

УДК 631:362.7

АНАЛИЗ КРИВЫХ СУШКИ ЗЕРНА

*П.С. Агеев, магистрант 1 года обучения;
С.А. Сутягин, кандидат технических наук, доцент;
Г.В. Карпенко, кандидат технических наук, доцент;
А.А. Павлушин, доктор технических наук, доцент;
В.И. Курдюмов, доктор технических наук, профессор
тел.: 89050359200, andrejpravlu@yandex.ru
ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА*

Ключевые слова: динамика сушки, скорость сушки, влагосодержание.

Рассмотрены основные зависимости, характеризующие изменение скорости сушки в зависимости от изменения влажности зерна и разового влагосъёма. Обосновано влияние исходной влажности зерна, подвергаемого тепловому воздействию на интенсивность сушки.

Введение. Тепловое воздействие на зерно - не только теплофизический, но и технологический процесс, причём в его физической природе протекания определяющее значение имеет форма связи влаги с объектом теплового воздействия - зерном.

Основой теории теплового воздействия на зерно при контактном способе подвода теплоты служат закономерности передачи теплоты от греющей поверхности к обрабатываемому зерну, обоснование переноса теплоты и влаги в зерновке, а также особенности удаления влаги с поверхности зерна.

Материалы и методы исследований. Ниже приведены кривые сушки, раскрывающие характер изменения скорости сушки в зависимости от изменения влажности зерна (рисунок 1 а) и разового влагосъёма (рисунок 1 б) [1, 2].

Так, в стадии прогрева скорость сушки зерна увеличивается от 0 до максимального значения N^C .

На протяжении первого периода (I) скорость сушки постоянна, поэтому этот период называют периодом постоянной скорости сушки. Затем, начиная от первой критической влажности, на протяжении всего

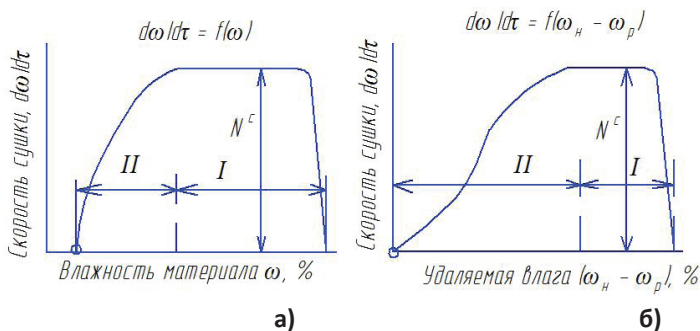


Рисунок 1 – Кривые сушки: (обозначения в тексте)

второго периода скорость сушки зерна снижается. В связи с этим второй период (II) называют периодом падающей (убывающей) скорости сушки. При достижении равновесной влажности скорость сушки зерна равна нулю [3].

Скорость сушки (изменение влажности обрабатываемого зерна

в единицу времени, $\frac{d\omega}{dt}$, %_ч) в установленный момент времени

определяли как тангенс угла наклона касательной ($tg\psi$), проведённой через точку кривой сушки (рисунок 2), соответствующую определённой влажности обрабатываемого зерна.

Вначале процесса влажность зерна, подвергаемого тепловому воздействию, уменьшается незначительно по кривой линии АВ (рисунок 2). При этом зерно интенсивно прогревается. Продолжительность прогрева зависит от размеров обрабатываемого зерна и от теплового режима. Так, для мелкозерновых культур при жёстких режимах стадия прогрева настолько кратковременна, что на графическом отображении соответствующей кривой сушки она отсутствует.

По мере прогрева зерна интенсивность испарения влаги из него все более усиливается, и далее влажность изменяется по линии ВС. Это первый период сушки. Он обусловлен линейной зависимостью изменения влажности зерна, подвергаемого тепловому воздействию. После достижения определённого значения влажности (так называемая первая критическая влажность, точка С на рисунке 2) процесс испарения затормаживается. С этого момента и до завершения процесса сушки

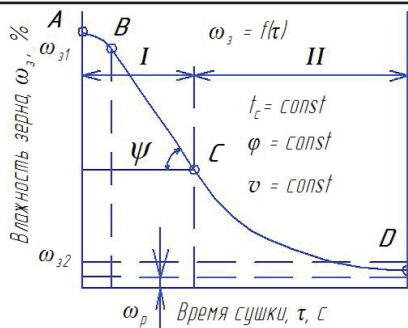


Рисунок 2 – Кривая скорости сушки:

ω_3 – влажность зерна, %; (индексы 1 и 2 – параметры зерна до и после сушки, соответственно); t_c – температура в зоне сушки (сушильной камере), °С; φ – относительная влажность воздуха в сушильной камере, %; v – скорость движения воздуха в сушильной камере, м/с

