

ВЫСЕВАЮЩИЙ ВЕРТИКАЛЬНО-ДИСКОВЫЙ АППАРАТ ДЛЯ ПОСЕВА МЕЛКОСЕМЕННЫХ КУЛЬТУР

SOWING VERTICAL-DISC APPARATUS FOR SEEDING SMALL-SEED CROPS

А.А. КЕМ, к.т.н.

В.Л. МИКЛАСHEВИЧ, к.т.н.

ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», Омск, Россия,
55asc@bk.ru

A.A. KEM, PhD in Engineering

V.L. MIKLASHEVICH, PhD in Engineering

Federal State Budgetary Scientific Institution «Omsk Agrarian
Scientific Center», Omsk, Russia, 55asc@bk.ru

Определяющим фактором повышения урожайности сельскохозяйственных культур является качество посева, которое обеспечивается согласованной работой системы высевашей аппарат – семяпровод – сошник. Задача высевашей аппарата стабильно выдавать в семяпровод заданное количество семян по площади питания для данного способа посева. Высевашей аппараты серийных сеялок не обеспечивают минимально достаточную норму высева для мелкосеменных культур, что приводит к перерасходу дорогостоящих, дефицитных семян и снижению урожайности из-за загущенности посева. По результатам проведенных теоретических исследований и физического моделирования был разработан вертикально-дисковый высевашей аппарат, обеспечивающий точечный посев мелкосеменных культур. Высевашей аппарат представляет диск диаметром 93 мм, по внешнему периметру которого расположены ячейки в форме сектора полуокружности радиусом 3 мм, глубиной 2 мм. Лабораторные исследования на семенах люцерны показали, что при вращении диска семена начинают выпадать из ячейки под собственным весом, когда ячейка находится под углом 35° относительно горизонтальной линии. Для проведения полевых исследований была изготовлена сеялка, на раме которой в два ряда было установлено семь посевных секций с индивидуальными бункерами. Ширина захвата сеялки 0,9 м. Привод высевашей аппаратов осуществляется цепной передачей от опорного колеса через КПП. Высевашей диски подключаются к валам индивидуальными муфтами, что позволяет производить посев с различной шириной междурядий. Полевой опыт проводился на посеве районированного сорта люцерны Омская-7 с междурядьями 0,15, 0,60, и 0,90 м в трехкратной повторности. По результатам полевого опыта было установлено, что высевашей диск с ячейками радиусом 3 мм и глубиной 2 мм в количестве 8 штук на диске, с частотой его вращения 1,53 об/с при посеве с различными междурядьями стабильно обеспечивал получение на 1 метре посева в среднем 33 растения при полевой всхожести 84,4 %.

Ключевые слова: сеялка, высевашей вертикально-дисковый аппарат, ячейка, посев, мелкосеменные культуры.

The determining factor for increasing the yield of agricultural crops is the quality of sowing, which is ensured by the coordinated work of the system: the sowing apparatus – seed pipe – coulter. The task of the sowing device is to consistently give out a given number of seeds to the seed pipe by the area of supply for this method of sowing. Serial seeders do not provide the minimum sufficient seeding rate for small-seed crops, which leads to overspending of expensive, scarce seeds and reduced yields due to thickening of the crop. Based on the results of the theoretical studies and physical modeling, a vertical disc seeder was developed, which ensures the seeding of small-seed crops. The sowing apparatus represents a disc with a diameter of 93 mm along the outer perimeter, which contains cells in the form of a sector of a semicircle with a radius of 3 mm, a depth of 2 mm. Laboratory studies on alfalfa seeds showed that when the disc rotates, the seeds begin to fall out of the cell under their own weight, when the cell is at an angle of 35° with respect to the horizontal line. To carry out field research, a seeder was built on a frame, in which seven seed sections with individual bunkers were installed in two rows. Seeding width is 0.9 m. The drive of the sowing units is carried out by chain transfer from the support wheel through the gearbox. The sowing discs are connected to the shafts by individual couplings, which made it possible to sow with a different width of the rows. The field experiment was conducted on the sowing of the zoned alfalfa Omskaya-7 with inter-row spacing of 0,15 m, 0,60 m, and 0,90 m in triplicate repetition. According to the results of the field experiment, it was found that the sowing disc with cells with a radius of 3 mm and a depth of 2 mm of 8 pieces on the disc, and its rotation frequency of 1,53 rpm, when sowing with different rows, consistently provided for 1 meter of sowing on average 33 plants at field germination of 84,4 %.

