



УДК 631.313. 72

Н.С. ЯКОВЛЕВ, доктор технических наук, главный научный сотрудник

*Сибирский научно-исследовательский институт
механизации и электрификации сельского хозяйства*

630501, Новосибирская область, пос. Краснообск

e-mail: yakovlev-46@inbox.ru

ПРИМЕНЕНИЕ КОЛЬЦЕВОЙ БОРОНЫ ПРИ РАЗБРОСНОМ ПОСЕВЕ СЕМЯН

Представлены результаты исследования работы батареи рабочих органов бороны «Лидер БКС-12,8» по качеству обработки поля, вычесыванию сорняков и заделки семян при разбросном посеве под кольцевую борону. Эксперименты проведены на опытном поле Новосибирской области. Приведены уравнения, позволяющие определить расстояние перемещения почвы кольцом батареи кольцевой бороны в зависимости от угла атаки батареи, скорости движения агрегата, диаметра кольца и угла схода почвы с кольца. Установлено, что наибольшее влияние на перемещение почвы кольцом батареи оказывает угол атаки батареи и скорость передвижения агрегата. Перемещение почвы происходит кольцами батареи от последнего к первому. В результате перед первым кольцом образуется излишняя почва, часть которой убирается последним кольцом предыдущей батареи, при этом образуется борозда и небольшой гребень 3–4 см. На рабочей скорости агрегата 2,8 м/с сорняк куриное просо (ежевник обыкновенный) удаляется до 68,55 %. При заделке семян овса под борону взойшло 662 растения из 950 всхожих семян, что составляет 69,68 %. Заделка семян на глубину от 1 до 3 см составила 79,8% от числа проросших растений. Посев зерновых культур и рапса разбросным способом под кольцевые бороны по необработанным фонам позволяет получить хорошее качество посева при одновременном вычесывании сорняков, выравнивании поверхности поля и сохранении влаги под покровом мульчирующего слоя, созданного кольцами бороны.

Ключевые слова: кольцевая борона, заделка семян, разбросной способ, агрегат.

Обработка паровых полей от сорняков, выравнивание поверхности поля с целью сбережения влаги и предпосевная подготовка поля под посев – важные и наиболее трудоемкие технологические операции. Для выполнения этих работ применяют культиваторы, дискаторы, лушпильники и бороны различных модификаций. В настоящее время большое внимание уделяют разработке новых технологий и машин, которые позволяют более эффективно выполнять данные операции. Особое внимание уделяется боронам с кольцевыми коническими рабочими органами, которые убирают до 95 % сорняков, вычесывают осот и пырей [1–8]. Кроме перечисленных выше операций заслуживает внимания и разбросной посев семян под кольцевые рабочие органы машин. Машины с кольцевыми рабочими органами могут работать в условиях, когда невозможен сев традиционными посевными агрегатами (повышенная влажность почвы, сильная засоренность поля сорняками, не подготовленное под посев поле).

Цель данной работы – изучить процесс работы кольцевых рабочих органов и возможности их использования при разбросном посеве семян зерновых культур и рапса с последующей их заделкой кольцевой бороной.

УСЛОВИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Кольцевые бороны «Лидер БКМ-3,6» и «Лидер БКС-8», разработанные в ОАО «САД» (Новосибирская область), имеют рабочие органы в виде колец диаметром 700 мм, выполненных в виде усеченного конуса [9]. Бороны «Лидер БКМ-3,6» представляет модуль для составления агрегатов с рабочей шириной 7,2; 10,8; 14,4 и 18,0 м, бороны «Лидер БКС-8» складывающаяся. Особенности конструкции бороны заключается в том, что конические кольца установлены под углом атаки 25 град. При движении агрегата они вращаются и скользят по полю в направлении хода агрегата, при этом сорняки защемляются между кольцом и почвой и не срезаются, а выдергиваются с корнями из почвы. Конструктивно большее основание кольца направлено вперед по ходу движения и имеет рабочую кромку толщиной 8 мм. Угол наклона поверхности рабочей кромки кольца 20 град. Такое исполнение позволяет повысить эффективность уничтожения сорняков преимущественно выдергиванием, а также качество обработки почвы за счет выравнивания поверхности поля. Для проведения исследований использовали экспериментальный образец новой бороны «Лидер БКС-12,8» (рис. 1). Особенности конструкции бороны – двухрядное расположение рабочих органов, выполненных в виде батарей конических колец диаметром 600 мм, которые установлены под углом атаки 25 град. Основные показатели качества работы бороны – это выравнивание поверхности поля, вычесывание сорняков и крошение почвы. Данные показатели зависят от перемещения почвы кольцом катка. Следовательно, определив характер перемещения почвы, можно выбрать параметры катка и режим работы бороны.

