

УДК 664.726.9

В.М. Поздняков, к.т.н., доцент, С.А. Зеленко, аспирант
*Белорусский государственный аграрный технический
университет, г. Минск, Республика Беларусь*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СЕПАРИРОВАНИЯ СЕМЯН ЛУКА ПО УДЕЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ

Введение

К числу наиболее ценных биологических признаков семян относится удельная плотность. С удельной плотностью связано содержание в семенах питательных веществ, определяющих прорастание зародыша и появление дружных, здоровых всходов. Семена с наибольшей удельной плотностью обладают большим запасом питательных веществ, высокой энергией прорастания, всхожестью и, естественно, дают лучший рост растений и более высокий урожай.

Основная часть

Удельную плотность можно рассматривать как комплексную характеристику, суммарно отражающую такие показатели физико-химических свойств семени, как структура, химический состав, масса 1000 семян, и т. п. Семена лука по удельной плотности можно разделить вибропневматическим методом, который основан на избирательном транспортировании с последующим удалением отличающихся плотностью частиц зерновой смеси в псевдоожигенном слое.

Технологический процесс сепарирования семян лука на вибропневматическом сепараторе протекает на вибрирующей шероховатой поверхности – деке, которая продувается восходящим воздушным потоком. Эффективность выделения примесей, отличающихся удельной плотностью, и четкое сортирование основного (полноценного) компонента зависит не только от конструктивных особенностей оборудования, но и во многом определяется режимными параметрами работы данных машин. Поэтому определение рациональных параметров работы данных машин является актуальной

научно-практической задачей в контексте общего совершенствования работы данного оборудования.

Для проведения экспериментальных исследований процесса вибропневмосепарирования семян лука в псевдооживленном слое изготовлен экспериментальный стенд, обеспечивающий максимально эффективное разделение семян лука на фракции, отличающиеся между собой удельной плотностью в пределах 10-15% [1]. Схема экспериментального стенда представлена на рисунке 1.

В результате проведения серии отсеивающих экспериментов из всего многообразия факторов, влияющих на эффективность процесса сепарирования, для проведения экспериментальных исследований процесса разделения семян лука по удельной плотности на разработанном сепараторе вибропневматического принципа действия факторами варьирования были выбраны следующие параметры:

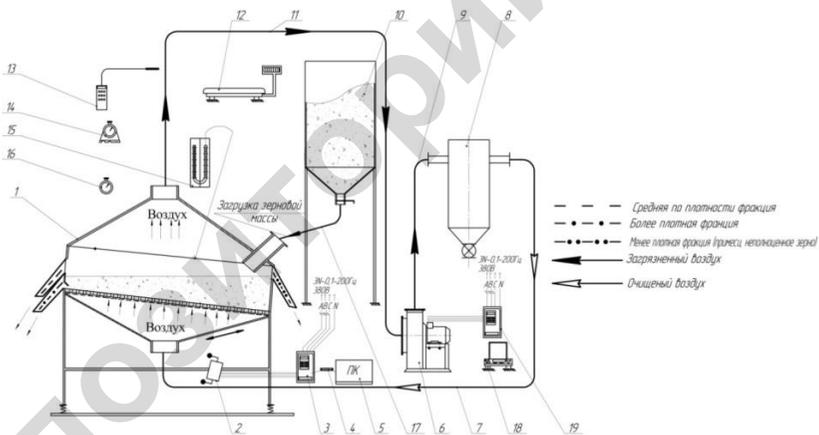


Рисунок 1 – Схема экспериментального стенда:

- 1 – сепаратор вибропневматического принципа действия;
- 2 – электровибратор ИВ-99Б;
- 3 – частотный преобразователь PROSTAR PR 6100;
- 4 – преобразователь интерфейса АС4;
- 5 – персональный переносной компьютер ASUS X550C;
- 6 – вентилятор ВЦП-3;
- 7 – нагнетающий воздуховод;
- 8 – осадочная камера;
- 9 – воздуховод;
- 10 – бункер;
- 11 – всасывающий воздуховод;
- 12 – весы;
- 13 – анемометр ТКА-ПКМ50;
- 14 – угломер маятниковый ЗУРИ-М;
- 15 – U образный манометр;
- 16 – секундомер;
- 17 – патрубков для подачи зерновой массы;
- 18 – анализатор влажности;
- 19 – частотный преобразователь ВЕСПЕР E2-8300-007Н.

