

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ И РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ АНКЕРНОГО СОШНИКА НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОСЕВНОЙ БОРОЗДЫ

Назаров Н.Н., Нестяк В.С., Яковлев Н.С.

*Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия*

Для цитирования: Назаров Н.Н., Нестяк В.С., Яковлев Н.С. Влияние конструктивных и режимных параметров анкерного сошника на формирование посевной борозды // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 1. С. 80–88. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-10

For citation: Nazarov N.N., Nestyak V.S., Yakovlev N.S. Vliyaniye konstruktivnykh i rezhimnykh parametrov rabocheho organa na formirovaniye posevnoi borozdy [Effect of constructive and operating parameters of anchor plowshare on the formation of drill furrow]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 1, pp. 80–88. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-10

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Разработаны теоретические основы перемещения почвы при формировании посевной борозды анкерным сошником с острым углом вхождения в почву с разнесенными структурными элементами. При заглублении рабочего органа в почву на глубину 0,06–0,08 м и радиусе его стойки 0,2 м скорость движения частиц почвы по стойке возрастает практически линейно в среднем на 11% при значениях коэффициента трения почвы о сталь от 0,3 до 0,6 и скоростных диапазонах движения агрегата от 1 до 3 м/с. При этом скорость перемещения почвы по наральнику и стойке посевного рабочего органа превышает скорость движения агрегата в 1,6–1,8 раза в зависимости от значений коэффициента трения почвы о сталь. Высота подъема почвы по стойке в том же диапазоне скоростного режима агрегата возрастает практически в 4 раза. Выявлена зависимость величины смещения пласта почвы посевным рабочим органом из зоны посева в межполосное пространство от скорости агрегата: с увеличением скорости от 1 до 3 м/с смещение возрастает на 15–32%. Максимальное смещение почвы отмечено при угле отклонения боковой грани рабочего органа на 75°. Абсолютное значение величин смещения почвы находилось в пределах 0,35–0,45 м, что является достаточным для переноса требуемого объема почвы в межполосное пространство при реализации бороздкового посева.

Ключевые слова: бороздковый ленточный посев, анкерный сошник, разнесенные структурные элементы, смещение почвы, скорость движения, агрегат

EFFECT OF CONSTRUCTIVE AND OPERATING PARAMETERS OF ANCHOR PLOWSHARE ON THE FORMATION OF DRILL FURROW

Nazarov N.N., Nestyak V.S., Yakovlev N.S.

Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences

Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

Theoretical bases of soil movement were developed whereby a drill furrow was formed by an anchor plowshare with an acute angle of soil penetration with spaced structural elements. When the seeding working tool penetrates the soil at the depth of 0.06–0.08 m and the radius of its tine 0.2 m, the speed of movement of soil particles by the tine increases almost linearly on average by 11%, with the coefficient of soil friction against steel being from 0.3 up to 0.6 and the speed of the sowing unit movement – from 1 to 3 m/s. At the same time the speed of soil movement by the tine point and the tine of the seeding working tool exceeds the speed of the sowing unit by 1.6–1.8 times depending on the values of the coefficient of soil friction against steel. The height of the real soil tillage by the tine of the seeding working tool given the same speed range of the sowing unit increases by almost 4 times. The dependency was revealed between the value of the soil layer shift by the seeding working tool from the sowing zone into the inter-row space and the sowing unit speed. When the speed increases from 1 to 3 m/s, the shift increases by 15–32%. The maximum soil movement is observed with the angle of inclination of the side edge of the seeding working tool by 75°. Absolute values of soil movement were within the range of 0.35–0.45 m, which is sufficient to move the required amount of soil into the inter-row space when doing furrow sowing.

Keywords: furrow band sowing, anchor plowshare, spaced structural elements, soil movement, speed of movement, sowing unit

ВВЕДЕНИЕ

Максимальная урожайность при возделывании зерновых культур создается комплексом необходимых для растений условий. Из семи основных факторов, влияющих на урожай – свет, тепло, влага, питание, сорта, почвенное плодородие, защита растений, первые два следует отнести к неуправляемым, остальные (в определенной степени) являются регулируемыми [1, 2]. Но больше всего в весовом выражении для развития растений требуется вода, для разных культур она составляет от 75 до 95% их сырой массы, что связано не только с общим периодом вегетации зерновых, но с начальным развитием зерновки в системе “зародыш – прорастание – всходы”. Поэтому для появления полноценных всходов должны быть созданы необходимые условия по режиму увлажнения для уложенных в почву семян зерновых [3]. В связи с этим возникает целесообразность использования способа посева зерновых, при котором семена закладываются во влажный слой почвы, обеспечивающий быстрое появление всходов [4–13].