Keywords: seeder, sowing vertically-disc apparatus, cell, sowing, small seeds.

Введение

В процессе возделывания сельскохозяйственных культур для получения высокого и качественного урожая важен каждый этап: от подготовки почвы к посеву до послеуборочной обработки полученного продукта и его хранения. Особым фактором, определяющим конечный результат при возделывании мелкосеменных культур, является качество посева, обеспечивающее благоприятные условия для прорастания семян, достаточную температуру и влажность, оптимальную площадь питания каждому растению, освещенность и необходимые условия для опыления. Обеспечить эти условия возможно лишь при согласованной работе системы высевашей аппарат – семяпровод – сошник. Высевашей аппарат должен стабильно выдавать в семяпровод заданное количество семян, семяпровод обеспечивать их последовательное прохождение в сошник. Функция сошника – создать плотное почвенное ложе и заделывать семена на определенную для данной культуры глубину [1, 2].

В настоящее время для посева семян мелкосеменных культур, в том числе семян люцерны, применяются сеялки с механическим и пневматическим приводом высевашей аппаратов. Однако высевашей аппараты этих сеялок осуществляют порционный высева семян, вследствие чего посевы получаются неравномерными – с загущением или разрежением растений в рядке. Поэтому при использовании зернотравяных и овощных сеялок, особенно при высева малыми нормами, рекомендуется к семенам добавлять балласт в виде песка, гранулированных удобрений невосхожих семян, что приводит к улучшению качества посева. Основным недостатком использования вышеперечисленных сеялок при высева мелких сыпучих семян (люцерны, клевера, донника) являются установка их на заданную норму посева и обеспечение требуемой равномерности. Но несмотря на применяемые меры, как показывает проверка, на гектар высевашей 3–6 кг и более семян – это приводит к их перерасходу в 2–5 раз и, как следствие, к снижению урожайности [1, 3, 4].

Сложность обеспечения такой работы высевашей системы при посеве мелкосеменных культур обусловлена особыми физико-механическими и ботаническими свойствами семян: малыми размерами, сложной формой зерновки, обуславливающей случайность укладки и

скорости витания в зависимости от положения в пространстве, требовательности к влагообеспечению при малой глубине заделки в почву. При разработке высевашей аппарата и процесса посева мелкосеменных культур базовой культурой была выбрана люцерна, семена которой обладают особыми физико-механическими и ботаническими свойствами [5, 6].

Исследования были направлены на разработку высевашей аппарата и создание на его базе сеялки, позволяющей высевашей мелкосеменные культуры с различными междурядьями с заданной нормой посева и требуемой точностью распределения семян в рядке для обеспечения оптимальных условий развития растений.

Цель исследований

Разработать и уточнить параметры механического высевашей аппарата для посева мелкосеменных культур, определить режимы работы сеялки на посеве люцерны.

Материалы и методы

Исследования по определению основных параметров высевашей аппарата: диаметра и толщины высевашей диска, формы, объемов и количества ячеек, распределение семян по посевной полосе проводились методами физического моделирования. Для обоснования работоспособности вертикально-дискового высевашей аппарата, а также уточнения его конструктивных и режимных параметров в полевых условиях была изготовлена сеялка и заложен опыт согласно общепринятой методике [7]. При закладке полевого опыта уточнялись зависимости угловой скорости вращения высевашей дисков в зависимости от линейной скорости движения сеялки, а также равномерность распределения и глубина заделки семян. Исследования проводились по методике ГОСТ 10.5.1.-2000 [8].

