

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ СЕМЯН ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР ОТ ТРУДНООТДЕЛИМЫХ ПРИМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ СОЗДАНИЯ НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ МАШИН

А.В. Иванов, докт. техн. наук, профессор, А.И. Ермаков, аспирант (МГУП); В.М. Поздняков, канд. техн. наук (БГАТУ)

Аннотация

В статье описан разработанный вибропневмосепаратор для очистки семян злаковых культур от спорыньи, с новыми конструктивными решениями, позволяющий значительно повысить степень очистки, и при этом сократить потери семян с примесями. Приведены полученные графические зависимости скорости расслоения, степени очистки и производительности вибропневмосепаратора от режимных параметров работы.

The developed vibropneumoseparator for cleaning the seeds of cereal crops from spur is described. It has new design solutions that can significantly increase the degree of purification and thus reduce the loss of seeds with contaminants. The obtained graphical dependences of the separation, purification efficiency and operational parameters' productivity are given.

Введение

Основной задачей агропромышленного комплекса государства является повышение урожайности зерновых культур и, как следствие, валового сбора зерна, что 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 преимущественно 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 может приводить к гибели до 30% урожая.

Анализ литературных данных показал, что семена тритикале и ржи, выращенные элитопроизводящими хозяйствами нашей Республики в период с 2005 по 2010 гг., не соответствовали требованиям посевного стандарта и нуждались в очистке. Полученные данные свидетельствуют о том, что содержание рожков 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 – для тритикале. Следует отметить, что в отдельных партиях семян содержание рожков спорыньи превышало допустимые значения: в семенах ржи в 6 раз, а в тритикале в 20 раз [1].

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 воздушно-ситовых сепараторах и триерах позволяет выделить лишь частично «крупную» и «мелкую» фракции спорыньи, а ее «средняя» фракция полностью остается в зерновой массе. Следует отметить, что в настоящее время на большинстве зерноочистительных комплексов Республики Беларусь очистку семян проводят на сепараторе Petkus K531 (Германия). Однако, как показала практика ведущих СПК нашей страны, зачастую, чтобы довести семена до высоких посевных кондиций, приходится пропускать их по два, а то и по три раза через машину, что ведет к дополнительным финансовым затратам и снижает качество посевного материала из-за травмирования 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 прин-

ципу действия. Наиболее распространенным оборудованием данного типа являются пневмосортировальные столы. В частности, ими укомплектовываются универсальные зерноочистительные агрегаты ЗАВ (Россия). При правильной эксплуатации данные машины достаточно успешно очищают основную массу семян от трудноотделимых примесей, но количество промежуточных фракций может достигать 40%, что существенно снижает конечный выход семян.

На основании проведенного анализа отечественного и зарубежного зерноочистительного оборудования, можно сделать вывод о том, что в настоящее время 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.

В рамках выполнения научно-исследовательской работы 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 и схема экспериментального стенда представлены на рис. 1.

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 машины 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 $\rho_o=1215$ кг/м³, $\rho=1106$ кг/м³, влажность зерновой смеси равнялась 13,5%. В качестве выходных функций были выбраны следующие показатели, характеризующие эффективность работы вибропневмосепаратора: средняя скорость расслоения фракций, производительность и коэффициент очистки семян.

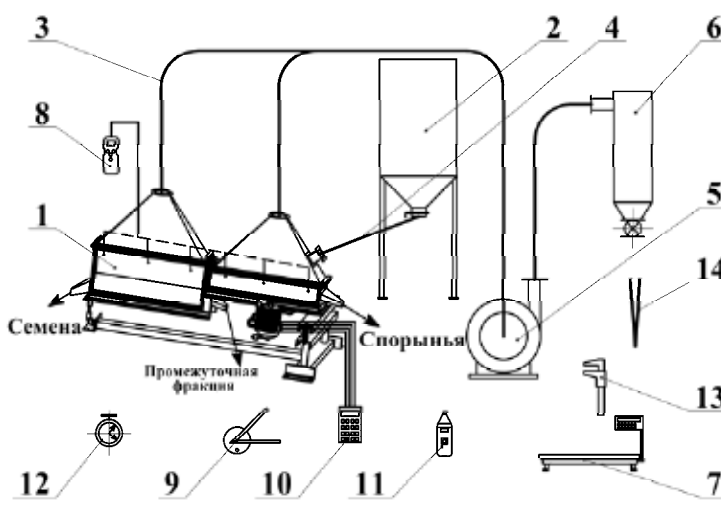
При проведении эксперимента семена ржи искусственно засорялись рожками спорыньи до концентрации 1%, что эмитировало некондиционную по содержанию вредных примесей зерновую смесь. Скорость расслоения (всплытия рожка спорыньи с поверхности деки) определялась по выражению:

