

Секция 5

ПЕРЕРАБОТКА И ХРАНЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

УДК 664.726.9

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ МАКСИМИННОЙ СТРАТЕГИИ

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

Введение

Зерновое производство в нашей стране традиционно является одной из основных и наиболее значимых отраслей сельского хозяйства, от развития которой в значительной мере зависит обеспеченность населения продуктами питания, его жизненный уровень.

Основная часть

В настоящее время, при настройке зерноочистительного оборудования, работающего по вибропневматическому принципу действия, не учитывается первоначальная степень засорённости зерновой массы. Рекомендуемые производителями зерноочистительного оборудования кинематические параметры работы обеспечивают работу вибропневматических сепараторов с постоянной производительностью и постоянным коэффициентом очистки. При этом сырьё, поступающее на сепарирование, имеет различную степень засорённости примесями, подлежащими выделению. Таким образом, необходимый коэффициент очистки зерноочистительного оборудования, обеспечивающий доведения зерновой массы до базисных кондиций, регламентируемых ГОСТом, будет зависеть от исходной засорённости и от того, в каком из звеньев технологической цепочки переработки зерна установлено данное оборудование.

Анализ работы экспериментального вибропневматического сепаратора для очистки ржи от спорыньи показал, что чем больше коэффициент очистки, тем меньше производительность вибропневматического сепаратора. Графическая зависимость производительности вибропневматического сепаратора от коэффициента очистки представлена на рисунке 1.

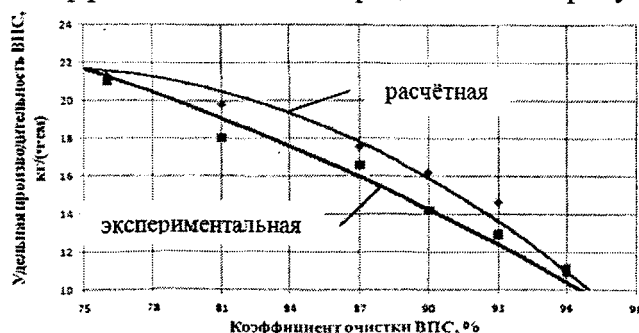


Рисунок 1 – Зависимость удельной производительности экспериментального вибропневматического сепаратора от коэффициента очистки

Из графика видно, что в зависимости от производительность экспериментального вибропневмасепаратора коэффициент очистки изменяется практически в два раза. Коэффициент очистки вибропневмасепаратора определяется его режимно-конструктивными параметрами работы: угла наклона и частоты колебаний сетчатой деки, направления вибрации сетчатой деки, разряжения внутри вибропневмасепаратора, периодичности вывода фракции примесей. Следовательно, зная исходную засорённость зерновой массы и соответственно требуемый коэффициент очистки, можно путём регулировки режимно-конструктивных параметров увеличить производительность вибропневмасепаратора до 2-х раз.

На основании проведённых теоретических и экспериментальных исследований нами предлагается следующая формулировка задачи оптимизации работы зерноочистительных машин, работающих по вибропневматическому принципу действия: получение максимальной производительности при обеспечении необходимого коэффициента очистки.

Для решения многокритериальной задачи оптимизации была построена целевая функция, которая обеспечивает обобщённую оценку процесса вибропневмасепарирования, отображаемую векторным критерием. В этом случае исходная задача оптимизации свелась к однокритериальной. Исходя из условия оптимизации процесса вибропневмасепарирования, наиболее целесообразно в качестве пути решения многокритериальной задачи оптимизации принять максиминную стратегию решения.

Максиминная стратегия решения многокритериальных задач оптимизации нацелена на максимальное удовлетворение технических требований, предъявляемых к объекту проектирования. Максиминная стратегия решения многокритериальных задач лишена недостатков, присущих другим стратегиям, при которых улучшение одного критерия достигается за счёт бесконтрольного ухудшения других. При использовании максиминной стратегии влияние на целевую функцию оказывает лишь тот критерий, который в данной точке X пространства управляемых параметров является наихудшим с позиции выполнения технических требований к объекту. В результате происходит выравнивание оценок степени выполнения технических требований [1].

При наличии регрессионных зависимостей, адекватно описывающих процесс вибропневмасепарирования целевая функция формируется в виде:

$$F(x) = c_1 \left(\frac{\eta(x) - \eta_{extr}}{\eta_{max} - \eta_{min}} \right)^2 + c_2 \left(\frac{Q(x) - Q_{extr}}{Q_{max} - Q_{min}} \right)^2 \quad (1)$$

где c_1, c_2 – коэффициент веса, характеризующие значимость критериев; $\eta_{min}=70\%$, $\eta_{max}=97\%$ – минимальное и максимальное значение коэффициента очистки, достигаемое в области варьирования факторов в процессе эксперимента; $Q_{min}=12$ кг/ч, $Q_{max}=170$ кг/ч – минимальное и максимальное значение производительности, достигаемое в области варьирования факторов; η_{extr}, Q_{extr} – экстремальные значения коэффициента очистки и производительности (при максимизации критериев $\eta_{extr} = \eta_{max}=97\%$ и $Q_{extr} = Q_{max}=170$ кг/ч.

Целевая функция (1) подлежит минимизации. Она позволяет обеспечить максимальное приближение всех критериев к их экстремальным значениям и реализует стратегию минимакса.

Математическое решение задачи оптимизации процесса вибропневмасепарирования проводилось в системе MathCAD. При этом в целевой функции проводилось пошаговое фиксирование значения коэффициента очистки, и находились параметры процесса, обеспечивающие максимальную для данного случая производительность.

В результате решения задачи оптимизации были получены оптимальные режимно-конструктивные параметры работы экспериментального вибропневмасепаратора

Секция 5: Переработка и хранение сельскохозяйственной продукции

максимально удовлетворяющие условию минимизации целевой функции для требуемого коэффициента очистки.

Результаты определения оптимальных режимно-конструктивных параметров работы экспериментального вибропневмасепаратора представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Оптимальные режимно-конструктивные параметры работы вибропневмасепаратора исходя из требуемого коэффициента очистки

Необходимый коэффициент очистки ржи от спорыньи $\eta_{тр}, \%$	Удельная производительность $Q_{уд}, \text{кг}/(\text{ч}\cdot\text{см})$	Угол наклона сетчатой деки $\alpha, \text{град}$	Угол наклона электро-вибраторов $\beta, \text{град}$	Частота вращения электровибраторов $n, \text{мин}^{-1}$	Разряжение в рабочей камере $H, \text{Па}$
75	21,25	2,0	49,5	1039	387
80	20,39	2,13	47,6	1032	391
85	19,00	2,32	47,2	1029	406,0
90	17,23	2,56	46,6	1016	425,5
95	12,43	3,11	46,2	1325	460
96	10,85	3,10	46,3	1428	460
97	9,44	3,16	46,1	1500	455,3

Разработанная методика оптимизации на основании построения целевой функции может применяться для оптимизации работы любого зерноочистительного оборудования, для которого увеличение производительности приводит к снижению качественных показателей.

Оптимизации работы зерноочистительного оборудования, работающего по вибропневматическому принципу действия, согласно разработанной методике позволит значительно сократить издержки на очистку зерновой массы от примесей за счёт увеличения производительности данного оборудования при обеспечении требуемого коэффициента очистки.

Основные этапы оптимизации зерноочистительного оборудования с ярко выраженной зависимостью качества сепарирования от производительности представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Основные этапы оптимизации зерноочистительного оборудования с выраженной зависимостью качества сепарирования от производительности

Заключение

Предложенная методика оптимизации может применяться для всего ряда

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