

УДК 631.331.86.024.2

Н.С. ЯКОВЛЕВ, доктор технических наук, заведующий лабораторией,
П.В. КОЛИНКО*, кандидат физико-математических наук, генеральный директор

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

**ОАО «Сибирский Агропромышленный Дом»
e-mail: yakovlev-46@inbox.ru*

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СЕМЯН ПОД ЛАПОЙ СОШНИКА ПОСЕВНОЙ МАШИНЫ

Представлено устройство, позволяющее устанавливать необходимую скорость падения семян на рассекатель, для обеспечения их разброса на ширину полосы посева. Разработана математическая модель, которая дает возможность определить параметры приемника сошника в зависимости от параметров посевной машины, необходимой ширины полосы посева, геометрических параметров сошника и коэффициента восстановления скорости семян после удара. Разработан приемник сошника для посевной машины «Обь-4-ЗТ». Средняя ширина полосы посева при испытаниях ППМ «Обь-4-ЗТ» составила $19,5 \pm 1,4$ – $19,8 \pm 1,6$ см, коэффициент вариации – 18,3–8,7 %. Основными параметрами приемника сошника являются высота установки рассекателя от дна борозды (0,05 м); угол установки рассекателя относительно задней стенки приемника (110°); угол наклона задней стенки приемника (53°); высота расположения точки удара семян на задней стенке приемника (0,08 м). Проведены исследования с рассекателем шириной 90 мм вместо 45 мм и установкой под рассекателем экрана. Широкий рассекатель увеличивает неравномерность посева семян. Экран, установленный под рассекателем, позволяет повысить качество распределения семян и снизить коэффициент вариации от 41,3 до 30,3 %.

Ключевые слова: сошник, приемник сошника, рассекатель, семена, посевная машина.

Повышение продуктивности зерновых культур невозможно без широкого внедрения эффективных технологий, которые предусматривают повышение требований к качеству обработки почвы и посеву [1–5]. Качество посева в большей степени зависит от равномерного распределения семян под лапой сошника посевного агрегата. Изучением процесса распределения семян под лапой занимались многие исследователи [6–8]. Ими проделана большая работа по обоснованию параметров сошников, рассекателей, определены основные кинематические показатели устройств, но они не рассматривали возможность регулирования скорости падения семян для обеспечения их разброса на оптимальную ширину полосы посева. Установлено, что семена, падающие с высокой скоростью на рассекатель, отскакивают от него, ударяются о перо лапы, теряют кинетическую энергию и падают в борозду недалеко от центра полосы. Малая скорость также не обеспечивает достаточного разброса семян [9]. Соответственно скорость падения семян на рассекатель должна быть оптимальной, чтобы обеспечить посев семян на всю ширину полосы посева.

Цель работы – обосновать параметры и конструкцию приемника семян для сошника, представить его лабораторные и полевые испытания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Скорость падения семян на рассекатель зависит от высоты установки высевающего аппарата над рассекателем. Скорость, с которой семена отскакивают от рассекателя, не равна скорости удара семян об него, поскольку часть энергии тратится на упругую деформацию семян, на трение

мян по горизонтали V_{Γ} в момент отражения семян от наклонной пластины связаны между собой соотношением

$$V_B / V_{\Gamma} = \operatorname{tg} \alpha, \quad (6)$$

где α – угол между горизонталью и начальной траекторией полета отраженных от наклонной пластины семян, град.; β_1 – угол отражения семян от пластины. Угол падения семян на пластину β и угол отражения β_1 связаны $\operatorname{tg} \beta_1 = k \cdot \operatorname{tg} \beta$.

Поскольку необходимо определить расстояние отскока семян по ширине полосы посева, то в расчете используем только вертикальную составляющую скорости полета семян после удара их о пластину. До следующего соударения семян с рассекаателем они должны упасть с высоты h_1 , и вертикальная скорость их падения в точке удара на рассекаателе равна сумме скоростей

$$V_1^0 = V_B + \sqrt{2g \cdot h_1}, \quad (7)$$

где V_1^0 – скорость семян в точке удара их о рассекаатель, м/с.

