

УДК 66
DOI 10.24411/2409-3203-2018-11723

ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА СУШКИ ЗЕРНА В ШАХТНОЙ ЗЕРНОСУШИЛКЕ

Полубояринов Николай Александрович
старший преподаватель кафедры агроинженерии
ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ Ачинский филиал
Россия, г. Ачинск

Сибирина Татьяна Фёдоровна
к.б.н., доцент кафедры Агроинженерии
ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ Ачинского филиала
Россия, г. Ачинск

Аннотация: автор выстроил математическую модель процесса оптимизации сушки зерна в шахтной зерносушилке, исследуя основные закономерности, с целью повышения эффективности их работы.

Ключевые слова: модель, конструкция, монтаж, моделирование, зерносушилка, эффективность, оптимизация, сушильная камера, зерно.

THE CONSTRUCTION OF MATHEMATICAL MODEL OF OPTIMIZATION OF THE PROCESS OF GRAIN DRYING IN A SHAFT DRYER

Poluboyarinov Nikolay Aleksandrovich
senior lecturer of the Department of Agroengineering
Achinsk branch of the Krasnoyarsk State Agrarian University
Russia, the city of Achinsk

Sibirina Tatiana Fyodorovna
Ph.D, associate Professor in the Department of Agroengineering
Achinsk branch of the Krasnoyarsk State Agrarian University
Russia, the city of Achinsk

Abstract: the author has built a mathematical model of the process of optimization of grain drying in the mine dryer, investigating the basic laws, in order to improve the efficiency of their work.

Key words: model, design, editing, modelling, grain drying, efficiency, optimization, drying chamber, the grain

На этапе проведения теоретических исследований лучшим образом осуществить спецификацию математической модели и построить модель функционирования технологического процесса сушки в сушильной камере зерносушилки с плотным подвижным слоем.

Основные преимущества отечественных шахтных зерносушилок заключаются в их компактности (развиты в высоту), простоте конструкции и монтажа, осуществлении движения сушеного материала от места загрузки к месту выгрузки в принудительном (гравитационном) способе перемещения зерна в сушильных шахтах, высокой эксплуатационной надежности (фактический срок службы нередко превышает три

нормативных), относительной дешевизне (сравнительно с зарубежными аналогами – в 3-5 раз).

Важными недочетами являются: завышенные значения удельной материалоемкости и энергетических затрат, ограничение снижения влажности, неравномерность сушки и охлаждения зерна, пожарная опасность и загрязнения выносами в зоне сушиллки. Эти факторы, наряду с низкой энергетической эффективностью, являются основными причинами высокой стоимости сушки зерна.

С целью повышения эффективности необходимо проведение оптимизации конструктивных и режимных параметров шахтных зерносушилок на основе системного анализа и математического моделирования взаимодействия агента сушки с зерновым слоем, находящимся в плотном подвижном состоянии.

При этом необходимо сформулировать задачу математического описания процесса сушки зерна в плотном подвижном слое для получения обоснованных методов поддержания необходимых и равномерных условий сушки.

Математическая модель динамики процесса сушки зерна в шахте строилась в четыре подэтапа, представленных на рисунке 1.1