Почва на кольце перемещается по циклоиде, приобретает некоторую переносную скорость $V_{\text{пр}}$, при этом одновременно поднимается на высоту S_Y и после схода с кольца катка под действием скорости $V_{\text{пр}}$ проходит горизонтальный путь, равный

$$S_{\text{п}} = V_{\text{пр}} t_{\text{п}} = V_{\text{пр}} \sqrt{2S_Y / g}, \quad (1)$$

где $V_{\text{пр}}$ – переносная скорость почвы на кольце катка по оси Z , м/с; $t_{\text{п}}$ – время падения почвы с высоты S_Y ее подъема кольцом катка, с.



Рис. 1. Бороны кольцевая секционная «Лидер БКС-12,8»

Соответственно расстояние разброса почвы состоит из перемещения почвы S_K на кольце катка по циклоиде и перемещения почвы S_{Π} во время ее падения с кольца. Заменяя в формуле (1) соответствующими значениями скорость $V_{\Pi P}$ и S_Y , получим уравнение бокового смещения почвы (ось Z):

$$S_Z \approx \sin \pi [r \sin \beta + V_{AG} \sqrt{2r(1 - \dot{U} \cos \beta) / g}]. \quad (2)$$

Расстояние перемещения почвы по ходу агрегата (ось X) соответственно определится из уравнения:

$$S_X \approx (\beta - \dot{U} \sin \beta) [r + V_{AG} \sqrt{2r(1 - \dot{U} \cos \beta) / g}]. \quad (3)$$

Полученные уравнения позволяют определить перемещение почвы кольцом кольчатого катка в зависимости от угла атаки кольца, скорости работы агрегата, диаметра кольца катка и угла схода почвы с кольца катка.

Анализируя работу рабочих органов батареи, необходимо отметить, что расстояние, на которое происходит перемещение почвы, в большей степени зависит от скорости движения агрегата (рис. 2, 3) [10].

С увеличением скорости агрегата от 0,5 до 4 м/с, с углом атаки батареи 17 град. и при диаметре кольца 0,5 м перемещение почвы увеличилось от 0,08 до 0,4 м. С увеличением угла атаки от 17 до 35 град. расстояние перемещения почвы увеличилось в 2 раза, причем эта закономерность наблюдалась при всех диапазонах скоростей от 0,5 до 4,0 м/с.

С увеличением диаметра колец перемещение почвы также увеличивается, но с повышением диаметра кольца в 1,8 раза перемещение почвы увеличивается лишь в 1,4 раза (см. рис. 3). Максимального значения оно достигает при одновременном увеличении диаметра кольца и угла атаки (рис. 4).

При рабочей скорости агрегата 3 м/с с увеличением угла атаки в 2 раза перемещение почвы также повысилось в 2 раза.

