тонкостенной балки можно использовать тонкостенный стержень, изгибные деформации которого вызывают также деформации контура поперечного сечения [11, 12].

1. Ворон, О.А. Моделирование колебаний вагона с тележками КВЗ-И2 и текстропным приводом подвагонного генератора / О.А. Ворон, Ю.П. Булавин, И.В. Волков // Вестник РГУПС. – 2016. – № 3. – С. 14-22.
2. Волков, И.В. Прогнозирование динамических характеристик перспективного рефрижераторного подвижного состава / И.В. Волков, Ю.П. Булавин, Е.А. Булавина // Международный конгресс «Механика и трибология транспортных систем». – Ростов н/Д: РГУПС, 2003. – С. 205-206.
3. Волков, И.В. Применение пакета MathCAD при расчете механической части локомотивов / И.В. Волков, В.Г. Рубан, А.М. Матва, Р.Х. Уразильдеев: учебное пособие. – Ростов н/Д: РГУПС, 2000. – 64 с.
4. Бирюков, И.В. Механическая часть тягового подвижного состава / И.В. Бирюков, А.Н. Савоськин, Г.П. Бурчак и др. – М.: Транспорт, 1992. – 440 с.
5. Волков, И.В. Преобразование зависимостей расчетного коэффициента сцепления электровозов от скорости / И.В. Волков // Актуальные проблемы развития железнодорожного транспорта и подготовки специалистов: тезисы докладов научно-техн. конференции. – Ростов н/Д: РГУПС, 1998. – С. 178-179.
6. Волков, И.В. К вопросу прогнозирования уровня сцепления колес локомотивов с рельсами, находящимися в различных климатических условиях / И.В. Волков, Ю.М. Лужнов, С.А. Кондратенко // Вестник ВНИИЖТ. – 1991. – № 7. – С. 42-44.
7. Волков, И.В. Применение метода Монте-Карло для анализа сцепных свойств электровозов на основе погоднo-климатических данных / И.В. Волков, П.Ю. Коновалов // Вестник РГУПС. – 2012. – № 2. – С. 57-66.
8. Волков, И.В. Прогнозирование динамических характеристик подвижного состава на основе математического моделирования: монография. / И.В. Волков. – Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ, 2000. – 136 с.
9. Волков, И.В. К вопросу о повышении достоверности динамических характеристик перспективного изотермического подвижного состава / И.В. Волков, О.А. Ворон, Ю.П. Булавин и др. // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 4 (47). – С. 108. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4405.
10. Волков, И.В. Применение метода прогонки для исследования упругих колебаний кузовов подвижного состава / И.В. Волков // Межвузовский тематический сборник трудов «Некоторые проблемы высокоскоростного наземного транспорта». – Ростов н/Д: РИИЖТ, 1980. – С. 20-24.
11. Волков, И.В. Динамическая модель деформируемого кузова рельсового экипажа / И.В. Волков, Ю.П. Булавин // Вестник РГУПС.–2017.–№ 1.– С. 47-54.
12. Волков, И.В. Выбор координатных функций для численного исследования упругих колебаний кузовов подвижного состава / И.В. Волков, Ю.П. Булавин, П.Ю. Коновалов // Тенденции развития науки и образования. – 2018. – № 38-4. – С. 33-36.

Жигайлов А.В., Толстоухова Т.Н., Моисеев О.Н., Иванов П.А., Шевырев Л.Ю.

**Анализ и обоснование параметров рабочих органов зерновой сеялки внут-
рипочвенного разбросного посева**

*Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО Донской
государственный аграрный университет
(Россия, Зерноград)*

doi: 10.18411/lj-08-2020-51

idsp: ljjournal-08-2020-51

Аннотация

Предложена функциональная модель сеялки для внутрипочвенного разбросного посева. Проведены анализ и обоснование параметров рабочих органов зерновой сеялки разбросного посева, рассмотрено их влияние на распределение семян в подсошниковом пространстве.

Ключевые слова: внутрипочвенный разбросной посев, подсошниковое пространство, распределитель семян.