Цель исследований – разработать теоретические предпосылки процесса формирования посевной борозды при реализации ленточного посева зерновых.

Научная задача – выявить влияние конструктивных параметров посевного рабочего органа и скоростных режимов агрегата на характер перемещения почвы при формировании посевной борозды в зависимости от агрофизических свойств почвы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Наиболее полно предъявленным требованиям укладки семян зерновых во влажный слой почвы соответствует бороздковый посев, сущность которого заключается в размещении семян в борозде на глубине 0,07–0,08 м с образованием над семенами уплотненного слоя величиной 0,03–0,04 м, определяющего глубину заделки семян. Для

реализации указанного способа посева целесообразно использовать однодисковые анкерные сошники с разнесенными структурными элементами¹ и лентой посева 0,08 м при величине междурядья 0,12–0,13 м.

Предлагаемый посевной рабочий орган представляет собой трехгранный клин, структурная схема которого приведена на рис. 1.

Сошник для бороздкового посева содержит вертикально расположенный дисковый нож 1, установленный на оси 2 и обеспечивающий разрезание почвы и встречающихся сорняков в вертикальной плоскости на глубину заделки семян. За диском на стойке 3 закреплен наральник 4 с острым углом вхождения в почву, выполненный в виде двугранного клина и за этой же стойкой установлен семяпровод 5 для подачи семян сельскохозяйственных культур на семенное ложе.

Семена высевает с шириной ленты 0,07–0,08 м. К обеим сторонам наральника присоединены боковины 6, верхняя образу-

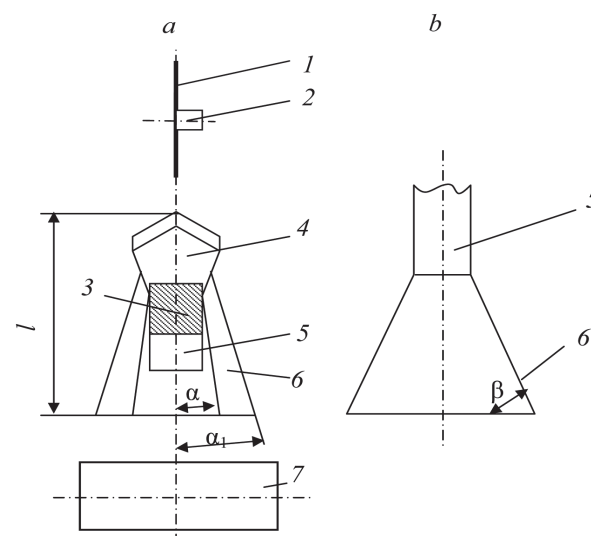


Рис. 1. Структурная схема дисково-анкерного сошника с острым углом вхождения в почву с разнесенными структурными элементами, вид сверху (а); вид сзади без прикатывающего катка (б)

Fig. 1. The structural scheme of the anchor-disk plowshare with an acute angle of soil penetration with spaced structural element top view (a); back view without packing wheel (b)

¹Патент 2649330 Российская Федерация, МПК A01C 7/20. Сошник для бороздкового посева // Назаров Н.Н., заявитель и патентообладатель: Федеральное учреждение науки сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (СФНЦ РАН) (RU) – № 2017120889, 14.06.2017, заявл. 2017. 14.06.2017, опубл. 2018.02.04.

ющая этих боковин отклонена от горизонтали на угол α , а нижняя образующая боковина – на угол α_1 , при этом $\alpha < \alpha_1$, образуя трапецевидный посевной рабочий орган с отклонением боковин от горизонтальной оси на угол β . Смещение почвы в межполосное пространство происходит по длине l посевного рабочего органа. Формирование посевной борозды и уплотнение в местах расположения семян обеспечивается за счет обрушения стенок борозды прикатывающим катком 7, с шириной большей, чем ширина ленты посева (см. сноску 1) [14].

Такое конструктивное исполнение позволяет укладывать семена на глубину 0,07–0,08 м в высокоувлажненный слой почвы, оставляя над семенами мульчирующий слой 0,03–0,04 м, что обеспечивает их высокую всхожесть и устойчивую вегетацию.