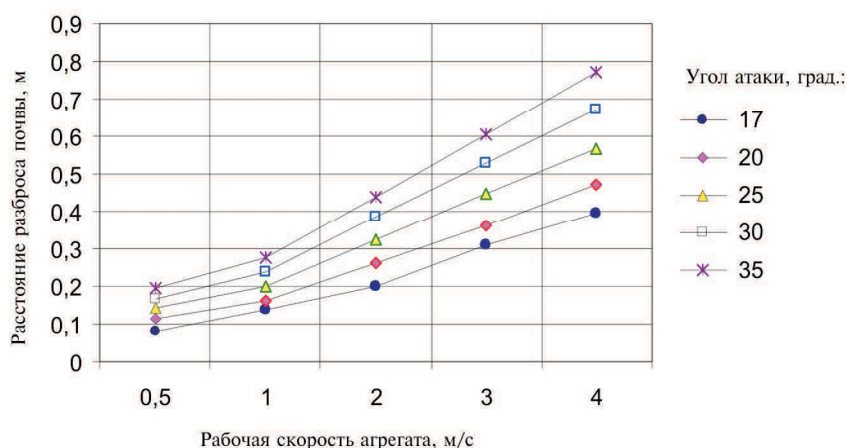


Рис. 2. Изменение расстояния перемещения почвы в зависимости от скорости движения агрегата и угла атаки кольца

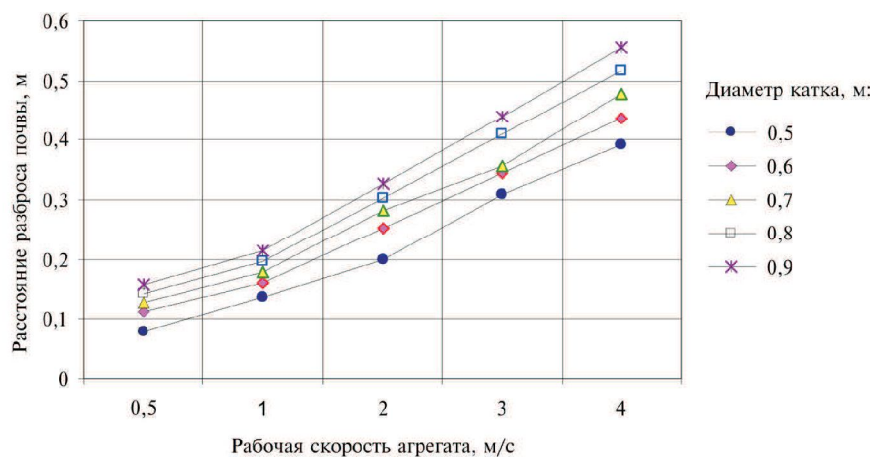


Рис. 3. Изменение расстояния перемещения почвы в зависимости от скорости движения агрегата и диаметра кольца батареи

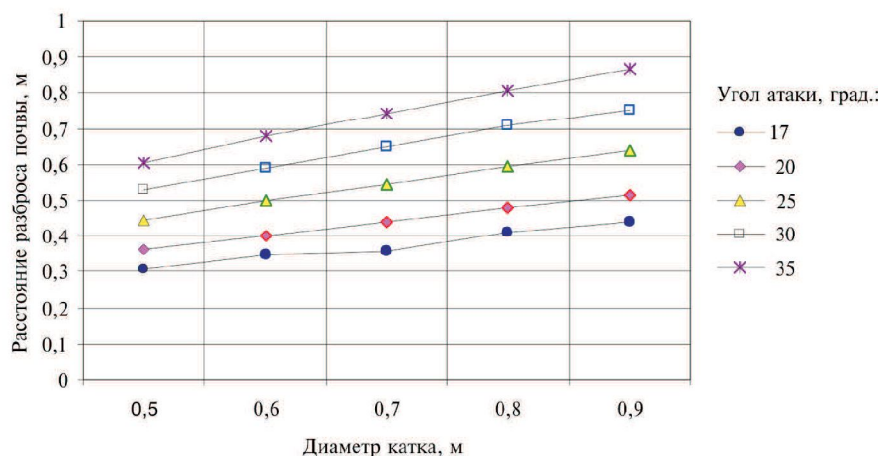


Рис. 4. Изменение расстояния перемещения почвы в зависимости от диаметра и угла атаки кольца

