



УДК 631.33.024

Н.Н. НАЗАРОВ, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник,
Н.С. ЯКОВЛЕВ, доктор технических наук, главный научный сотрудник,
В.И. МЯЛЕНКО, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник

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

630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск

e-mail: yakovlev-46@inbox.ru

ПОСЕВНОЙ РАБОЧИЙ ОРГАН ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ БОРОЗДКОВОГО ЛЕНТОЧНОГО ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ

Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований эффективности формирования посевной борозды при бороздковом ленточном посеве зерновых. Определены основные геометрические параметры посевной борозды в зависимости от влажности почвы и скорости движения посевного агрегата. С увеличением скорости движения агрегата и повышением влажности почвы ширина борозды по верху (развал борозды) увеличивается практически линейно, при этом ширина борозды по низу уменьшается также линейно. С увеличением скорости агрегата и влажности почвы высота слоя земли от дна борозды (глубины предпосевной обработки почвы) до обработанной поверхности имеет тенденцию к снижению. При скорости агрегата выше 8 км/ч и влажности почвы более 21 % отмечена максимальная глубина укладки семян. Анкерные сошники в комплекте с вырезными дисками при влажности почвы 13–24 % и скоростном режиме агрегата 6–10 км/ч обеспечивают реализацию бороздкового ленточного посева по мульчированным фонам со следующими параметрами посевной борозды: ширина по верху – 147–175 мм, по низу – 78–94 мм. При этих значениях скорости и влажности почвы высота мульчирующего слоя над семенами составила 32–57 мм при полном отсутствии семян на поверхности поля. Обосновано использование технического средства с дисково-анкерными сошниками с острым углом вхождения в почву с разнесенными структурными элементами для укладки семенного материала в увлажненный почвенный горизонт.

Ключевые слова: бороздковый ленточный посев, дисковый анкерный сошник, посевная борозда, глубина укладки семян.

В условиях степи и лесостепи Западной Сибири к моменту основного посева яровой пшеницы и других зерновых культур (20–25 мая) почва просыхает на глубину 60–80 мм. С одной стороны, это затрудняет заделку семян во влажный слой, с другой – посев дисковыми сеялками сильно разрыхляет и еще больше иссушает почву. При таком посеве верхние сухие и нижние более влажные слои почвы перемешиваются, что ухудшает условия набухания и прорастания семян, особенно если посевы не прикатывают. При прикатывании гладкими или кольчатыми катками поверхность поля уплотняется, создаются условия, вызывающие потерю влаги и дефляцию почвы. В этих случаях важно применять такие способы посева зерновых культур, которые позволяют заделывать семена во влажный слой почвы, обеспечивать быстрое появление всходов при одновременном создании условий, противодействующих дефляционным процессам [1–4].

Этому наиболее соответствует бороздковый посев зерновых культур. Суть его заключается в размещении семян в борозде лентой шириной 75–80 мм с образованием над семенами уплотненного слоя 30–40 мм, определяющего глубину заделки семян.

Цель работы – определить качество образования посевных борозд на поверхности поля при реализации бороздкового посева зерновых культур.

В задачу исследования входило выявить влияние скоростного режима агрегата и влажности почвы на характеристики посевной борозды.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Для сохранения осадков и влаги после таяния снега целесообразно проводить основную безотвальную обработку почвы с формированием мульчирующего слоя в виде измельченных растительных остатков – соломы, ботвы пропашных предшественников и др. При проведении весеннего почвообрабатывающего комплекса работ растительные остатки перемешиваются с верхним слоем почвы (до 100 мм), образуя своеобразный почвенно-растительный конгломерат, который затрудняет использование различных рабочих органов при проведении посева зерновых. При этом в соответствии с агротехническими требованиями семена зерновых культур должны укладываться на влажное и уплотненное семенное ложе. В этой ситуации целесообразно использование однодисковых анкерных сошников с разнесенными структурными элементами, реализующими бороздковый посев зерновых культур. Подобного рода сошники обеспечивают формирование U-образного профиля борозды путем перерезания длинно-волокистых почвенных включений на глубину 50–70 мм и их сдвига в междюльновое пространство, создание плотного семенного ложа и посев семян зерновых с формированием слоя почвы над семенами на уровне 30–40 мм (рис. 1) [5, 6].