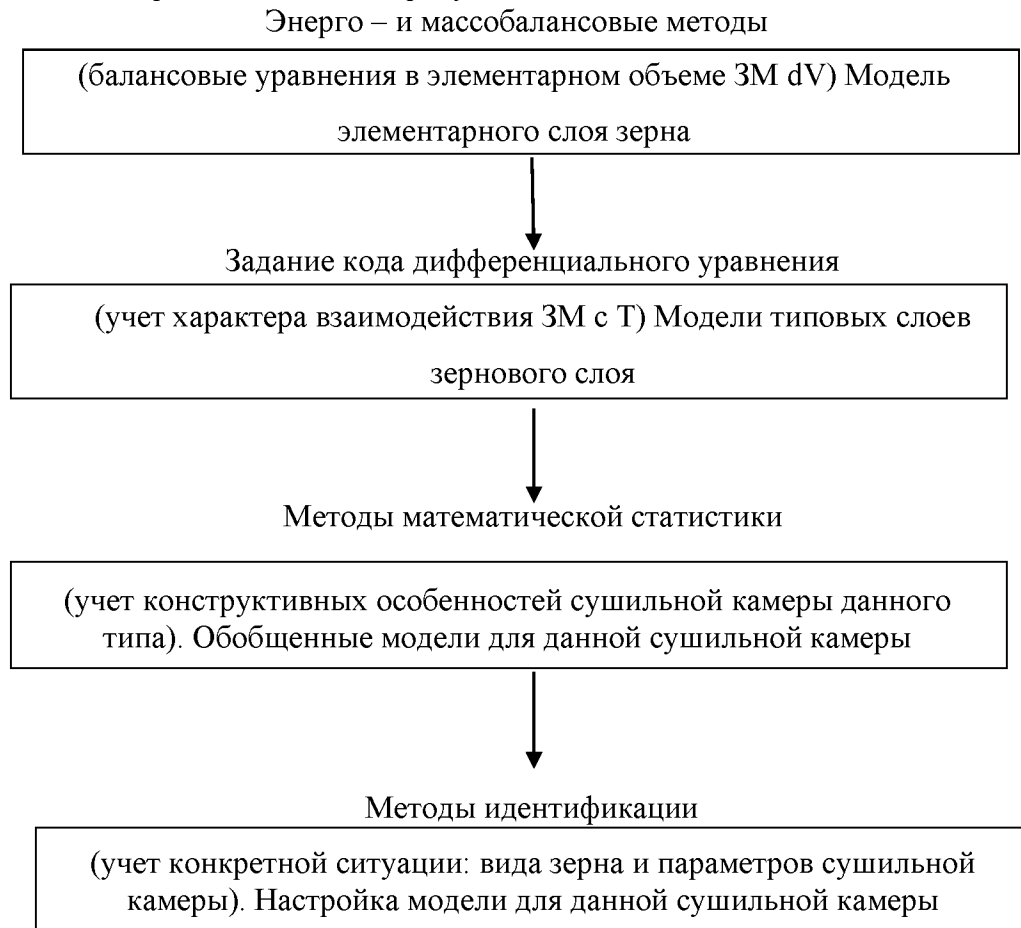


Рисунок 1.1 - Схема построения математической модели процесса сушки зерна

На основе модели процесса сушки зерна, описывающей динамику установившегося процесса, была поставлена математическая модель оптимизации взаимодействия агента сушки и зернового слоя. Для этого в нее были включены следующие элементы:

- целевая функция,
- система ограничений.

В результате оптимизационная модель процесса сушки в плотном подвижном зерновом слое представлена в виде:

$$\Phi = (W, \theta, T, V) = \int_0^t dt = \tau \rightarrow \min$$

$$\frac{dW}{dt} = -K_{\beta} W \theta \quad (1.2)$$

$$\frac{d\theta}{dt} = -\frac{rK_{\beta}}{100c} W \theta + \frac{m(1-\varepsilon)}{R\&c} (1 + K_{\alpha}^V K_{\beta} W \theta) (T_0 - \theta)$$

$$\theta_0 \leq \theta \leq \theta_{don}, \quad W(0) = W_0, \quad W(\tau) = W_k$$

Решение задачи (1.2) при функции $J = K_{\beta} W$ представляющей собой линейную задачу предельного быстрогодействия, задается совокупностью кусочных управлений с двумя точками переключения. При этом следует учитывать следующие исходные (эксплуатационно-технологические и конструкционные) данные:

U^{don} – область допустимых значений управляющих воздействий;

y – координата пространства вдоль короба.

Согласно математической модели процесса сушки зерна, оптимальное управление процессом сушки заключается в высушивании зерна с начальной влажностью $W_0(t)$ до кондиционной, либо любой заданной конечной влажности W , при условии достижения максимальной интенсивности сушки. Основными условиями интенсификации сушки являются выбор оптимальной температуры сушильного агента и его массовой подачи $V_T(t)$ из области их допустимых значений, а также равномерное распределение поля скорости агента сушки в слое зернового материала (по всей площади поперечного сечения слоя). Ограничением на переменные состояния процесса является допустимый нагрев зерна и скорость его обезвоживания, а также условия невыноса зерна из сушильной камеры вместе с обработавшим агентом сушки.

