

УДК 631:362.7

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОЦЕСС СУШКИ ЗЕРНА

*Г.В. Карпенко, кандидат технических наук, доцент,
тел. 8(8422)55-95-95, karpenko.galina@yandex.ru,
В.И. Курдюмов, доктор технических наук,
А.А. Павлушин, доктор технических наук,
А.А. Макаров, магистрант
ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА*

Ключевые слова: зерносушилка, контактная сушка, технологические параметры, управляемые факторы, контролируемые факторы

В процессе сушки зерна на показатели работы установки влияют различные факторы. Для выбора оптимального сочетания факторов проведем отсеивание несущественных, а также взаимосвязанных факторов. Между параметрами каждой группы, а также между параметрами различных групп существует определенная зависимость. Углубленное рассмотрение процессов, происходящих при контактной тепловой обработке, позволяет выявить эти зависимости.

Введение. Оптимальный режим работы зерносушилки должен обеспечивать максимальную пропускную способность с минимальными затратами энергии при качестве получаемого продукта, соответствующем технологическим требованиям. В процессе сушки зерна на показатели работы установки влияют различные факторы: контролируемые управляемые; контролируемые, но не управляемые; не контролируемые и не управляемые [1, 2].

Материалы и методы исследований. Для решения экстремальной задачи - выбора оптимального сочетания факторов, используем кибернетическое представление о процессе сушки и проведем отсеивание несущественных, а также взаимосвязанных факторов.

Факторы, влияющие на процесс сушки, можно разделить на $X_1, X_2, X_3 \dots X_n$ - контролируемые и управляемые; $Z_1, Z_2, Z_3 \dots Z_m$ - контролируемые, но не управляемые; $W_1, W_2, W_3 \dots W_i$ - не контролируемые и не управляемые.

К числу контролируемых, но не управляемых факторов относятся начальная влажность, размерно-массовые характеристики и вид зерна, колебания напряжения в электрической сети и другие.

Не контролируемые и не управляемые факторами являются теплофизические характеристики зерна, представляющие определен-

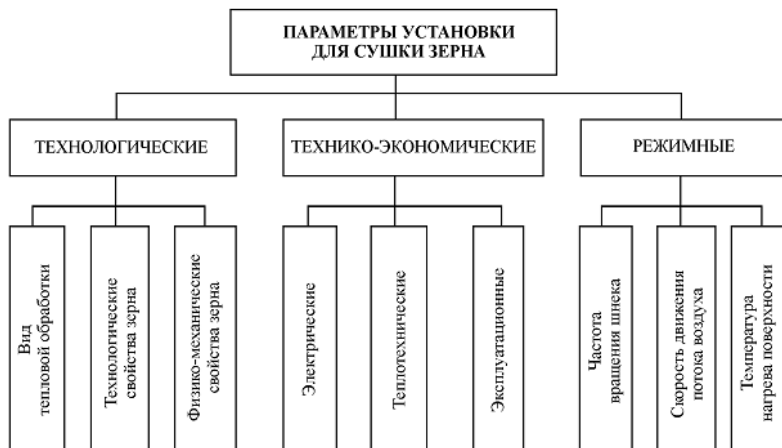


Рисунок 1 - Классификация параметров установки для сушки зерна

ную трудность в нахождении их числовых величин ввиду изменчивости даже для одной и той же культуры. К неуправляемым параметрам в отдельных случаях можно отнести параметры окружающей среды [3, 4].

Эти факторы для выбора оптимальных режимов работы сушилки не используются, но контролируемые факторы учитываются при обработке результатов экспериментов.

Классификация параметров установки для сушки зерна приведена на рисунке 1.

Между параметрами каждой группы, а также между параметрами различных групп существует определенная зависимость. Например, от физико-механических свойств зерна зависит шаг витков спирали электронагревательных элементов и их количество. Режим сушки влияет на картину теплового поля, т.е. оказывает влияние на теплотехнические конструктивные параметры и т.д. Углубленное рассмотрение процессов, происходящих при контактной тепловой обработке, позволяет выявить эти зависимости [5, 6].

Для выбора оптимальных режимов используем контролируемые и управляемые факторы, к числу которых относятся следующие: X_1 - температура греющей поверхности кожуха; X_2 - скорость движения зерна; X_3 - скорость движения воздуха в установке; X_4 - диаметр отверстий в шнеке; X_5 - подача зерна в сушилку; X_6 - угол подъема винтовой линии шнека; X_7 - шаг винта шнека; X_8 - высота винта шнека; X_9 - раз-

меры поперечного сечения загрузочного бункера; X_{10} – расход воздуха; X_{11} – размеры поперечного сечения выгрузного окна; X_{12} – диаметр шнека; X_{13} – установленная мощность нагревательного элемента; X_{14} – установленная мощность электродвигателя шнека; X_{15} – установленная мощность электродвигателя вентилятора; X_{16} – угловая скорость вращения шнека; X_{17} – число отверстий в шнеке.

Перечисленные параметры являются входными в кибернетическую систему. Выходными параметрами являются пропускная способность, потребляемая мощность и качество высушиваемого материала.

Результаты исследований. На основании проведенных исследований процесса сушки зерна и технологических процессов, протекающих в сушилках [5, 7], а также опираясь на результаты выполненных теоретических исследований, выбираем управляемые факторы.

