

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СОШНИКА ДЛЯ ПОСЕВА МЕЛКОСЕМЕННЫХ КУЛЬТУР

ОВТОВ Владимир Александрович, Пензенский государственный аграрный университет
АБРОСИМОВ Максим Юрьевич, Пензенский государственный аграрный университет

Выполнен анализ существующих конструкций сошников сеялок используемых при посеве мелкосеменных культур. Предложена конструкция и модель сошника для посева мелкосеменных культур, а также описан технологический процесс его работы. Приведены конструкторские и технологические расчеты по обоснованию конструктивно-режимных параметров предлагаемого сошника.

Введение. Товарное производство мелкосеменных масличных культур, таких как лен масличный, горчица, сафлор, рапс, рыжик с учетом соблюдения агротехнологических требований возделывания позволяет получать довольно высокие урожаи. Экономическая эффективность выращивания этих культур обусловлена востребованностью их на отечественном и мировом рынках. Основным продуктом переработки этих масличных культур является масло, которое используется в пищевой промышленности, косметологии, лекарственных целях, а также при производстве биодизеля и авиационного топлива. Кроме того, побочные продукты переработки рапса и рыжика (шрот и жмыж) являются ценной белковой добавкой в рацион животных и птицы. Одной из культур, все больше приобретающей популярность среди сельхозтоваропроизводителей России, является рыжик. На сегодняшний день на отечественном и мировом рынках наблюдается увеличение потребления семян рыжика и продуктов его переработки. Рыжик – это масличная культура, которая вновь привлекла внимание сельхозтоваропроизводителей благодаря своей неприхотливости к климатическим условиям, качеству почвы и скороспелости при ее возделывании. Также большим плюсом данной культуры является ее высокая устойчивость к сельскохозяйственным вредителям, что не характерно для большинства растений семейства крестоцветных. Основным резервом увеличения продуктивности рыжика является использование новых, высокопродуктивных сортов на основе соблюдения агротехнологических приемов выращивания [1, 5–7].

Одной из важнейших агротехнологических операций, оказывающих существенное влияние на развитие растений и формирование урожая, является посев [5–9]. В настоящее время посев мелкосеменных культур осуществляется зерновыми или зернотравяными сеялками

(СЗ-3,6, СЗТ-3,6 и СЗУ-5,4-06 и др.), которые не в полной мере обеспечивают необходимую норму высева их размещение в почвенном слое на глубине заделки 2–3 см.

Методика исследований. Важную роль в осуществлении качественного посева играет сошник посевной секции сеялки, при этом он должен обеспечивать равномерное размещение семян по глубине заделки в почвенном слое на дне уплотненного ложа борозды и создание минимального тягового сопротивления при работе машинно-тракторного агрегата [8–11].

Сошники, устанавливаемые в настоящее время на сеялки, можно разделить на три основных группы, в зависимости от их угла вхождения почву, такие как с острым углом вхождения от 0 до 90°, прямым – 90° и тупым от 90 до 180° [4]. К первой группе сошников с острым углом вхождения в почву относятся наральниковые, анкерные, лаповые, ножевидные сошники, с прямым углом вхождения в почву – анкерные сошники, с тупым углом вхождения в почву – дисковые, килевидные, наральниковые и полозовидные. Сошники с острым углом вхождения устойчиво движутся по глубине, но имеют большее тяговое сопротивление, сошники с прямым углом вхождения в почву, менее устойчиво движутся по глубине, чем с острым углом, а сошники с тупым углом вхождения при движении в почве склонны к выглублению, что влечет за собой увеличение неравномерности распределения посевного материала по глубине заделки.

В большинстве сеялок для обеспечения уплотнения почвы на дне посадочной борозды применяются прикатывающие катки, которые устанавливаются за сошниками. Прикатывающие катки применяются на сеялках СПС-6500, СЗУ-5,4-06, СЗФТ-3600, СС-3,6, СК-3,6, Киви-Пекка 700, а так же иностранного производства Amazone D9-6000, Versatile и др. Технологический процесс заделки семян в почву на таких сеялках осуществляется сошниками и загортачами



с последующим прикатыванием, при этом семена вдавливаются в разрыхленное дно борозды, которая перед этим была образована сошником. Это приводит к тому, что почва над семенами в борозде сильно уплотняется, что ухудшает проникновение воздуха к семенам и способствует более интенсивному испарению накопленной влаги из почвы.

Для создания уплотненного ложа семян и выравнивания поверхности поля необходимого равномерного размещения семян по глубине заделки в почвенном горизонте используют предпосевное прикатывание [3]. Эффективность данного технологического приема проявляется если проводить прикатывание спелой почвы, то тогда не произойдет разрушения ее структуры.