Вертикальную составляющую V_B от скорости V_1 определим по формуле

$$V_B = V_1 \cdot \sin \alpha = k \cdot \sqrt{2g \cdot h_0} \sin \alpha. \quad (8)$$

Предполагая, что на поверхности рассекаателя найдется точка, при падении в которую семя отскочит по горизонтали, при этом скорость $V_{2\Gamma} = V_2$, а $V_2 = k \cdot V_1^0$. Заменив в формуле (4) значение скорости $V_{2\Gamma}$ на $k \cdot V_1^0$, получим уравнение, определяющее расстояние отскока семян от рассекаателя

$$L = k \cdot (\sqrt{2g \cdot h_1} + k \sqrt{2g \cdot h_0} \cdot \sin \alpha) \cdot \sqrt{2h_2 / g}. \quad (9)$$

Чтобы получить нужное расстояние отскока семян от рассекаателя, необходима соответствующая скорость их падения на рассекаатель, которая регулируется углом наклона пластины φ . Угол наклона пластины относительно горизонта φ и угол между горизонталью и траекторией полета α , отраженных от наклонной пластины семян, связаны между собой следующим выражением:

$$\sin \varphi = \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \beta + \sin \beta_1 / \cos \alpha, \quad (10)$$

где φ – угол установки отражательной пластины относительно горизонта, град.

На скорость падения семян оказывает также влияние сопротивление воздуха и трение семян о семяпровод [11]. Для учета этой потери скорости введем в формулу коэффициент K и определим угол α по формуле

$$\sin \alpha = (L - 2k \cdot \sqrt{h_1 \cdot h_2}) / 2k^2 \cdot K \cdot \sqrt{h_0 \cdot h_2}, \quad (11)$$

где K – коэффициент, учитывающий потерю скорости падения семян из-за сопротивления воздуха и трения семян о семяпровод. Коэффициент K прием равным $\cos \rho$, где ρ – угол отклонения семяпровода от вертикали.

Изменяя наклон пластины, можно получить необходимую ширину полосы посева и компенсировать влияние угла наклона семяпровода (рис. 2).

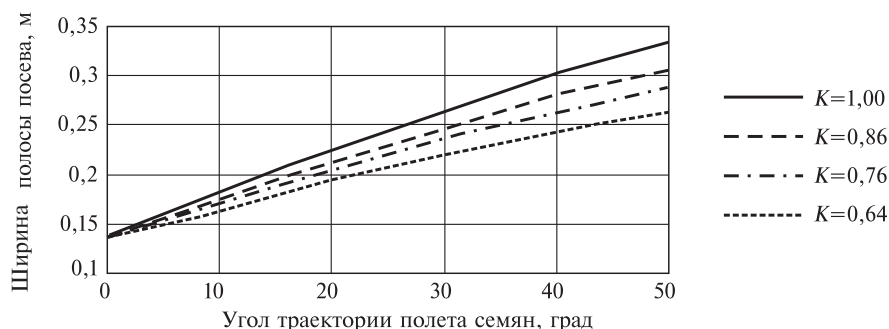


Рис. 2. Ширина полосы посева семян пшеницы в зависимости от угла между горизонталью и траекторией полета α и угла наклона семяпровода ρ

Чтобы собрать рассекатель, при изготовлении необходимо знать угол установки его относительно задней стенки приемника Ψ , а угол рассекателя относительно вертикали λ необходим для расчетов и позиционирования его в пространстве. Углы установки рассекателя к вертикали λ и к задней стенке приемника Ψ связаны между собой следующим соотношением:

$$\lambda = \Psi + \varphi - 90.$$

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Используя формулу (6), определили основные параметры приемника сошника для ППМ «Обь-4-3Т» (рис. 3). Расчеты показали, что при ширине лап 0,41 м и расстановке их через 0,36 м оптимальная полоса посева $2L = 0,29$ м. Коэффициент восстановления скорости семян после удара о рассекатель равняется для гороха – 0,65, ячменя – 0,56, пшеницы – 0,54, гречихи – 0,51, ржи – 0,51, овса – 0,46.

Основными параметрами приемника являются высота установки рассекателя от дна борозды $h_2 = 0,05$ м, угол наклона задней стенки приемника $\varphi = 53^\circ$, высота расположения на задней стенке приемника точки удара семян $h_1 = 0,08$ м, высота установки катушек высевающего аппарата $h_0 = 1,0$ м. На основании полученных результатов разработан приемник для сошника [12].