Методы исследований – информационный, теоретический, методы изучения физических процессов взаимосвязи элементов. Определение значений смещения почвы, формируемой посевным рабочим органом, проводилось при трех значениях влажности почвы: 16,87; 20,00 и 21,50% на трех скоростных режимах: 6, 8 и 10 км/ч.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Формирование структуры посевной борозды определяется перемещением пласта почвы при трех этапах его движения. На первом этапе происходит смещение почвы боковыми гранями посевного рабочего органа в стороны межполосной укладки семенного материала. На втором этапе – перераспределение поднятого почвенного пласта по стойке-семяпроводу и его перемещение как тела, брошенного в свободном полете под углом к горизонту в это же межполосное пространство. Параллельно на третьем этапе реализуется процесс перемещения (пересыпания) почвы через сам рабочий орган в образованную борозду. Распределение сил при движении наральника стойки на глубине h , характер скалывания почвы и основные зависимости, возникающие в рассматриваемом процессе, представлены на рис. 2.

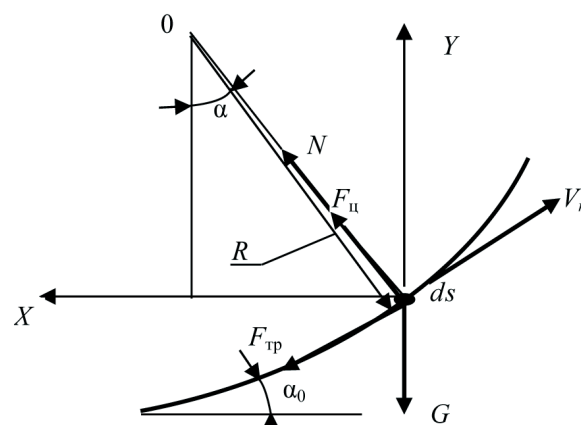


Рис. 2. Схема для определения действующих усилий на анкер и стойку рабочего органа

Fig. 2. The scheme of determination of impacts on the anchor and tine of the seeding working tool

Рассматривая равновесие элемента ds , на который действуют линии центров тяжести поперечных сечений почвенного пласта ($F_{\text{н}}$ – центробежная сила, $F_{\text{тр}}$ – сила трения почвенного слоя по поверхности), систему координат XOY выберем в плоскости расположения рабочего органа. Элемент почвы ds при своем разрушении и сдвиге в стороны участвует в двух движениях: против хода движения агрегата (по оси X) и по радиусу дуги окружности R , образующей поверхность рабочего органа.

В векторной форме это движение можно выразить так

$$m\vec{a} = \vec{G} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N}. \quad (1)$$

Для анализа взаимодействия стойки и анкера с почвой составим условие равновесия:

$$\sum F_x : N \cdot \sin \alpha - \frac{mV_r^2}{R} \cdot \sin \alpha + F_{\text{тр}} \cdot \cos \alpha = 0; \quad (2)$$

$$\sum F_y : N \cdot \cos \alpha + \frac{mV_r^2}{R} \cdot \cos \alpha - F_{\text{тр}} \cdot \sin \alpha - G = 0, \quad (3)$$

где G – сила тяжести пласта, Н; N – сила реакции, действующая на почвенный слой со стороны лапы, Н; $F_{\text{тр}}$ – сила трения почвенного слоя по поверхности, Н.

Радиус стойки принимался равным 0,2 м, что соответствует стойке, изогнутой по окружности и применяемой для данного посевного рабочего органа.

При определении скорости движения материала по поверхности анкера и стойки принимаем во внимание уравнение (2).

Перепишем его в виде

$$\frac{mV_r^2}{R} \cdot \sin \alpha = N \cdot \sin \alpha + F_{\text{тр}} \cdot \cos \alpha \quad (4)$$

и при соответствующих преобразованиях имеем

$$V_r = \sqrt{\rho R (1 + f \operatorname{ctg} \alpha)}, \quad (5)$$

учитывая, что

$$G = mg, \quad (6)$$

$$F_{\text{тр}} = fG = f \cdot h \cdot b \cdot L_c \cdot \rho \cdot g, \quad (7)$$

где h – глубина обработки почвы, м; b – толщина стойки, м; L_c – длина рабочего участка стойки, м; ρ – плотность почвы, кг/м³; g – ускорение свободного падения, м/с².

В соответствии с исследованиями [10, 11] окончательная формула для определения скорости движения материала по поверхности анкера и стойки примет вид

$$V_r = \sqrt{V_{\text{арп}}^2 \rho R (1 + f \operatorname{ctg} \alpha)}, \quad (8)$$

где $V_{\text{арп}}$ – скорость движения агрегата, м/с.