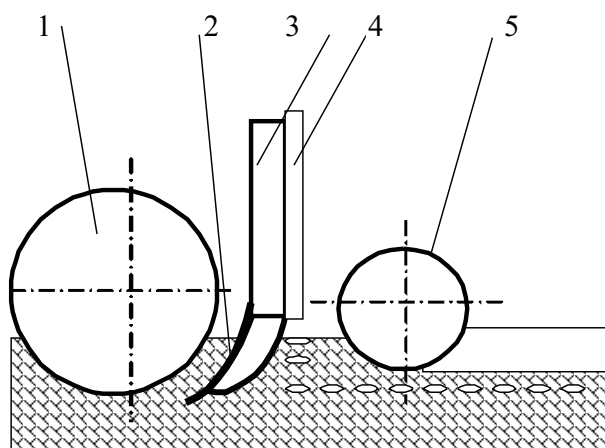


Рис. 1. Технологическая схема дискового анкерного сошника с острым углом вхождения в почву с разнесенными структурными элементами:

1 – дисковый нож; 2 – наральник; 3 – стойка; 4 – семяпровод; 5 – прикатывающий каток

Указанные требования могут быть выполнены различными по конструкции типами посевных сошников с глубиной хода $h_{\text{п}}$, которые обеспечивают заданную высоту мульчирующего слоя земли над семенами $h_{\text{м}}$, уложенными по ширине ленты посева (рис. 2).

При перемещении почвы из полосы посева в междуполосное пространство должно выдерживаться равенство перемещаемых и принимающих в междуполосной зоне площадей с учетом угла естественного откоса почвы и ее уплотнения

$$S_{\text{Н}} \geq S_{\text{У}}.$$

При допущении, что форма почвы, расположенной от уровня укладки семенного материала до свободной поверхности, и профиль насыпаемого в междуполосное пространство ее слоя имеют форму трапеции, то

$$S_{\text{Н}} = h_{\text{Н}} \frac{(a + m) \cdot \text{tg}\varphi}{2}; \quad S_{\text{У}} = h_{\text{У}} \frac{(b_{\text{Н}} + b_{\text{В}}) \cdot k}{2},$$

где $\text{tg}\varphi$ – угол естественного откоса почвы; k – коэффициент уплотнения почвы. По данным научных исследований установлено, что в лесостепной зоне Западной Сибири наиболее эффективно расположение семян зерновых в ленты шириной 75–80 мм [7] при величине междурядья 150 мм.

Экспериментальную оценку взаимодействия посевных рабочих органов с почвой при формировании посевных борозд и определение агротехнических показателей разработанного экспериментального образца проводили в два этапа. На первом этапе осуществляли проверку качества выполнения технологического процесса высеваящими аппаратами сеялки на высевах зерновых культур. Для этого в соответствии с [8] была установлена норма высева семян – 145 кг/га (3,4 млн шт./га). Предварительно опреде-

