Кизуров А.С. Обеспечение независимого регулирования температур агентов нагрева
и охлаждения бездрессельной теплонасосной установкой при дифференцированном
подводе тепла в процессе сушки семян зерновых

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

УДК 621.57; 631.365.22

**Обеспечение независимого регулирования температур агентов нагрева и
охлаждения бездрессельной теплонасосной установкой при
дифференцированном подводе тепла в процессе сушки семян зерновых**

Кизуров А.С.

Государственный аграрный университет Северного Зауралья

Аннотация

Для обеспечения продовольственной безопасности страны необходима ежегодная заготовка семян зерновых культур сельхозтоваропроизводителями. При подготовке семенного материала наиболее важным, энергоемким и время затратным этапом послеуборочной обработки является сушка. В настоящее время на территории РФ наибольшее распространение получила конвективная сушка с постоянным подводом тепла. Для интенсификации процесса конвективной сушки предпочтительно использовать дифференциацию подвода тепла. С целью реализации данных мероприятий представлена возможность применения теплонасосной установки оригинальной конструкции, разработанной учеными ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья.

Ключевые слова: СУШКА СЕМЯН, ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПОДВОДА ТЕПЛА, КОНВЕКТИВНАЯ СУШКА, ТЕПЛОНАСОСНАЯ УСТАНОВКА, ИНТЕНСИФИКАЦИЯ

Введение

От количества и качества семян зерновых культур зависит продовольственная безопасность страны. Сохранность семян непосредственно зависит от проведения послеуборочной обработки, основным этапом которой является сушка. Наибольшее распространение получила конвективная сушка с подводом агента (горячий воздух), технологическая схема которой представлена на рис. 1 [1-3].

Рис.1. Технологическая схема процесса конвективной сушки

Методы

В процессе сушки семян зерновых культур необходимо соблюдать «мягкие» режимы сушки, исключающие изменение температур тела зерен, вызывающее физико-химические изменения свойств обрабатываемого материала. Например, при сушке семян пшеницы «мягким» режимам сушки соответствуют: максимальная температура агента нагрева +80 град. С; максимальная температура семян +45 град. С. При соблюдении «мягких» режимов сушки семян, вследствие снижения разности температур, скорость протекания процесса снижается, как следствие увеличивается время сушки. С целью интенсификации процесса сушки семян зерновых культур в «мягких» режимах применяются следующие технико-технологические решения [4]:

- увеличение скорости движения воздушных масс;
- снижение парциального давления в агенте сушки посредством частичного разряжения (вакуумная сушка);
- применение радиационного нагрева (СВЧ, ИК);
- дифференцированный подвод тепла;
- и др. [5-6].

Увеличение скорости движения воздушных масс приводит к росту расходов на нагрев агента сушки. Снижение парциального давления приводит к необходимости

создания герметичной камеры и перевода на периодическую сушку. Применение радиационного нагрева приводит к увеличению энергоемкости (при СВЧ нагреве). Дифференциация подвода тепла требует увеличения объема камеры сушки. В результате научных исследований по тематике «Интенсификация процесса сушки семян пшеницы на основе дифференциации подвода тепловой энергии» научным коллективом ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья были получены результаты, указывающие на актуальность чередования процессов нагрева и охлаждения. Технологическая схема процесса сушки семян с дифференцированным подводом тепла представлена на рис. 2 [1, 2, 4].

Рис. 2. Технологическая схема процесса сушки семян с дифференцированным подводом тепла

В качестве агентов в процессе сушки семян при дифференцированном подводе тепла используется нагретый (температура более +50 градусов Цельсия) и охлажденный (температура в диапазоне от 0 до +10 градусов Цельсия). Для получения агентов нагрева и

охлаждения необходимо применение машин и аппаратов по нагреву и охлаждению воздуха. С учетом разработанной теории расчета процессов сушки с дифференцированным подводом тепла было выявлено, что тепловой баланс указывает на приблизительное равенство количества теплоты на нагрев и на охлаждение агентов. Наиболее актуальным техническим устройством для одновременного получения агентов является теплонасосная установка. Технологическая схема процесса сушки семян с дифференцированным подводом тепла теплонасосной установкой представлена на рис. 3 [1, 2, 4, 7, 8].

Рис. 3. Технологическая схема процесса сушки семян с дифференцированным подводом тепла теплонасосной установкой

Конструктивные особенности теплонасосных установок позволяют обеспечить регулирование тепло или холодопроизводительности только за счет ПИД-регулирования и/или применения инверторного привода. Регулирование параметров теплонасосной

установки посредством инверторного привода приводит к работе вне номинального режима, что снижает эффективность устройства в целом. Таким образом, возникает необходимость независимого регулирования температур нагрева и охлаждения теплонасосной установки без снижения эффективности его работы [4].

Цель работы - обеспечить независимое регулирование температур агентов нагрева и охлаждения бездрессельной теплонасосной установкой при дифференцированном подводе тепла в процессе сушки семян зерновых.

