

зерноочистительных машин с регулируемыми кинематическими и конструктивными параметрами работы и с ярко выраженной зависимостью качества сепарирования от производительности.

#### Литература

1. Тарасик, В.П. Математическое моделирование технических систем: учебник для вузов / В.П. Тарасик. – Минск: ДизайнПРО, 2004. – 640 с.

УДК 664.726.9

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ СЕМЯН НА ЛАБОРАТОРНОМ ВИБРОПНЕВМОСЕПАРАТОРЕ

Иванов А.В., д.т.н., проф., Ермаков А.И. (МГУП), Поздняков В.М., к.т.н. (БГАТУ)

### Введение

Основной задачей агропромышленного комплекса любого государства является повышение урожайности зерновых культур и, как следствие, валового сбора зерна. Ее успешное решение позволяет обеспечить продовольственную безопасность страны и высокий уровень жизни ее граждан. В Республике Беларусь данная задача не может быть решена без комплексного технического перевооружения предприятий по очистке, хранению и подготовке семян, т.к. семена являются основой будущего урожая, а посев высококачественных семян – самый эффективный способ увеличения урожайности сельскохозяйственных культур [1].

### Основная часть

В Республике Беларусь сев производят семенами «элиты» и «суперэлиты», к которым в соответствии с СТБ 1073-97 предъявляются жесткие требования, как по сортовой чистоте, так и по содержанию вредных примесей. Основной такой примесью являются рожки спорыньи: в элитных семенах ржи их содержание не должно превышать 0,03%, а тритикале – 0,01%. Данные требования связаны с тем, что наличие рожков спорыньи в семенном материале приводит к гибели до 30% урожая.

Анализ литературных данных показал, что в период с 2005 г. по 2009 г. содержание спорыньи в семенах тритикале и ржи, выращенных элитопроизводящими хозяйствами нашей Республики не удовлетворяло требованиям посевного стандарта. Полученные данные свидетельствуют о том, что содержание спорыньи в семенах данных культур не опускалось ниже 0,05%, что почти в 2 раза выше допустимых норм для элитных семян ржи и в 5 раз – тритикале.

Основной проблемой очистки семян тритикале и ржи от рожков спорыньи является то, что размеры рожков находятся в достаточно широких пределах и полностью перекрывают весь интервал варьирования размеров зерновок тритикале и ржи. Очистка семян на воздушноситовых сепараторах и триерах позволяет выделить лишь частично «крупную» и «мелкую» фракции спорыньи, а ее «средняя» фракция полностью остается в зерновой массе, и для ее выделения необходимо использовать специальные зерноочистительные машины. Анализ литературных данных показал, что на данный момент не существует высокоэффективного, простого в использовании и надежного оборудования для очистки семян тритикале и ржи от спорыньи. Поэтому создание отечественной высокоэффективной машины для очистки семян от рожков спорыньи – необходимый этап в процессе совершенствования технологии по очистке, хранению и подготовке высококачественных семян.

На основании анализа физико-химических свойств зерновок тритикале, ржи и рожков спорыньи, очистка по различию плотностей признана наиболее перспективной. Разница в

плотности рожков спорыньи и зерновок основной культуры составляет 9...14 % [2].

Наиболее эффективным оборудованием для разделения сыпучей смеси по плотности являются машины, работающие по вибропневматическому принципу действия. Данный принцип сепарирования, как показывает производственная практика, может обеспечить устойчивое расслоение зерновой смеси по плотности.

В УО «МГУП» разработан лабораторный вибропневмосепаратор для очистки семян от рожков спорыньи. Примененные в нем, новые конструктивные решения позволяют с более высокой эффективностью очищать семена и обеспечивают минимальные потери годного продукта с примесями [3]. Общий вид лабораторного вибропневмосепаратора показан на рисунке 1.

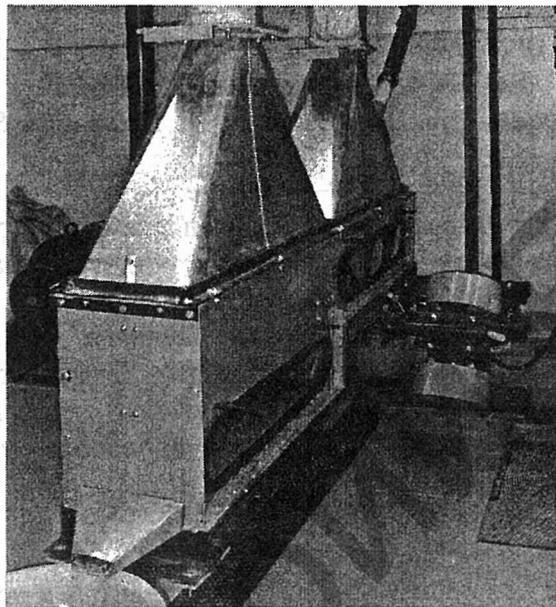


Рисунок 1 – Общий вид лабораторного вибропневмосепаратора

Для исследования процесса очистки семян от рожков спорыньи на лабораторном вибропневмосепараторе был создан экспериментальный стенд [1].