Результаты исследований

По результатам проведенных теоретических исследований и физического моделирования был разработан вертикально-дисковый высевашей аппарат, на внешнем периметре которого расположены ячейки в форме сектора полуокружности (рис. 1).

Для проведения исследований по определению параметров ячеек вертикально дискового высевашей аппарата и их количества в за-

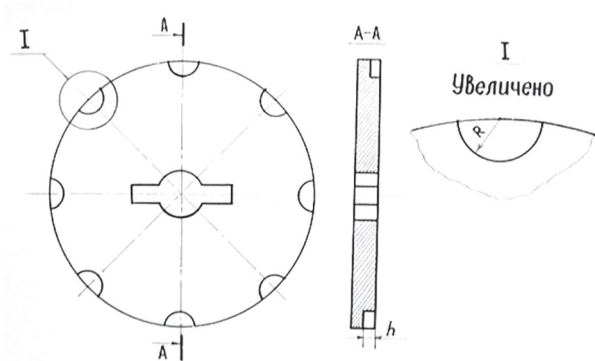


Рис. 1. Вертикально-дисковый высевающий аппарат

висимости от физико-механических свойств и геометрических размеров высеваемых семян была изготовлена модель высевающего аппарата с прозрачной внешней стенкой из оргстекла (рис. 2). На оргстекле для фиксации зоны заполнения ячеек и зоны момента начала выпадения семян из ячейки была нанесена шкала углов наклона ячеек относительно горизонтального диаметра диска с шагом 5 градусов от 45 до -45° .

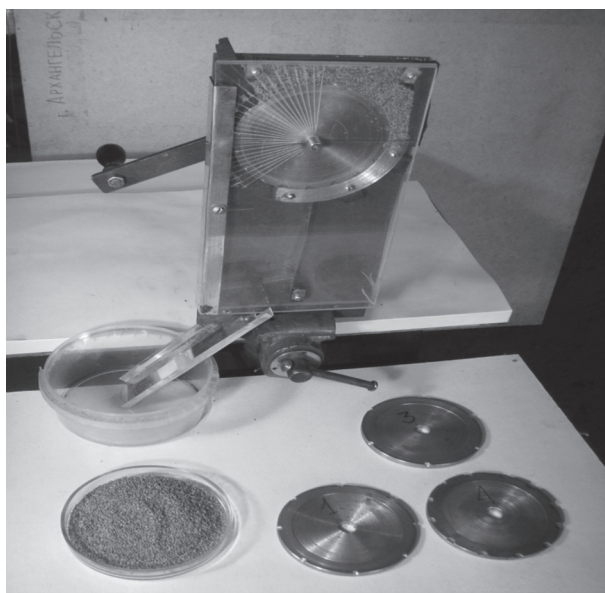


Рис. 2. Модель высевающего аппарата

При повороте диска против часовой стрелки на каждые 5 градусов отмечалось количество семян, выпавших из ячейки, и определялась зона, когда ячейка полностью освободилась от семян. По общему количеству выпавших семян определялось их количество в одной ячейке. Повторность опыта с каждым диском была семикратная. Было установле-

но, что при вращении диска семена начинают выпадать из ячейки, когда ячейка находится под углом 35° относительно горизонтальной линии. Пошаговая фиксация выпадения семян из ячеек показала, что семена, еще полностью не выпав из одной ячейке, начинали выпадать из следующей.

По результатам проведенных многочисленных экспериментов на модели высевающего аппарата с различными параметрами и формами ячеек были определены рациональные размеры радиуса ячейки – 2 и 3 мм и глубина 2 мм. Среднее количество семян выносимых одной ячейкой, вследствие случайной их укладки, составило при радиусе ячейки 2 мм – 5,8 шт., а при радиусе ячейке 3 мм – 6,2 шт. По проведенным расчетам для обеспечения заданных режимов работы сеялки было принято, что среднее количество семян выносимых одной ячейкой должно быть 6 шт.

Диаметр вертикального высевающего диска был принят 93 мм, что было обусловлено оптимальной зоной по времени при прохождении ячейки диска через семенную камеру для ее полного заполнения семенами. Толщина диска 5 мм, что позволило исключить сводообразования семян люцерны в зоне их подачи из бункера в семенную камеру.

