Шевченко М.В., Воякин С.Н., Решетник Е.И., Щитов С.В., Кузнецов Е.Е.

Снижение величины энергозатрат при активном вентилировании зерновой массы

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

УДК 664.723.047

**Снижение величины энергозатрат при активном вентилировании
зерновой массы**

Шевченко М.В., Воякин С.Н., Решетник Е.И., Щитов С.В., Кузнецов Е.Е.

Дальневосточный государственный аграрный университет

Аннотация

В настоящее время в проблеме сохранения продовольственной безопасности страны немаловажная роль отводится и небольшим крестьянско-фермерским хозяйствам (КФХ). В Амурской области на их долю приходится порядка 25...30 % от общей полученной сельскохозяйственной продукции. В то же время важной задачей в этих хозяйствах является сохранение убранного урожая. Это объясняется тем, что в период уборки выпадает около 65...70 % годового количества осадков, в связи с чем убранная зерновая масса имеет повышенную влажность.

Основным способом сохранения полученной зерновой продукции является её своевременная сушка. При этом необходимо отметить, что КФХ не всегда проводят сушку полученной сельскохозяйственной продукции в полном объёме из-за высоких финансовых затрат этого процесса и, в частности, там, где в качестве энергоносителя при сушке применяется электрическая энергия, учитывая, что её стоимость для потребителя каждый год повышается.

В предлагаемой статье приводятся результаты исследований по снижению энергозатрат на проведение сушки сельскохозяйственной продукции за счёт оптимизации потребления электроэнергии.

Ключевые слова: СУШКА, ВЕНТИЛИРОВАНИЕ, ВЕНТИЛЯТОР, ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ, ЗЕРНОВАЯ МАССА

Введение

Повышение эффективности послеуборочной подработки полученного урожая всегда являлось актуальным вопросом. Это объясняется тем, что во время уборочной кампании количество собранного зерна, как правило, превосходит пропускную способность

сушильных агрегатов. После проведения анализа производственного процесса установлено, что убранное влажное зерно не может храниться продолжительное время без ухудшения его качества. Для обеспечения сохранности и качества зерноматериала, который ожидает сушку, повсеместно используют бункера активного вентилирования (БАВ), позволяющие обрабатывать неподвижный зерновой слой воздушным потоком [1]. Промышленностью также выпускаются бункеры активного вентилирования с радиальным воздухораспределением.

При этом необходимо отметить, что снижение энергозатрат в процессе сушки в БАВ зависит как от параметров самого теплоносителя (температура и влажность), так и от параметров окружающей среды и зерновой массы [2, 3]. В настоящее время для повышения параметров теплоносителя используется электрическая энергия, стоимость которой каждый год возрастает, что в конечном итоге сказывается на увеличении себестоимости полученной продукции и стоимости продукции для конечного потребителя [4].

Таким образом, необходим поиск технических решений обозначенной отраслевой задачи, вариантом которых может быть использование дополнительного устройства, позволяющего оптимизировать использование электрической энергии при проведении активного вентилирования.

В работе рассматривается вопрос повышения эффективности использования электрической энергии при проведении процесса активного вентилирования зерновой массы.

Результаты исследований

Как было отмечено выше, процесс обработки зерна подогретым воздухом во многом зависит от фактического состояния зерна и погодных условий. Рассматриваемое устройство для активного вентилирования с точки зрения объекта управления (ОУ) можно представить функциональной схемой (рис. 1), при этом к выходным параметрам, которые будут характеризовать процесс вентилирования, будут относиться: конечная влажность зерна $w_{\text{ок}}$, %, продолжительность τ_c сушки, ч; относительная влажность ϕ_n воздуха, %; количество электроэнергии $W_{\text{эп}}$, МДж, израсходованной на подогрев воздуха; относительная влажность ϕ_k , % и температура $\theta_{\text{вк}}$ отработанного агента сушки, $^{\circ}\text{C}$. К основным возмущающим воздействиям на ОУ следует отнести необходимое количество q_v воздуха,

подаваемого в зерновой слой; температуру $\theta_{\text{во}}$ и относительную влажность ϕ_0 воздушного потока; начальную влажность $w_{\text{б.н}}$ и температуру $\theta_{\text{зн}}$ зерна, а также входное напряжение $u_{\text{п}}$ электронагревательной установки.