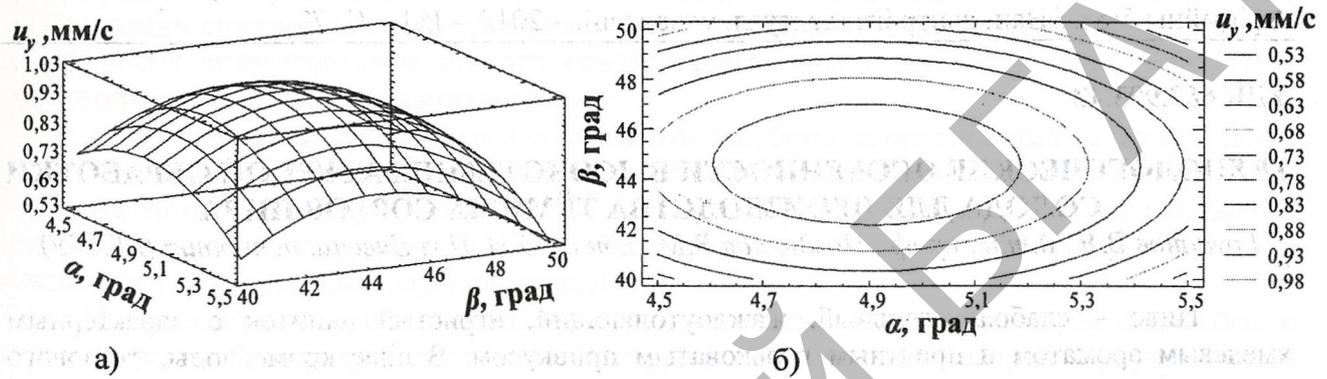
Вибропневматическое сепарирование можно представить в виде двух одновременно протекающих процессов: процесса самосортирования, который характеризуется тем, что зерновая смесь под действием воздушного потока и колебаний расслаивается по плотности; процесса вывода полученных в ходе самосортирования фракций.

На основании теоретических исследований было установлено, что процесс самосортирования зависит, в основном, от режимных параметров (угол наклона сетчатой деки к горизонту, амплитуда колебаний, угол направления колебаний, скорость воздушного потока в рабочей камере, распределение скоростей воздушного потока). Раздельный вывод полученных в ходе самосортирования разнородных фракций обеспечивается соотношением конструктивных параметров вибропневмосепарирующих машин.

Для определения оптимальных режимных параметров работы разработанного вибропневмосепаратора был спланирован и проведен многофакторный эксперимент по плану  $2^4$  со звездой по очистке семян ржи от рожков спорыньи. Режимные параметры работы вибропневмосепаратора варьировались в следующих интервалах: угол наклона сетчатой деки к горизонту  $\alpha=4,5\div5,5^\circ$ ; угол действия добавочной силы от электровибраторов  $\beta=40\div50^\circ$ ; скорость воздуха в рабочей камере вибропневмосепаратора  $v_B=0,75\div1,1$  м/с; угловая частота колебаний сетчатой деки  $\omega=105\div157$  рад/с. Амплитуда колебаний деки и высота слоя продукта у приподнятого края деки поддерживались постоянными  $A=2$  мм,  $h=50$  мм. В ходе эксперимента средние плотности зерновок ржи и рожков спорыньи соответственно были равны  $\rho_0=1215$  кг/м<sup>3</sup>,  $\rho=1106$  кг/м<sup>3</sup>, влажность зерновой смеси равнялась 13,5%.

В качестве выходных функций были выбраны следующие показатели, характеризующие эффективность процессов самосортирования и вибропневмосепарирования: средняя скорость расслоения (всплытия рожков спорыньи), производительность и коэффициент очистки семян.

После обработки результатов эксперимента построен ряд графических зависимостей описывающих влияния режимных параметров работы лабораторного вибропневмосепаратора на выходные функции. На рисунке 2 представлены графические зависимости средней скорости расслоения  $u_y$  от угла наклона сетчатой деки к горизонту  $\alpha$  и угла действия добавочной силы от электровибраторов  $\beta$ . Из графических зависимостей видно, что максимальная скорость процесса расслоения достигается при  $\alpha=5^\circ$ ,  $\beta=45^\circ$ .



а) – поверхность отклика; б) – линии уровня

Рисунок 2 – Графические зависимости средней скорости расслоения  $u_y$  от угла наклона сетчатой деки к горизонту  $\alpha$  и угла действия добавочной силы от электровибраторов  $\beta$ , при  $v_B=0,925$  м/с,  $\omega=130,8$  рад/с

Из графических зависимостей, представленных на рисунке 2, видно, что максимальная скорость процесса расслоения достигается при  $\alpha=5^\circ$ ,  $\beta=45^\circ$ , при этом значению максимальной скорости всплытия не соответствует максимальный коэффициент очистки, т.е. при максимально эффективном протекании процесса самосортирования общая эффективность работы машины снижается. Это говорит о том, что процесс вывода полученных в ходе самосортирования фракций, обеспечиваемый соотношением конструктивных параметров вибропневмосепаратора, протекает не достаточно эффективно.

