

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
RY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

**АЛМАТЫ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
АЛМАТИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ALMATY TECHNOLOGICAL UNIVERSITY**

**«Ғылым. Білім. Жастар»
республикалық жас ғалымдар конференциясы**

**Республиканская конференция молодых ученых
«Наука. Образование. Молодежь»**

**Republic conference of young scientists
«Science. Education. Youth»**

**Конференция материалдары
18-19 сәуір, 2013ж.
Материалы конференции
18-19 апреля, 2013г.
Materials of the conference
18-19 April, 2013**

Алматы, 2013

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ШЕЛУШЕНИЯ ЛЮПИНА

Шаран А.В., к.т.н., доц., Харченко Е.И., к.т.н., доц.
Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Республика Украина
E-mail: a-537@ukr.net

Реализация полного трехфакторного эксперимента дала возможность построить математическую модель процесса шелушения семян люпина в лабораторном шелушителе УЛЗ-1 на основе математической обработки экспериментальных данных, полученных в результате варьирования всех факторов.

В качестве управляющих были выбраны следующие факторы: влажность семян, скорость вращения рабочего органа и время обработки в лабораторном шелушителе. Влажность семян изменяли в пределах от 10,1% до 16,1%, скорость вращения рабочего органа изменяли в пределах от 1500 об/мин до 2500 об/мин, продолжительность обработки в шелушителе – от 5 с до 10 с. В качестве выходной функции выбрано индекс шелушения [1]. План трехфакторного эксперимента в натуральных переменных приведен в табл. 1.

Таблица 1 - Матрица планирования трехфакторного эксперимента в натуральных переменных

Номер серии исследования	Факторы			Выходная функция, уср, %
	продолжительность обработки, t, с	влажность семян, W, %	скорость вращения рабочего органа, n, об/мин	
1	5	10,1	1500	69,7
2	30	10,1	1500	59,3
3	5	16,1	1500	66,2
4	30	16,1	1500	60,3
5	5	10,1	2500	65,8
6	30	10,1	2500	46,7
7	5	16,1	2500	66,8
8	30	16,1	2500	47,2

После математической обработки экспериментальных данных получено следующее уравнение регрессии в кодированных переменных [2]:

$$I_d = 60,24 - 6,901X_1 - 3,607X_3 - 2,801X_1X_3 - 0,630X_1X_2X_3 \quad (1)$$

Уравнение регрессии связывает уровни факторов с выходом процесса в области поверхности отклика, которую исследовали. Полученное уравнение позволяет определить без дополнительной постановки эксперимента величины выхода процесса (индекса шелушения) в середине исследованной области поверхности отклика путем интерполяции.

Статистический анализ значимости коэффициентов полученного уравнения проводили по критерию Стьюдента. Значимость коэффициентов уравнения проверяли по соблюдению следующего неравенства:

$$|b_i| > t_{0,95;16} S_{(bi)} = 1,71 \cdot 0,317 = 0,543$$

Все коэффициенты, которые меньше рассчитанного произведения – отбрасывались, как незначимые.

Проверку адекватности уравнения регрессии проводили по критерию Фишера.

Расчетное значение критерия Фишера составило $F_p = 3,68$, табличное значение критерия Фишера при степенях свободы $f_1 = 24$ и $f_2 = 3$ составило $F_m = 8,63$. Сравнивая табличное и расчетное значения критерия Фишера убеждаемся, что полученное уравнение регрессии адекватно описывает процес шелушения семян люпина, так как табличное значение больше расчетного: $F_m = 8,63 > F_p = 3,68$.

Адекватность полученного значения модели позволяет использовать уравнение регрессии как интерполяционную формулу для расчета значений выхода процесса при любых других значениях факторов, которые находятся между верхним и нижним уровнями варьирования [3].

Проведя розкодирование уравнения регрессии, в натуральных переменных оно будет иметь следующий вид:

$$I_{ш} = 60,24 - 6,901 \cdot \left(\frac{t-17,5}{12,5} \right) - 3,607 \cdot \left(\frac{n-2000}{500} \right) - 2,801 \cdot \left(\frac{t-17,5}{12,5} \right) \cdot \left(\frac{n-2000}{500} \right) - 0,630 \cdot \left(\frac{t-17,5}{12,5} \right) \cdot \left(\frac{W-13,1}{3,0} \right) \cdot \left(\frac{n-2000}{500} \right) \quad (2)$$

Уравнение 2 может использоваться только для лабораторных шелушителей УЛЗ-1, так как изменение скорости вращения будет влиять на линейную скорость рабочего органа, в свою очередь линейная скорость рабочего органа зависит от диаметра абразивного круга. В связи с этим скорость вращения рабочего органа (об/мин) приводили к линейной скорости при помощи формулы:

$$V = \pi \cdot D \cdot n \quad (3)$$

где, V – линейная скорость, м/с; D – диаметр абразивного диска, м; n – скорость вращения абразивного диска (рабочего органа), об/с.

Проведя расчеты для скорости вращения рабочего органа шелушителя 1500 об/мин (25 об/с) получим:

$$V = 3,14 \cdot 0,126 \cdot 25 = 9,89 \text{ м/с}$$

Для скорости вращения рабочего органа шелушителя 2500 об/мин (41,66 об/с) получим:

$$V = 3,14 \cdot 0,126 \cdot 41,66 = 16,48 \text{ м/с.}$$

Подставляя полученные данные, уравнение регрессии будет иметь следующий вид:

$$I_{ш} = 60,24 - 6,901 \cdot \left(\frac{t-17,5}{12,5} \right) - 3,607 \cdot \left(\frac{V-13,18}{3,295} \right) - 2,801 \cdot \left(\frac{t-17,5}{12,5} \right) \cdot \left(\frac{V-13,18}{3,295} \right) - 0,630 \cdot \left(\frac{t-17,5}{12,5} \right) \cdot \left(\frac{W-13,1}{3,0} \right) \cdot \left(\frac{V-13,18}{3,295} \right) \quad (4)$$

Для определения правильности полученного уравнения было проведено серию экспериментальных исследований шелушения люпина, которая состояла из четырех повторностей. Были выбраны произвольные значения факторов в исследуемой области: влажность семян люпина 14,1 %, продолжительность шелушения в шелушителе УЛЗ-1 – 17 с, скорость вращения рабочего органа машины – 2500 об/мин.

В результате проведенной экспериментальной апробации получено среднее значение индекса шелушения которое составило 57,36 %.

Расчетное значение индекса шелушения определенное по формуле 2 составило 57,02%. Разница фактического и расчетного значений индекса шелушения составила 0,34%. Исходя из проведенных исследований можно считать уравнение регрессии достоверным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пшеница и ее улучшение. Перевод с англ. Н.А. Емельяновой, Н.М. Резниченко. Под ред. докт. с.-х. наук М.М. Якубцинера, проф. Н.П. Козьминой и проф. Л.Н. Любарского. – М.: Колос, 1970. – 518 с.
2. Грачев Ю.П., Плаксин Ю.М. Математические методы планирования эксперимента. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 296 с.
3. Мальцев П.М., Емельянова Н.А. Основы научных исследований. – К.: Вища школа. Головное изд-во, 1982. – 192 с.