

УДК 631.36

DOI 10.24411/2409-3203-2019-11013

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА: ПРОБЛЕМЫ ПЕРСПЕКТИВЫ

Пиляева Ольга Владимировна

к.т.н., доцент кафедры агроинженерии
ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ Ачинский филиал
Россия, г. Ачинск

Аннотация: В России ежегодно большие объемы выращенного зерна и высококачественных семян теряются из-за повышенного содержания влаги. В статье рассмотрены вопросы послеуборочной обработки зерна, а именно процесс сушки и активного вентилирования. Рассмотрена схема экспериментального исследования, касаемого бункеров активного вентилирования.

Ключевые слова: бункер активного вентилирования, зерно, послеуборочная обработка зерна, влажность, теплоноситель.

CURRENT STATE OF GRAIN POST-HARVESTING TECHNOLOGIES: PROSPECTS

Pilyaeva Olga Vladimirovna

PhD, Associate Professor of agroengineering
Achinsk branch of the Krasnoyarsk State Agrarian University
Russia, the city of Achinsk

Abstract: In Russia, annually large volumes of grown grain and high-quality seeds are lost due to the increased moisture content. The article deals with the issues of post-harvest grain processing, namely the drying process and active ventilation. The scheme of an experimental study regarding active ventilation bunkers is considered.

Key words: active ventilation bunker, grain, post-harvest grain processing, humidity, coolant.

В сельском хозяйстве, а именно в растениеводстве, сушка зерна является основным и заключительным этапом работы, способствующим сохранению зерна необходимого качества. Один из основных факторов – это содержание влаги в зерновом материале, определяющий возможность безопасного хранения без потери всхожести и силы роста семян, качества пищевых продуктов и без образования токсинов. Целью данной работы является повышение эффективности технологии послеуборочной обработки зерна.

В зависимости от климатических условий в России 40-60% валового урожая зерна подвергают послеуборочному обработке – сушке. Естественно, когда существует значительная неравномерность влажности в зерновой массе, происходит выравнивание влажности, но это требует времени, потому что влага от влажного зерна к менее влажному не переходит напрямую по всей поверхности (зерна касаются друг друга в точке). Процесс происходит за счет испарения влаги в межзерновое пространство влажным зерном и поглощения влаги происходит из объемов межзернового воздуха менее влажным зерном. В то же время разница в влажности 2-3% сохраняется длительное время. При сушке температура зерна всегда ниже температуры охлаждающего агента.

Перемещение влаги в зерне зависит от величины перепада, который называется градиент влагосодержания, коэффициента диффузии[1].

При невысокой начальной влажности процесс сближения температур теплоносителя и зерна происходит значительно быстрее. Данный процесс будет зависеть также и от интенсивности конвективного теплообмена. При скорости теплоносителя 0,6-0,7 м/с указанная разница (2-3°C) устанавливается за 10-15 минут, а при сушке в кипящем слое через 3-5 минут.

Понижение температуры на поверхности зерна объясняется отбором энергии от теплоносителя на разрыв молекул воды при их переходе из жидкой фазы в пар – т.е. в воду газообразную. При этом, если рассмотреть вопрос в статике, т.е. при неподвижной семянке, то теплоноситель, обволакивая ее, активнее воздействует на поверхность с одной стороны, потому что градиент температуры в пограничном слое на этой стороне семянки выше, чем на обратной. Это вызывает неравномерность влагоудаления, и при определенных условиях может привести к образованию микротрещин в зерновке.

Различные зерновые культуры будут характеризоваться разными показателями коэффициента влагопроводности [1].

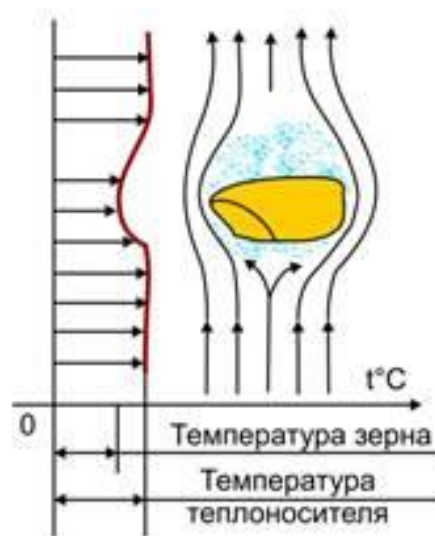


Рисунок 1– Схема распределения температур при конвективной сушке зерна[1]

Зерна пшеницы сушат при сменяющихся температурах, уделяя особое внимание качественным характеристикам клейковины. Слабая клейковина требует горячей сушки, прочная - умеренной. Разнотемпературный режим способствует надежному сохранению зерна и повышению его качественных характеристик. В частности, высокая температура клейковину укрепляет, умеренная – ведет к стагнации[1].