В настоящее время проводится многофакторный эксперимент по определению оптимальных конструктивных параметров лабораторного вибропневмосепаратора, обеспечивающие максимально эффективную очистку семян от рожков спорыньи с высокой производительностью.

### Заключение

Создание отечественной высокоэффективной машины для очистки семян от трудноотделимых примесей – необходимый этап в рамках совершенствования технологии очистки семян. Разработанный лабораторный вибропневмосепаратор с новыми конструктивными решениями позволяет с более высокой эффективностью очищать семена и при этом снизить потери годного продукта с примесями [3]. Созданные на основе лабораторной установки промышленные вибропневмосепараторы с успехом могут использоваться для подготовки высококачественного семенного материала.

### Литература

1. Иванов, А.В. Технологические особенности очистки семян злаковых культур в Республике Беларусь / А.В. Иванов, А.И. Ермаков, В.М. Поздняков // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф.,

Минск, 19-20 окт. 2010г.: в 2 т./ РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редкол.: П.П.Казакевич (гл. ред.), О.О.Дударев. – Минск, 2010. – Т.1 – С.191-196.

2. Ермаков, А.И. Противоточный каскадный вибропневмосепаратор для очистки семян ржи и тритикале от спорыньи/ А.И. Ермаков, А.В. Иванов, В.М. Поздняков // Современная сельскохозяйственная техника: исследование, проектирование, применение: материалы Междунар. науч. – практ. конф., Минск, 26-28 мая 2010г.: в 2 ч./ БГАТУ; редкол.: В.Н. Дашков [и др.] – Минск, 2010. – Ч.2. – С. 76-79.

3. Вибропневмосепаратор для сыпучих продуктов: пат. №12903 Респ. Беларусь, МПК (2009) В 07 В 4/00 / А.В.Иванов, Н.В. Иванова, В.М. Поздняков, А.И. Ермаков; заявитель Могилёвский гос. ун-т продовольствия. - № а20080337; заявл. 24.03.08.; опубл. 30.10.08 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. - №1. - С. 73.

УДК 663.993.42

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ СОЛОДА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЁМНЫХ СОРТОВ ПИВА

*Груданов В.Я., д.т.н., проф., Поздняков В.М., к.т.н., Э.И. Пол Дивени, аспирант (БГАТУ)*

Пиво – слабоалкогольный, жаждоутоляющий, игристый напиток с характерным хмелевым ароматом и приятным горьковатым привкусом. В пиве кроме воды, этилового спирта и диоксида углерода содержится значительное количество питательных и биологически активных веществ: белков, углеводов, микроэлементов и витаминов.

В настоящее время для пивоваренной промышленности Республики Беларусь достаточно остро стоит проблема перехода на использование сырья местного производства, при этом существующее технологическое оборудование не позволяет получить высококачественный карамельный солод для производства тёмных сортов пива.

Солод – пророщенное зерно злаковых культур (ячменя, ржи, риса, пшеницы) в специально созданных и регулируемых условиях. После высушивания свежепросоженного солода при температуре 40-85 °С получается ферментативно-активный светлый солод, при более высоких температурах высушивания (105 °С) образуется ферментативно-неактивный темный солод. По органолептическим показателям пивоваренный солод имеет свежий огуречный запах, от светло-желтого до желтого цвета и сладковатый вкус. Светлый солод высокого качества содержит не более 4,5% влаги с продолжительностью осахаривания 15 мин и экстрактивность 79% на сухие вещества. Темный карамельный (жженный) солод содержит не более 6% влаги с экстрактивностью 70% на сухие вещества. Ржаной солод содержит не более 8% влаги с продолжительностью осахаривания 25 мин, и экстрактивностью 80% на сухие вещества. Кроме светлого и темного солода в пивоваренном производстве находят применения специальные ячменные солода, которые интенсифицируют технологические процессы пивного сусла, брожения и дображивания или для улучшения цвета, вкуса и аромата пивного сусла и готового сусла (карамельный, жженный солод).

Карамельный солод – это сильно окрашенный ароматический продукт, получаемый из свежепросоженного светлого солода путем осахаривания и обжаривания. Его готовят по следующей схеме: свежепросоженный светлый солод многократным орошением водой увлажняют до 50-60% и загружают в обжарочный барабан на 2/3 его вместимости. При частоте вращения барабана 30 мин<sup>-1</sup> солод нагревают до 70°С, выдерживают 40 – 50 мин, затем нагревают до 120 – 170°С, давая возможность солоду в это время высохнуть, и обжаривают до получения нужного цвета в течение 2,5 – 4,0 ч. Для светлого карамельного солода температура обжаривания должна быть равной 110 – 120°С, для солода средней цветности – 130 - 150°С, для темного солода – 150 – 170°С. [1, 2]