

УДК 631.362.3:533.6

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО СЕПАРАТОРА ЗЕРНА

**Воложанинов С.С.**, к.т.н., доцент ЮФ НУБиП Украины «Крымский агротехнологический университет»

*В статье изложены результаты экспериментальных исследований аэродинамического сепаратора зерна. Дана оценка влияния отдельных конструктивных параметров на качество очистки зерна.*

**Ключевые слова:** аэродинамическая сепарация, зерно, экспериментальные исследования.

Для оценки степени влияния отдельных факторов, их взаимодействия на качество очистки зерна в аэродинамическом сепараторе и поиска области оптимальных значений его основных параметров запланировано проведение многофакторных экспериментов. В основу этих экспериментов положены известные в литературе методические разработки и рекомендации. Выбор параметра оптимизации, факторов и уровней их варьирования осуществлялся исходя из результатов предварительных поисковых исследований [1,2].

При очистке зерна одним из основных критериев, позволяющим судить о качественной работе устройства, является «чистота» основной культуры (конечного продукта), которую определяют по формуле (1) после взвешивания фракций, полученных в результате сепарации [3]:

$$X = \frac{100Aa}{Aa + \sum_{i=1}^n B_i b_i}, \quad (1)$$

где  $X$  - «чистота» основной культуры, %;  $A$  - содержание основной культуры в исходном продукте, %;  $a$  - содержание основной культуры в конечном продукте по отношению к содержанию основной культуры в исходном продукте %;  $B_i$  - содержание  $i$ -ой примеси в исходном продукте, %;  $b_i$  - содержание  $i$ -ой примеси в конечном продукте по отношению к  $B_i$ , %;  $n$  - количество примесей.

С целью изучения влияния технологических и конструктивных параметров аэродинамической машины на качество очистки проводился эксперимент, в котором исследовалось сочетание угла наклона  $\alpha$  поворотного сопла и направляющих лопаток  $\beta$ .

Для описания процесса сепарации принята математическая модель [4,5]:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{\substack{i,j=1 \\ i < j}}^k b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^k b_{ii} x_i^2 \quad (2)$$

где:  $k$  - число факторов.

Перед проведением экспериментов произведено кодирование факторов, которое представлено в таблице 1.

Таблица 1

### Кодирование факторов эксперимента

Интервал варьирования и уровень факторов	Угол наклона поворотного сопла $\alpha$ , градусы	Угол наклона лопаток $\beta$ , градусы
Нулевой уровень $x_i = 0$	30,0	22,5
Интервал варьирования $\delta_i$	15,0	15,0
Нижний уровень $x_i = -1$	15,0	7,5
Верхний уровень $x_i = +1$	45,0	37,5
Кодовое обозначение	$x_1$	$x_2$

Исследования проводились с применением модели зерновой смеси, состоящей из двух навесок массой по 0,3 кг. В первую навеску на лабораторных ситах предварительно были отобраны зерна размером от 2,4 мм до 3 мм, а во вторую - размером от 1,5 мм до 2 мм. Перед сепарированием навески перемешивались и помещались в бункер лабораторной установки. После этого осуществлялось сепарирование в соответствии с планом эксперимента и настройками параметров сепаратора. Полученное содержимое карманов сортировалось на ситах и производилось взвешивание фракций. Эксперименты проводились в трех повторностях для каждого из 9 уровней в соответствии с планом приведенным в таблице 2. Значимость коэффициентов регрессии определялась по критерию Стьюдента, адекватность модели - по критерию Фишера, а воспроизводимость - по критерию Кохрена в соответствии с принятыми методиками [4,5].

В кодированных переменных получено уравнение регрессии:

$$y = 51,1 + 1,4x_1 + 0,9x_2 + 0,5x_1^2 - 0,3x_2^2 - 0,4x_1x_2 \quad (3)$$

Адекватность модели проверялась по критерию Фишера, который рассчитывался и сравнивался с табличным значением при уровне значимости 0,05 [4,5]:

$$F = 8,9 \leq F_\alpha(f_{LF}; f_2) = 9,28 \quad (4)$$

где  $F$  - расчетный коэффициент критерия Фишера;  $F_\alpha(f_{LF}; f_2)$  - табличное значение критерия Фишера.

Полученная математическая модель адекватна, так как выполняется условие (4). После раскодирования факторов уравнение регрессии принимает вид:

$$X = 46,9 - 0,003\alpha + 0,18\beta + 0,002\alpha^2 - 0,001\beta^2 - 0,002\alpha\beta \quad (5)$$

## План и результаты эксперимента

Номер опыта	Варианты признака	Варианты признака X2	Наблюдения фактора			Среднеарифметическое значение фактора
1	1	1	53.14	52.95	52.91	53.00
2	-1	1	51.07	51.89	51.25	51.40
3	1	-1	51.93	51.98	51.61	51.84
4	-1	-1	47.87	49.11	48.44	48.47
5	1	0	53.95	54.2	53.08	53.74
6	-1	0	50.79	50.13	50	50.31
7	0	1	52.19	52.06	51.65	51.97
8	0	-1	50.38	49.92	50.8	50.37
9	0	0	50.3	50.55	50.55	50.47

Для более наглядного анализа полученной модели строилась поверхность отклика в 3-х мерном пространстве, которая проецировалась на горизонтальную плоскость. Результат представлен на рис. 1.