О влиянии таких параметров шнекового транспортирующего органа сушильной установки, как шаг винта X_7 , высота винта X_8 , угол подъема винтовой линии X_6 , диаметр шнека X_{12} на энергозатраты и соответственно на удельные затраты теплоты на испарение влаги в процессе сушки выработалось единое мнение. Шаг винта выбирается в зависимости от вида материала, для зерна рекомендуется шаг в пределах 0,8...1,0 наружного диаметра винта. Угол подъема винтовой линии зависит от шага винта, поэтому этот параметр тоже исключается. Высота винта определяется максимальным размером зерна, поэтому X_8 исключаем из числа контролируемых и управляемых факторов.

Число отверстий в шнеке X_{17} , их диаметр X_4 , расход воздуха X_{10} , скорость движения воздуха в сушильной установке X_3 и мощность электродвигателя вентилятора X_{15} находятся в тесной взаимосвязи: с увеличением количества и диаметра отверстий в шнеке увеличивается расход воздуха. Большая мощность электродвигателя вентилятора также позволяет использовать вентилятор с большей производительностью, а, следовательно, и с большим расходом. При заданном расходе и известной площади заполненного семенами кольцевого зазора в сушильной установке, основным фактором, определяющим расход, становится скорость движения воздуха X_3 . В существующих сушильных установках чаще всего варьируют скорость движения воздуха, пропорционально которой изменяется расход воздуха. В связи с этим останавливаем выбор на скорости движения воздуха X_3 .

Анализ исследований процесса сушки зерна показывает, что одним из наиболее значимых и мало изученных среди контролируемых и управляемых факторов является скорость движения зерна X_2 . Нахож-

дению минимальной величины удельных затрат теплоты на испарение влаги в немалой степени способствует определение оптимального значения этого фактора. Скорость движения зерна X_2 , в свою очередь, является функцией частоты вращения (угловой скорости) шнека X_{16} , мощности электродвигателя шнека X_{14} и диаметра шнека X_{12} . Поэтому для того, чтобы иметь возможность сравнивать между собой сушильные установки с различными конструктивно-режимными параметрами, в качестве контролируемого и управляемого фактора принимаем скорость движения зерна X_2 .

Факторы X_5 , X_9 , X_{11} , X_2 являются взаимозависимыми. Размеры загрузочного бункера и выгрузного окон должны обеспечить требуемую производительность установки и могут быть определены с помощью расчетов на основе известных физико-механических свойств сырья. Из перечисленных факторов в качестве основного принимаем X_2 - скорость движения зерна.

Температура греющей поверхности X_1 и мощность нагревательного элемента X_{13} являются взаимозависимыми факторами и ограничиваются допустимой температурой нагрева зерна. Поэтому в качестве основного фактора принимаем X_1 - температуру греющей поверхности, которая является определяющей при расчете мощности нагревательного элемента [2, 5, 6].

Заключение. Априорное исследование факторов, влияющих на исходные параметры процесса сушки, позволяет выделить из семнадцати лишь три управляемых фактора: температуру греющей поверхности t (X_1), скорость движения зерна v_3 (X_2), скорость движения воздуха $v_в$ (X_3). Для сокращения количества опытов при выборе оптимального сочетания переменных факторов целесообразно использовать один критерий, который должен обладать универсальностью, быть измеряемым и иметь физический смысл. Таким критерием может служить показатель удельных затрат теплоты на 1 кг испаренной влаги q , МДж/кг, представляющий собой отношение расходуемой на сушку теплоты Q , МДж, к количеству испаренной влаги W , кг.

Этот критерий обладает достаточной универсальностью и позволяет сравнивать между собой сушильные установки различных типов. Например, при известных производительности, начальной и конечной влажности зерна, а также расходе топлива в сушилках конвективного типа с учетом теплоты сгорания топлива, которая определяется по справочным данным, можно легко определить удельные затраты теплоты на 1 кг испаренной влаги.

Библиографический список

1. Атаназевич, В.И. Сушка зерна. – М.: Агропромиздат, 1989. – 240 с.
2. Теоретическое обоснование динамики сушки зерна при контактном способе теплоподвода / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2015. - №3 (31). – С. 125-130.
3. Обоснование оптимальных режимов работы зерносушилок контактного типа / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии – 2014. - № 4 (28). – С. 160-165.
4. Влияние параметров воздушной среды на энергозатраты в зерносушилках контактного типа / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии – 2015. - №1 (29). – С. 114-119.
5. Результаты контактной сушки зерна различных культур при тонкослойном перемещении высушиваемого материала / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко, М.А. Карпенко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. - №10 (108). - С.106-110.
6. Оптимизация теплового режима при контактной сушке зерна различных культур / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко, М.А. Карпенко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии». - Ульяновск – 2013. - № 2. – С. 111-116.
7. Карпенко, Г.В. Преимущества кондуктивного способа теплопередачи в мини зерносушилках / Г.В. Карпенко, М.А. Карпенко // Материалы Международной научно-практической конференции «Использование инновационных технологий для решения проблем АПК в современных условиях». Т.2. - Волгоград, ИПК «Нива», 2009. – С. 208-211.

FACTORS AFFECTING THE DRYING PROCESS OF GRAIN

Karpenko G.V., Kurdyumov V.I., Pavlushin A.A., Makarov A.A.

Key words: *grain drying, contact drying, process parameters controllable factors controllable factors*

In the process of drying grain on the performance of the installation affected by various factors. To select the optimum combination of factors will hold for the exclusion of irrelevant, and also related factors. Between parameters of each group, and between parameters of different groups there is a definite relationship. Integrated consideration of processes occurring during the contact heat treatment, allows to identify these dependencies.