Установлено, что с ростом скорости движения агрегата $V_{\text{арп}}$ скорость V_r , перемещение почвы по стойке возрастает практически линейно в среднем на 11% при значениях коэффициента трения почвы о сталь от 0,3 до 0,6 (см. рис. 3). При этом скорость перемещения почвы по наральнику и стойке посевного рабочего органа превышает скорость движения агрегата в 1,6–1,83 раза в зависимости от значений коэффициента трения f .

Высота подъема почвы до ее отрыва от стойки определена из уравнения [15]

$$Z = \frac{1}{3} \left(V^2 \frac{1}{g} + R \right). \quad (9)$$

Анализ приведенной графической зависимости показывает, что высота подъема почвы по стойке в диапазоне скоростного режима агрегата от 1 до 3 м/с возрастает практически в 4 раза. Это обстоятельство является значимым для определения величины разброса почвы при формировании посевных борозд при посеве зерновых культур.

Зависимость высоты подъема почвы по стойке от скорости движения агрегата представлена на рис. 4. Глубина хода посевного рабочего органа составляет 0,06; 0,07; 0,08 м.

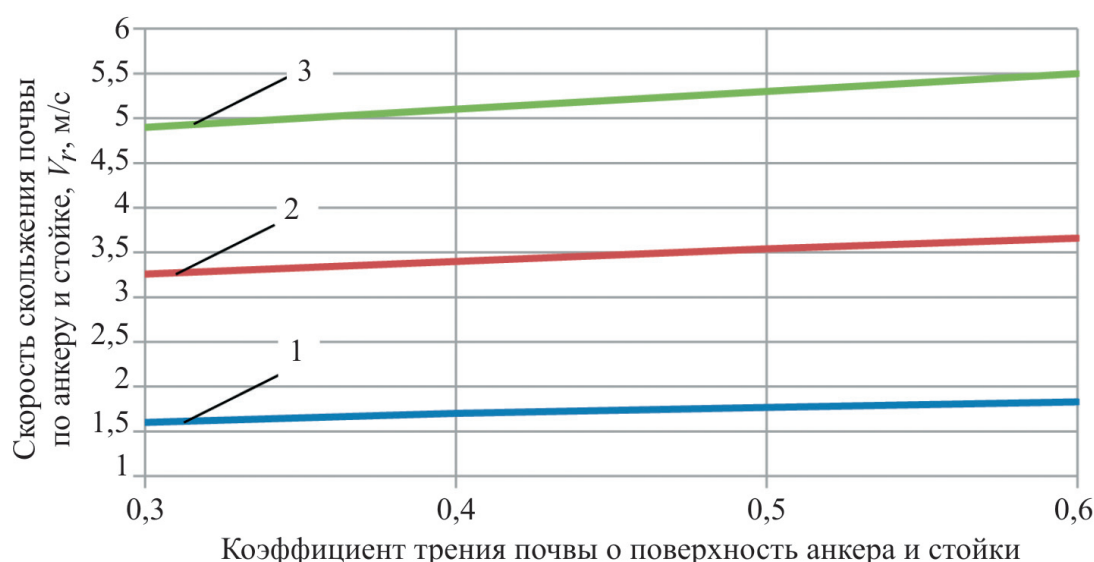


Рис. 3. Зависимость скорости перемещения почвы по наральнику и стойке посевного рабочего органа от скоростных режимов агрегата:

1 – $V_{\text{арп}} = 1$ м/с; 2 – $V_{\text{арп}} = 2$; 3 – $V_{\text{арп}} = 3$ м/с

Fig. 3. Dependence of the speed of soil movement by the tine point and the tine of the seeding working tool on the speed modes of the sowing unit:

1 – $V_{\text{unit}} = 1$ m/s; 2 – $V_{\text{unit}} = 2$; 3 – $V_{\text{unit}} = 3$ m/s

