

МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ

УДК 631.362.35:633.11

А. А. Абидуев

ФГБОУ ВПО «Бурятская ГСХА им. В.Р. Филиппова», Улан-Удэ

E-mail: emtp@bgsha

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ ОТ ТАТАРСКОЙ ГРЕЧИХИ НА ЛЕНТОЧНОМ СЕПАРАТОРЕ

Ключевые слова: семена, очистка, татарская гречиха, ленточный сепаратор, рабочая поверхность, планирование эксперимента.

На основе системного анализа технологического процесса очистки семян пшеницы от татарской гречихи по форме и углу трения обоснованы рациональные параметры ленточного сепаратора с новой рабочей поверхностью.

A. Abiduev

FSBEI HPE «Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov», Ulan-Ude

A STUDY OF THE PROCESS OF WHEAT SEED CLEANING FROM TATARSKAYA BUCKWHEAT ON A TAPE SEPARATOR

Key words: seeds, cleaning, Tatarskaya buckwheat, tape separator, working surface, experiment planning.

Based on the system analysis of the process of wheat seed cleaning from Tatarskaya buckwheat efficient parameters of a tape separator with new worksurface have been substantiated depending on its form and friction angle.

Введение. Качество высеваемых семян в хозяйствах Республики Бурятия низкое, в основном, по засоренности, в частности по содержанию семян такого сорняка, как татарская гречиха. Семена с целью повышения качества (чистоты) многократно обрабатывают на зерноочистительных машинах, при этом снижается выход готовой продукции и повышается травмирование семенного матери-

ала, которое, в свою очередь, приводит к снижению полевой всхожести и урожайности.

Очистка семенного зерна на существующих машинах по размерам, скорости витания и удельной массе в большинстве случаев не обеспечивает получение семенного материала высоких категорий по чистоте (содержанию семян сорных растений). Углы трения семян

пшеницы и татарской гречихи перекрываются и поэтому эффективное разделение их на фрикционных сепараторах не представляется возможным. Для окончательной очистки семян от данной примеси необходимо выявить новый признак их делимости и разработать рабочий орган для его реализации.

Семена пшеницы и татарской гречихи различаются по форме [1]. Так, семена данного сорняка имеют трехгранную форму с вогнутыми посередине гранями и, соответственно, острыми ребрами, а семена пшеницы – гладкую округлую форму, которые можно условно принять как частицы, имеющие бесконечно большое число граней.

Фактор формы семян, предложенный В.М. Дринча [3] в качестве признака делимости компонентов зерна, зависит от действительного объема и размеров частиц (толщины, ширины и длины) и не в полной мере описывает их форму, в частности наличие у семян граней

и, соответственно, ребер, угол между поверхностями граней, от значения которого зависит устойчивое положение частиц на наклонной поверхности с учетом коэффициента трения качения.

Условия и методы исследования. Для экспериментальных исследований процесса окончательной очистки семян от татарской гречихи на ленточном сепараторе используются семена, прошедшие вторичную очистку и сортирование. Исследование процесса очистки семян на указанном сепараторе осуществлялось методом планирования эксперимента [7].

Результаты исследований и их обсуждение. Указанному признаку частиц, имеющих многогранную форму, было дано условное название - фактор контура поверхности – ε , физический смысл которого составляет угол наклона поверхности грани к поверхности смежной (рис. 1).

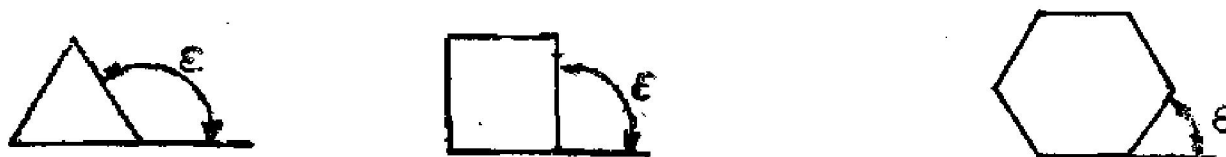


Рисунок 1 – Фактор контура поверхности семян, имеющих трех- (а), четырех- (б) и шестигранную форму (в)