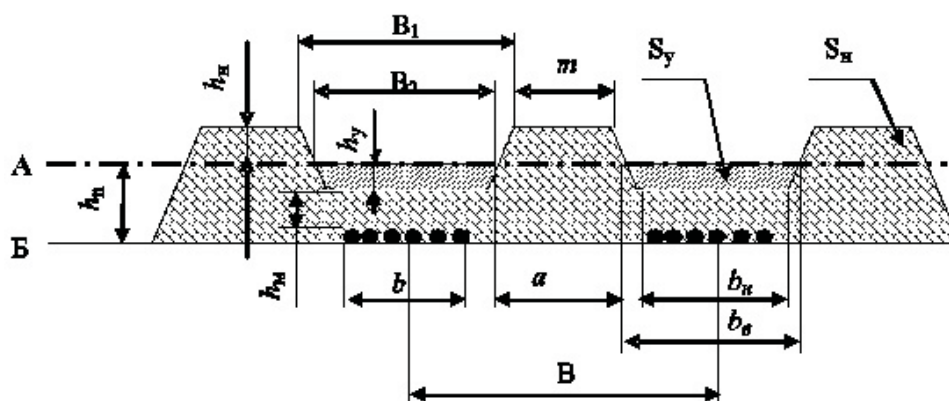


Рис. 2. Поперечное сечение посевной борозды:

А – поверхность обработанного поля; Б – глубина укладки семян; $h_{\text{п}}$ – глубина хода посевного сошника; $S_{\text{Н}}$ – площадь насыпного профиля почвы, перемещенной в междуполосную зону; $S_{\text{У}}$ – площадь профиля почвы, удаленной из полосы посева; В – междуполосное пространство; B_1 – ширина борозды по верху; B_2 – ширина борозды по низу; $h_{\text{у}}$ – высота удаляемого из полосы посева слоя почвы; $h_{\text{н}}$ – высота насыпного слоя почвы в междуполосной зоне; a – нижнее основание трапеции насыпного слоя почвы в междуполосной зоне; m – верхнее основание трапеции насыпного слоя почвы в междуполосной зоне



Рис. 3. Экспериментальный образец технического средства с дисково-анкерными сошниками с острым углом вхождения в почву с разнесенными структурными элементами

лена всхожесть семян (95 %) и масса 1000 зерен (42,2 г). Культура в эксперименте – пшеница Новосибирская 44.

На втором этапе проводили оценку качества образования посевных борозд. Характеристики посевной борозды определяли в соответствии с работами [9–12] и с использованием методических подходов [13, 14]. Для формирования полос посева использовали экспериментальный образец технического средства (рис. 3).

В номенклатуру показателей включены ширина борозды по верху и низу и высота от дна борозды до вершины валиков. Кроме того, определена глубина заделки семян по сошникам.

Определение значений показателей посевной борозды, формируемой экспериментальным образцом технического средства, проводили при четырех значениях влажности почвы – 13, 18, 21 и 24 %. Все эксперименты проходили на трех скоростных режимах – 6, 8 и 10 км/ч. Почва в опыте – чернозем выщелоченный, среднемощный, среднесуглинистый. Рельеф ровный с восточным уклоном (крутизна не более 2°).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Ширина борозды по верху (развал борозды) увеличивалась практически линейно (рис. 4) с возрастанием скорости движения агрегата и повышением влажности почвы, хотя данное увеличение было незначительным – 5–15 мм. Ширина борозды по низу уменьшалась также линейно при возрастании скорости агрегата и увеличении влажности почвы. Это уменьшение было также небольшим – в пределах 5–10 мм.