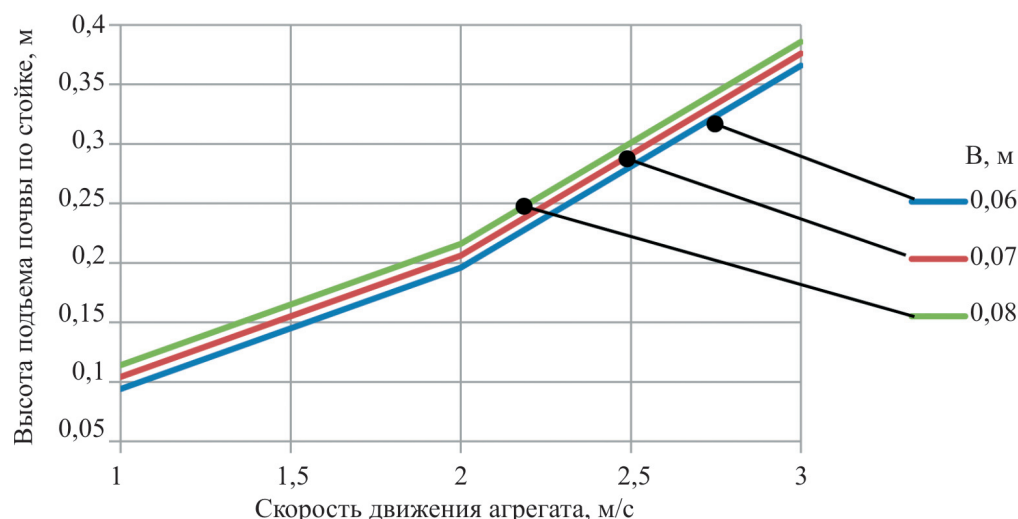


Рис. 4. Зависимость высоты подъема почвы по стойке от скорости движения агрегата, м:

B – глубина хода сошника в почве

Fig. 4. Dependence of the height of the real soil tillage by the tine on the speed of the sowing unit, m:

B – the depth of plowshare movement in the soil

С учетом [16] формулу для расчета дальности полета L_d пласта в плоскости дна борозды определим из выражения

$$L_d = V^2 \sin 2\psi / g, \quad (10)$$

где β – угол наклона боковых граней рабочего органа от горизонтали; γ – угол установки клина; ψ – угол трения почвы о клин; V – скорость движения рабочего органа, агрегата.

Общее смещение почвы посевным рабочим органом представлено на рис. 5. При

этом: угол $\beta = 45, 60, 75^\circ$; угол $\gamma = 22^\circ$; угол $\psi = 26^\circ$; $l = 0,08$ м.

Тогда общее смещение почвы в стороны определяется из выражения

$$S = \frac{l \sin^2 \beta \cos \gamma}{[\sin(\beta + \psi) \operatorname{tg} \psi]} + \frac{V^2 \sin^2 \beta \sin \gamma \sin 2\gamma \sin 2\psi}{2g \sin^2(\beta + \psi)} \quad (11)$$

где l – длина клина, по которой скользит пласт.

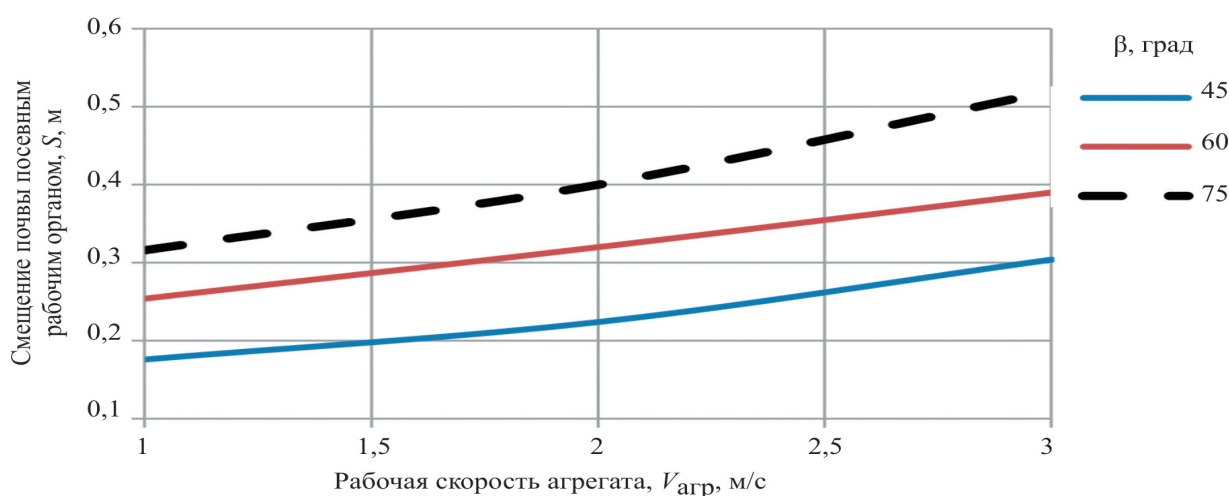


Рис. 5. Общее смещение почвы посевным рабочим органом в зависимости от рабочей скорости агрегата $V_{\text{агр}}$, м/с и угла наклона боковых граней рабочего органа от горизонтали, β

