

**P.P. MILAEV, Candidate of Science in Engineering, Lead Researcher,
N.N. NAZAROV, Candidate of Science in Engineering, Lead Researcher**

*Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture
e-mail: sibime@ngs.ru*

APPROACHES TO CHOOSING EFFECTIVE OPTIONS IN ENGINEERING DESIGN OF AGRO-TECHNOLOGIES

Results are given from investigations into the comprehensive realization of achievements obtained by various research establishments in the uniform system of technological, engineering, ecological, and economic decisions. It is suggested to solve this problem by the methods of engineering design of complex systems. The main task in designing a technology for cultivating agricultural crops is to form a set of possible options of objects designed, to evaluate them and to choose the most effective ones among them. To choose the effective options is suggested a four-stage procedure of multicriterion assessment. For making decisions is offered to use integrated criteria formed by the methods of qualimetry. There were used the following methods: morphological analysis of systems, expertise, qualimetry, technical and economic analysis of processes of functioning engineering objects in soil management. There are given the examples of assessing and choosing engineering tools for soil tillage, when cultivating grain crops in the forest steppe areas near the Ob River. At the first two stages of assessing options of the objects designed were mainly used the expert methods, and at the follow-on stages – the methods of technical and economic analysis.

Keywords: technology for cultivating agricultural crops, engineering design, qualimetry.

УДК 531. 663: 631.331

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

*Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации
сельского хозяйства
e-mail: yakovlev-46@inbox.ru*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВОССТАНОВЛЕНИЯ СКОРОСТИ СЕМЯН ПРИ УДАРЕ О РАССЕКАТЕЛЬ СОШНИКА

Разработана методика определения коэффициента восстановления скорости семян при ударе о рассекатель посевной машины путем имитации реального процесса распределения семян под лапой сошника. Для обеспечения нужной скорости семян при ударе их сбрасывали с полки, установленной на высоте 50, 100, 150 и 200 мм на металлическую пластину, расположенную под углом 45° на высоте 50 мм от поверхности. По среднему расстоянию отскока семян рассчитаны коэффициенты восстановления скорости семян после удара о поверхность пластины. Проведены эксперименты с семенами пшеницы, овса, ржи, ячменя, гречихи и гороха. Определены средние значения расстояний при отскоке семян от рассекателя и доверительные интервалы. Построен полигон распределения семян относительно средней величины отскока. Установлены средние значения коэффициентов восстановления скорости семян после удара: семян пшеницы – 0,54, овса – 0,46, ржи – 0,51, ячменя – 0,56, гречихи – 0,51, гороха – 0,65. Определено, что коэффициент восстановления скорости семян зависит от формы семян, состояния их поверхности и от скорости удара о пластину.

Ключевые слова: семена, коэффициент восстановления, отскок, среднее расстояние, сошник.

Урожайность зерновых культур во многом зависит от равномерного распределения семян в полосе их посева. При разработке сошников по-

севных машин необходимо знать скорость падения семян на рассекающий и расстояние, на которое они отскочат после удара [1–9]. Физические явления при столкновении семян с рассекающим довольно сложны, и практически единственным средством теоретического изучения столкновений тел является применение законов сохранения энергии и импульса. Наблюдения показывают, что относительные скорости семян после удара не достигают своей прежней численной величины [10]. При ударе семена деформируются, возникают упругие силы и силы трения. Это приводит к тому, что при ударе энергия восстанавливается лишь частично. Для учета данных потерь энергии вводится коэффициент восстановления k .

Цель работы – разработать методику и определить коэффициенты восстановления скорости семян основных зерновых культур после их удара о рассекающий сошник.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Сложность определения коэффициента восстановления методом соударения двух тел для семян зерновых культур заключается в том, что семена имеют сложные формы, многие из них покрыты пленкой, при ударе они не ориентированы и траектория их полета после удара неоднозначна. Определить коэффициент восстановления скорости семян после удара о рассекающий для практического применения в расчетах сошников можно путем имитации работы в реальных условиях. Для этого необходимо сравнить фактическую скорость отскока семян от рассекающего со скоростью отскока абсолютно твердого тела. Теоретически при ударе абсолютно твердого тела о пластину скорость отскока равна скорости при ударе, угол отражения при падении тела на пластину, установленную под углом 45° , также должен равняться 45° . Следовательно, при падении тела с высоты h в точке удара на пластину оно будет иметь скорость $V_{\text{пад}} = \sqrt{2g \cdot h}$. На основании закона о сохранении энергии при абсолютно упругом ударе тело отскочит горизонтально поверхности на расстояние, равное $L = V_{\text{от}} \cdot \sqrt{2h_2 / g}$, прежде чем упадет на поверхность, покрытую липкой лентой.