При посеве мелкосеменных культур важную роль играет создание плотного ложа для семян, так как при этом благодаря притоку влаги из нижних слоев почвы и оптимальной температуры происходит одновременное прорастание семян. Наиболее благоприятные условия для прорастания семян, это когда семена лежат на твердом ложе с плотностью почвы более $1,2 \text{ г/см}^3$, а сверху они прикрыты рыхлым слоем почвы (рис. 1) [3]. В этом случае к семенам, лежащим на твердом ложе, поступает влага из нижних слоев почвы, а верхний, рыхлый слой почвы, способствует проникновению кислорода к семенам, быстрому их прорастанию и дружному появлению всходов.

Результаты исследований. Проведенный анализ используемых в настоящее время сошников сяллок позволил выявить некоторые недостатки, к которым относятся неудовлетвори-

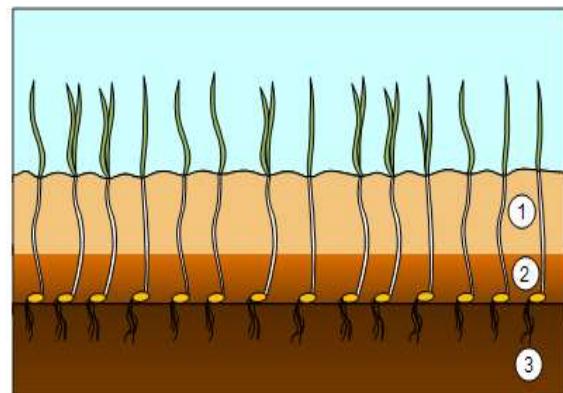


Рис. 1. Продольный разрез посевного слоя почвы:

1 – умеренно рыхлый слой; 2 – слой с семенами;
3 – плотный слой (ложе)

тельная устойчивость хода сошников по глубине, приводящая к неравномерному размещению семян по глубине заделки в почвенном слое и их распределению ширине борозды, а также отсутствие уплотнения дна посевной борозды перед укладкой семян.

На основе полученных патентов на изобретения (№ 2651272, № 2705313) авторами разработана конструкция и спроектирована трехмерная модель сошника с роликовым ложеобразователем и приемной воронкой-распределителем (рис. 2), позволяющая повысить равномерность размещения семян по глубине заделки и распределения ширине дна посевной борозды при посеве мелкосеменных сельскохозяйственных культур [12-13].

Сошник ложеобразователем семян для посева мелкосеменных культур состоит из корпуса, который включает наральник 1, с прикрепленными к нему щеками 2, кронштейна 3,

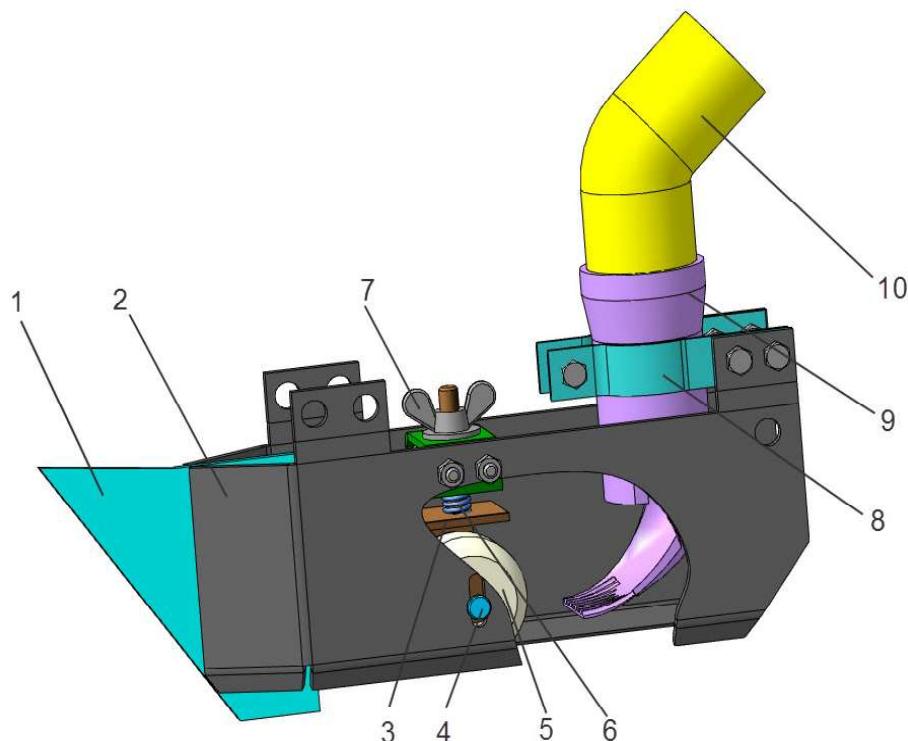


Рис. 2. Модель сошника для посева мелкосеменных культур





оси 4 установленной в пазах щек. При этом уплотняющий ролик 5 ложеобразователя семян установленный на оси 4 подпружинен. Сила воздействия ролика на уплотняемую почву создается пружиной 6, и при этом возможно регулирование создаваемого усилия давления на почву с помощью гайки-барашка 7. К хвостовой части сошника с помощью хомутов 8 крепится приемная воронка-распределитель семян 9, имеющая криволинейную поверхность, которая выполнена по брахистохроне с направляющими канавками криволинейной формы в поперечном сечении, которая соединена с семяпроводом 10.