- амплитуда колебаний сетчатой деки 1,5-3,0 мм;
- частота колебаний сетчатой деки 17-22 Гц;
- скорость воздушного потока в рабочей камере сепаратора 0,9-1,2 мм;
- угол наклона сетчатой деки к горизонту 2-5 град.

В качестве выходных функций выбраны такие показатели, характеризующие эффективность работы разработанного сепаратора, как:

- коэффициент увеличения массы:

$$K_{у.м.} = \frac{m_1 - m_{нач}}{m_{нач}} \times 100\%$$

где m_1 – масса 1000 семян лука более плотной фракции, разделенной на вибропневматическом сепараторе, г;

$m_{нач}$ – масса 1000 семян лука исходной смеси, г.

- производительность:

$$Q = \frac{m}{t}$$

где m – масса семян лука поступающих на сепарирование, кг;

t – время сепарирования, с.

Для определения оптимальных параметров работы разработанного сепаратора был проведён полнофакторный эксперимент по плану Бокса-Уилсона типа 2^4 со звездой. В результате планирования было проведено 26 экспериментов, которые проводились с двойной повторностью.

Детальный анализ влияния входных параметров на процесс сепарирования семян лука по удельной плотности был проведен с использованием современных пакетов программ обработки экспериментальных данных STATISTICA 7 и STATGRAPHICS Centurion XVI.I.

Так как критерием эффективной работы сепаратора является максимальный коэффициент увеличения массы с наибольшей производительностью, то при оптимизации необходимо было определить параметры работы сепаратора, удовлетворяющие данному условию.

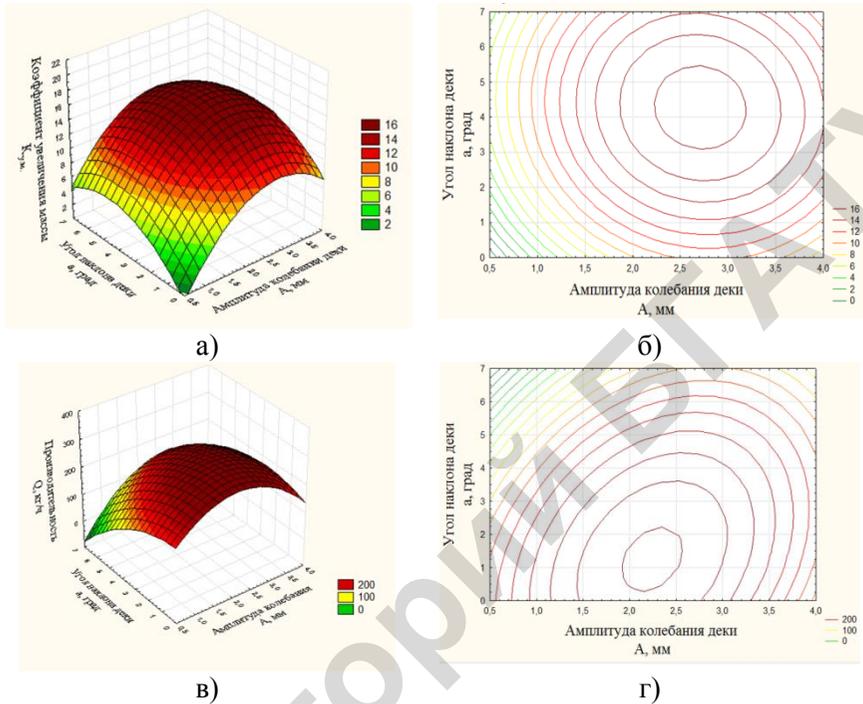


Рисунок 2 – Поверхности отклика выходных функций коэффициент увеличения массы $K_{y,m}$ (а, б) и производительность Q (в, г) от угла наклона деки α и амплитуды колебания деки A при $f=19,5$ Гц и $v_0=1,2$ м/с.

Анализируя данные поверхности отклика можно сделать вывод о том, что данные поверхности имеют явный экстремум, т.е. оптимальную область протекания процесса самосортирования зерновой массы по удельной плотности.