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Эксперименты по определению качества обработки поля, вычесывания сорняков и заделки семян бороной «Лидер БКС-12,8» при разбросном посеве проведены на опытном поле СибНИИРСа. В первую очередь необходимо определить перемещение почвы кольцами батареи. По результатам измерений профиля поля после прохода бороны построен график (рис. 5). На нем представлена усредненная кривая, полученная по данным пяти измерений профиля следа от пяти батарей. Кривая показывает, что боковое перемещение почвы кольцом по оси Z происходит с последнего кольца на передний край батареи. Последним кольцом перекрывающей батареи происходит выемка почвы, в результате чего образуются гребень и борозда. Необходимо отметить, что расстояние между гребнем и бороздой соответ-

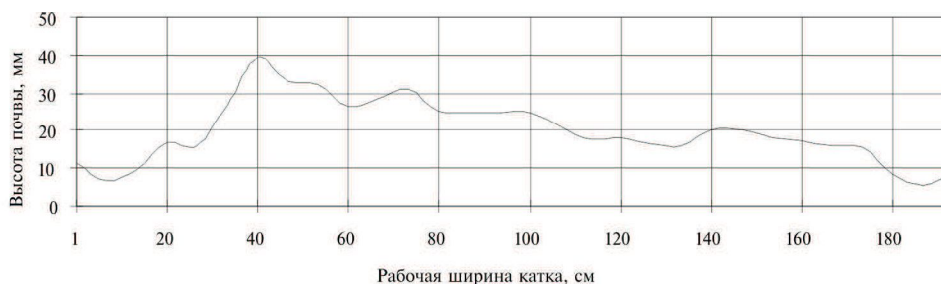


Рис. 5. Изменение поверхности поля после прохода батареи рабочих органов бороны «Лидер БКС-12,8»

ствуется расстоянию перемещения почвы на 0,3 м при рабочей скорости агрегата 2,8 м/с, диаметр кольца 0,6 м (см. рис. 3). Следовательно, полученное перемещение почвы кольцом батареи в результате эксперимента соответствует расчетному расстоянию перемещения почвы, полученному по формуле (2).

Гребнистость поверхности поля отражается также и на глубине его обработки (рис. 6). Кольца батареи оставляют под почвой борозды и гребни, которые не перекрываются следом колец заднего ряда батарей. В результате профиль дна получается неровным. Исследование по определению вычесывания сорняков проведено в соответствии со стандартной методикой [11]. Для проведения эксперимента были подготовлены пять участков площадью по 1 м², заросших куриным просом (ежовник обыкновенный) семейства злаковых в стадии образования метелки. На каждом участке подсчитывали количество сорняков до и после прохода агрегата на рабочей скорости 2,8 м/с (табл. 1).

Неравномерность вычесывания сорняков по участкам (от 35,5 до 87 %) объясняется различными показателями твердости почвы и глубины хода кольцевых рабочих органов батарей.

Для эксперимента по заделке семян в почву выбрали пять участков площадью 1 м². На каждом участке равномерно распределяли по 200 семян овса с полевой всхожестью 95 %. Семена заделывали бороной и через 3 нед, когда появились всходы, подсчитывали число растений на участке.

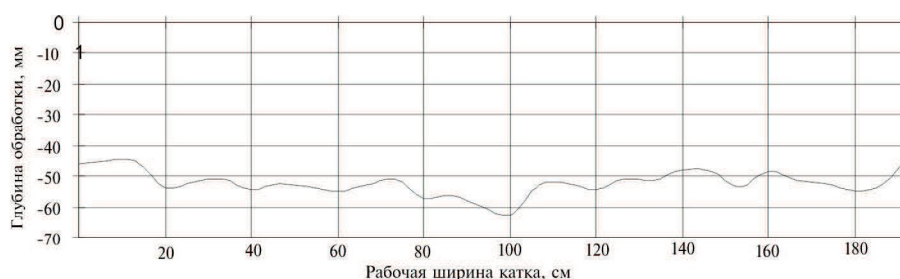


Рис. 6. Изменение глубины обработки почвы после прохода катка бороны «Лидер БКС-12,8»