Значение данного признака семян (в радианах) в общем случае может быть определено по выражению:

$$\varepsilon = \frac{2\pi}{n_r}, \quad (1)$$

где π – постоянная величина ($\pi=3,14$);
 n_r – число граней семян;

Значение данного признака семян татарской гречихи, имеющих трехгранную форму, составляет 2,09, семян, имеющих четырех-, шести- и шестидесяти четырехгранную форму составляет, соответственно, 1,57, 1,05 и 0,10. Фактор контура поверхности семян пшеницы как частиц, имеющих бесконечно большое число граней, согласно выражению (1), можно принять равной $\varepsilon=0$. Таким образом, семена пшеницы и татарской гре-

чихи имеют существенное различие по данному признаку и этот признак может быть принят в качестве признака их делимости при окончательной очистке семян.

Важным свойством фактора контура поверхности семян является то, что частицы занимают устойчивое положение на наклонной поверхности с учетом коэффициента трения качения при угле α наклона ее к горизонту, равном половине значения данного признака ($\alpha = 0,5\varepsilon$). Так, семена татарской гречихи, имеющие трехгранную форму, занимают устойчивое положение на наклонной поверхности с углом $\alpha \geq 60^\circ$.

Для окончательной очистки семян пшеницы от татарской гречихи нами разработан ленточный сепаратор с новой

рабочей поверхностью (рис. 2) [4], состоящий из нижнего и верхнего валиков с горизонтальными осями вращения, гибкой ленты из прорезиненного полотна с установленными поперек тонкими металлическими стержнями (рис. 1). Скорость рабочей поверхности сепаратора составляет 0,2-0,3 м/с. Семена татарской гречихи, согласно схеме работы сепаратора, должны удерживаться на рабочей поверхности, опираясь своей пе-

редней гранью об ее тонкий стержень, и выноситься ею вверх, а семена пшеницы, имеющие гладкую округлую форму, должны скатываться по ней вниз. Условие разделения семян пшеницы и татарской гречихи на данном сепараторе рассмотрены теоретически в работе [2]. Установлено, что разделение их возможно при наклоне рабочей поверхности сепаратора к горизонту под углом 45- 60°.

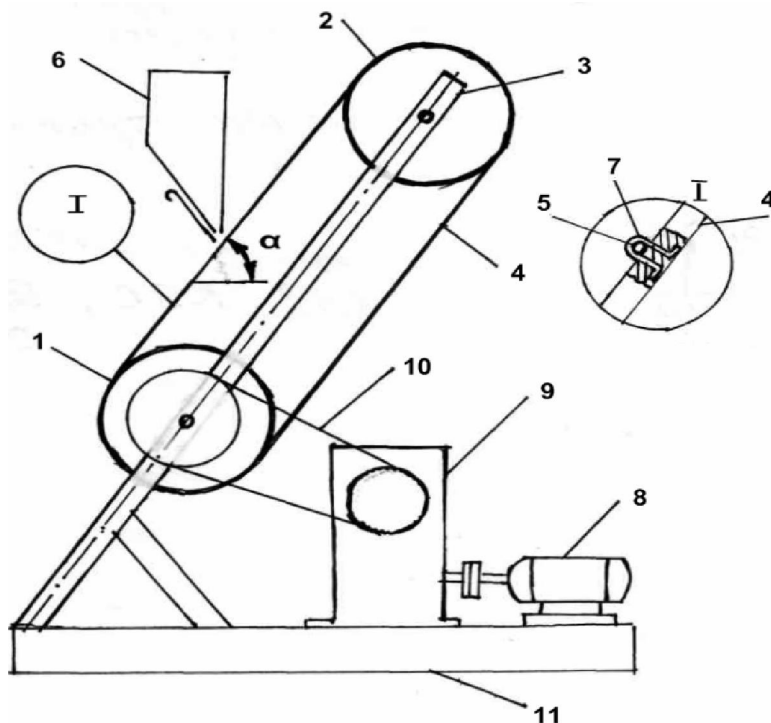


Рисунок 2 – Ленточный сепаратор:

- 1 – нижний валик; 2 – верхний валик; 3 – корпус валиков; 4 – гибкая лента;
5 – тонкие металлические стержни; 6 – бункер; 7 – скоба;
8 – электродвигатель; 9 – редуктор; 10 – ременная передача; 11 – рама

