Кизуров Анатолий Сергеевич Интенсификация процесса сушки семян пшеницы на основе дифференциации подвода тепловой энергии

ОГЛАВЛЕНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

кандидат наук Кизуров Анатолий Сергеевич

ВВЕДЕНИЕ

1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1 Общие сведения о зерне

1.2 Анализ существующих способов сушки семян

1.3 Анализ существующих технических средств сушки семян и перспективы их развития

1.4 Кинетика сушки семян пшеницы

1.5 Исследование существующей теории влагопереноса в зерновке

1.6 Анализ научных исследований по сушке семян

1.7 Постановка задач исследования

2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ СУШКИ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ

2.1 Обоснование параметров дифференцированной сушки

2.1.1 Процесс дифференцированной сушки семян на основе теплового баланса

2.1.2 Расчетная схема для определения теплоемкости зерновки в зависимости от ее влажности

2.2 Определение коэффициента теплоотдачи влажного воздуха при естественной конвекции

2.3 Решение систем теплового баланса при естественной конвекции для нагрева и охлаждения

2.4 Результаты теоретических исследований

Выводы по главе

3 ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ

7

28

38

39

45

47

56

61

ИССЛЕДОВАНИИ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЗЕРНА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ КИНЕТИКИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ сушки на кпд нагрева и ИСПАРЕНИЯ

3.1 Приборы и оборудование для экспериментальных исследований

3.2 Методика ранжирования факторов экспериментальных исследований для выявления зависимостей КПД нагрева и испарения

3.3 Методика проведения лабораторных исследований по определению исходных данных для построения номограмм

3.3.1 Методика определения геометрических параметров зерновки

3.3.2 Методика определения массы тысячи зерен

3.3.3 Методика сравнительных измерений влажности зернового материала до и после сушки с помощью влагомера «Wile 55» и технического средства «Звуковой сканер»

3.3.4 Методика определения температуры зернового материала перед сушкой для построения номограмм, и после сушки для определения КПД нагрева и испарения

3.3.5 Методика определения температуры и влажности агента сушки (охлаждения) построения номограмм и определения КПД нагрева и охлаждения

3.4 Методика построения номограмм для определения КПД нагрева зерновки и испарения поверхностной влаги

3.5 Методика проведения работы по исследованию интенсификации процесса сушки семян пшеницы

3.6 Методика определения коэффициентов полезного действия нагрева зерновки и испарения поверхностной влаги по

73

74

80

80

номограммам

3.7 Методика проведения экспериментальных исследований влияния входных параметров на КПД нагрева и испарения

3.8 Методика определения качественных показателей семян пшеницы до и после сушки с дифференцированным подводом тепла

3.8.1 Методика определения зараженности семян

3.8.2 Методика определения всхожести и энергии прорастания семян

3.9 Методика определения энергетических затрат для оценки процесса сушки семян пшеницы с дифференцированным подводом тепла

3.9.1 Определение производительности лабораторной зерносушилки

3.9.2 Методика определения энергозатрат на сушку 1 планового

килограмма семян

Выводы по главе

4 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЗЕРНА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ КИНЕТИКИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ СУШКИ НА КПД НАГРЕВА И ИСПАРЕНИЯ

4.1 Результаты ранжирования факторов экспериментальных исследований для выявления зависимостей КПД нагрева и испарения

4.2 Результаты сравнительных измерений влажности зернового материала до и после сушки с помощью влагомера «Wile 55» и технического средства «Звуковой сканер»

4.3 Результаты определения коэффициентов полезного действия нагрева зерновки и испарения поверхностной влаги по номограммам

99

4.4 Результаты проведения экспериментальных исследований влияния входных параметров на КПД нагрева и испарения

4.5 Результаты определения качественных показателей семян пшеницы до и после сушки с дифференцированным подводом тепла

4.5.1 Результаты определения зараженности семян

4.5.2 Результаты определения всхожести и энергии прорастания семян

4.6 Результаты определения энергетических затрат для оценки процесса сушки семян пшеницы с дифференцированным подводом тепла

4.6.1 Результаты определения производительности лабораторной зерносушилки

4.6.2 Результаты определения энергозатрат на сушку 1 планового

килограмма семян

Выводы по главе

5 ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СУШКИ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ ПРИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМ ПОДВОДЕ ТЕПЛА

5.1 Годовые эксплуатационные расходы и себестоимость сушки

5.1.1 Стоимость амортизационных отчислений и прочих расходов

5.1.2 Заработная плата персонала

5.2 Срок окупаемости

Выводы по главе

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А Критерии подобия

Приложение Б Алгоритм расчета сушки с дифференцированным подводом тепла в среде MathCAD методом математического

перебора

Приложение В Физико-химические показатели пшеницы

Приложение Г Поверхности отклика влияния температур агентов сухого воздуха, насыщенного пара и влажного воздуха на

коэффициент теплоотдачи

Приложение Д Технические характеристики лабораторного

оборудования

Приложение Е Исходный код программы микроконтроллера схемы

управления лабораторной установки на языке Wiring

Приложение Ж Паспортные данные с информацией о поверке

измерительного оборудования

Приложение З Интерфейс программы «GrainSoundScan»

Приложение И Алгоритм заполнения массивов выходных параметров сушки с дифференцированным подводом тепла в среде MathCAD

методом математического перебора

Приложение К Сведения к планированию эксперимента и обработке

результатов

Приложение Л Сертификат соответствия семян пшеницы

Приложение М Зависимости выходных параметров у! при

варьировании входных

Приложение Н Результаты определения влажности проб зерна

Приложение О Патенты РФ на изобретение и полезную модель

Приложение П Результаты экспериментальных исследований

Приложение Р Акты внедрения результатов научных исследований.... Приложение С Программный комплекс определения численных значений коэффициентов полезного действия

184