

при более низких температурах, на 30...40°С ниже, чем при традиционных способах тепловой обработки.

На границе раздела «влажная заготовка-сухая корка» происходит испарение влаги. Диффузия влаги в воздушно-паровую смесь должна определяться разностью концентраций насыщенного водяного пара и пара в паровоздушной смеси. При более высокой влажности концентрация пара в смеси большая, разность концентраций меньшая и диффузия пара в смесь слабее, больше влаги остается в тестовой заготовке. Это является одним из отличительных признаков процессов, происходящих при выпечке в паровоздушной смеси от выпечки в сухом воздухе. Поэтому при выпечке в паровоздушной среде следует ожидать меньшей потери влаги тестовой заготовкой (снижение упека), что было успешно подтверждено проведенными экспериментальными исследованиями. Тепловой поток к заготовке при этом будет способствовать более быстрому ее прогреву и, в первую очередь, прогреву подкоркового слоя. При относительной влажности воздуха (теплоносителя) 23% прогрев подкоркового слоя до 100°С происходит за 12-15 минут, а при относительной влажности 45% – за 9-12 минут, при относительной влажности 59% – и того меньше. Потери влаги за время выпечки невелики по сравнению с ее содержанием в заготовке, поэтому прогрев центра заготовки протекает значительно слабее.

УДК 664.726.9

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ РАБОТАЮЩЕГО ПО ВИБРОПНЕВМАТИЧЕСКОМУ ПРИНЦИПУ ДЕЙСТВИЯ

Поздняков В.М., Иванов А.В.

**Могилёвский государственный университет продовольствия
Могилёв, Республика Беларусь**

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, необходимая степень очистки зерноочистительного оборудования, обеспечивающая 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 оборудование.

Анализ работы экспериментального вибропневматического сепаратора для очистки ржи от спорыньи показал, что чем больше степень очистки, тем меньше производительность вибропневматического сепаратора. Связано это с тем, что для эффективного удаления трудноотделимых примесей необходимо определённое время для самосортирования фракций по слоям и отдельного их выведения из вибропневматического сепаратора. Графическая зависимость производительности вибропневматического сепаратора от степени очистки представлена на рисунке 1.

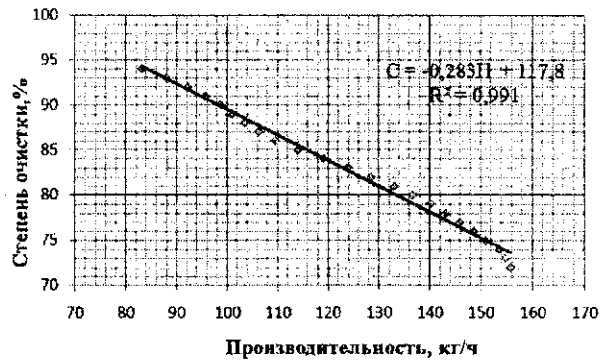


Рисунок 1 - Зависимость производительности экспериментального вибропневмасепаратора от степени очистки

Из графика видно, что в зависимости от степени очистки производительность экспериментального вибропневмасепаратора изменяется практически в два раза. Степень 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 требуемую степень очистки, можно путём регулировки режимно-конструктивных параметров и установки их на необходимую степень очистки 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 требуемой степени 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 вибропневма-сепарирования, 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 неконтролируемого 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.

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

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

где c_1, c_2 – коэффициент веса, характеризующие значимость критериев; $\zeta_{min}=70\%$, $\zeta_{max}=97\%$ – минимальное и максимальное значение степени 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; ζ_{extr} , Q_{extr} - экстремальные значения степени очистки и производительности (при максимизации критериев $\zeta_{extr}=\zeta_{max}=97\%$ 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 степени 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 максимально удовлетворяющие условию минимизации целевой функции для требуемой степени очистки.

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

Таблица 1 – Оптимальные режимно-конструктивные параметры работы вибропневмасепаратора исходя из требуемой степени очистки

Необходимая степень очистки $\zeta, \%$	Удельная производительность $Q_{уд},$ кг/ч·см	Режимно-конструктивные параметры работы вибропневмасепаратора				
		Угол наклона сетчатой деки $\alpha,$ град.	Направление действия добавочной силы $\beta,$ град.	Частота вращения электровибраторов, об/мин	Разряжение в рабочей камере Н, мм.вод.ст	Периодичность вывода фракции примесей, $\tau',$ мин
75	20,14	2	48,9	900	38	4,2
80	18,22	2	45,3	900	38	7,1
85	15,22	2,3	44,8	900	38	9,9
90	13,16	2	50	900	45,7	12,8
95	9,42	2,8	49,1	1500	46	15,7
96	8,62	2,9	48,1	1500	46	16,2
97	6,26	3,45	45,3	1500	44,7	16,8

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.