Высевающий аппарат работает следующим образом: при вращении диска ячейки, проходя через семенную камеру, заполняются семенами, на выходе из семенной камеры семена последовательно выпадают под собственным весом в семяпровод.

На базе разработанного высевающего аппарата были изготовлены посевные секции и сеялка для точечного посева мелкосеменных культур. Сеялка состоит из рамы навесного транспортного модуля, агрегируемого с трактором (рис. 3). На раме модуля в два ряда было установлено семь посевных секций. Каждая посевная секция состоит из бункера для семян, вертикально-дискового высевающего аппарата, семяпровода и стрельчатого сошника с загартачом. Ширина захвата модуля 0,90 м. Заделанные в почву семена прикатываются обрезиненными катками, установленными за каждой посевной секцией.

Привод на оси высевающих аппаратов осуществляется цепной передачей от пневматического опорного колеса транспортного модуля через муфту сцепления и КПП.



Рис. 3. Сеялка в работе

Расчет трансмиссии сеялки проводился следующим образом. Согласно требованиям, средняя поступательная скорость сеялки при высеве мелкосеменных трав не должна быть больше 2,22 м/с, его опорно-приводное колесо диаметром 0,5 м при такой скорости будет совершать за секунду 1,42 оборота. В соответствии с агропотребованиями, при возделывании люцерны расстояние между растениями в рядке должно быть 0,03 м. Следовательно, за 1 секунду высевающему аппарату необходимо подавать в семяпровод 74 семени. Таким образом, для диска с 8 ячейками угловая скорость вращения должна быть $74/48 = 1,53$ об/с.

Диски высевающих аппаратов посевных секций подключаются к трансмиссии индивидуальными муфтами, что позволяет производить посев с различной шириной междурядий: 0,15 м; 0,30 м; 0,45 м; 0,60 м; 0,75 м; 0,90 м.

Опытный посев люцерны районированного сорта Омская-7 проводился на трех вариантах междурядий: 0,15 м; 0,60 м; 0,90 м в трехкратной повторности каждый. При посеве с междурядьем 0,15 м на сеялке работали все семь посевных секций, при междурядье 0,6 м – только две посевных секции – вторая и шестая, а на варианте 0,9 м – две крайние. Норма высева устанавливалась в лабораторных условиях из расчета высева на один погонный метр 30–40 всхожих семян, что исходя из условий всхожести и массы 1000 семян люцерны составляло 1–4 кг/га. Для высева использовались семена люцерны сорта Омская-7: энергия прорастания 69 %; чистота 98,76 %; хозяйственная годность 86 %; вес 1000 семян 2,02 г; влажность 5,5 %.

Наблюдение за всходами, подсчет количества растений по длине рядка, измерение расстояний между растениями и глубину заделки семян производили после появления полных всходов люцерны. Результаты наблюдений записывались в журнал и фиксировались фотосъемкой. Обработка результатов наблюдений за посевами и расчет статистических показателей выполняли с использованием статистических пакетов на ЭВМ. Результаты качественных показателей технологического процесса высева люцерны сеялкой для точечного посева приведены в таблице.

Выводы

Таким образом, по результатам проведенных исследований, была разработана конструк-

Таблица

Показатели качества работы сеялки на посеве люцерны

Показатели	Ширина междурядий, м		
	0,15	0,60	0,90
Требуемая норма высева, кг/га	4,4	1,1	0,800
Фактическая норма высева, кг/га	4,5	1,2	0,740
Среднее расстояние между растениями X , мм	36	30	28
Среднеквадратическое отклонение $\pm\sigma$, мм	8	11	10,6
Коэффициент вариации V , %	11,8	12,1	12,9
Равномерность глубины заделки семян			
Установленная глубина, мм	30		
Средняя фактическая глубина, мм	31		
Среднеквадратическое отклонение $\pm\sigma$, мм	1,6		
Коэффициент вариации V , %	4,62		
Полевая всхожесть, %	84,8		

