020@gmail.com

Валерий Валериевич Орлов

аспирант

orlovaleriy7@yandex.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье представлена гипотеза снижения погрешности высева в сеялках точного высева путём применения в высевающем аппарате сеялки автономного управляемого электропривода, не связанного с ходовой частью тракторного агрегата.

Ключевые слова: сеялка, сеялка точного высева, семена, электропривод.

Современное сельское хозяйство сталкивается с рядом вызовов, связанных не только с необходимостью повышения урожайности и улучшения качества продукции, но и с достижением максимальной экономической эффективности. Проведение посевной кампании предприятия сопряжено с большими рисками. Проводить данную операцию необходимо в сжатые сроки при подходящих для прорастания семян климатических условиях, температуры и влажности почвы на глубине предстоящей заделки семян. Поэтому операция должна проводиться на достаточно высоких скоростях в сжатые агротехнические сроки. Отклонение от оптимальных сроков может привести к значительному недобору урожая. Кроме того, точный посев вносит значительный вклад в устойчивое развитие сельского хозяйства. Когда семена высеваются с высокой точностью, растения получают равный доступ к питательным веществам и воде, создавая благоприятные условия для равномерного роста. Это, в свою очередь, снижает потребность в дополнительных удобрениях и обработках, что положительно влияет на окружающую среду и помогает снизить затраты [3-5].

Основные факторы, влияющие на точность посева: скорость работы сеялки, состояние и тип почвы, погодные условия, качество и однородность семян.

Согласно межгосударственному стандарту «сеялки тракторные методы испытаний» допустимая погрешность высева составляет 3% [1]. Но в действительности это не так. Выдвигаем гипотезу: «Снизить погрешность сеялки точного высева относительно нормы высева возможно путём применения в высевающем аппарате сеялки автономного управляемого от датчика пролета семян электропривода, не связанного с ходовой частью тракторного агрегата».

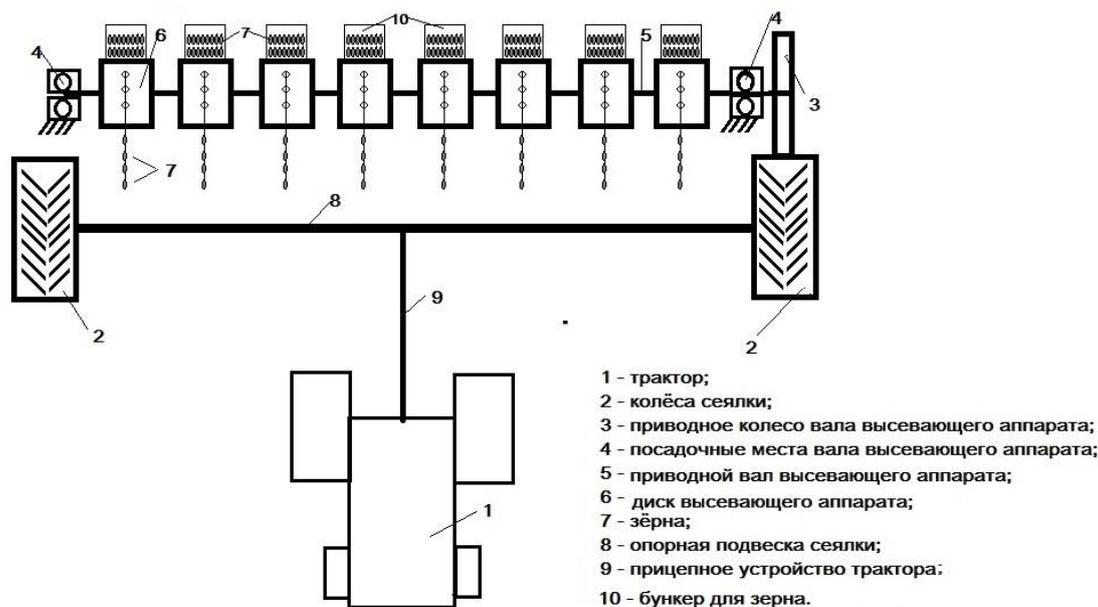


Рисунок 1 - Принципиальная кинематическая схема сеялки

На рисунке 1 приведена принципиальная кинематическая схема сеялки точного высева с механическим высевашим аппаратом. Сеялка состоит:

- 1 – опорно-приводных колёс сеялки;
- 2 – приводного колеса вала высевашего аппарата;
- 5 – приводного вала высевашего аппарата;
- 6 – диска высевашего аппарата;
- 8 – опорной подвески;
- 10 – бункера для зерна [2].