Соблюдение ограничений обеспечивает сохранение качественных показателей зерна (всхожесть, энергия роста, качество клейковины и др.), а выполнение условия минимизации экспозиции сушки при условии соблюдения указанных ограничений позволяет осуществить выбор максимально допустимой для данных конкретных условий температуры сушильного агента и его подачи с целью достижения максимальной производительности сушильной камеры.

Решение общей задачи оптимизации процесса сушки в первом приближении можно заменить решением следующей частной задачи, - достижением максимума интенсивности сушки за счет выравнивания поля скорости агента сушки в слое зернового материала.

При этом за счет увеличения массовой подачи агента сушки в наименее продуваемые зоны сушильного пространства не только выравниваются условия сушки и ее результаты – неравномерность полей температуры и влажности зерна, но и достигается ее интенсификация.

Системы уравнений и описывают протекание процессов в плотном подвижном слое в среднем по данному поперечному сечению слоя на уровне x по высоте сушильной камеры.

Список литературы:

1. Манасян С.К., Методика определения теплофизических характеристик зернового материала, Новосибирск СибИМЭ, 2008, с 43-48

2. Худякова И.В., Оптимизация процесса сушки зерна пшеницы в рециркуляционных зерносушилках РД и У2 – УЗБ на основе имитационного моделирования: автор. диссертации/ И.В. Худякова – М., 2002, 15с

3. Полубояринов, Н.А. Динамическое качество с.-х. машин: обеспечение, контроль, оценка // С.К. Манасян, Н.А. Полубояринов, Н.Н. Куликов /Ресурсосберегающие технологии механизации сельского хозяйства: прил. к «Вестнику КрасГАУ»: сб. ст. Вып. 6 / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2010. – с. 102 – 108.

4. Полубояринов, Н.А. К построению математической модели динамики комбинированного зерноочистительно-сушильного агрегата / Ресурсосберегающие технологии механизации сельского хозяйства: прил. к «Вестнику КрасГАУ»: сб. ст. Вып. 6 / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2010. – с. 111 – 114.



УДК 633.16:632 934:631.559
DOI 10.24411/2409-3203-2018-11724

УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИЕМОВ ЗАЩИТЫ

Тимофеев Вячеслав Николаевич

к.с.-х. н., научный сотрудник лаборатории защиты растений
НИИСХ Северного Зауралья – филиал ТюмНЦ СО РАН
Россия, Тюменская область, п. Московский

Аннотация: Исследования выполнены на опытном поле НИИСХ Северного Зауралья – филиал ТюмНЦ СО РАН в 2018 году. Объектами исследований являлись культура ячмень сорт Абалак, и схемы защиты, включающие обработку от сорной растительности, листостебельных заболеваний и вредителей, подкормки агрохимикатом.

Целью наших исследований являлось обоснование элементов комплексной защиты ячменя в период вегетации на повышение урожайности культуры.

Общая характеристика фитосанитарного состояния складывалась из повреждений корневыми гнилями с 6% до 35%, засорением однолетними и многолетними сорными растениями 40-72 шт/м², листостебельными заболеваниями 20-50%, внутрстеблевыми вредителями 13,7%.

Применение схем защиты с включением фунгицида в период вегетации значительно ограничило поражаемость культуры на уровне 73-77% при обработке в фазу кушения и на уровне 96% при применении фунгицида в более позднюю фазу, но при этом наблюдалось затягивание вегетации.

Урожайность культуры без применения СЗР в период вегетации защиты колебалась на уровне 1,8 т /га, а применение средств защиты увеличивало количество зерна и его массу на 0,4-1,9 т/га.

Применение подкормки для стимулирования роста растений культуры и снижения гербицидного стресса отозвалось прибавкой в 0,39 т/га, применение фунгицида в фазу кушения в смеси с гербицидами обеспечило 1,18 т/га прибавки, добавление в смесь инсектицида еще добавило 0,78 т/га или в целом 1,96 т/га. Обработка посевов ячменя в более позднюю фазу начало колошения смесью фунгицид + инсектицид + агрохимикат повлияла на урожайность повышением в 1,66 т/га.

Наиболее высокое повышение элементов структуры растения наблюдается при применении защитного комплекса от сорных растений, болезней и вредителей в фазу кушения культуры.