Предварительными исследованиями установлена работоспособность сепаратора при значении угла наклона ее рабочей поверхности к горизонту 45-55°, скорости 0,2-0,3 м/с и диаметре тонких стержней 1 мм. При этих параметрах и засоренности зерна татарской гречихой 100 шт/кг обоснован шаг установки стержней на ленту, равный 25 мм. Установлено, что качественные показатели процесса очистки зерна – полнота выделения примеси E и потери семян в отходы Π – зависят от угла β наклона рабочей

поверхности к горизонту, ее скорости v и подачи обрабатываемого материала q . Поисковыми опытами обоснованы основные (нулевые) уровни указанных факторов и шаг их варьирования.

Для проведения многофакторного эксперимента был выбран трехуровневый план второго порядка Бокса - Бенкина [5]. Матрица плана, уровни варьирования факторов $\alpha(X_1)$, $v(X_2)$ и $q(X_3)$ и результаты опытов $E(Y_1)$ и $\Pi(Y_2)$ приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Матрица плана, уровни варьирования факторов и результаты опытов

Уровень и интервал варьирования факторов	Факторы			Критерии оптимизации	
	X ₁	X ₂	X ₃	Y ₁	Y ₂
Верхний уровень (+)	55	0,30	1250	-	-
Основной уровень (0)	50	0,25	1000	-	-
Нижний уровень (-)	45	0,20	750	-	-
Интервал варьирования	5	0,05	250	-	-
План опытов:					
1	+	+	0	72,5	0,16
2	-	-	0	93,5	1,42
3	+	-	0	82,0	0,72
4	-	+	0	85,2	0,54
5	+	0	+	76,5	1,25
6	-	0	-	91	0,78
7	+	0	-	82,2	0,25
8	-	0	+	84,3	1,65
9	0	+	+	81,5	0,77
10	0	-	-	97,2	0,46
11	0	+	-	87,8	0,262
12	0	-	+	91,2	1,82
13	0	0	0	92,8	0,58
14	0	0	0	92,2	0,56
15	0	0	0	92,5	0,54

Опыты проводили в двух повторностях. После расчета коэффициентов уравнений регрессии получили квадратичные уравнения вида:

$$Y_1 = 92,5 - 5,09X_1 - 4,6X_2 - 3,09X_3 - 0,28X_1X_2 + 0,25X_1X_3 - 0,075X_2X_3 - 7,55X_1^2 - 1,55X_2^2 - 1,45X_3^2 \quad (2)$$

$$Y_2 = 0,56 - 0,26X_1 - 0,35X_2 + 0,46X_3 + 0,08X_1X_2 + 0,03X_1X_3 - 0,22X_2X_3 + 0,16X_1^2 - 0,002X_2^2 + 0,27X_3^2 \quad (3)$$

Осуществлена проверка гипотезы адекватности полученных моделей с помощью F-критерия и определена значимость коэффициентов регрессии. Так как $F_{\text{эксп}} < F_{\text{табл}}$, то гипотезу об адекватности описания уравнениями (2) и (3) результатов эксперимента можно считать верной с 95% вероятностью. Значимость коэффициентов уравнений регрессии определяли путем расчета доверительных интервалов [6]. Расчеты показали, что в уравнении (2) незначимым оказался коэффициент при X_2X_3 . В уравнении

(3) незначимым оказался коэффициент при X_2^2 .

Для использования полученных уравнений регрессии в качестве расчетных формул и интерпретации результатов опытов необходимо их преобразовать к именованным величинам. После преобразования получили уравнения регрессии в виде:

$$E = -642,7 + 29,26\alpha + 274,0\nu + 0,0241q - 1,12\alpha\nu + 0,00021\alpha q - 0,302\alpha^2 - 620\nu^2 - 0,0000231q^2 \quad (4)$$

$$\Pi = 24,31 - 0,7976\alpha - 5,56\nu - 0,00372q + 0,32\alpha\nu + 0,0000256\alpha q - 0,0174\nu q + 0,0064\alpha^2 + 0,00000431q^2 \quad (5)$$

Поверхности качественных показателей процесса очистки семян при $X_1=0$ приведены на рисунке 3.