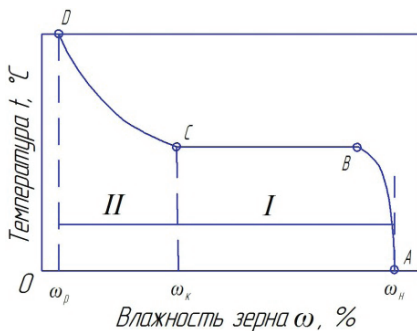


Рисунок 3 – Температурная кривая

влажность обрабатываемого зерна уменьшается по кривой CD . Это второй период сушки. В конце процесса тепловой обработки кривая сушки приближается к линии равновесной влажности ω_D . При ее достижении сушка зерна прекращается [4-6].

Изменение средней (интегральной) температуры нагрева зерна t в процессе сушки характеризует температурная кривая (рисунок 3).

В начале процесса в стадии прогрева зерна температура его по-

верхности быстро повышается, достигая температуры мокрого термометра психрометра. В дальнейшем на всем протяжении первого периода сушки температура зерна постоянна. В этот период испарение влаги происходит с наибольшей скоростью. Вся теплота, сообщаемая зерну от греющей поверхности УТОЗ, расходуется на испарение влаги. Таким образом, первый период сушки зерна характерен не только постоянством скорости сушки, но и постоянством температуры обрабатываемого зерна.

Начиная с первой критической точки (С) температура зерна, подвергаемого тепловому воздействию, повышается. В соответствии с закономерностями изменения скорости сушки и температуры зерна второй период сушки называют периодом убывающей скорости сушки и возрастающей температуры зерна.

Первая критическая точка разделяет весь процесс сушки на два периода, отличающихся между собой и скоростью сушки, и температурой зерна. Таким образом, в первом и втором периодах создаются разные условия сушки зерна, по-разному влияющие на его конечное качество.

Критическая влажность зерна, колеблется в довольно широких пределах (17...24 %) и зависит от таких факторов, как исходная влажность зерна, режим теплового воздействия и т.д.

Заключение. Было выявлено, что чем больше исходная влажность зерна, подвергаемого тепловому воздействию, тем интенсивнее скорость сушки в первый период, но тем он и короче, т. е. больше первая критическая влажность. Такая закономерность объясняется различной связью влаги с белками и крахмалом зерна. Гигроскопичность белкового комплекса зерна значительно выше гигроскопичности крахмала, а скорость сушки белков соответственно ниже. Поэтому в более влажном зерне влага связана белками прочнее. В результате удаления влаги из крахмала скорость сушки в начале процесса значительна, однако первый период быстро заканчивается, и характер процесса определяется сушкой белкового комплекса. Поскольку сушка белков происходит с меньшей скоростью, наступает период убывающей скорости.

Библиографический список

1. Карпенко Г.В. Обоснование теплофизических параметров установки для сушки зерна контактного типа / Г.В. Карпенко, В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, М.А. Карпенко // Научное обеспечение устойчивого функционирования и развития АПК материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (в

- рамках XIX Международной специализированной выставки «Агро-Комплекс-2009»). 2009. С. 84...87.
2. Курдюмов В.И. Совершенствование средств механизации переработки птичьего помета / В.И. Курдюмов, Н.Н. Аксенова, А.А. Павлушин, Е.В. Спирина // *Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения* Материалы IV Международной научно-практической конференции. 2012. С. 80...83.
 3. Курдюмов В.И. Тепловая обработка зерна при подготовке комбикорма для поросят // В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко, С.А. Сутягин // *Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства*. 2012. № 3 (7). С. 102-107.
 4. Курдюмов В.И. Тепловая обработка зерна в установках контактного типа // В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко, С.А. Сутягин: монография. – Ульяновск: УГСХА им. П.А. Столыпина, 2013. – 290 с.
 5. Курдюмов В.И. Энергозатраты на процесс сушки зерна / В.И. Курдюмов В.И., А.А. Павлушин, С.А. Сутягин // *Вестник ВИЭСХ*. 2012. Т. 2. № 7. С. 52-54.
 6. Курдюмов В.И. Теоретические и экспериментальные аспекты контактного способа передачи теплоты при сушке зерна / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. - 2011. - № 3. - С. 106-110.

CURVE ANALYSIS OF GRAIN DRYING

Ageev P.S., Sutyagin S.A., Karpenko G.V., Pavlushin A.A., Kurdyumov V.I.

Keywords: dynamics of drying, drying rate, moisture content.

The main dependencies, characterizing the change in speed of drying, depending on the changes in moisture content of grain and single vlagosëma. Substantiated effect of the initial moisture content of grain, subjected to thermal effects on the rate of drying.