Технологический процесс работы сошника с ложеобразователем заключается в следующем. При посеве мелкосеменных культур сошник (см. рис. 2) заглубляется в почву, и при этом сдвигает ее в обе стороны, открывая во влажном слое борозду, а уплотняющий ролик ложеобразователя под действием загружающей пружины равномерно уплотняет дно и стенки посевной борозды. Семена, поступающие по семяпроводу 9 в приемную воронку-распределитель 8, скатываются по ее направляющим канавкам и равномерно распределяются по ширине на дне уплотненной посевной борозды.

Механическое воздействие на почву рабочих органов сельскохозяйственных машин и орудий приводит к переводу ее начального состояния в требуемое, разрушением исходной структуры почвы. Деформация почвы связана с разрушением ее естественного сложения и изменением взаимного расположения слагающих ее частиц, агрегатов и комков. Наиболее энергоемкой является деформация сжатия направленная на разрушение комков, при этом нагрузка должна превышать их прочность при сжатии. При влажности 22...24 % глинистого чернозема напряжения сжатию (s_{ck}) почвы составляют 0,096 МПа. Таким образом, сила, действующая на почву через вращающийся на оси кронштейна ролик ложеобразователя семян должна обеспечивать плотность почвы дна борозды более 1,2 г/см³.

Давление, МПа, ролика ложеобразователя на уплотняемую почву зависит от его ширины, диаметра и нагрузки создаваемой загружающей пружиной [8]:

$$P = \frac{F}{bD}$$

где F – нагрузка, создаваемая пружиной, Н; b – ширина ролика, мм; D – диаметр ролика, мм.

Выполненные расчеты показывают, что при спроектированных геометрических параметрах свободно вращающегося уплотняющего ролика ложеобразователя семян нагрузка,

обеспечивающая необходимое уплотнение почвы на дне борозды, составит около 190 Н [8]. Для обеспечения необходимого усилия воздействия ролика на почву, была спроектирована пружина сжатия с использованием системы автоматизированного проектирования КОМПАС-3D. Спроектированная пружина полностью обеспечивает требуемое уплотнение ложа и стенок посевной борозды.

Ввиду того, что уплотняющий ролик изготовлен из капралона и свободно вращается на оси, то дополнительное тяговое усилие для преодоления сил сопротивления качению создаваемое им будет ничтожно мало и не окажет существенного влияния на работу посевного машинотракторного агрегата (МТА).

Для обоснования возможности установки разработанного сошника на сеялку РИТМ СЗ-6 были выполнены некоторые технологические расчеты машинотракторного агрегата включающего трактор «Беларус 1221» с данной сеялкой.

Касательную силу тяги трактора при скорости агрегатирования до 9,5 км/ч [14] определяли по выражению

$$F_k = 3,6 \frac{N_e \eta_m}{V_{ar}},$$

где F_k – касательная сила тяги трактора при заданной скорости посева, кН; N_e – эффективная мощность дизеля трактора, кВт; η_m – КПД трансмиссии трактора, для колесных тракторов $\eta_m = 0,91...0,92$; V_{ar} – скорость МТА, км/ч, принимаем $V_{ar} = 8$ км/ч.

Тяговая сила на крюке составит:

$$F_{kp} = F_k - F_d - F_{f,a}$$

где F_d – сила, затрачиваемая на буксование движителей трактора, кН; $F_{f,a}$ – сила, затрачиваемая на самопередвижение трактора и преодоление подъема, кН.

$$F_d = F_k d,$$

где d – коэффициент буксования (для трактора формула 4К4 $d = 0,16$) [2].

$$F_{f,a} = G \left(f_i \pm \frac{i}{100} \right),$$

где f_i – коэффициент сопротивления качению трактора, принимаем $f_i = 0,15$; i – уклон поля, %, принимаем $i = 3$ %.

Проведенные расчеты показали, что максимальное тяговое усилие на крюке при скорости посева 8 км/ч составит 24,79 кН. Исходя из того, что до 70 % тягового усилия на крюке приходится на преодоления сопротивления почвы сошниками, а 30 % задельывающими органами, то нагрузка F_1 , действующая на один сошник сеялки, составит около 360 Н.