Задачи:

- выполнить теоретическое обоснование конструкции бездрессельной теплонасосной установки;
- разработать математическую модель обеспечения независимого регулирования температур контуров нагрева и охлаждения бездрессельной теплонасосной установки;
- выполнить оценку диапазонов функционирования и регулирования бездрессельной теплонасосной установки.

Результаты

Сотрудниками кафедры «Энергообеспечения сельского хозяйства» при ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья была теоретически обоснована и разработана конструкция бездрессельной теплонасосной установки, обеспечивающей независимое регулирование температур контуров нагрева и охлаждения. Применением данного технического устройства решается задача создания агентов нагрева и охлаждения для обеспечения дифференциации подвода тепла (нагрев, охлаждение) в процессе сушки семян зерновых культур. Кроме того, конструктивные и технологические особенности бездрессельной теплонасосной установки позволяют осуществлять независимое регулирование температур агентов, что позволяет применить динамическое изменение температур во время сушки. Например, по мере сушки, вследствие снижения влажности, а как следствие и теплоемкости, зерновки при постоянстве воздушного потока имеется необходимость уменьшения температуры агента нагрева. Бездрессельная теплонасосная установка за счет изменения давлений в контурах нагрева и охлаждения обеспечивает такую возможность. Кроме того, конструктивные особенности бездрессельной теплонасосной установки

позволяют обеспечивать холодо- и теплопроизводительность при получении агентов нагрева и охлаждения за счет рециркуляции отработанного агента с подмешиванием атмосферного воздуха и за счет применения регенерационных теплообменников [9-11].

Заключение

Технологическими особенностями бездрессельной теплонасосной установки является принудительное управление работой впускных и выпускных клапанов в соответствии с требуемыми давлениями в контурах, что описано математической моделью. Так, например, при использовании безопасного хладагента R407C возможно обеспечение независимого (плавного) регулирования температур контуров нагрева и охлаждения с разностью температур в 30-70 градусов Цельсия в номинальных режимах. Под номинальными режимами в данном случае рассматривается максимальная разность давлений на входе/выходе компрессора не менее 15 Бар [9-11].

В настоящее время коллектив ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья занимается проектированием одноконтурной лабораторной бездрессельной теплонасосной установки с целью экспериментальных подтверждений работоспособности математической модели в широком диапазоне регулирования температур (от -40 до +80 градусов Цельсия).

Список литературы использованных источников

1. Кизуров А.С., Костелова С.В., Якушев И.В., Лапшин И.П. Высокодифференцированная сушка семян // Агропродовольственная политика России. - 2013. - № 7 (19). - С. 59-61.
2. Кизуров А.С., Лапшин И.П. «Высокодифференцированная» сушка зерна // Перспективы развития АПК в работах молодых учёных: Сборник материалов региональной научно-практической конференции молодых учёных. - Тюмень: ГАУСЗ, 2014. - 251 с.
3. Жидко В.И., Резчиков В.А., Уколов В.С. Зерносушение и зерносушилki. - М.: Колос, 1982. - 239 с.
4. Кизуров А.С. Интенсификация процесса сушки семян пшеницы на основе дифференциации подвода тепловой энергии: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. – Тюмень. - 2019.
5. Андреев Л.Н., Юркин В.В. Ресурсосберегающая система очистки рециркуляционного воздуха // Сельский механизатор. - 2018. - № 12. - С. 16–17.

6. Андреев Л.Н., Юркин В.В. Обоснование режимных параметров систем рециркуляции вентиляционного воздуха производственных помещений АПК // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2018. - № 4 (72). - С. 206-209.

7. Kizurov A., Kokoshin S. 2018 Intensification of drying process of wheat seeds based on differentiation of thermal energy supply // AIME-2018 DOI: [10.2991/Aime-18.2018.55](https://doi.org/10.2991/Aime-18.2018.55)

8. Kizurov A., Lapshin I. and Kokoshin S. 2016 Differentiated drying of the mixtures colloidal components used in the construction of underground infrastructure Procedia Engineering. – 165. – 806 // DOI: [10.1016/j.proeng.2016.11.779](https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.779)

9. Kizurov A.S. Modernization of the heat pump installation for drying wheat // Journal of Physics: Conference Series. - 2020. – 1614 (1). - 012068.

10. Юрицин С.А., Кизуров А.С., Лапшин И.П. Бездрессельная теплонасосная установка. Свидетельство о государственной регистрации патента на изобретение RUS 2614133 от 22.03.2017 г.

11. Кизуров А.С. Бездрессельная теплонасосная установка с регенеративным теплообменником. Свидетельство о государственной регистрации патента на полезную модель RU 198970 U1 от 05.08.2020 г.

=====

Цитирование:

Кизуров А.С. Обеспечение независимого регулирования температур агентов нагрева и охлаждения бездрессельной теплонасосной установкой при дифференцированном подводе тепла в процессе сушки семян зерновых [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №6. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/7/st_008.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/20217008>.