

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 3 (2022)

ПАВЛОДАР

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/AFHU6838>

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.
к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Редакция алкасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я., *д.т.н., профессор*
Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*
Никитин К. И., *д.т.н., профессор (Россия)*
Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*
Новожилов Т. А., *д.т.н., профессор*
Алиферов А.И., *д.т.н., профессор (Россия)*
Кошеков К.Т., *д.т.н., профессор*
Приходько Е.В., *к.т.н., профессор*
Оспанова Н. Н., *к.п.н., доцент*
Нефтисов А. В., *доктор PhD*
Омарова А.Р., *технический редактор*

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

<https://doi.org/10.48081/GZCS8909>***Р. М. Искаков¹, Г. К. Кубентаева², Р. Т. Қасым³****А. М. Акаев⁴**

^{1,2,3}Казахский аграрный технический университет имени С. Сейфуллина, Республика Казахстан, г. Нур-Султан;

⁴Восточно-Казахстанский технический университет имени Д. Серикбаева, Республика Казахстан г. Усть-Каменогорск

ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОНАГРЕВА ТЕПЛОПЕРЕДАЮЩЕЙ СРЕДЫ КОНВЕКТИВНОЙ СУШИЛКИ

В статье рассматриваются исследования по систематизации характерных особенностей электронагрева при проведении процесса конвективной сушки. На основании разработанной схемы уровня иерархии системного анализа электрического нагрева выявлено, что повышение эффективности электронагрева можно достигнуть за счет совершенствования конструкции нагревателя и оптимального режима нагрева воздуха с уменьшением времени теплоотдачи и охвата теплового контакта активной зоны с нагреваемой газовой средой. Описывается запатентованная конструкция устройства для производства кормовой муки животного происхождения (патент Республики Казахстан № 7276), позволяющая осуществлять конвективную сушку с применением электронагревателя и воздухоподувки для распределения горячего воздуха. При обзоре научной информации выявлено, что в исследованиях пристальное внимание обращается на уровни температуры сушилки с электрическим нагревателем, энергоэффективность сушилки, энергосберегающий метод, инфракрасный нагреватель, мощность нагревателя, что подтверждаются эмпирическими данными, зависимостями, схемами, объясняющими и обосновывающими действия нагревателей. При этом многие исследования ученых опираются на использование излучающих и конвективных секций нагревателей прямого нагрева, показания средней температуры воздуха вдоль сечения нагревателя, равномерный нагрев воздуха с поверхности обогревателя, проволоки сопротивления и кремний-углеродных стержней, перегородок.

Ключевые слова: электрический нагреватель, сушка, конвекция, теплоотдача, температура.

Введение

Сушка является одним из важных и энергозатратных процессов. Основная цель процесса сушки состоит в том, чтобы производить высококачественную продукцию. Например, сушка как финальная часть производства кормов требует большого количества тепловой энергии. Как известно в большинстве технологических нагревателей тепло вырабатывается путем прямого преобразования электрической энергии. Многие технические факторы влияют на эффективность электронагревателей, в т.ч. электричество, используемое для нагрева. Электрический нагреватель воздуха является одним из важнейших устройств для многих отраслей промышленности и широко используется в сушке, выпечке и в других отраслях промышленности. Во многих отраслях промышленности для нагревания воздуха до очень высокого теплового потока используется сжигание газов. При этом нагрев воздуха до очень высокого теплового потока иногда сопровождается ухудшением качества воздуха. Поэтому достаточно эффективной альтернативой для нагрева воздуха в сушильном оборудовании может быть электрический нагреватель, направленный для достижения желаемой температуры воздуха.

Материалы и методы

Фундаментальные положения теплотехники и электротехники, конвективных сушильных установок, научные публикации по техническим наукам, патенты на изобретения и полезные модели, конструкции, системный и сравнительный анализ.

Результаты и обсуждения

Одной из составляющих конструктивных решений при компоновке электрического нагревателя теплопередающей среды, являющегося важным звеном в осуществлении тепловой сушки, а также установления всевозможных аспектов, воздействующих на процесс нагрева тепла при проведении сушки является системный анализ [1]. Внедрение системы вентиляции с переменным регулированием расхода воздуха может сделать приемлемым диапазон изменения температуры во время работы электрического нагревателя. Допускается подача воздуха в электронагреватель с температурой 20 °С и начальной скоростью 1 м/с от входа в канал, где возможен нагрев воздуха до высоких температур, необходимых для сушки. Эффективность процесса электрического нагрева газа для осуществления сушки определяется принципом действия и особенностями конструкции электронагревателей. Поэтому необходимым считается обобщение электрического нагрева при проведении сушки.