Рассмотрим для примера зерна ячменя и ржи, обладающих хорошей термостойкостью. Данный показатель позволяет нагревать их в процессе сушки до 55-60 градусов Цельсия. Хотя есть исключения, пивоваренные сорта ячменя. Для них допустимый температурный порог максимум 35-40 градусов. Это объясняется хорошей всхожестью пивоваренных сортов.

Зерна овса можно подвергать нагреву до 50 градусов, при этом без обязательного учета влажности. Но, необходимо тщательное наблюдение за зернами, потому что в процессе подсыхания с них слезает пленка, отрицательно влияя на цикл просушки.

Ядра гороха могут трескаться, следовательно, для них необходим щадящий режим сушки, с нагревом не более, чем на 40 градусов. За один прогон через сушилку показатели влажности могут уменьшиться на 3%, что контролируется на промежуточных стадиях.

Для товарного рапса с влажностью менее 13% сушка происходит при 80 градусах, при этом само зерно нагревается до 50 градусов. Если показатель влажности выше, то температура просушивания значительно снижается до 20%, зерна при этом нагреты до 5 градусов. При сушке без тасования зерен температура составляет около 60 градусов.

В технологии послеуборочной обработки зерна применяются бункера активного вентилирования, которые в технологической линии расположены перед сушилками. Сегодня актуальна задача энергоэффективности всего процесса послеуборочной обработки зерна. Поэтому предлагается модернизировать существующие бункера активного вентилирования таким образом, чтобы снижать влагу в зерне уже на этом этапе [1].

На основе поставленных задач была проведена алгоритмизация экспериментального исследования процесса сушки зерна в бункерах активного вентилирования.

Для этого была составлена схема проведения исследования процесса сушки зерна, представленная на рисунке 2.

Экспериментальные исследования проводились с использованием натурной установки – бункера активного вентилирования (БВ-25), с измененной системой воздухораспределения.

Обработка результатов экспериментальных исследований проводилась на ЭВМ с использованием программ Data Fit, Maple, Excel.

Методология экспериментальных исследований включала измерение и учет температуры, влажности, температуры зерна и содержания влаги в охлаждающей агенте. Образцы зерна были также взяты в различных секциях бункера активной вентиляции, и был проведен их лабораторный анализ [3].

В соответствии с разработанной методикой проведения экспериментальных исследований проводились как активные, так и пассивные экспериментальные и эксплуатационные испытания для определения температуры и влажности зернового материала в различных точках существующей и предлагаемой бункерной установки. Эти основные параметры сушильного материала изменялись под воздействием как контролируемых (температура сушильного агента и воздействия сушки), так и неуправляемых (начальная влажность и исходная температура зерна) параметров [2].

Для бункерных установок, имеющих цилиндрическую форму после реализации плана ПФЭ 2^2 , получаем неполную квадратическую модель вида:

$$\hat{y} = b_0 + b_1 r + b_2 z + b_{12} r z \quad (1)$$

Таким образом, в результате испытаний была установлена эффективная работа разработанного сушильно-вентиляционного бункерного агрегата и подтверждена значимость созданной модели.

Если рассматривать в общем случае, то состояние процесса сушки в сушильной камере в каждый момент времени является функцией от координат, соответствующейх точке заданного замкнутого объема пространства:

$$y = (\omega, \theta) = f_1(x, y, z) = f_2(r, x), \quad (2)$$

где y – параметр, характеризующий состояние среды в данном объеме;

x, y, z – соответственно координаты точки по длине, ширине, высоте бункера прямоугольной формы;

r, z – радиус и высота бункера цилиндрической формы [2].