В эксперименте необходимо сбрасывать семена с различных высот на пластину, имитирующую рассекающий сошник. Семена, падающие с небольшой высоты, не успевают набрать скорость, при которой сопротивление воздуха повлияет на результат, поэтому его можно не учитывать в расчетах. При неупругом ударе семян о пластину скорость отскока семян не равна скорости удара, а угол падения не равен углу отражения. Следовательно, определив расстояние, которое пролетят семена от точки удара до точки падения и время падения семян с высоты h_2 , от точки удара до поверхности падения определим фактическую скорость отскока семян:

$$V_{\text{от}} = L / \sqrt{2h_2 / g},$$

где L – расстояние, на которое отскакивают семена от точки удара, м.

Соответственно коэффициент восстановления определится как

$$k = V_{\text{пад}} / V_{\text{от}},$$

где $V_{\text{пад}}$ – скорость падения семян на пластину, м/с; $V_{\text{от}}$ – скорость отскока семян от пластины, м/с.

Угол падения семян на пластину β и угол их отражения от пластины β_1 связаны между собой соотношением $\operatorname{tg}\beta = k \cdot \operatorname{tg}\beta_1$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Важным параметром при проектировании сошников является скорость падения семян на рассекающий. Малая скорость не обеспечивает разброс семян на нужную ширину борозды, а большая при отскоке семян от распределителя приводит к повторному удару их о лапу и потери энергии [11, 12]. Необходимо, чтобы скорость семян в момент их удара о пластину была невысокой – от 1 до 2 м/с. В опыте для обеспечения нужной скорости испытуемые семена сбрасывали с полки, установленной на высоте 50, 100, 150 и 200 мм, при этом скорость при ударе соответственно была равной 1; 1,4; 1,7 и 2 м/с. Семена на полку укладывали по 10 шт. и сбрасывали поочередно на металлическую пластину, установленную под углом 45° на высоте 50 мм от поверхности, закрытой липкой лентой. Опыт повторяли 10 раз, в итоге с каждой высоты сбрасывали по 100 семян. По каждой партии из 100 семян определяли среднее расстояние отскока и доверительные интервалы при 5%-м уровне значимости (табл. 1). Используя данные таблицы, можно при проектировании сошников, зная ширину лапы, выбрать нужную скорость падения семян на рассекающий.

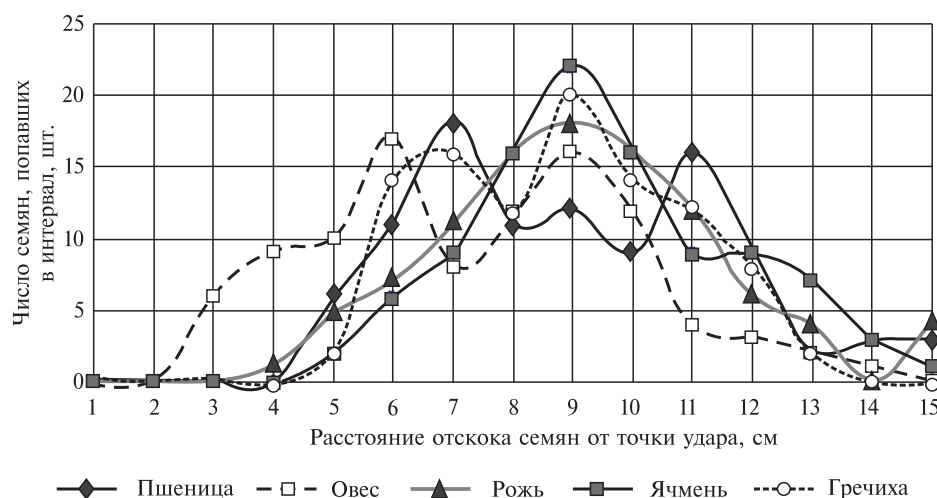
При проектировании сошников также важно знать полигон распределения семян относительно средней величины отскока. Полигон распределения семян под лапой построен при скорости их падения на пластину 1,7 м/с (см. рисунок).

Анализируя график, можно отметить, что у семян овса, пшеницы и гречихи нет ярко выраженного пика, как, например, у семян ржи и ячменя. Это можно объяснить тем, что поперечные сечения семян ржи и ячменя близки к окружности, и при ударе чаще происходит более плотный контакт семян с пластиной в отличие от семян пшеницы, овса и гречихи. Кроме этого овес и гречиха имеют чешую, которая вносит погрешность в траекторию их полета.

Получив среднее расстояние и скорость отскока для каждой партии семян, можно определить коэффициенты восстановления. Среднее значение коэффициента восстановления определяется как среднее арифметическое по всем 10 партиям семян (табл. 2).