Определение рациональных параметров сепаратора, обеспечивающих максимальный коэффициент увеличения массы с наибольшей производительностью, производилось графическим методом наложения линий равного уровня выходных функций (рис. 3).

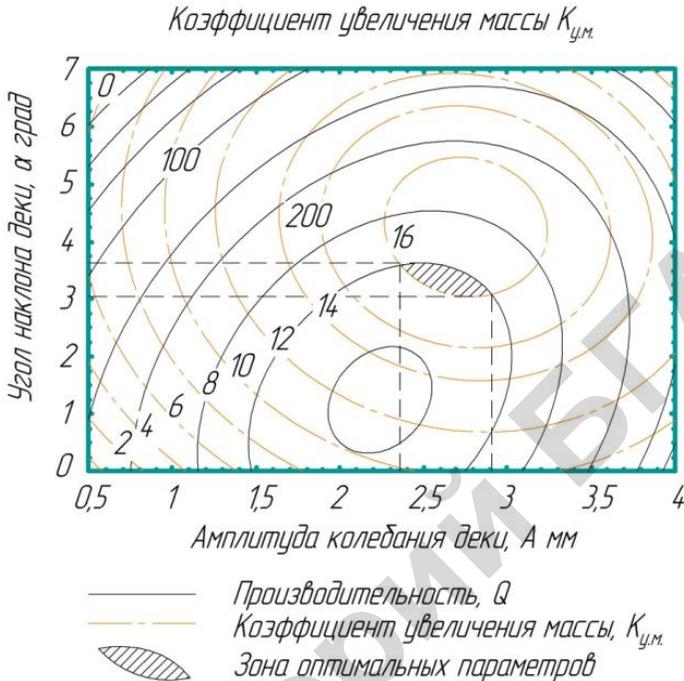


Рисунок 3 – Определение оптимальных параметров сепарирования семян лука методом наложения линий равного уровня.

На основании графического метода оптимизации в таблице 1 приведены оптимальные параметры работы сепаратора, обеспечивающие максимальный коэффициента увеличения массы и наибольшую производительность процесса сепарирования семян лука по удельной плотности.

Таблица 1 – Оптимальные параметры сепарирования семян лука по удельной плотности.

Параметры	Амплитуда колебания деки, мм	Частота колебания деки, Гц	Скорость воздушного потока, м/с	Угол наклона деки, град.
Сочетание выходных функций	2,4-2,9	19,5	1,2	3,0-3,5

С целью выяснения влияния удельной плотности на посевные качества семян, было проведено экспериментальное исследование по определению энергии прорастания и всхожести семян лука. Проведённые исследования показали высокую эффективность вибропневматического способа разделения семян по удельной плотности. По результатам обработки семян лука на вибропневматическом сепараторе всхожесть семян повышена с 66% до 91%. Масса ростков на 12 сутки проращивания составила: 0,612 г – для семян исходной фракции, 1,235 г – для семян плотной фракции после вибропневмосепарирования (т.е. увеличение более чем в 2 раза). Длина ростков равна соответственно: 30 мм – для семян исходной фракции, 55 мм – для семян плотной фракции после вибропневмосепарирования.

Исследование в данном направлении актуально, имеет практическую значимость.

Заключение

На основании графического метода оптимизации параметров работы экспериментального сепаратора вибропневматического принципа действия определены рациональные параметры процесса сортирования семян лука по удельной плотности с точки зрения обеспечения максимального коэффициента увеличения массы и наибольшей производительности: амплитуда колебания деки $A = 2,4-2,9$ мм, частота колебания деки $f = 19,5$ Гц, скорость воздушного потока $v_e = 1,2$ м/с, угол наклона деки $\alpha = 3,0-3,5$ град. Данные параметры работы сепаратора будут рекомендованы к использованию для эффективной подготовки семян лука к посеву.

Список использованной литературы

1. Поздняков В.М. Исследование вибрационных характеристик вибропневматического оборудования / Поздняков В.М., Зеленко С.А., Рублик П.В. // Исследования и результаты. – Алматы, Казахстан. – 2014. – №2. – С. 246-253.