Fig. 5. The total soil movement by the seeding working tool depending on the working speed of the sowing unit V_{unit} , m/s and the angle of inclination of the side edges of the seeding working tool by horizontal axis, β



Рис. 6. Экспериментальный образец технического средства с дисково-анкерными сошниками с острым углом вхождения в почву с разнесенными структурными элементами

Fig. 6. Experimental sample of the sowing unit with the anchor-disk plowshares with an acute angle of soil penetration with spaced structural elements

Анализ графической интерпретации уравнения (11) при соответствующих значениях величин, в него входящих, показывает, что при повышении рабочей скорости агрегата общее смещение почвы в стороны от стойки рабочего органа увеличивается практически линейно.

Максимальное смещение почвы наблюдается при $\beta = 75^\circ$.

Экспериментальные исследования по оценке величины разброса почвы рабочими органами проводили с использованием экспериментального образца технического средства с установленными на нем дисково-анкерными сошниками с острым углом вхождения в почву и разнесенными структурными элементами (см. рис. 6).

Результаты проведенных исследований представлены на рис. 7 и 8.

Анализ приведенного графического материала показывает, что величина разброса почвы в зависимости от ее влажности и скорости движения агрегата варьирует в значительных пределах. При увеличении скорости движения от 6 до 10 км/ч разброс почвы увеличивается при влажности 16,87; 20,0; 21,5% соответственно на 15,7; 32,2; 25,7%.



Рис. 7. Борозда, сформированная от прохода рабочих органов

Fig. 7. Furrows formed by seeding working tools

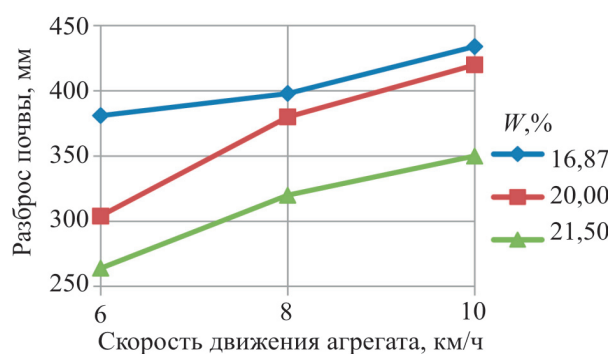


Рис. 8. Ширина борозды по наружной стороне валиков (разброс почвы) в зависимости от скорости движения агрегата и влажности почвы: W – влажность почвы

Fig. 8. Width of the furrow on the outside of the rollers (soil distribution) depending on the speed of the sowing unit movement and the soil moisture: W – soil moisture

Таким образом, величина разброса почвы при увеличении скорости движения агрегата в рассматриваемых пределах увеличивается при понижении влажности почвы и одновременном снижении абсолютного ее значения.

ВЫВОДЫ

1. С ростом скорости движения агрегата V_{agr} скорость V_r перемещения почвы по стойке возрастает практически линейно в среднем на 11% при значениях коэффи-

циента трения почвы о сталь от 0,3 до 0,6. При этом скорость перемещения почвы по наральнику и стойке посевного рабочего органа превышает скорость движения агрегата в 1,6–1,83 раза в зависимости от значений коэффициента трения f .

2. При увеличении скорости движения от 6 до 10 км/ч разброс почвы увеличивается при влажности 16,87; 20,0; 21,5% соответственно на 15,7; 32,2; 25,7%, т.е. величина разброса почвы при увеличении скорости движения агрегата в рассматриваемых пределах увеличивается при понижении влажности почвы и одновременном снижении абсолютного ее значения. Максимальное смещение почвы наблюдается при угле отклонения боковой грани рабочего органа от горизонтали на угол $\beta = 75^\circ$. Абсолютное значение величин смещения почвы находится в пределах 0,35–0,45 м, что является достаточным для переноса требуемого объема почвы в междоузельное пространство при реализации бороздочного посева.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бледных В.В., Свечников П.Г. Может ли Россия себя прокормить? Монография. Челябинск, ООО «Абрис принт», 2010. 72 с.
2. Голышин Н.М., Ченкин А.Ф., Захаренко В.А., Мартыненко В.И. Защита зерновых культур при интенсивных технологиях: монография. М.: Агропромиздат, 1986. 160 с.
3. Моделирование роста и продуктивности сельскохозяйственных культур / под редакцией Ф.В.Т. Пеннинга де Фриза и Х.Х. Лара: монография. Л.: Гидрометеиздат. 1986. 320 с.
4. Докин Б.Д., Елкин О.В. Технологическая и техническая модернизация растениеводства Сибири // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2015. № 1. С. 18–22.
5. 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.
6. Яковлев Н.С., Колинко П.В. Перемещение почвы кольцом кольчатого катка // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2013. № 3. С. 32–34.
7. Орлов А.Н., Алгазин Д.Н., Красильников Е.В. Влияние параметров гребнеобразователя