При его конструировании выбран клинообразный рассекатель, который устанавливается на стойке отдельно от приемника. В случае поломки приемник, не снимая, можно быстро заменить. Функцию наклонной пластины для регулирования скорости падения семян выполняет задняя стенка приемника, установленная с наклоном в 53° . Для равномерной подачи семян на рассекатель вертикальную часть приемника разделили перегородкой на два канала, семяпроводы поставили параллельно каждый в свой канал.

Экспериментальные исследования проводили с семенами пшеницы и овса, так как характеристики этих культур значительно отличаются друг от друга. В исследованиях по выбору оптимального угла ψ установки рассекателя относительно задней стенки приемника определено, что наиболее равномерное распределение семян достигается при установке рассекателя

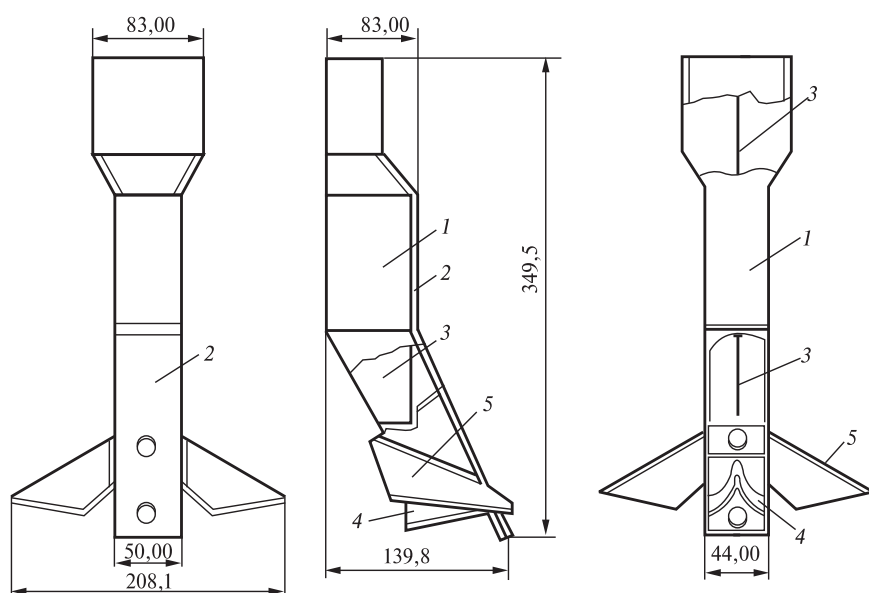


Рис. 3. Приемник семян для сошника ППМ «Обь-4-ЗТ»:

1 – корпус; 2 – держатель; 3 – перегородка; 4 – рассекатель; 5 – крыло

относительно задней стенки приемника под углом $\psi = 110^\circ$ (к вертикали $\lambda = 73^\circ$). При этом в шести центральных интервалах распределялось 66 % семян пшеницы и 71 % овса, в крайних соответственно – 33 и 29 %, при этом в полосе посева $2L = 0,29$ м оказалось 97 % семян. При установке рассекателя под углом 90° картина распределения менялась: в центральных интервалах семян пшеницы и овса оказывалось 74 и 78 % соответственно, в полосе посева $2L = 0,29$ м – 95 % семян (табл. 1).

Закономерности распределения семян в зависимости от угла λ установки рассекателя к вертикали аппроксимированы уравнениями параболы (рис. 4):

$$\text{для пшеницы } V_{\text{вар. пш}} = 167,16 - 3,5X + 0,0256X^2;$$

$$\text{для овса } V_{\text{вар. овс}} = 349 - 8,7X + 0,064X^2,$$

где X – угол λ установки рассекателя к вертикали.