Сеялка работает следующим образом. Сеялка своей опорной подвеской 8 прицепляется к трактору 1 через прицепное устройство 9. При движении трактора опорно-приводные колёса сеялки 2 вращаются со скоростью

$$n_k = V_T * \varepsilon / L_k \quad , \quad 1/c; \quad (1)$$

где $L_k = 2\pi r$ - длина окружности колеса сеялки, м;

r – радиус колеса сеялки, м;

ε - коэффициент скольжения колеса сеялки, о.е.;

V_T – скорость движения трактора, м/с.

Колёса сеялки приводят в движение приводное колесо 3, которое вращается со скоростью

$$n_{pk} = V_T * \varepsilon * k_{pk} / L_k, 1/c; \quad (2)$$

где k_{pk} – коэффициент передачи между колёсом 2 сеялки и приводным колесом 3.

Приводное колесо соединено с приводным валом 5, который опирается с двух сторон на посадочные места 4. На приводном вале 5 соосно расположены высевающие диски 6. Количество дисков D обычно 8 и более, выбираемое по ширине захвата сеялки.

Длина вала 5 определяется рядностью сеялки и расстоянием между рядами: $L_B = D * L_R + \Delta L, м;$ (3)

где L_R – ширина междурядья, м;

ΔL – расстояние между посадочным местом 4 и крайними высевающими дисками 6.

Скорость приводного вала 5 соответствует скорости вращения колеса сеялки в соответствии с формулой (2).

На рисунке 2 показана схема работы высевающего диска.

Высевающий диск представляет собой в частности цилиндр 1 с отверстиями 4. Диск вращается приводным валом 2 со скоростью n_{pk} . Зерно 3 находящееся в бункере 10 (рисунок 1) при вращении цилиндра 1 попадает в его отверстия 6. Зерно, находящееся в углублении 6 переносится вниз в положение 5, где зерно под действием собственной тяжести выпадает из углубления 4 и направляется в семяпровод сеялки и далее в борозду. Схема укладки зерна в борозде показана на рисунке 3.

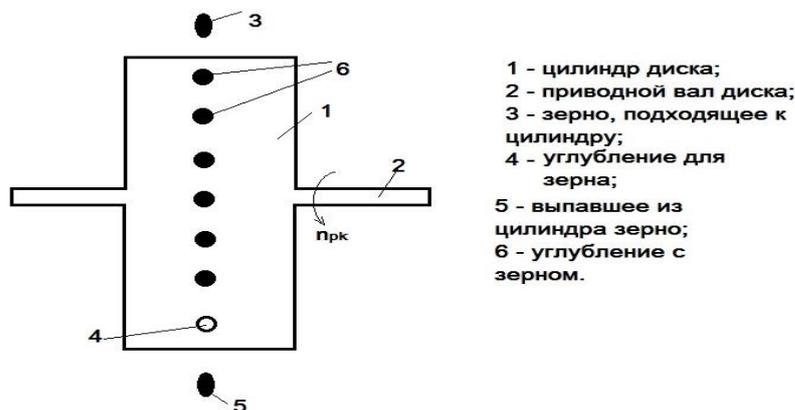


Рисунок 2 - Схема работы высевающего диска.

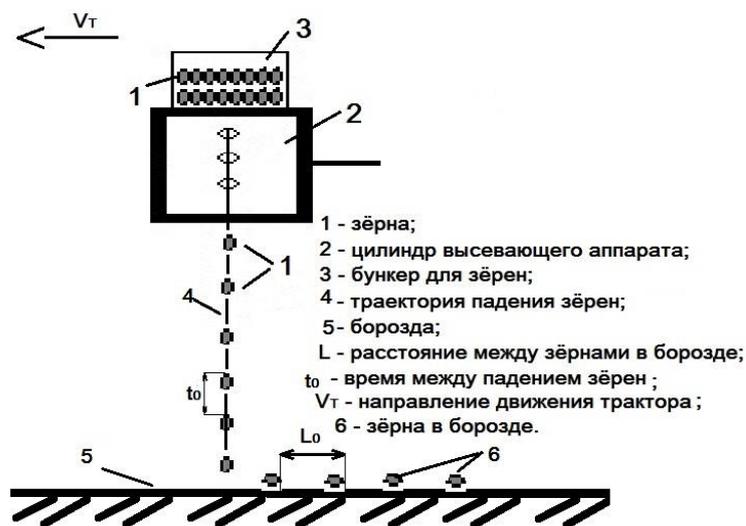


Рисунок 3 - Укладка зерна в борозде.