культиваторно-отвального типа на образование гребней // Омский научный вестник. 2013. № 1. С. 124–127.

8. Беспямятнова Н.М., Беспямятнов Ю.А., Колинко А.А. Характеристика новаций рабочих органов для посева в технологии безотвальной обработки почвы и посева // Тракторы и сельхозмашины. 2017. № 9. С. 31–36.
9. Белинский О.А., Боярский А.В., Нурлыгаянов Р.Б. Влияние способов посева на урожайность посевов клевера паннонского // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 1. С. 27–30.
10. Петухов Д.А., Чаплыгин М.Е., Назаров А.Н. Анализ использования посевных агрегатов для прямого посева и посева с минимальной обработкой почвы // Техника и оборудование для села. 2013. № 4. С. 10–13.
11. Игамбердиев А.К. Обоснование технологических и конструктивных параметров сошника для посева семян озимой пшеницы в междурядья хлопчатника // Тракторы и сельхозмашины. 2017. № 2. С. 16–20.
12. Габаев А.Х., Хомяков Х.А. Теоретические исследования факторов, влияющих на устойчивость хода по глубине бороздообразующего устройства // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 4. С. 95–97.
13. Габаев А.Х., Пазова Т.Х. Совершенствование бороздообразующих рабочих органов посевных машин для посева семян сельскохозяйственных культур в условиях повышенной влажности почвы // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2018. № 1. С. 109–113.
14. Назаров Н.Н., Яковлев Н.С., Мясенко В.И. Посевной рабочий орган для реализации бороздочного ленточного посева зерновых // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2016. № 5. С. 56–63.
15. Бурченко П.Н. Механико-технологические основы почвообрабатывающих машин нового поколения: монография. М.: Издательство ВИМ, 2002. 212 с.
16. Дьяков В.П. Влияние параметров скоростных рабочих органов на качество обработки почвы // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1987. № 3. С. 19–21.