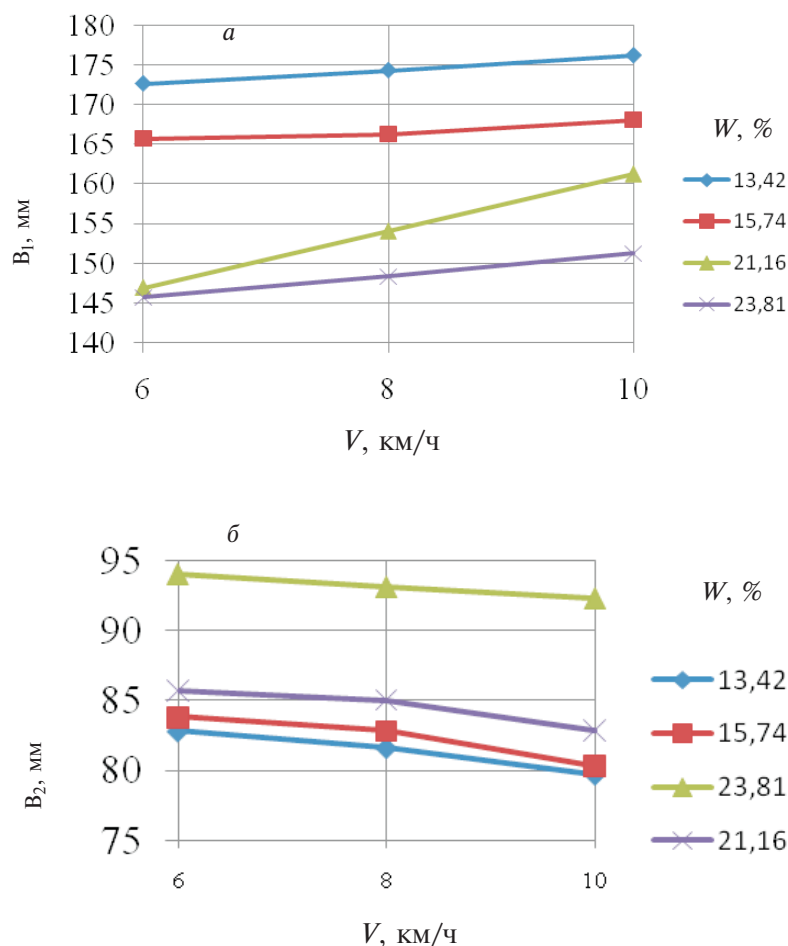


Рис. 4. Ширина борозды по верху (а) и низу (б) в зависимости от скорости агрегата и влажности почвы:

ширина борозды, мм: B_1 – по верху; B_2 – по низу; V – скорость движения, км/ч;
 W – влажность почвы, %

Необходимо отметить, что высота слоя земли от дна борозды до обработанной поверхности увеличивалась с повышением влажности почвы при всех скоростных режимах (рис. 5).

Определение глубины заделки семян осуществлено методом непосредственного нахождения по этиолированной части растений (рис. 6).

Приведенные данные свидетельствуют о некотором разбросе значений. Это вызвано неравномерностью распределения почвы после прохода посевных рабочих органов по полосам посева, при этом спектр зоны увеличенной глубины укладки семян смещается к центру сеялки.

Максимальную глубину укладки семян наблюдали при влажности почвы выше 21 % при скорости больше 8 км/ч. Посевные рабочие органы 3–6 заделывали семена несколько глубже, чем сошники 1, 2 и 7 (см. рис. 6). Это

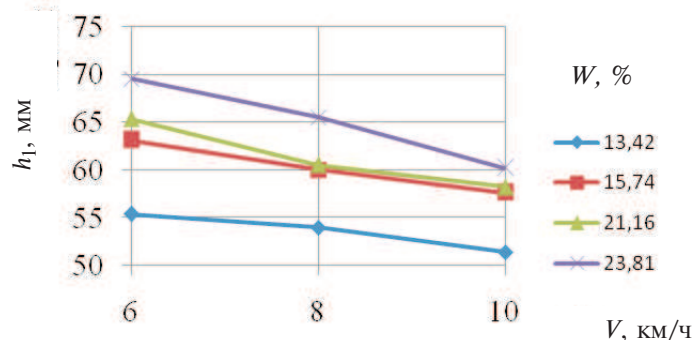


Рис. 5. Высота слоя земли до обработанной поверхности в зависимости от скорости движения агрегата и влажности почвы:

h_1 – высота слоя земли до обработанной поверхности, мм; V – скорость движения, км/ч; W – влажность почвы, %