Зёрна падают из цилиндра высевального аппарата 2 через семяпровод сеялки (на рисунке 2.3 не показан) в борозду 5. Расстояние L между семенами в борозде зависит от времени t_0 между падением зёрен из цилиндра. Время t_0 можно рассчитать по формуле:

$$t_0 = L_0 / V_T, \text{ с}; \quad (4)$$

где L_0 – расстояние между зёрнами в ряду, м;

V_T - скорость трактора, м/с.

Величину расстояния L_0 между зёрнами в борозде задают в агротехнических требованиях, также как и скорость трактора V_T . Однако скорость трактора V_T не является постоянной величиной и зависит от характеристик почвы, квалификации тракториста и многих других факторов [2, 6]. Расстояние L_0 между зёрнами в борозде равно:

$$L_0 = V_T * t_0, \text{ м}. \quad (5)$$

Таким образом, расстояние L_0 между зёрнами в борозде из-за изменяющейся скорости трактора V_T является величиной переменной. Чтобы это расстояние было постоянным, необходимо, чтобы переменную скорость трактора компенсировало бы время t_0 . Это должно обеспечиваться в процессе работы сеялки ее постоянными конструктивными параметрами.

С другой стороны, временное расстояние между зёрнами t_0 зависит от скорости приводного вала сеялки и количества углублений в цилиндре высевающего аппарата, что и делается в современных сеялках:

$$t_0 = 1/(n_{pk} * d), \text{ с}; \quad (6)$$

где d – количество углублений в цилиндре, шт.

Выразим скорость n_{pk} через t_0 в соответствии с формулой (6):

$$n_{pk} = 1/(t_0 * d), \text{ 1/с}; \quad (7)$$

С учётом формул (2.13) расстояние L_0 между зёрнами в борозде будет равно:

$$L_0 = V_T/n_{pk} * d, \text{ м}; \quad (8)$$

Введём в формулу (8) зависимость скорости приводного вала сеялки (2.9) и получим расстояние L_0 между зёрнами в борозде от конструктивных и эксплуатационных параметров сеялки:

$$L_0 = 2\pi r / (\varepsilon * k_{pk} * d), \text{ м}, \quad (9)$$

Исходя из формулы (1), если иметь в виду, что конструктивные параметры сеялки d и r постоянны во время эксплуатации, то расстояние L_0 между зёрнами в борозде должно быть неизменными. Однако, в действительности это не так. Изменяющимися параметрами сеялки могут быть радиус колеса r на пневматических шинах. Кроме этого, коэффициент ε может зависеть от плотности, неровности рельефа и влажности почвы, которые влияют на скольжение колес сеялки.

Для реализации выдвинутой выше гипотезы нами предлагается следующая схема высевающего аппарата сеялки, изображенной на рисунке 4.

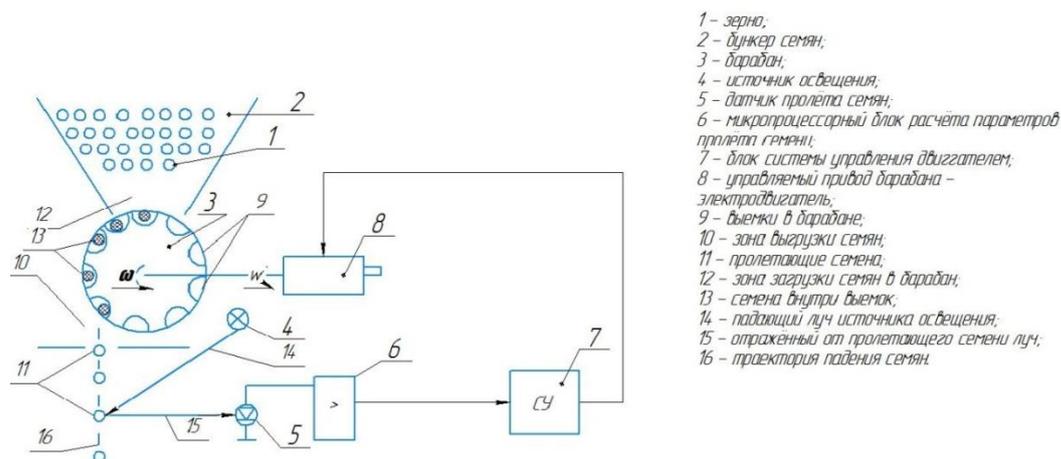


Рисунок 4 - Схема высевающего аппарата с управляемым приводом.