Заключение. Выполненный анализ существующих способов и средств механизации посева семян показал, что перспективным направлением является уплотнение дна посевного ложа борозды позволяющее размещать семена на одинаковой глубине в почвенном слое и равномерно распределять по ширине борозды, при этом обеспечивается лучшая всхожесть семян.

Выполненные конструкторские расчеты позволили обосновать геометрические параметры ролика ложеобразователя семян разработанного сошника, и при этом дополнительное тяговое усилие для преодоления сил сопротивления качению создаваемое роликом не окажет существенного влияния на работу посевного МТА. Представленная конструкция и спроектированная модель сошника для посева мелкосеменных культур, позволяет повысить равномерность размещения семян по глубине заделки и распределения ширине дна посевной борозды при посеве мелкосеменных сельскохозяйственных культур, что приводит к повышению урожайности рыхика на 4...6 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абросимов М.Ю., Овтов В.А. Модель полозовидного сошника для посева мелкосеменных культур // Инновационные идеи молодых исследователей для АПК России: сб. статей Всерос. науч.-практ. конф.– Пенза: РИО ПГАУ, 2019. – Т. 3. – 347 с.
2. Асманкин Е.М., Сорокин А.А. Проектирование модели блочно-модульной системы агрегатирования с целью повышения эксплуатационно-технологических свойств энергонасыщенных тракторов // Известия Оренбургского ГАУ. – 2010. – № 4 (28). – С. 70–73.
3. Астфьев В.Л., Курач А.А., Семибаламут А.В. Прикатывание почвы: когда, как, чем и зачем? // Нивы России. – 2017. – № 10 (154). – С. 62–68.
4. Габаев А.Х. Обзор существующих бороздообразующих рабочих органов // NovaInfo.Ru. – 2016. – Т. 1. – № 41. – С. 25–32.
5. Емельянов П.А., Овтов В.А., Аксенов А.Г. Модернизация сошниковой группы зерновой сеялки для

подпочвенного рассева // Нива Поволжья. – 2017. – № 2 (43). – С. 61–66.

6. Емельянов, П.А., Овтов В.А., Матвеев Д.М. Подпочвенно-разбросной посев зерновых культур // Сельский механизатор. – 2016. – № 5. – С. 16.

7. Овтов В.А., Абросимов М.Ю. Модернизация полозовидного сошника с применением компьютерного моделирования // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2019 – № 8. – С. 46–48.

8. Овтов В.А., Абросимов М.Ю. Расчет пружины сжатия уплотняющего ролика полозовидного сошника // Международный электронный научно-практический журнал «Современные научные исследования и разработки». – № 12 (29). – 2018. – С. 99–103.

9. Овтов В.А., Шумаев В.В., Губанова А.Р. Сошник для рядового посева семян и удобрений с сводообразующей косынкой // Сурский вестник. – 2019. – № 2 (6). – С. 39–43.

10. Овтов В.А., Емельянов П.А., Аксенов А.Г. Теоретические исследования щеточного устройства для заделки луковиц в борозде // Нива Поволжья. – 2018. – № 1. – С. 103–108.

11. Овтов В.А., Абросимов М.Ю. Экономическое обоснование сеялки с полозовидным сошником для посева мелкосеменных культур // Сурский вестник. – 2019. – № 1 (5). – С. 23–27.

12. Патент 2651272 РФ. Сошник с роликом-ложеобразователем семян для посева мелкосеменных культур / В.А. Овтов, М.Ю. Абросимов. Опубл. 19.04.18, Бюл. № 11.

13. Патент 2705313 РФ. Сошник с ложеобразователем / В.А. Овтов, М.Ю. Абросимов. Опубл. 06.11.2019, Бюл. № 31.

14. Результаты анализа эффективности субсидируемой сельскохозяйственной техники: информ. издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех» 2017. – 240 с.

Овтов Владимир Александрович, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Основы конструирования механизмов и машин», Пензенский государственный аграрный университет, Россия.

Абросимов Максим Юрьевич, студент, Пензенский государственный аграрный университет. Россия. 440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30. Тел.: (8412) 62-85-79; e-mail: OvtovVlad@mail.ru

Ключевые слова: посев; сошник; сеялка; модель; конструкция; почва; мелкосеменные культуры; равномерность.

SUBSTANTIATION OF THE OPENER CONSTRUCTION FOR SOWING SMALL SEED CROPS

Ovtov Vladimir Alexandrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the chair “Fundamentals of Designing Mechanisms and Machines”, Penza State Agrarian University, Russia.

Abrosimov Maxim Yurevich, Student”, Penza State Agrarian University, Russia.

Keywords: planting; opener; seeder; model; construction; soil; small-seeded crops; uniformity.

The analysis of existing designs of openers of seed drills used in sowing small-seeded crops is carried out. The design and model of the opener for sowing small-seeded crops is proposed, and the technological process of its operation is described. Design and technological calculations for substantiating structural-operational parameters of the proposed opener are presented.