Таблица 1

Распределение семян под лапой сошника в зависимости от угла установки рассекателя ψ , %

Угол ψ , град.	Культура	Расстояние от центра лапы, см											
		в левую сторону						в правую сторону					
		18	15	12	9	6	3	3	6	9	12	15	18
127	Пшеница	1	5	11	13	14	9	11	14	11	7	3	0
	Овес	0	3	8	16	15	7	6	15	24	4	2	0
110	Пшеница	2	5	10	12	14	9	10	12	9	8	8	1
	Овес	3	4	10	14	13	9	10	12	13	8	4	0
90	Пшеница	3	5	7	12	13	13	13	13	10	5	4	2
	Овес	2	4	4	12	14	20	12	10	10	7	3	2

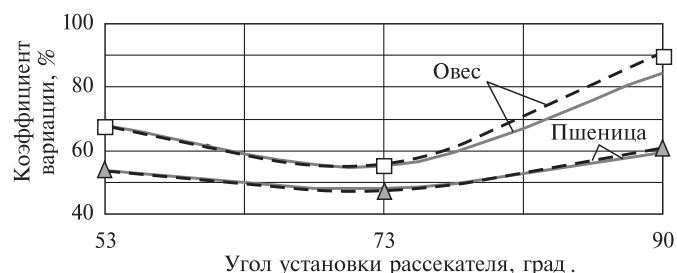


Рис. 4. Равномерность распределения семян по площади посева в зависимости от угла установки рассекателя к вертикали λ .

Результаты испытания ППМ «Обь-4-ЗТ» с сошником на Алтайской МИС показали, что средняя ширина полосы посева составила $19,5 \pm 1,4 - 19,8 \pm 1,6$ см, коэффициент вариации 18,3–18,7 %, что несколько отличается от полученных результатов в лабораторных условиях (см. табл. 1). В связи с этим предпринята попытка увеличить ширину полосы посева за счет установки рассекателя (см. рис. 3, позиция 4) шириной 90 мм вместо 44 мм и установкой под рассекателем экрана (рис. 5). Широкий рассекатель не дает увеличения ширины полосы посева, кроме этого увеличивает неравномерность посева семян (табл. 2).

Не дает результата и экран, установленный без рассекателя. Позволяет несколько повысить равномерность посева семян рассекатель, установленный в паре с экраном, коэффициент вариации при этом снижается от 41,3 до 30,3 % (см. табл. 2). Необходимо учитывать, что экран требует дополнительного обслуживания, так как на нем могут зависнуть семена, прилипнет почва, его можно погнуть, если под лапу попадет камень или иной твердый предмет.



Рис. 5. Установка экрана и рассекателя под приемником сошника:
1 – приемник сошника; 2 – лапа; 3 – рассекатель; 4 – экран

Таблица 2

Распределение семян под лапой сошника в зависимости от конструкции рассекателя, установки экрана и размеров лапы, %

Конструкция сошника	Расстояние от центра лапы, см										Коэффициент вариации, %
	в левую сторону					в правую сторону					
	15	12	9	6	3	3	6	9	12	15	
Рассекатель 44 мм, лапа 410 мм	5,3	4,6	9,6	12,6	16,6	12,0	11,0	13,6	10,0	6,3	41,3
Рассекатель 90 мм, лапа 410 мм	6,0	11,0	17,0	10,7	5,3	7,3	5,0	16,0	15,0	6,7	46,3
Экран без рассекателя, лапа 410 мм	1,9	3,6	14,0	13,0	13,3	19,0	14,3	12,3	5,3	2,9	59,4
Рассекатель 44 мм, экран, лапа 410 мм	4,9	8,3	14,0	14,0	8,6	8,6	10,5	13,0	10,6	7,0	30,3
Рассекатель 44 мм, лапа 370 мм	2,6	9,3	10,6	17,3	11,3	11,3	13,0	10,6	7,0	5,0	42,4

ВЫВОДЫ

1. Разработана математическая модель, которая позволяет определить параметры приемника сошника в зависимости от параметров посевной машины, необходимой ширины полосы посева и коэффициента восстановления скорости семян.

2. Основными параметрами приемника являются высота установки рассекателя от дна борозды $h_2 = 0,05$ м, угол установки рассекателя относительно задней стенки приемника $\psi = 110^\circ$, угол наклона задней стенки приемника $\varphi = 53^\circ$; высота расположения точки удара семян на задней стенке приемника $h_1 = 0,08$ м.

3. Средняя ширина полосы посева сошника на посевной машине «Обь-4-ЗТ» составила $19,5 \pm 1,4$ – $19,8 \pm 1,6$ см, коэффициент вариации 18,3–18,7 %.