Рис. 1. Функциональная схема БАВ как объекта управления процессом активной вентиляции

В качестве управляющего воздействия в процессе активного вентилирования выступает мощность $P_{\text{эп}}$, кВт, подводимая к электронагревательной установке.

Технологический процесс активного вентилирования представляет собой сложную многомерную систему. Для ее реализации необходимо обеспечить: во-первых, сушку зерна до необходимой влажности; во-вторых, оптимизацию потребляемой электроэнергии на нагрев воздушного потока и обеспечение равномерной влажности зерновой массы, а также применение регулируемого электропривода вентиляционной установки.

Для решения поставленной задачи была изготовлена экспериментальная установка, представленная на рис. 2 (А, Б, В), которая максимально приближена к БАВ.

При выполнении исследований использовалась система имитационного моделирования Simulink.

Рис. 2-А. Общий вид экспериментальной установки

Рис. 2-Б. Общий вид экспериментальной установки

Рис. 2-В. Общий вид экспериментальной установки

Примечания: 1 – полупроводниковый блок управления; 2 – тиристорный преобразователь напряжения; 3 – ручное задающее устройство; 4 – экран ПК; 5 – микроконтроллер; 6 – шлюз; 7 – преобразователь частоты; 8 – ПК; 9 – многофункциональный измерительный комплекс; 10 – кнопки управления; 11 – вентиляционная установка; 12 – двигатель переменного тока; 13 – воздуховод; 14 – датчик температуры; 15 – клеммная коробка

Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований были получены экспериментальные зависимости температуры от потребляемой мощности нагревательной установки, которые представлены на рис. 3.

Рис. 3. Экспериментальные зависимости температуры от мощности нагревательной установки

Примечания: $T = f(P_k)$: 1 – $n=500$ об/мин; 2 – $n=1000$ об/мин; 3 – $n=1500$ об/мин; 4 – $n=2000$ об/мин; 5 – $n=2500$ об/мин; 6 – $n=2990$ об/мин;

Как показали проведенные исследования, количество потребляемой электрической энергии во многом зависит от скорости вращения двигателя (рис. 4).

Рис. 4. Зависимость потребляемой электрической энергии от скорости двигателя

Проанализировав полученные значения (рис. 4), можно сделать вывод, что для каждой температуры есть единственная точка, где потребляемая энергия будет минимальной. Относительно этих точек получаем закон регулирования, где каждому минимуму потребления электрической энергии будет соответствовать своя мощность калорифера и скорость вращения двигателя (рис. 5).

Рис. 5. Зависимость потребляемой мощности нагревательной установки от скорости вращения двигателя при минимальном потреблении электроэнергии

Вывод

В результате проведенных исследований установлено, что использование предлагаемого устройства автоматического регулирования температуры калорифера и напора воздуха, создаваемого вентилятором, позволяет автоматически регулировать потребление электрической энергии, таким образом, удастся оптимизировать процесс сушки и снизить общий расход энергоресурсов.

Список использованных источников

1. Калиниченко Р.А. Теоретические исследования процесса охлаждения влажных семян в толстом стационарном слое активным вентилированием / Р.А. Калиниченко, С.П. Степаненко, В.А. Швидя // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – №3(28). – С. 325-331.
2. Малин Н.И. Энергосберегающая сушка зерна / Н.И. Малин. – М.: КолосС, 2004. – 240 с.

Шевченко М.В., Воякин С.Н., Решетник Е.И., Щитов С.В., Кузнецов Е.Е.

Снижение величины энергозатрат при активном вентилировании зерновой массы

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

3. Никуличев Д.А. Современные методы и средства сушки зерна и пути снижения энергозатрат / Д.А. Никуличев // Наука и образование сегодня. – 2020. – № 6 (53). – С. 9-10.

4. Воякин С.Н. Энергосбережение в электроприводах сельскохозяйственных установок с центробежными агрегатами: дис. канд. техн. наук. – Благовещенск, 2002. – 184 с.

=====

Цитирование:

Шевченко М.В., Воякин С.Н., Решетник Е.И., Щитов С.В., Кузнецов Е.Е. Снижение величины энергозатрат при активном вентилировании зерновой массы [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №4. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/4/st_415.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/20214415>.