$$u_y = \frac{h_y}{\tau_y}, \quad (1)$$

где h_y – высота слоя сыпучей смеси в месте



а



б

Рисунок 1. Схема экспериментального стенда:

а – общий вид лабораторного вибропневмосепаратора; б – схема экспериментального стенда:

1 – лабораторный вибропневмосепаратор; 2 – загрузочный бункер; 3 – воздуховод; 4 – материалопровод; 5 – вентилятор ВЦП-3; 6 – циклон БЦШ-3; 7 – весы электронные ВТНм-15; 8 – термоанемометр testo 425; 9 – угломер оптический ОУМ-3; 10 – частотный преобразователь тока Delta VFD-B; 11 – фототахометр АТТ-6000; 12 – секундомер; 13 – штангенциркуль; 14 – пинцет

всплытия частицы, мм; τ_y – время всплытия частицы, с.

После обработки результатов эксперимента построен ряд графических зависимостей, описывающих влияние режимных параметров работы лабораторного вибропневмосепаратора на выходные функции. На рис. 2 представлены графические зависимости средней скорости расслоения u_y от угла наклона сетчатой деки к горизонту α и угла действия добавочной силы от электровибраторов β .

Из графических зависимостей видно, что максимальная скорость процесса расслоения достигается при $\alpha=4,9^\circ$, $\beta=44,5^\circ$ в точке А (рис. 2). На рис. 3 представлены графические зависимости коэффициента очистки семян от угла наклона деки к горизонту и угла действия добавочной силы от электровибраторов, из которых видно, что максимальный коэффициент очистки достигается при $\alpha=5,15^\circ$, $\beta=42,7^\circ$ в точке В.

На рис. 4 представлены графические зависимости производительности лабораторного вибропневмосепаратора Q от угла наклона деки к горизонту α и угла

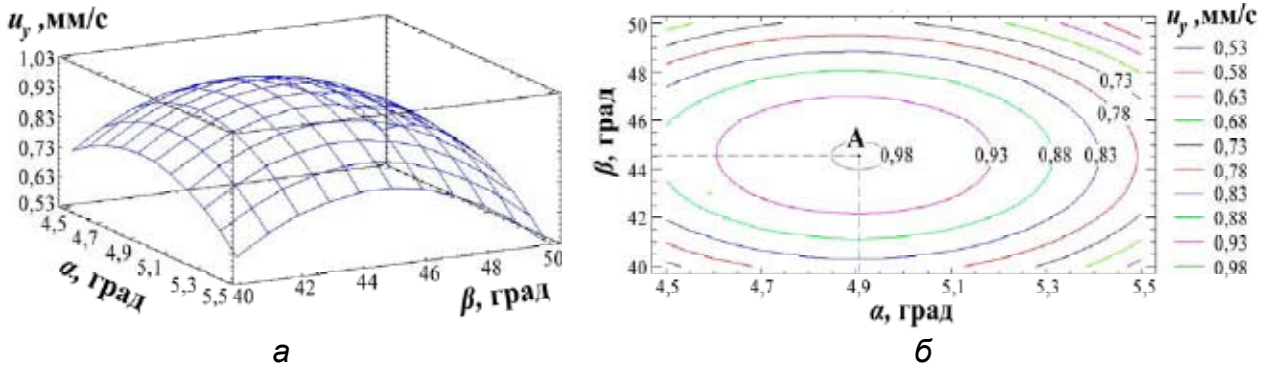


Рисунок 2. Графические зависимости средней скорости расслоения u_y от угла наклона сетчатой деки к горизонту α и угла действия добавочной силы от электровибраторов β : а – поверхность отклика; б – линии уровня