REFERENCES

1. Blednykh V.V., Svechnikov P.G. *Mozhet li Rossiya sebya prokormit?* [Can Russia feed it-

- self?]. Chelyabinsk, ООО «Abris print» Publ., 2010, 72 p. (In Russian).
2. Golyshin N.M., Chenkin A.F., Zakharenko V.A., Martynenko V.I. *Zashchita. zernovykh kul'tur pri intensivnykh tekhnologiyakh* [Protection of grain crops by using intensive technologies], Moscow, Agropromizdat, 1986, 160 p. (In Russian).
 3. *Modelirovanie rosta i produktivnosti sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Modelling growth and productivity of agricultural crops], edited by F.V.T. Penninga de Friza i Kh.Kh. Laara, L.: Gidrometeoizdat, 1986. 320 p. (In Russian).
 4. Dokin B.D., Elkin O.V. Tekhnologicheskaya i tekhnicheskaya modernizatsiya rastenievodstva Sibiri [Technological and technical upgrade of crop science of Siberia]. *Ekonomika sel'skokhozyaystvennykh i pereraba-tyvayushchikh predpriyatii* [Economics of agricultural and processing enterprises], 2015, no. 1, pp. 18–22. (In Russian).
 5. Dokin B.D., Ivanov N.M., Elkin O.V., Chekusov M.S. Al'ternativnye varianty tekhnologii i tekhnicheskikh sredstv dlya proizvodstva zerna v usloviyakh Sibiri [Alternative options of technologies and technical means for grain production in the conditions of Siberia]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AICis], 2015, no. 1, pp. 101–105. (In Russian).
 6. Yakovlev N.S., Kolinko P.V. Peremeshchenie pochvy kol'tsom kol'chatogo katka [Soil movement by the ring of the ribbed roller]. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii* [Agricultural machines and technologies], 2013, no 3, pp. 32–34. (In Russian).
 7. Orlov A.N., Algazin D.N., Krasil'nikov E.V. Vliyaniye parametrov grebneobrazovatelya kul'tivatorno-otval'nogo tipa na obrazovanie grebnei [Effect of parameters of ridge former of cultivator moldboard type on ridge formation]. *Omskii nauchnyi vestnik* [Omsk Scientific Bulletin], 2013, no. 1, pp. 124–127. (In Russian).
 8. Bepamyatnova N.M., Bepamyatnov Yu.A., Kolin'ko A.A. Kharakteristika novatsii rabochikh organov dlya poseva v tekhnologii bezotval'noi obrabotki pochvy i poseva [Characteristics of upgrades of seeding units for sowing with the non-moldboard soil tillage technology]. *Traktory i sel'khoz mashiny* [Tractors and agricultural machinery], 2017, no. 9, pp. 31–36. (In Russian).
 9. Belinskii O.A., Boyarskii A.V., Nurlygayanova R.B. Vliyaniye sposobov poseva na urozhainost' posevov klevera pannonskogo [Effect of sowing method on the yield of Hungarian clover]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International Agricultural Journal], 2018, no. 1, pp. 27–30. (In Russian).
 10. Petukhov D.A., Chaplygin M.E., Nazarov A.N. Analiz ispol'zovaniya posevnykh agregatov dlya pryamogo poseva i poseva s minimal'noi obrabotkoi pochvy [Analysis of the application of seeding rigs for direct sowing and minimum soil tillage sowing]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela* [Machinery and equipment for the village], 2013, no. 4, pp. 10–13. (In Russian).
 11. Igamberdiev A.K. Obosnovaniye tekhnologicheskikh i konstruktivnykh parametrov sosnika dlya poseva semyan ozimoi pshenitsy v v mezhduyad'ya khlopchatnika [Substantiation of technological and constructive parameters of plowshare for sowing winter wheat in-between rows of cotton] *Traktory i sel'khoz mashiny* [Tractors and agricultural machinery], 2017, no. 2, pp. 16–20. (In Russian).
 12. Gabaev A.Kh., Khomyakov Kh.A. Teoreticheskie issledovaniya faktorov, vliyayushchikh na ustoychivost' khoda po glubine borozdoobrazuyushchego ustroystva [Theoretical study of the factors influencing movement stability by the depth of furrow-forming device] *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Journal of Orenburg State Agrarian University], 2016, no. 4, pp. 95–97. (In Russian).
 13. Gabaev A.Kh., Pazova T.Kh. Sovershenstvovanie borozdoobrazuyushchikh rabochikh organov posevnykh mashin dlya poseva semyan sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v usloviyakh povyshennoi vlazhnosti pochvy [Upgrade of furrow-forming working units of the seeder for sowing agricultural crops in the conditions of increased soil moisture] *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [The Bulletin of KrasGAU], 2018, no. 1, pp. 109–113. (In Russian).
 14. Nazarov N.N., Yakovlev N.S., Myalenko V.I. Posevnoi rabochii organ dlya realizatsii borozdkovogo lentoch'nogo poseva zernovykh [A sowing tool to realize furrow band sowing of grain crops]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaystvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2016, no. 5, pp. 56–63. (In Russian).

15. Burchenko P.N. *Mekhaniko-tekhnologicheskie osnovy pochvoobrabatyvayushchikh mashin novogo pokoleniya* [Mechanical and technological bases of soil tillage machinery of the new generation]. Moscow, VIM Publ., 2002, 212 s. (In Russian).
16. D'yakov V.P. Vliyanie parametrov skorostnykh rabochikh organov na kachestvo obrabotki pochvy [Influence of parameters of fast-moving working units on the soil tillage quality]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva* [Mechanization and electrification of agriculture], 1987, no. 3, pp. 19–21. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Назаров Н.Н.**, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск; СФНЦА РАН, а/я 463; e-mail: sibime-nazarov@yandex.ru

Нестяк В.С., доктор технических наук, главный научный сотрудник

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

AUTHOR INFORMATION

✉ **Nazarov N.N.**, Candidate of Science in Engineering, Lead Researcher; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: sibime-nazarov@yandex.ru

Nestyak V.S., Doctor of Science in Engineering, Head Researcher

Yakovlev N.S., Doctor of Science in Engineering, Head Researcher

Дата поступления статьи 19.11.2018
Received by the editors 19.11.2018