4. Установленный под рассекателем экран позволяет повысить качество распределения семян и снизить коэффициент вариации от 41,3 до 30,3 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Инновации** в машиноиспользовании в АПК России / Н.В. Краснощеков, В.И. Кирюшин, Э.И. Липкович и др. – М.: Росинформагротех. – 2008. – Т. 1, ч. 1. – 453 с.
2. **Инновации** в машиноиспользовании в АПК России / Н.В. Краснощеков, В.И. Кирюшин, Э.И. Липкович и др. – М.: Росинформагротех. – 2008. – Т. 1, ч. 2. – 404 с.
3. **Назаров Н.Н.** Совершенствование широкополосного способа посева зерновых культур // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2004. – № 2. – С. 136–138.
4. **Раднаев Д.Н., Дринча В.М.** Совершенствование разбросного посева семян зерновых культур дисковым сошником // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 3. – С. 33–35.
5. **Милаев П.П., Пыльник П.А.** Выбор способа сева зерновых культур в условиях Сибири // Совершенствование машинных технологий и технических средств для сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. СибИМЭ. – Новосибирск, 2003. – С. 64–72.
6. **Яковлев Н.С., Колинко П.В., Яковлева Л.П., Маркин В.В.** Определение параметров приемника сошника почвообрабатывающей посевной машины «Обь-4-ЗТ» // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2010. – № 1. – С. 95–102.

7. **Михальцов Е.М.** Обоснование параметров распределителя семян сошника сеялки для подпочвенного разбросного посева зерновых: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Новосибирск, 2001. – 18 с.
8. **Нестяк В.С., Косьяненко В.П., Мяленко В.В.** Обоснование конструктивно-технологических параметров устройства для полосно-разбросного способа посева семян трав // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2010. – № 9. – С. 80–86.
9. **Ковриков И.Т.** Основы разработки широкозахватных стерневых сеялок // Механизация и электрификация соц. сел. хоз-ва. – 1983. – № 6. – С. 41–44.
10. **Яковлев Н.С.** Определения коэффициента восстановления скорости семян при ударе о рассекающий сошник // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2015. – № 1. – С. 95–99.
11. **Назаров Н.Н.** Влияние параметров семяпроводов на ширину засеваемой полосы при внутрипочвенном разбросном посеве зерновых // Совершенствование машинных технологий и технических средств для сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. СибИМЭ. – Новосибирск. – 2003. – С. 72–80.
12. **Пат. РФ № 2407270 A01C 7/20 (RU)** Сошник сеялки-культиватора / Н.С. Яковлев, П.В. Колинко, В.П. Колинко и др. – Заявл. 31.03.2009; опубл. 27.12. 2010; Бюл. № 36.

Поступила в редакцию 23.03.2015

**N.S. YAKOVLEV, Doctor of Science in Engineering, Laboratory Head,
P.V. KOLINKO*, Candidate of Science in Physics & Mathematics, Director General**

*Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture,
* JSC "Siberian Agroindustrial House"
e-mail: yakovlev-46@inbox.ru*

DISTRIBUTION OF SEEDS UNDER THE BLADE OF OPENER OF SEEDING MACHINE

There is presented a device that allows adjusting a required speed of seeds falling onto the divider to provide spreading of seeds along the width of sowing band. A mathematical model has been developed to enable the determination of parameters of the opener receiver depending on parameters of the seeding machine, on a required width of sowing band, geometrical parameters of the opener, and velocity restoring factor in seeds after the impact. There was developed the opener receiver for the seeding machine Ob-4-ZT. The average width of sowing band during tests of the opener receiver at the Altai Machine Test Station made up $19.5 \pm 1.4 - 19.8 \pm 1.6$ cm, the variation coefficient 18.3–18.7%. The basic parameters of the opener receiver are height of setting divider from the bottom of the furrow (0.05 m); angle of setting divider relative to the back of the receiver (110°); angle of inclination of the back of the receiver (53°); height of impact point of seeds at the back of the receiver (0.08 m). There were carried out investigations into the use of divider of 90 mm wide instead of that of 45 mm with the screen mounted under the divider. The wide divider increases the unevenness of seed sowing. The screen mounted under the divider allows improving quality of seed distribution and decreasing the variation coefficient from 41.3 to 30.3%.

Keywords: opener, opener receiver, divider, seeds, seeding machine.