Abstract

A functional model of a seeder for intra-soil multiple seeding is proposed. The analysis and justification of the parameters of the working bodies of a grain seeder of scattered seeding are carried out, their influence on the distribution of seeds in the subshell space is considered.

Keywords: subsoil broadcast seeding, potashnikova space, the dispenser seeds.

Как известно [1], применение внутрипочвенного разбросного посева при возделывании зерновых культур позволяет создать оптимальные условия для прорастания семян и развития каждого растения, исключить внутривидовую конкуренцию на ранних этапах их развития и создать предпосылки для высокого урожая. Осуществляется внутрипочвенный разбросной посев, как правило, посевными машинами с лаповыми сошниками, в подсошниковом пространстве которых установлен распределитель семян, размещающий посевной материал на дне борозды по всей ширине захвата лапы. Кроме того, применение таких посевных машин позволяет совместить несколько технологических операций, снизить затраты труда, энергии, влияние ветровой и водной эрозии почв, а также сократить сроки проведения посева.

Рассматривая сеялку с рабочими органами для безрядкового посева как реакцию динамической системы на входные и управляющие воздействия, расчетную схему можно представить по принципу вход–выход, предложенному А.Б. Лурье [2]. В этом случае функциональная схема сеялки для внутрипочвенного разбросного посева будет выглядеть в виде системы, преобразующей входные векторы функций в выходные переменные (рисунок 1).

СА — средство агрегатирования; Б — бункер; В — высевной аппарат; СС — семяпровод сеялки; С — сошник; ВУ — выравнивающее устройство; ПУ — прикатывающее устройство; $X_Б, X_В, X_СС, X_С, X_ВУ$ и $X_ПУ$ — функции внешнего воздействия бункера, высевного аппарата, семяпровода сеялки, сошника, выравнивающего и прикатывающего устройств соответственно (физико-механические свойства семян, почвы и состояния внешней среды); $Z_Б, Z_В, Z_СС, Z_С, Z_ВУ$ и $Z_ПУ$ — функции состояния бункера, высевного аппарата, семяпровода сеялки, сошника, выравнивающего и прикатывающего устройств соответственно (внутренние нерегулируемые параметры посевной машины); $U_Б, U_В, U_СС, U_С, U_ВУ$ и $U_ПУ$ — функции управляющего воздействия бункера, высевного аппарата, семяпровода сеялки, сошника, выравнивающего и прикатывающего устройств соответственно (внутренние регулируемые параметры посевной машины); $Y_Б, Y_В, Y_СС, Y_С, Y_ВУ$ и $Y_ПУ$ — результирующие показатели работы бункера, высевного аппарата, семяпровода сеялки, сошника, выравнивающего и прикатывающего устройств соответственно; $F_У$ — урожайность зерновых культур.

Рисунок 1 — Функциональная схема сеялки внутрипочвенного разбросного посева зерновых культур

Основными критериями, влияющими на оценочные показатели работы сеялки для внутрипочвенного разбросного посева зерновых культур, являются: функция внешнего воздействия X_i (физико-механические свойства семян, почвы и состояния внешней среды), функция состояния средства механизации Z_i (внутренние нерегулируемые параметры технического средства), функция управляющего воздействия U_i (внутренние регулируемые параметры технического средства) [3].

Следует отметить, что влияние бункеров Б, высевających аппаратов В, семяпроводов СС, выравнивающих ВУ и прикатывающих ПУ устройств на качество выполнения технологического процесса внутрипочвенного разбросного посева зерновых культур рассмотрено достаточно полно, а работа лаповых сошников, способных повысить равномерность распределения семян по площади посева, изучена недостаточно полно. Поэтому в функциональной схеме следует обратить особое внимание на основные критерии при работе лапового сошника.

При изучении технологического процесса сошников для внутрипочвенного разбросного посева установлено, что функция их внешнего воздействия X_C включает следующие параметры: X_{C1} — абсолютная масса семян; X_{C2} — объемная масса семян; X_{C3} — коэффициент трения семян по поверхности; X_{C4} — размерная характеристика семян; X_{C5} — влажность семян; X_{C6} — упругость семян; X_{C7} — влажность почвы; X_{C8} — твердость почвы; X_{C9} — липкость почвы; X_{C10} — коэффициент трения почвы по поверхности; X_{C11} — объемный вес почвы; X_{C12} — абразивные свойства почвы; X_{C13} — механический состав почвы; X_{C14} — коэффициент структурности почвы; X_{C15} — погоднo-климатические условия.