Важным показателем электрического нагрева при проведении сушки кормовой муки, являются конструктивные особенности электрического нагревателя (КОЭН), определяющиеся \bar{I} уровнем иерархии системного анализа. В структурной схеме электрического нагрева при проведении сушки кормовой муки, представленной на рисунке 1, следует учитывать активную зону электронагревателя (АЗЭ), которая должна полностью соприкасаться с нагреваемой средой (НС); удельную поверхностную мощность электронагревателя (УПМЭ) с мощностью (М), приходящейся на 1 см² активной поверхности; работу, необходимую для регулярного отвода тепла с нагреваемой поверхности (РОТсНП), обеспечения теплового контакта оболочки электронагревателя с нагреваемой средой (ОТКОЭсНС) путем конвекции, теплопроводности и излучения (КТиИ) с преобразованием электроэнергии в теплоэнергию (ПЭЭВТЭ), конфигурации и конструктивного исполнения электронагревателей (КиКи); работу, необходимую для исключения попадания влаги на контактные выводы и внутрь электронагревателя (ИПВКВиВЭ); естественные или искусственные потоки холодного воздуха, приносимые для продувки контактных выводов (ЕиИПХВдПКВ). Представленные действия и явления фокусируют ориентацию полей скоростей, давления, температуры (ФОПСДиТ), и сочетают ряд геометрических и электротехнических показателей (РГиЭП). Безотказность эксплуатации электронагревателя зависит от величины поверхностной нагрузки (ВПН), заметно влияющей на теплоем. Нагрев происходит в среде с движущимся с определенной скоростью воздухом (СДОСВ), в спокойной газовой среде с установившимся режимом (СГСсУР), горячим (рабочим) состоянием электронагревателя (ГСЭ), определенной рабочей температурой в условиях нормальной теплоотдачи и эксплуатации (РТвУНТиЭ). Конструкция предусматривает монтаж электронагревателей к нагреваемому устройству с помощью болтов, шпилек, хомутов, зажимов, стяжек, кронштейнов, скоб. На основании осуществленного системного анализа электрического нагрева при проведении сушки кормовой муки выявлено, что важными показателями, способствующими повышению эффективности электрического нагрева следует считать:

- уменьшение времени теплоотдачи вместе с установлением оптимального режима электрического нагрева;
- совершенствование конструкции электронагревателя путем охвата теплового контакта активной зоны с нагреваемой газовой средой, что позволит интенсифицировать процесс распространения температур и тепловых полей.

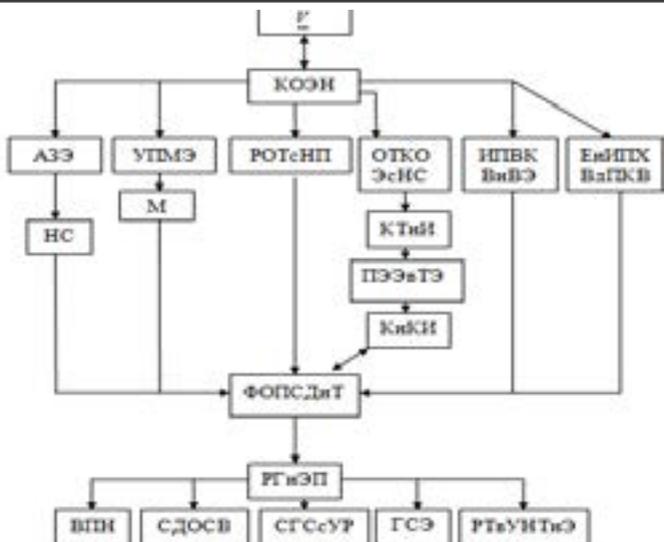
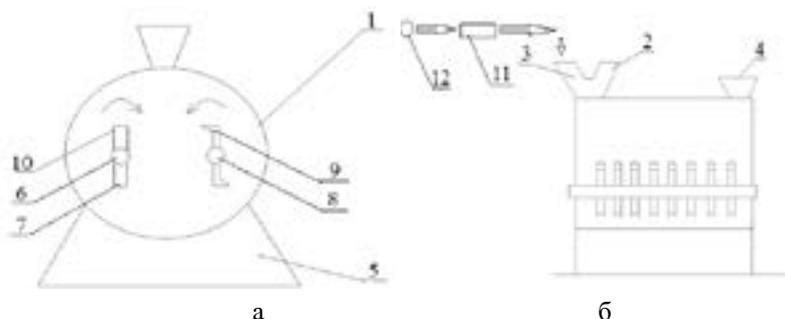