При подаче обрабатываемого материала на рабочую поверхность $q > 1000$ кг/ч в пересчете на 1 м ее ширины ($X_3 > 0$) резко снижается полнота выделения примеси и повышаются потери семян в отходы (см. рис. 5). Поэтому подача материала принята на основном уровне

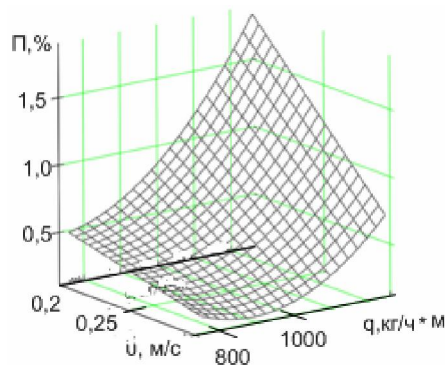
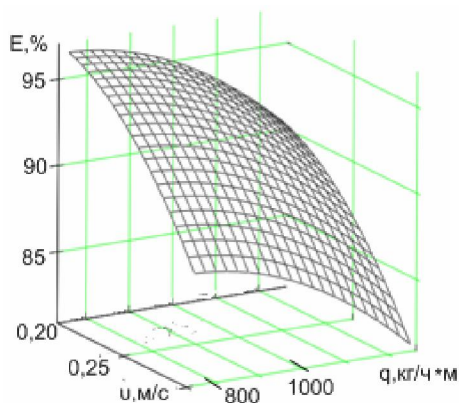


Рисунок 3 – Поверхности качественных показателей процесса очистки семян пшеницы от татарской гречихи на ленточном сепараторе при $X_1=0$ ($\alpha=50^\circ$): а - полнота выделения примеси, %; б- потери семян в отходы, %

$X_3=0$ ($q=1000\text{кг/ч}\cdot\text{м}$). После этого рассмотрели изменение качественных показателей процесса очистки семян от

татарской гречихи при принятой подаче (рис. 4).

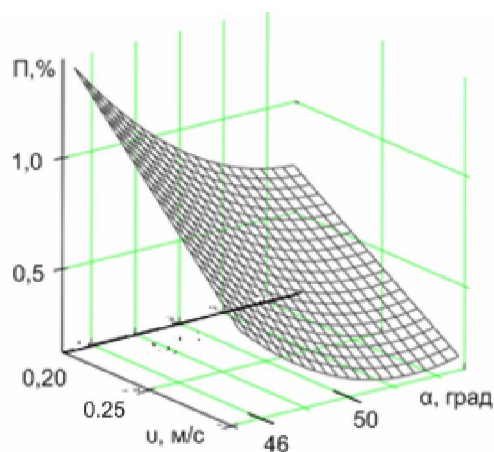
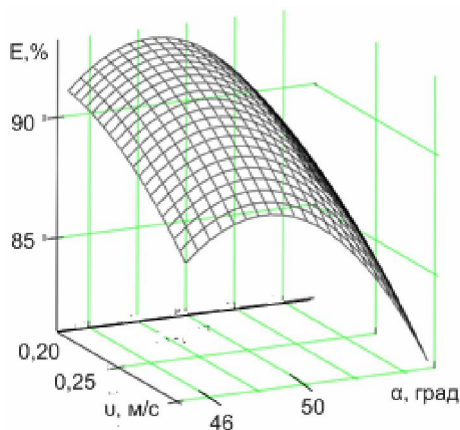


Рисунок 4 – Поверхности качественных показателей процесса очистки семян при $X_3=0$ ($q=1000\text{кг/ч}\cdot\text{м}$): а – полнота выделения примеси, %; б – потери семян в отходы, %

Анализ полученных поверхностей отклика показывает, что полнота выделения примеси повышается при снижении скорости рабочей поверхности сепаратора, однако при этом возрастают потери семян в отходы. Изучение найденных поверхностей отклика с помощью двумерных сечений (рис.5) позволяет оценить значения качественных показателей процесса очистки семян при различных условиях проведения рассматриваемого процесса и найти решение компромиссной задачи, заключающейся в определении рациональных параметров ленточного сепаратора при высоком качестве разделения и допустимых потерях семян в отходы.