ция и уточнены параметры и режимы работы вертикально-дискового высевающего аппарата:

– диаметр диска – 93 мм; толщина диска – 5 мм; форма ячеек – сектор полуокружности; размеры ячеек: диаметр – 3 мм; глубина – 2 мм; количество ячеек на диске – 8 шт.;

– проведенные полевые исследования на посеве люцерны сеялкой с вертикально-дисковым высевающим аппаратом показали при поступательной скорости движения 2,22 м/с и угловой скорости вращения высевающих дисков 1,53 об/с стабильное выполнение технологического процесса. При этом количество растений на 1 погонный метр посева в среднем независимо от междурядья составило от 28 до 33 растения с расстоянием между ними в рядке от 28 до 36 мм. Глубина заделки семян по всем повторностям была 0,031 м, полевая всхожесть 84,4 %, что полностью соответствует агротехническим требованиям посева мелкосеменных культур.

Литература

1. Кем А.А. Обоснование параметров и режимов работы высевающего аппарата для посева мелкосеменных культур: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Новосибирск, 1993. 19 с.
2. Домрачев В.А., Коробкин И.О., Алгазин Д.Н., Кем А.А., Шевченко А.П. Высевающие системы посевных машин. Омск.: Изд-во ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. Столыпина, 2014. 190 с.
3. Домрачев В.А., Кем А.А., Миклашевич В.Л. Высевающий аппарат для посева мелкосеменных культур // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 9. С. 76–77.
4. Технология производства люцерны. М.: Агропромиздат, 1985. 255 с.
5. Гончаров П.Л., Лубенец П.А. Биологические аспекты возделывания люцерны. Новосибирск: Наука, 1985. 255 с.
6. Олешко В.П. Семеноводство люцерны на Юге Западной Сибири. Барнаул.: Алтайский НИИСХ, 2006. 108 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
8. ОСТ 10.5.1-2000. Испытание сельскохозяйственной техники. Машины посевные. Методы оценки функциональных показателей. Введ. 06.15.2000. М.: Росинформагротех, 2000. 72 с.

References

1. Kem A.A. Obosnovanie parametrov i rezhimov raboty vysevayushchego apparata dlya vyseva melkosemennyyh kul'tur: avtoref. dis.kand. tekhn. nauk [Justification of the parameters and operating conditions of the seeding machine for seeding small-seed crops: abstract for dissertation for degree of Candidate of Technical Sciences]; Novosibirsk, 1993. 19 p.
2. Domrachev V.A., Korobkin I.O., Algazin D.N., Kem A.A., Shevchenko A.P. Vysevayushchie sistemy posevnyh mashin [Sowing systems of sowing machines]; Omsk.: Izd-vo FGBOU VPO OmGAU im. Stolypina Publ., 2014 190 p.
3. Domrachev V.A., Kem A.A., Miklashevich V.L. Sowing machine for seeding small-seed crops. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2017. Vol. 31. No 9, pp. 76–77 (in Russ.).
4. Tekhnologiya proizvodstva lyucerny [Technology for the production of alfalfa]. Moscow: Agropromizdat Publ., 1985. 255 p.
5. Goncharov P.L., Lubenec P.A. Biologicheskie aspekty vozdeleyvaniya lyucerny [Biological aspects of alfalfa cultivation]. Novosibirsk: Nauka Publ., 1985. 255 p.
6. Oleshko V.P. Semenovodstvo lyucerny na YUge Zapadnoj Sibiri [Seed production of alfalfa in the South of Western Siberia]. Barnaul.: Altajskij NIISKH Publ., 2006. 108 p.
7. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of field test (with the basics of statistical processing of research results)]. 5-e izd., dop. i pererab. Moscow: Agropromizdat Publ., 1985. 351 p.
8. OST 10.5.1-2000. Testing of agricultural machinery. Sowing machines. Methods for evaluating performance indicators. Vved. 06.15.2000. Moscow: Rosinformagrotekh Publ., 2000. 72 p.