Рисунок 1 – Структурная схема \bar{I} уровня иерархии системного анализа электрического нагрева при проведении сушки кормовой муки

В результате проведения исследований электронагревателя разработана установка для производства кормовой муки (рисунок 2). Сушильный агент в виде горячего воздуха конвективно подается в корпус устройства для производства кормовой муки животного происхождения от электрического нагревателя посредством воздухоудвки для распределения горячего воздуха. Оригинальность устройства подтверждена патентом [2]. В состав установки входит термостат для регулирования температуры, датчик температуры для измерения температуры от нагревателя, регулятор скорости, электродвигатель для передачи мощности.

Следует отметить, что многие исследования ученых сосредоточены на максимальном повышении эффективности электрического нагревателя. Например, в работе [3] исследованы энергетические характеристики двух типов сушилок: электрического нагревателя и теплового насоса. При этом измерено и анализировано содержание влаги, время сушки, общее энергопотребление, скорость извлечения влаги. Установлено, что по мере повышения температуры в сушильной камере время сушки сокращается, но эффективность использования энергии снижается. Для сушилки с электрическим нагревателем влияние температуры камеры на время сушки является значительным, но менее значительным на

эффективность использования энергии. Уровни температуры мало влияют на производительность сушилки с электрическим нагревателем.



а – вид спереди; б – вид сбоку; 1–корпус; 2 – патрубок для подачи сырья; 3–патрубок для подвода сушильного агента; 4–патрубок для выхода кормовой муки животного происхождения; 5- стойка-рама; 6-вал; 7–ударные элементы; 8–вал; 9–лопастные элементы; 10–стержни; 11–электронагреватель; 12-воздуходувка

Рисунок 2 – Схема установки для производства кормовой муки

В статье [4] анализируется механизм сушки для повышения энергоэффективности электрической сушилки. Для этого экспериментально получены характерные кривые сушки, такие как температура, относительная влажность, скорость испарения, коэффициент массообмена, кривые остаточной влажности. На основе экспериментальных результатов и анализа механизма сушки систематически представлено влияние мощности нагревателя и тепловых потерь на энергопотребление электрической сушилки. Эти результаты демонстрируют возможность управления потерями тепла в нагревателе.

В работе [5] представлена модель электрической инфракрасной сушилки, включающая лучистый теплообмен между различными частями нагревателя, а также теплопроводность в материале отражателя и конвективное охлаждение поверхностей. Расчеты теплопередачи объединяются с энергетическими балансами для получения системы уравнений, моделирующей поведение электрической сушилки.

В работе [6] показатели энергопотребления в сушильном барабане замкнутого цикла с конденсатором для сушки оценивались в зависимости от мощности нагревателя, расхода сушильного воздуха внутри сушилки и расхода охлаждающего воздуха. Установка состоит из барабана, конденсатора и электронагревателя для нагрева циркулирующего сушильного воздуха.

Испытания проводились при мощности нагрева от 1,9 кВт до 2,7 кВт, скорости потока воздуха для сушки от 60 м³/ч до 140 м³/ч и скорости потока охлаждающего воздуха 100 м³/ч до 240 м³/ч. Параметрические результаты показали, что большая мощность нагревателя приводит к сокращению времени сушки.

Бахадори и Вуталуру [7] изучили простые в использовании корреляции для проектирования излучающих и конвективных секций нагревателей прямого нагрева. В работе [8] экспериментально исследованы характеристики теплоотдачи жидкости, протекающей через высокотемпературную электрическую печь воздушного нагрева, нагреваемую проволоками сопротивления и кремний-углеродными стержнями.

В работе [9] изучалось усиление теплообмена в нагревателе (рисунок 3) с общей длиной нагревательной секции 0,9 м. Он состоит из 4 патронных нагревателей общей потребляемой мощностью 3 кВт. В нагревательной секции последовательно расположены пять полукруглых перегородок.



Рисунок 3 – Фото нагревателя [9]

На рисунке 4 показана средняя температура воздуха вдоль сечения нагревателя. Завихрение воздуха за счет дефлекторов обеспечивает равномерный нагрев воздуха с поверхности обогревателя. Тогда нагретый воздух проходит через длинную отстойную камеру к соплу диаметром 25,4 мм. Камера изолируется асбестовой тканью и нагревательной лентой для предотвращения потери тепла в окружающую среду от горячего воздуха.