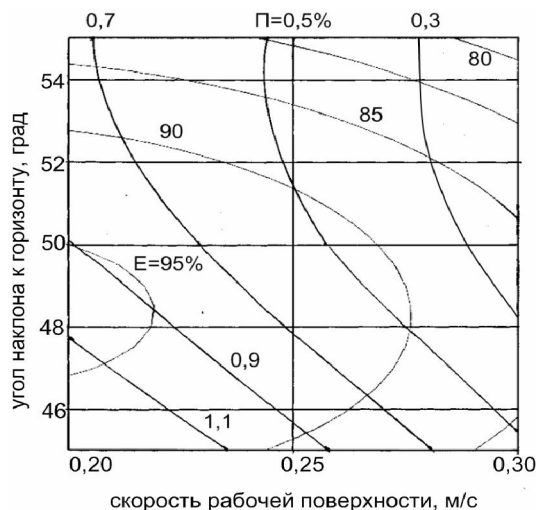


Рисунок 5 – Сечения поверхностей отклика при $X_3=0$.

Анализ сечений поверхностей отклика показывает, что высокая полнота вы-

деления данной примеси (93-95%) при незначительных потерях семян в отходы (0,8-0,9%) обеспечивается при значениях угла наклона рабочей поверхности сепаратора к горизонту $\alpha=47-48^\circ$ и ее скорости движения $v=0,22-0,24$ м/с (см. рис. 5). Принимаем $\alpha=47^\circ$ и $v=0,23$ м/с.

Выводы. 1. Выявлен новый признак делимости семян, имеющих многогранную форму, – фактор контура поверхности – и для его реализации разработан ленточный сепаратор с новой рабочей поверхностью.

2. Обоснованы рациональные параметры сепаратора для окончательной очистки семян высоких категорий от татарской гречихи. Диаметр тонких стержней 1 мм, шаг их установки 25 мм, угол наклона рабочей поверхности к горизонту 47° , ее скорость 0,23 м/с и нагрузка 1000 кг/ч*м.

Библиографический список

1. Абидуев А.А. Обоснование технологий очистки семян пшеницы / А.А. Абидуев, А.А. Абидуев // Вестник ГБОУ ВПО ВСГУТУ. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ. – 2011. – Вып. 4.

– С. 86-90.

2. Абидуев А.А. Обоснование условий разделения семян пшеницы и татарской гречихи на ленточном сепараторе / А.А. Абидуев, Ал.А. Абидуев // Сб. научных трудов ГОУ ВПО ВСГУТУ. Серия: Технологии и средства механизации в АПК. – Вып. 7. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ. – 2011. – С. 48- 54.

3. Дринча В.М. Исследование сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки / В.М. Дринча. – Воронеж: Изд-во НПО «Модэк». – 2006. – 384 с.

4. Ленточный сепаратор: пат. 109026 РФ: МПК В07В 13/00 (2006.01); заявл. 08.06.2011; опубл. 10.10.2011, Бюл. №28.

5. Маркова Е.В. Планирование эксперимента в условиях неоднородности / Е.В. Маркова, А.Н. Лысенков. – М.: Наука, 1973. – 220 с.

6. Мельников С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рощин. – Изд. 2-е, перераб. – Л.: Колос, Ленигр. отд-ние. – 1980. – 168 с.

7. Налимов В.В. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов / В.В. Налимов, Н.А. Чернова. – М.: Наука, 1965. – 380 с.

УДК 631:362.7

**В. И. Курдюмов, М. А. Карпенко, Г. В. Карпенко,
А. А. Павлушин, С. А. Сутягин**

ФГБОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия
им. П.А. Столыпина», Ульяновск
E-mail: SergeySut@mail.ru

СНИЖЕНИЕ ЗАТРАТ ЭНЕРГИИ НА СУШКУ ЗЕРНА В УСТАНОВКЕ КОНТАКТНОГО ТИПА

Ключевые слова: сушка зерна, энергосбережение, математическая модель.

Обоснован выбор контактного способа сушки зерна. Предложена схема установки контактного типа для сушки зерна. Приведены основные теоретические зависимости по обоснованию потерь теплоты через последовательно расположенные теплоизоляционные слои. Получена теоретическая зависимость затрат энергии на процесс сушки зерна от конструктивно-режимных параметров установки и свойств обрабатываемого зерна. Представлены результаты исследований установки в лабораторных условиях.