Предлагаемая схема состоит из:

Бункер 2 служит для промежуточного хранения семян 1 перед их подачей в барабан 3.

Барабан 3 содержит выемки 9, куда под действием собственного веса попадают семена 1. Барабан захватывает попавшие в выемки семена и переносит их в зону выгрузки 10.

Источник освещения 4 облучает семя 11.

Датчик пролёта семян 5 воспринимает отраженный от семени 11 оптический сигнал и преобразует его в электрический.

Микропроцессорный блок расчёта параметров пролёта семян 6 осуществляет по параметрам электрического сигнала, полученного от датчика пролёта семян 5, расчёт параметров движения семени 11: его скорость падения и расстояние во времени между двумя падающими семенами.

Блок системы управления приводом 7 осуществляет управление работой привода-электродвигателя 8 – его скоростью вращения.

Управляемый привод-электродвигатель 8 осуществляет вращение барабана 3.

Выемки 9 в барабане 3 предназначены для перемещения семян из бункера 2 в зону выгрузки 10.

Работа схемы происходит следующим образом.

В бункер 2 загружаются семена 1. Система управления 7 включает электродвигатель 8, который начинает вращать барабан 3 со скоростью ω .

Семена попадают в выемки 9 барабана 3 и перемещаются из зоны загрузки семян 12 в зону выгрузки 10. Выпавшее семя 16 летит вниз по траектории 17.

Луч 14 от источника 4 падает на пролетающее семя 11 и отражает его в сторону датчика 5 (Луч 15).

Таким образом на датчик 5 падает последовательность оптических сигналов, как это изображено на рисунке 2.2.

На выходе датчика 5 мы получаем последовательность электрических сигналов, аналогичных изображённым на рисунке 2.2.

Блок 6 воспринимает эти сигналы и преобразует в прямоугольные импульсы. Эти импульсы имеют одинаковую высоту, а ширина их зависит от ширины оптических импульсов. А ширина их t_0 зависит от ширины оптических импульсов. Расстояние между этими импульсами $t_0=f(v)$ есть функция от скорости падения зерна.

Список литературы:

1. Межгосударственный стандарт. Сеялки тракторные. Методы испытаний // ГоссАссистент. – URL: <https://gostassistant.ru/doc/80da0ef6-8dbe-4b07-bda9-41092f572398>

2. Арановский М.М. Автоматизация учёта и контроля работы машинно-тракторных агрегатов. Л.: Колос. Ленинградское отд-ние. 1981г. 160 с.

3. Земляной А.А., Мишин Б.С., Дорошин Е.С. Современные направления развития высевающих аппаратов сеялок точного высева // Наука и образование. 2023г. Т.6. №4.

4. Земляной А.А., Мишин Б.С., Дорошин Е.С. Концепт автономного высевающего аппарата для пропашных культур // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК

материалы. Международной научно-практической конференции. Мичуринск. 2023г.

5. Завражнов А.И., Завражнов А.А., Земляной А.А., Мишин Б.С. Структура системы контроля и управления электроприводной высевающей секции сеялки точного высева // Цифровизация агропромышленного комплекса сборник научных статей III Международной научно-практической конференции. Том 1. 2022 г.

6. Гордеев А. С., Огородников Д. Д., Юдаев И. В. Энергосбережение в сельском хозяйстве // Санкт-Петербург : Издательство "Лань". 2021. 400 с.

UDC 631.33.024

WAYS TO REDUCING SEEDING ERROR IN PRECISION SEEDING DRILLS

Alexander S. Gordeev

doctor of engineering sciences, professor
gorde2020@gmail.com

Valery V. Orlov

postgraduate student
orlovaleriy7@yandex.ru

Michurinsk State Agrarian University
Michurinsk, Russia

Abstract. The article presents a hypothesis for reducing seeding error in precision seeders by using an autonomous controlled electric drive in the seeding unit of the seeder, not connected to the chassis of the tractor unit.

Keywords: seeder, precision seeding seeder, seeds, electric drive.

Статья поступила в редакцию 11.11.2024; одобрена после рецензирования 20.12.2024; принята к публикации 25.12.2024.

The article was submitted 11.11.2024; approved after reviewing 20.12.2024; accepted for publication 25.12.2024.