Таблица 1

Результаты работы бороны по вычесыванию сорняков

Номер участка	Число сорняков	Количество уничтоженных сорняков		
	до обработки	после обработки	шт.	%
1	78	10	68	87,2
2	74	16	58	78,4
3	31	20	11	35,5
4	60	25	35	58,3
5	40	18	22	55,0
Всего сорняков: шт.	283	89	194	
%				68,55

Затем растения выкапывали, у каждого производили замеры глубины залегания семени. По первому опыту с семенами овса участки располагались по ширине рабочего захвата бороны с интервалом в 1 м. Каждый участок имел координаты относительно вешек, установленных вне захвата бороны. Скорость агрегата 10 км/ч. Установлено, что семена овса при заделке кольцами бороны перемещаются по ходу агрегата на 60 см, а в сторону, противоположную углу атаки, – на 35 см (табл. 2).

Через 3 нед на пяти участках появились всходы 662 растений из 950 всхожих семян, что составляет 69,68 %. Заделка семян на глубину от 1 до 3 см составила 79,8 % от числа проросших растений. Необходимо отметить, что количество всходов растений на участках составило от 109 до 157 шт., или от 57,4 до 82,6 % всхожих семян. Наибольшая глубина заделки семян соответствовала их наименьшей всхожести (участок № 4). Результаты распределения семян рапса по глубине заделки представлены на рис. 7.

Результаты полевой всхожести семян пшеницы, овса и рапса показывают, что при посеве семян под кольцевую борону можно получить более 80 % растений от посеянных всхожих семян.

Посев зерновых культур и рапса разбросным способом под кольцевые бороны по необработанным фонам позволяет получить хорошее качество посева при одновременном вычесывании сорняков, выравнивании по-

Таблица 2

Распределение растений овса по глубине заделки семян

Номер участка	Глубина посева, см									Число семян
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	17	26	18	18	17	23	6	1	–	126
2	11	37	39	27	20	17	5	1	–	157
3	14	37	35	19	23	7	4	1	–	140
4	1	12	8	20	13	25	21	7	2	109
5	15	47	37	16	13	2	–	–	–	130
Всего семян: шт.	58	159	137	100	86	74	36	10	2	662
%	8,8	24,0	20,7	15,1	13,0	11,2	5,4	1,5	0,3	100

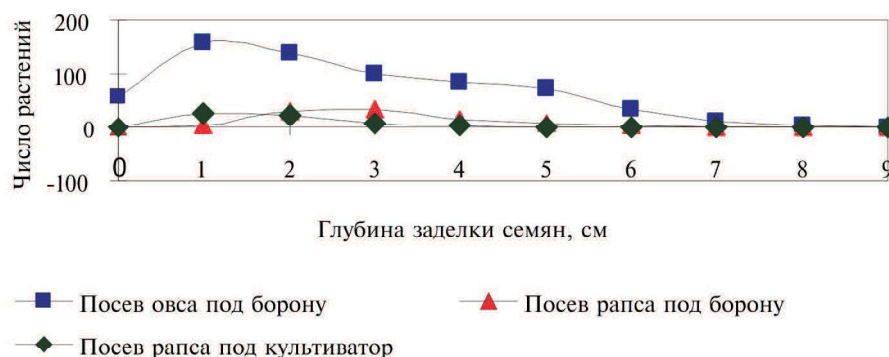


Рис. 7. Распределение растений овса и рапса по глубине заделки семян

верхности поля и сохранении влаги под покровом мульчирующего слоя, созданного кольцами бороны, при этом сократить затраты труда и топлива на единицу продукции.