Таблица 1

Среднее расстояние отскока семян зерновых культур, мм				
Культура	Скорость семян при ударе о пластину, м/с			
	1,0	1,4	1,7	2
Пшеница	54,3 ± 2,2	72,5 ± 4,1	90,9 ± 7,1	107,5 ± 9,8
Овес	44,0 ± 2,6	70,7 ± 5,3	75,5 ± 6,2	95,5 ± 12,8
Рожь	52,3 ± 2,3	73,5 ± 6,2	89,3 ± 4,3	93,2 ± 4,2
Ячмень	56,5 ± 3,0	83,9 ± 5,3	97,0 ± 3,9	107,2 ± 2,0
Гречиха	50,2 ± 4,6	73,4 ± 4,0	89,4 ± 5,9	92,2 ± 6,0
Горох	66,2 ± 1,7	93,2 ± 5,0	112,5 ± 3,5	125,5 ± 1,8



Распределение расстояния отскока 100 семян зерновых культур от точки их удара на пластине

Таблица 2

Коэффициенты восстановления скорости семян при ударе их о металлическую пластину

Культура	Скорость семян при ударе о пластину, м/с				Среднее значение
	1,0	1,4	1,7	2	
Пшеница	0,54	0,53	0,55	0,54	$0,54 \pm 0,013$
Овес	0,44	0,49	0,44	0,46	$0,46 \pm 0,037$
Рожь	0,53	0,53	0,52	0,47	$0,51 \pm 0,047$
Ячмень	0,57	0,58	0,57	0,54	$0,56 \pm 0,027$
Гречиха	0,51	0,52	0,52	0,47	$0,51 \pm 0,042$
Горох	0,66	0,66	0,66	0,63	$0,65 \pm 0,024$

Коэффициент восстановления варьирует в широких пределах, зависит не только от формы и состояния поверхности семян, но и от скорости их удара о пластину.

ВЫВОДЫ

1. Разработана методика определения коэффициента восстановления скорости семян при ударе о рассекающий сошник, получены результаты, которые с достаточной точностью позволяют рассчитать ширину полосы рассева семян под лапой.

2. Значение коэффициента восстановления скорости семян зависит от формы семян, состояния поверхности и скорости удара о поверхность рассекающего.

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. Яковлев Н.С., Колинко П.В., Яковлева Л.П., Маркин В.В. Определение параметров при-емника сошника почвообрабатывающей посевной машины «Обь-43Т» // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2010. – № 1. – С. 95–102.

3. Пат. РФ № 2407270 A01C 7/20 (RU) Сошник сеялки-культиватора / Н.С. Яковлев, П.В. Колинко, В.П. Колинко и др. Опубл. 27.12. 2010; Бюл. № 36.
4. Назаров Н.Н. Совершенствование широкополосного способа посева зерновых культур // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2004. – № 2. – С. 136–138.
5. Раднаев Д.Н., Дринча В.М. Совершенствование разбросного посева семян зерновых культур дисковым сошником // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 3. – С. 33–35.
6. 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. – Новосибирск, 2003. – С. 64–72.
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. 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. – Новосибирск, 2003. – С. 72–80.
10. Мартынов И.С. Совершенствование конструктивно-технологических параметров пропашной сеялки для разноглубинного посева бахчевых культур (на примере арбузов): автореф. дис.... канд. техн. наук. – Волгоград, 2007. – 20 с.
11. Ковриков И.Т. Основы разработки широкозахватных стерневых сеялок // Механиз. и электриф. соц. сел. хоз-ва. – 1983. – № 6. – С. 41–44.
12. Яковлев Н.С. Повышение эффективности функционирования комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов путем совершенствования рабочих органов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Барнаул, 2013. – 42 с.

Поступила в редакцию 15.01.2015

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

*Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture
e-mail: yakovlev-46@inbox.ru*

DETERMINING THE VELOCITY RESTORING FACTOR IN SEEDS STRICKEN AGAINST THE OPENER SPLITTER

There was developed a method for determining the velocity restoring factor in seeds stricken against the splitter of a seeding machine by simulating a real process of seed distribution under the blade of the opener. To ensure the desired velocity of seeds when impacted, the seeds were thrown off the shelves installed at the heights of 50, 100, 150, and 200 mm to a metal plate installed at the angle of 45° and the height of 50 mm from the surface. The velocity restoring factors of seeds after hitting the plate were calculated based on average distances of rebounds. Experiments were carried out on seeds of wheat, oats, rye, barley, buckwheat, and peas. The average values of distances, at which seeds were rebounded from the splitter, and the confidence intervals were determined. The area of seed distribution relative to the average rebound was constructed. There were determined the average values of seed velocity restoring factors after the impact: wheat seeds 0.54, oats 0.46, rye 0.51, barley 0.56, buckwheat 0.51, and peas 0.65. It has been found that the seed velocity restoring factor depends on a shape of seeds, their surface, and a velocity of their attack on the plate.

Keywords: seeds, velocity restoring factor, rebound, average distance, opener.