Состояние сошника можно представить в виде функции Z_C , которая включает в себя: Z_{C1} — ширину захвата лапы сошника; Z_{C2} — угол раствора лапы; Z_{C3} — угол крошения лапы; Z_{C4} — угол резания лапы; Z_{C5} — угол заострения лапы; Z_{C6} — высоту расположения высевającego аппарата; Z_{C7} — радиус кривизны семяпровода; Z_{C8} — диаметр семяпровода; Z_{C9} — расположение сошников по высоте; Z_{C10} — высоту расположения распределителя; Z_{C11} — высоту расположения пятки; Z_{C12} — расстояние между распределителем семян и семяпроводом; Z_{C13} — расстояние между рядами сошников; Z_{C14} — расстояние между следами сошников.

Совокупность параметров для функции управляющего воздействия U_C может быть использована как исходная информация для настройки посевной машины для внутрипочвенного разбросного посева на оптимальный режим работы: U_{C1} — расстояние между распределителем семян и семяпроводом; U_{C2} — угол наклона прямолинейного участка распределителя; U_{C3} — угол раствора боковых граней распределителя; U_{C4} — высота установки распределителя; U_{C5} — поступательная скорость посевной машины; U_{C6} — глубина хода сошников; U_{C7} — норма высева семян; U_{C8} — угол наклона лапы в почву.

Изучение современного состояния вопроса применения сошников для внутрипочвенного разбросного посева позволило построить структурную схему их технологического процесса (рисунок 2).

C — сошник; 1 — первичное образование борозды; 2 — подрезание почвы; 3 — выравнивание дна борозды; 4 — подача семян и удобрений; 5 — распределение семян и удобрений; 6 — заделка семян и удобрений; 7 — упорядочивание потока семян и удобрений; 8 — копирование микрорельефа почвы

Рисунок 2 — Структурная схема технологического процесса сошника для внутрипочвенного разбросного посева

Основными недостатками в работе сошников являются недостаточная равномерность распределения семян по площади рассева на заданной глубине, зависание растительных остатков на рабочих органах, забивание подсошниковое пространства почвой, растительными остатками и семенами, повышенное тяговое сопротивление рабочих органов. Поэтому разработка технических средств, способных снизить данное влияние на рабочие органы, на сегодняшний день актуальна.

Данная схема максимально приближена к реальным условиям функционирования рабочего органа, однако в силу своей многомерности представляет определенные трудности для исследования. Для упрощения схемы, из всей совокупности влияний и внутренних связей, формирующих показатели выходной функции, необходимо выделить наиболее существенные и последовательным наложением допущений сократить их число.

Для данного исследования можно ограничиться допущением о постоянстве зернового потока $Q(t)$, поскольку нарушение в дозировании и транспортировке к сошникам приводит к нарушению технологического процесса, что недопустимо. Также будем считать, что высеваемые семена принадлежат одной культуре, причем разница в размерах и массе отдельно взятых семян для нашего случая незначительна и не оказывает искажающего воздействия на работу распределительного устройства. Согласно требованиям, предъявляемым к машинам, регулировка и настройка их исполнительных механизмов не должны изменяться произвольно во время выполнения технологического процесса. Износ деталей и узлов машины для рассматриваемого промежутка времени незначителен. Тогда будем считать не изменяющимися первоначальные регулировки механизмов сеялки, полагая, что посев производится по подготовленному фону. Можно сделать допущение, что плотность почвы выровнена и сопротивление рабочим органам постоянно.

Можно сделать допущение о том, что колебания, передаваемые на сошник со стороны несущей системы, не оказывают существенных влияний на распределение семян. Также в первом приближении будем считать, что почва, сходящая с элементов корпуса сошника за время контакта, не приобретает скоростей, способных существенно переместить семена по дну борозды, либо дать им возможность отклониться от места их выпадения.