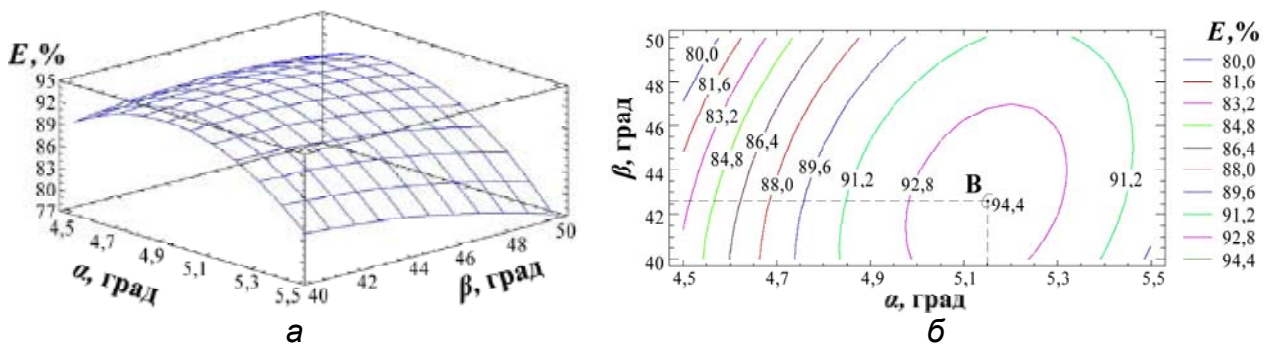


Рисунок 3. Графические зависимости коэффициента очистки E от угла наклона сетчатой деки к горизонту α и угла действия добавочной силы от электровибраторов β : а – поверхность отклика; б – линии уровня

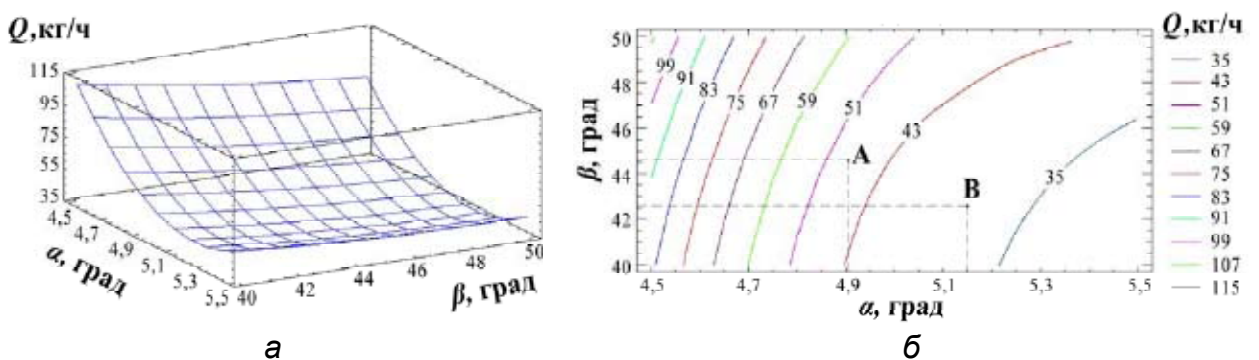


Рисунок 4. Графические зависимости производительности Q от угла наклона сетчатой деки к горизонту α и угла действия добавочной силы от электровибраторов β : а – поверхность отклика; б – линии уровня

действия добавочной силы от электровибраторов β .