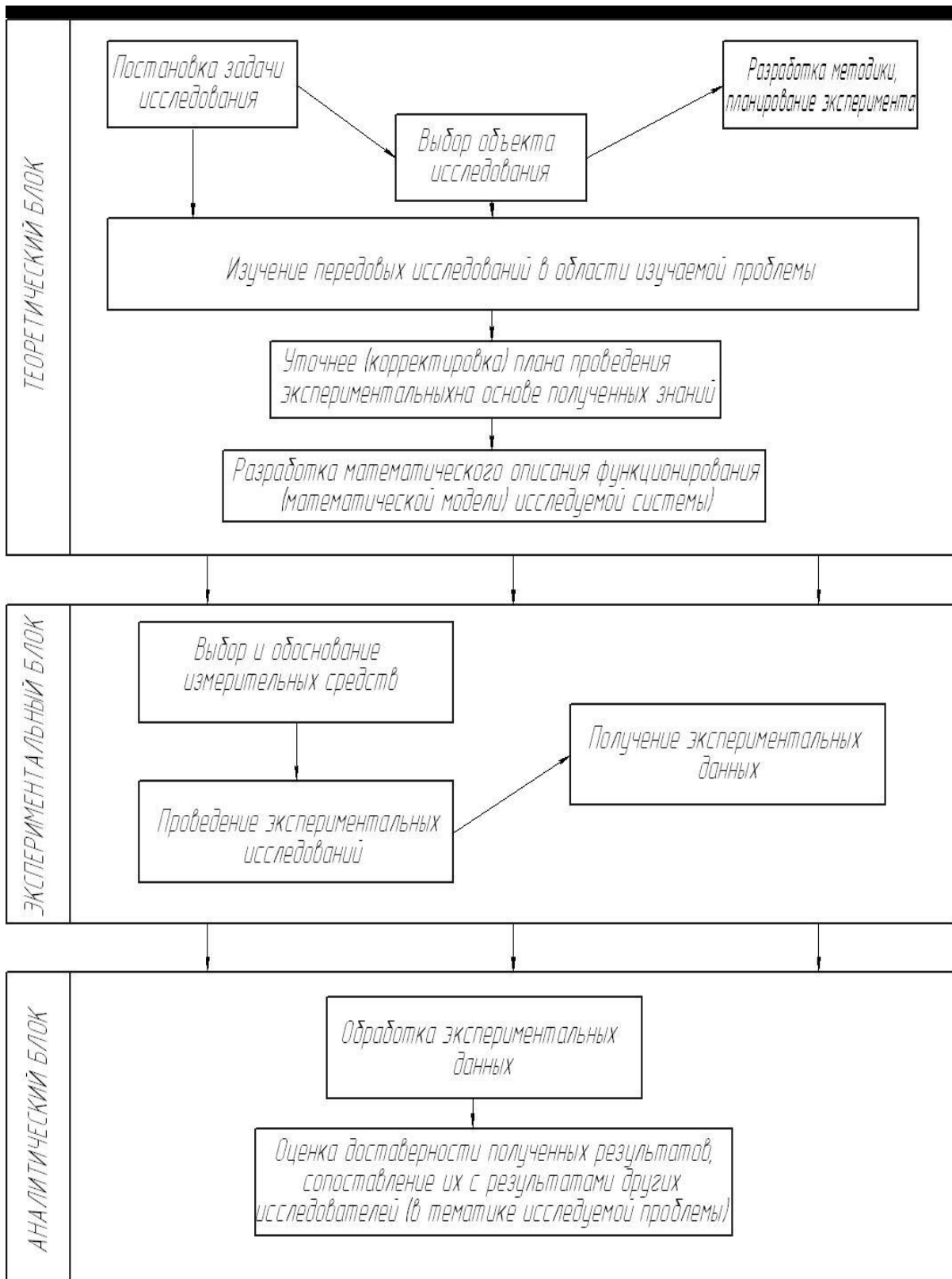


Рисунок 2 – Алгоритм проведения экспериментальных исследований[2]

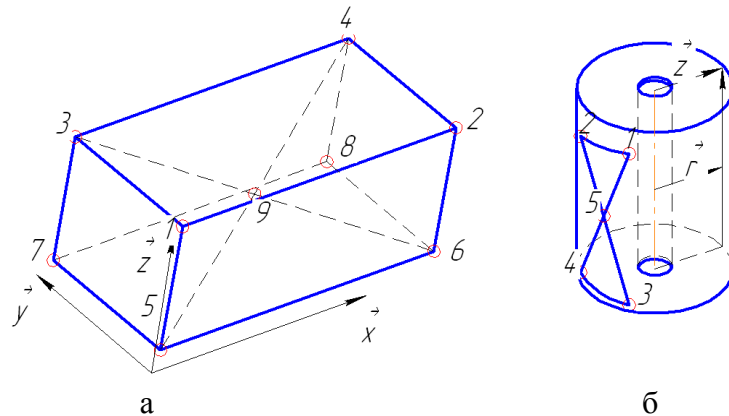


Рисунок 3 – Точки отбора проб при определении влажности зерна: а – в бункерной установке параллелепипедной формы; б – в бункерной установке цилиндрической формы

Список литературы:

1. URL: <https://agrodovidka.info> Сушка зерна– суть проблемы (дата обращения 27.11.2019).
2. Пиляева, О. В. Повышение эффективности воздухораспределительных систем бункеров активного вентилирования зерна: диссертация ... кандидата технических наук : 05.20.01 / Пиляева Ольга Владимировна; [Место защиты: Краснояр. гос. аграр. ун-т]. - Красноярск, 2009. - 126 с.
3. Пиляева О.В. Повышение эффективности послеуборочной обработки зерна // Эпоха науки– 2017- № 12– с.158-159.