После принятых допущений процесс рассева семян может быть представлен схемой [4], изображенной на рисунке 3, согласно которой на систему поступает вектор внешнего воздействия $q(t)$, характеризующий часть нормы высева семян приходящейся на один сошник. В процессе работы параметр $q(t)$ под воздействием параметров распределителя P , а также статического вектора Γ , определяющего геометрию подсошниковое пространство, подвергается распределению по ширине камеры рассева сошника. Тогда совокупность высеянных семян можно представить случайным полем $A(a, b)$, то есть функцией распределения семян с учетом пространственной ориентации в горизонтальной плоскости (a, b) . Качество распределения семян в подсошниковом пространстве можно оценить при помощи коэффициентов K_v, K_ϕ, H_{y0}, K_n по известной методике [5].

Рисунок 3 – Схема процесса рассева семян

В силу того, что вектор Γ определяет конфигурацию подсошникового пространства и его основные параметры, его управляющее воздействие возникает при отражении высеваемых частиц от внутренних элементов сошника. Не оказывая воздействия на работу распределителя семян, вектор Γ является ограничивающим фактором и его воздействие на распределение семян в подсошниковом пространстве необходимо анализировать после рассмотрения процесса движения и схода семян с распределителя. Влияние воздействия геометрии подсошникового пространства на распределение семян в полной мере рассмотрено и изучено ранее.

Окончательно процесс рассева семян можно представить схемой, изображенной на рисунке 4.

1 – пневмотранспортирующая система; 2 – распределитель семян; 3 – корпус сошника
Рисунок 4 – Расчетная схема рабочего органа разбросного посева

На систему поступает вектор $q(t)$, который под воздействием векторов P , задающих семенам направление и скорость движения на сходе с распределителя, подвергается воздействию статического вектора Γ . Далее, семена имея направление и некоторую скорость движутся по траекториям вынужденного движения, при этом часть из них отражается от внутренних элементов сошника и после выпадения на дно борозды, и окончательной остановки, формируют случайное поле $A(a, b)$.

Таким образом, проведенный анализ позволил предложить модель сеялки для внутривспашечного разбросного посева, позволяющую получить расчетную схему сошника и рассмотреть процесс распределения семян в подсошниковом пространстве с учетом факторов, влияющих на данный процесс.

1. Иванов П.А. Обоснование параметров рабочего органа внутривспашечного разбросного посева в условиях пневмотранспортирования семян в сошники: Дисс. ... канд. техн. наук. - Волгоград, 2012. - 145 с.
2. Лурье А.Б. Моделирование сельскохозяйственных агрегатов и их систем управления. - Л.: Колос, 1979. - 312с.
3. Мачнев А.В. Энергосберегающая технология и технические средства под-почвенно-разбросного посева зерновых культур: Дисс. ... докт. техн. наук. - Пенза, 2011. - 469 с.
4. Пятюгин А.А. Общая модель функционирования сеялки для внутривспашечного разбросного посева / Пятюгин А.А., Креньтик Е.И., Иванов П.А., Никитченко С.Л. // Активная честолюбивая интеллектуальная молодежь сельскому хозяйству. 2016. Т. 1. № 1. С. 20-24.
5. Исследование современных способов и схем размещения семян по площади поля. Отчет о НИР. / ФГОУ ВПО АЧГАА; Руководитель работы П. В. Лаврухин - №ГР01.20.0303698, Волгоград, 2003 – 83 с. – исполнители Лаврухин П.В., Дорошенко Ю.В., Рядченко А.В. Иванов П. А. и др.

Пахомов Д.С., Шатагин Д.А., Трухин А.В.

Выбор оптимального варианта достижения необходимых параметров качества поверхности при обработке деталей типа тел вращения (часть 2)

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е.

Алексеев

(Россия, Нижний Новгород)

doi: 10.18411/lj-08-2020-52

idsp: ljjournal-08-2020-52

Аннотация

В современных системах автоматизированного проектирования технологических процессов не решены вопросы оптимизации при выборе видов,