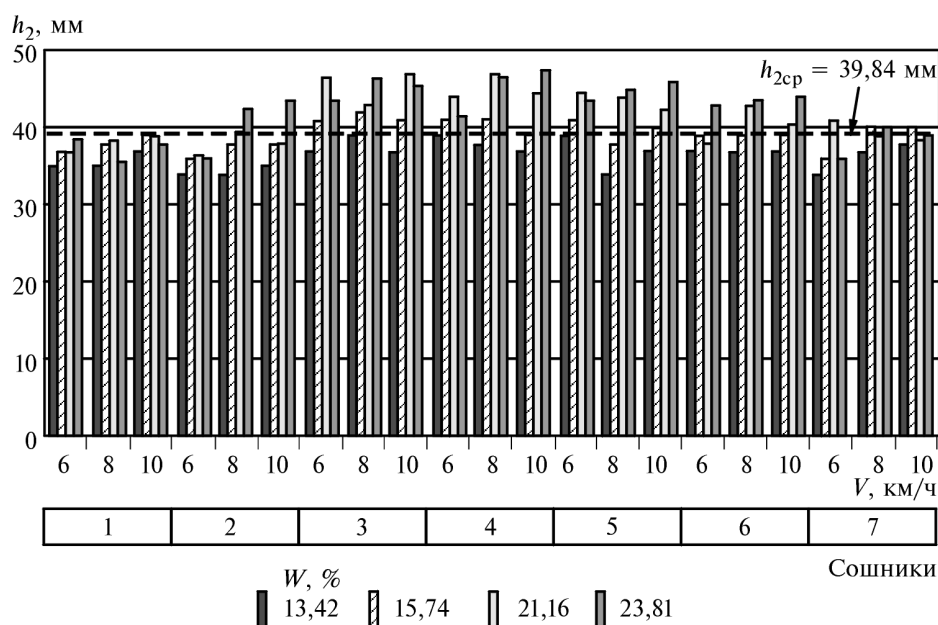


Рис. 6. Глубина заделки семян по сошникам в зависимости от скорости движения агрегата и влажности почвы

h_2 – глубина заделки семян по сошникам, мм; V – скорость движения, км/ч; W – влажность почвы, %

можно объяснить тем, что крайние рабочие органы работали в данном эксперименте по следу колес трактора.

Важно отметить тот факт, что разброс значений по глубине укладки семян при приведенных влажностях почвы и выбранных скоростных режимах не превышает 12 мм при неравномерности, оцениваемой коэффициентом вариации 13,8 %.

Поле после формирования посевных борозд экспериментальным образцом имеет следующий вид (рис. 7).



Рис. 7. Вид поля после прохождения экспериментального образца технического средства с дисково-анкерными сошниками с острым углом вхождения в почву с разнесенными структурными элементами

ВЫВОДЫ

1. Для повышения эффективности разрабатываемых технологий возделывания зерновых культур целесообразно использовать анкерные сошники в комплекте с вырезными дисками, обеспечивающие бороздковый ленточный посев.
2. При влажности почвы 13–24 % и скорости агрегата 6–10 км/ч параметры посевной борозды следующие: ширина по верху 147–175 мм, по низу – 78–94 мм, высота мульчирующего слоя над семенами 32–57 мм (при отсутствии семян, не заделанных в почву).
3. Максимальную глубину укладки семян наблюдали при влажности почвы выше 21 % при скорости больше 8 км/ч.
4. Использование дисково-анкерных сошников обеспечивает укладку семян во влажный слой почвы и создание наилучших условий для их прорастания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Докин Б.Д., Елкин О.В. Технологическая и техническая модернизация растениеводства Сибири // Экономика с.-х. и перерабатывающих предприятий. – 2015. – № 1. – С. 18–22.
2. Докин Б.Д., Иванов Н.М., Елкин О.В., Чекусов М.С. Альтернативные варианты технологий и технических средств для производства зерна в условиях Сибири // Достижения науки и техники в АПК. – 2015. – № 1. – С. 101–105.
3. Яковлев Н.С., Колинко П.В. Перемещение почвы кольцом кольчатого катка // С.-х. машины и технологии. – 2013. – № 3. – С. 32–34.
4. Орлов А.Н., Алгазин Д.Н., Красильников Е.В. Влияние параметров гребнеобразователя культиваторно-отвального типа на образование гребней // Омский науч. вестн. – 2013. – № 1. – С. 124–127.