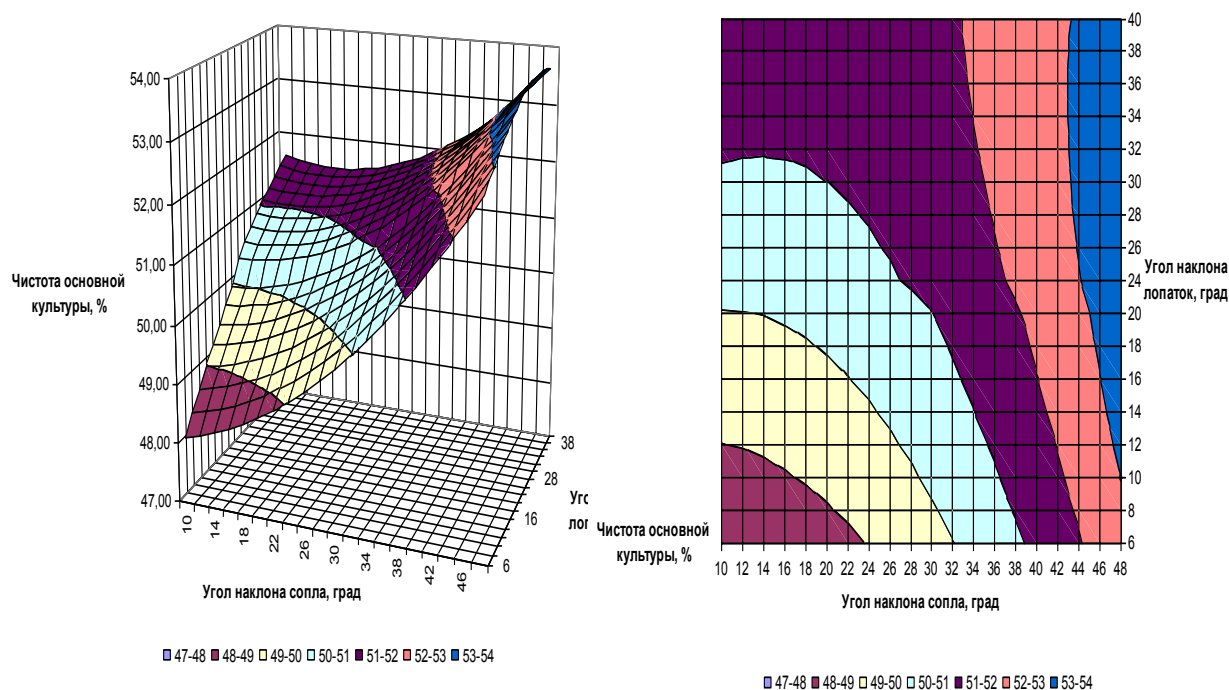


Рис. 1. Поверхность отклика и ее проекция, изображающие модель

$$X = 46,9 - 0,003\alpha + 0,18\beta + 0,002\alpha^2 - 0,001\beta^2 - 0,002\alpha\beta$$

Каждая кривая на проекции соответствует одному значению чистоты основной культуры. Анализ полученных кривых позволяет утверждать, что в данных условиях наибольшей степени очистки можно достичь если угол наклона поворотного сопла находится в пределах  $\alpha = 42...48^\circ$ , а угол наклона поворотных лопаток -  $\alpha = 12...40^\circ$ . При этом угол наклона поворотного сопла является доминирующим фактором. Варьирование исследуемых параметров позволяет обеспечить чистоту основной культуры не более 54%.

Выводы.

1. В заданных условиях сепарирования изменение исследуемых параметров позволяет получить чистоту основной культуры не более 54%.
2. При проектировании аэродинамического сепаратора следует учитывать, что угол наклона поворотного сопла является доминирующим по отношению к углу наклона лопаток.

#### Список использованных источников:

1. Машины для послеуборочной обработки зерна / Б.С. Оскин, И.В. Горбачев, А.А. Терехин, В.М. Соловьев.- М. Агропромиздат, 1987.- 238 с.
2. Завалий А.А. Расчетный анализ внутренней аэродинамики пневмосепарирующей машины // Энергосберегающие технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Сб. научн. работ Крымского государственного аграрного университета, Вып.122 (технические науки). – Симферополь, 2009. -С.26-34.
3. Электронный источник. Режим доступа [sxn.karelia.ru/lab/lab35.html](http://sxn.karelia.ru/lab/lab35.html).
4. Завалишин Ф.С., Мацнев М.Г. Методы исследований по механизации сельскохозяйственного производства.- М.: Колос, 1982, 231 с.
5. Менчер Э.М., Земшман А.Я. Основы планирования эксперимента с элементами математической статистики в исследованиях по виноградарству.-Кишинев: «Штиинца», 1986.-238с.

#### **Воложанінов С.С. Експериментальні дослідження аеродинамічного сепаратора зерна**

У статті викладені результати експериментальних досліджень аеродинамічного сепаратора зерна. Надано оцінку впливу окремих конструктивних параметрів на якість очищення зерна.

**Ключові слова:** аеродинамічна сепарація, зерно, експериментальні дослідження

#### **Volozhaninov S.S. Experimental study of aerodynamic grain separator**

The article presents experimental results of aerodynamic separator grain. Assesses the impact of certain design parameters on the quality of the cleaning of grain.

**Keywords:** aerodynamic separation, grain, experimental studies