Сравнение графических зависимостей, представленных на рис. 2 и 3, показывает, что значению максимальной скорости расслоения не соответствует максимальный коэффициент очистки, т.е. при максимальной эффективности протекании процесса самосортирования общая эффективность работы машины снижается. При этом если нанести точки А и В на линии равных уровней производительности от угла наклона сетчатой деки к горизонту и угла действия добавочной силы от электровибраторов, представленных на рис. 4,б, окажется что производительность лабораторного вибропневмосепаратора в них различается примерно на 30%. Это говорит о том, что процесс разделения полученных в ходе вибропневмосепарирования фракций, обеспечиваемый соотношением конструктивных параметров лабораторного вибропневмосепаратора, протекает не достаточно эффективно. И при оптимальном соотношении конструктивных параметров элементов вибропневмосепаратора, можно добиться 30%-го увеличения производительности при обеспечении максимального коэффициента очистки.

На основании результатов экспериментов по определению оптимальных режимных и конструктивных параметров лабораторного вибропневмосепаратора, разработана конструкция опытного промышленного вибропневмосепаратора для очистки семян (рис. 5).

Разработанный вибропневмосепаратор предна-

значен для отделения примесей, отличающихся от зерна меньшей плотностью (спорынья, головня) и сортирования семян на фракции, различающиеся плотностью. Максимальная производительность 4 т/ч. Наиболее целесообразно устанавливать данное оборудование в линиях для очистки семян после воздушно-ситовых сепараторов и триеров.

Последовательная очистка семян на двух деках обеспечивает доведение их по содержанию рожков спорыньи до элитных кондиций практически на всех режимах работы, что позволяет судить о высокой эффективности разработанного вибропневмосепаратора и об экономической целесообразности его использования.

Заключение

Разработанный вибропневмосепаратор обеспечивает коэффициент очистки семян от рожков спорыньи 94...95%, при этом максимальный коэффициент очистки достигается при угле наклона сетчатой деки $\alpha=5,1^\circ$ и угле действия добавочной силы от электровибраторов $\beta=42,7^\circ$. Данный вибропневмосепаратор с успехом может использоваться на зерноочистительных комплексах 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 «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редкол.: П.П.Казакевич (гл. ред.), О.О.Дударев. – Минск, 2010. – Т.1. – С.191-196.
2. Поздняков, В.М. Перспективы развития специализированного зерноочистительного оборудования / В.М. Поздняков, А.В. Иванов, А.И. Ермаков // Вестник МГУП. – 2009. – № 2. – С. 85-90.
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.

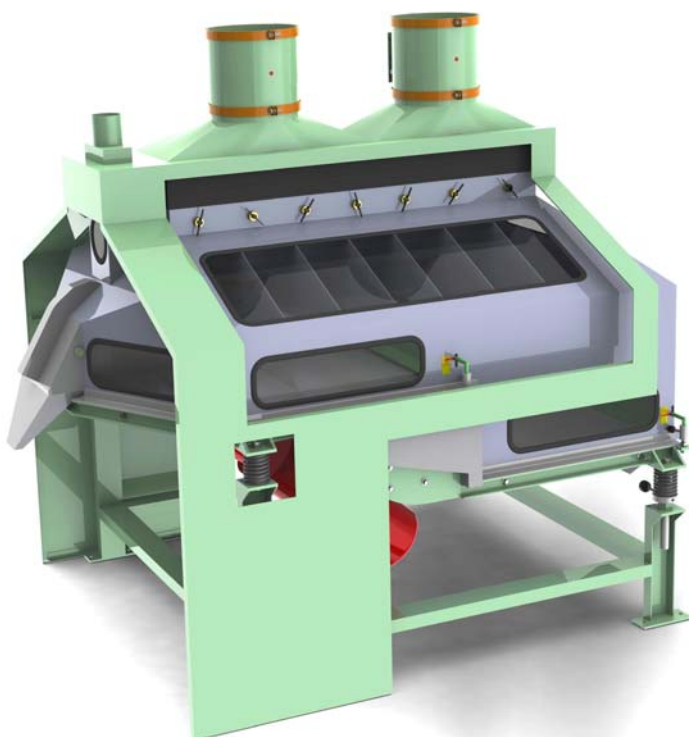


Рисунок 5. Общий вид опытного промышленного вибропневмосепаратора для очистки семян