5. **Яковлев Н.С.** Исследование влияния стойки лапового сошника посевной машины «Обь-4-3Т» на формирование профиля борозды // Вестн. Бурятской ГСХА. – 2011. – № 1. – С. 79–85.
6. **Ларюшин Н.П., Мачнев А.В., Шумаев В.В.** Лабораторные исследования сошника сеялки-культиватора с бороздообразующим рабочим органом // Нива Поволжья. – 2008. – № 8. – С. 60–63.
7. **Жуков С.П., Федотов И.А.** Алтайское село: история, современное состояние, проблемы и перспективы социально-экономического развития / материалы междунар. науч.-практ. конф. – Барнаул: Азбука, 2009. – С. 353–357.
8. **ГОСТ 20915–75–1975.** Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 1975. – 34 с.
9. **ГОСТ Р 52778–2007.** Испытания сельскохозяйственной техники. Методы эксплуатационно-технологической оценки – М.: Стандартинформ, 2008. – 24 с.
10. **ОСТ АИСТ 001–2010.** Агротехническая оценка сельскохозяйственной техники. Термины и определения. – М.: Росинформагротех, 2013. – 48 с.
11. **ОСТ 105.1–2000.** Испытания сельскохозяйственной техники. Машины посевные. Методы оценки функциональных показателей. – М.: Минсельхоз России, 2000. – 22 с.
12. **ОСТ 70.5.1–82.** Машины посевные. Программа и методы испытаний. – М.: Государственный комитет СССР по производственно-техническому обеспечению сельского хозяйства, 1983. – 148 с.
13. **Миляев П.П.** Система согласованных показателей для оценки эффективности функционирования инженерно-технологических систем производства продукции земледелия // Инженерно-техническое обеспечение технологических процессов в агропромышленном комплексе Сибири: сб. науч. тр. – Новосибирск, 2007. – С. 150–160.
14. **Арюпин В.В., Нестяк В.С.** Методология разработки энерго- и ресурсосберегающих тепличных комплексов для условий Сибири // Вестн. Красноярского ГАУ. – 2010. – № 4 (43). – С. 109–115.

Поступила в редакцию 31.08.2016

**N.N. NAZAROV, Candidate of Science in Engineering, Lead Researcher,
N.S. YAKOVLEV, Doctor of Science in Engineering, Head Researcher,
V.I. MYALENKO, Doctor of Science in Engineering, Lead Researcher**

*Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification
of Agriculture, SFSCA RAS*

Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia

e-mail: yakovlev-46@inbox.ru

A SOWING TOOL TO REALIZE FURROW BAND SOWING OF GRAIN CROPS

Results are given from theoretical and experimental studies on the effectiveness of forming a drill furrow at furrow band sowing of grain crops. The basic geometrical parameters of the drill furrow were determined depending on soil moisture and operating speed of a seeding unit. As the operating speed of the unit and soil moisture increase, the top furrow width (breakdown of the furrow) increases in a linear way practically, with that, the bottom furrow width decreases in a linear way as well. As the operating speed of the unit and soil moisture increase, the height of soil layer from the furrow bottom (presowing soil treatment depth) to the surface has a tendency to decrease. The maximum depth of seed placement was observed at the operating speed of the unit of higher than 8 km/h and soil moisture of more than 21 per cent. At soil moisture of 13–24 per cent and operating speeds of the unit of 6–10 km/h, the anchor openers together with cutout disks provide the realization of furrow band sowing against the mulched backgrounds with the following parameters of the drill furrow: the up furrow width of 147–175 mm, the bottom furrow width of 78–94 mm. With these values of operating speeds and soil moistures, the height of mulching layer above seeds made up 32–57 mm with the complete absence of seeds above ground. There is substantiated the use of the engineering tool with anchor-disk openers entering the soil at an acute angle and with diverse structural elements for placing seeds into the moistened soil horizon.

Keywords: furrow band sowing, anchor-disk opener, drill furrow, seed placement depth.