ВЫВОДЫ

1. При разбросном посеве семян зерновых культур и рапса с последующей их заделкой кольцевой бороной перемещение почвы происходит кольцами батареи от последнего к первому. В результате перед первым кольцом образуется излишняя почва, часть которой убирается последним кольцом предыдущей батареи, при этом образуется борозда и небольшой гребень 3–4 см.
2. С увеличением угла атаки от 17 до 35 град. перемещение почвы кольцами батареи увеличивается в 2 раза.
3. С увеличением диаметра колец катка в 2 раза расстояние перемещения почвы изменяется лишь в 0,5 раза.
4. При рабочей скорости агрегата 2,8 м/с сорняк куриное просо (ежовник обыкновенный) семейства злаковых удаляется до 68,55 %.
5. При заделке семян овса под борону всошло 662 растения из 950 всхожих семян, что составляет 69,68 %. Заделка семян на глубину от 1 до 3 см составила 79,8 % от числа проросших растений.
6. При посеве овса под кольцевую борону количество растений составляет от 30 до 82,6 % от числа всхожих семян.
8. Распределение семян на глубине от 1 до 5 см – от 41,0 до 73,7 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Докин Б.Д. Эффективное использование сельскохозяйственной техники при производстве зерна в Сибири // Техника и оборудование для села. – 2009. – № 8. – С. 7–10.
2. Иванов Н.М., Чепурин Г.Е. Научно-техническое обеспечение аграрного комплекса Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2014. – № 5. – С. 93–101.
3. Назаров Н.Н. Технологическая схема технического средства для внесения в почву суспензии бактериальных препаратов // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2010. – № 2. – С. 76–83.
4. Колинко П.В., Кудашкин П.И., Иванов Н.М., Голиков В.Р. Почвообрабатывающие машины для борьбы с сорной растительностью // С.-х. машины и технологии. – 2013. – № 2. – С. 24–26.

5. Раднаев Д.Н., Дринча В.М. Совершенствование разбросного посева семян зерновых культур дисковым сошником // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 3. – С. 33–35.
6. Назаров Н.Н., Милаев П.П. Методические подходы к выбору эффективных вариантов при инженерном проектировании агротехнологий // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2015. – № 1. – С. 94–101.
7. Нестяк В.С., Косьяненко В.П., Мясенко В.В. Обоснование конструктивно-технологических параметров устройства для полосно-разбросного способа посева семян трав // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2010. – № 9. – С. 80–86.
8. Сергеев Ю.А. Системный анализ технологического процесса возделывания зерновых культур в условиях Забайкалья // Вестн. Красноярского ГАУ. – 2007. – № 3 (18). – С. 182–186.
9. Яковлев Н.С., Колинко П.В. Взаимодействие кольцевого катка с почвой // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2012. – № 3. – С. 95–100.
10. Яковлев Н.С., Колинко П.В. Перемещение почвы кольцом кольчатого катка // С.-х. машины и технологии. – 2013. – № 3. – С. 32–35.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

Поступила в редакцию 04.04.2016

N.S. YAKOVLEV, Doctor of Science in Engineering, Head Researcher
Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture
Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501 Russia
e-mail: yakovlev-46@inbox.ru

THE USE OF RING HARROW AT BROADCAST SOWING

Results are given from an investigation into the work of the battery of the Leader BKS-12.8 harrow's tools with regard to quality of field treatment, combing out the weeds and embedding the seeds in the soil at broadcast sowing with ring harrow. Experiments were carried out in the experimental field of Novosibirsk Region. There are given the equations, which allow determining a distance of soil movements by the ring of the ring harrow battery depending on an angle of attack of the battery, speed of the unit, a diameter of the ring, and an angle of the descent of soil from the ring. It has been established that the angle of attack of the battery and speed of the unit mostly influence movement of soil by the ring of battery. Movement of soil occurs through movements of the rings of the battery from the last ring to the first. As a result, the excessive soil is formed before the first ring, and the part of it is removed by the last ring of the previous battery with forming a furrow and a small ridge of 3–4 cm. At the 2.8 m/c operating speed of the unit, such a weed as chicken panic grass is up to 68.55% removed. When embedding the oat seeds with harrow, 662 plants of 950 viable seeds were emerged that made up 69.68%. Embedding the seeds to the depth of 1 to 3 cm gave 79.8% of the number of emerged plants. The sowing of grain crops and rape by the broadcast method with ring harrows against untreated backgrounds allows obtaining good sowing quality with simultaneous combing out the weeds, leveling of soil surface and preserving moisture under the cover of the mulching level created by rings of the harrow.

Keywords: ring harrow, embedding the seeds, broadcast sowing, unit.