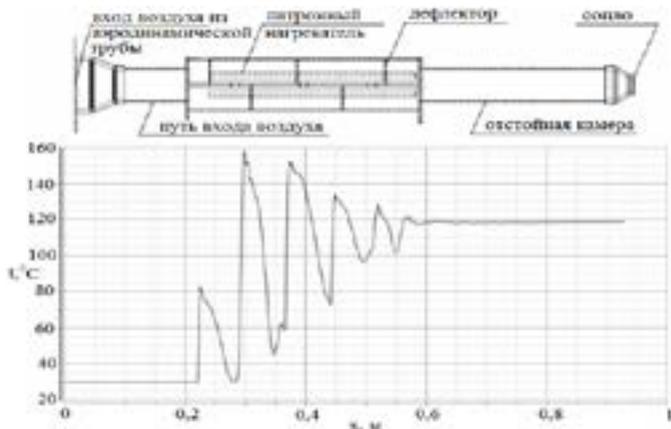


Рисунок 4 – Температура воздуха по сечению нагревателя [9]

Центральной частью нагревателя является независимый цилиндрический нагревательный элемент (рисунок 5), анализируемый в работе [10]. Этот элемент состоит из цилиндрического основания 1 и полого цилиндра с электрообогревом 2. Нагревательным элементом является никель-хромовая проволока, встроенная в цилиндрическую стенку. Инновационное решение нагревателя состоит из нескольких цилиндрических нагревательных элементов с различной электрической мощностью и внутренним диаметром в различном расположении.

В работе [11] представлен электронагреватель со спиральной перегородкой. Поверхности двух соседних окружностей перекрываются трехсекционными спиральными перегородками, не соприкасающимися в месте соединения с одним и тем же углом наклона, но разными трехмерными направлениями (рисунок 6, а). Общие узлы стержня и дистанционной трубки не могут зафиксировать две плотно прилегающие перегородки. Решение заключается в создании двух «петлей» с помощью наклонной перегородки на обоих углах изогнутой кромки и прямых краев для крепления спиральных перегородок тремя комплектами стержней и узлов дистанционных трубок (рисунок 6, б).

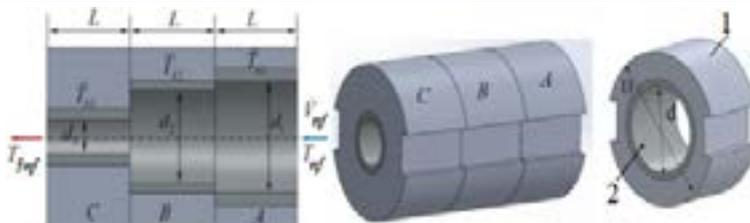


Рисунок 5 – Поточная конфигурация цилиндрических нагревательных элементов [10]

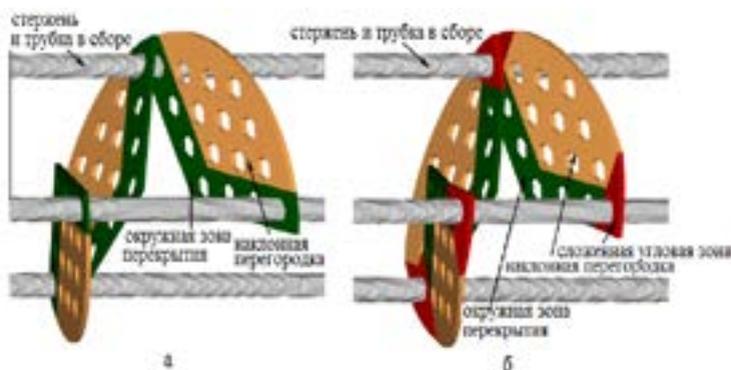


Рисунок 6 – Конфигурации соединения:
а – плоские перегородки и б – складчатые перегородки [11]

Модификация складчатой конструкции перегородки основана на окружности перекрывающейся трехсекционной спиральной перегородки для облегчения и упрощения спиральной перегородки, поддерживающей конфигурацию. Эта конфигурация также может уменьшить обратную утечку с меньшими треугольными вырезами на соединения соседних перегородок, чем плоская. Более того, это упрощает изготовление дистанционных трубок с перпендикулярными концами, чем наклонных.

Информация о финансировании

Данная работа является результатом, полученным в ходе реализации проекта ИРН № AP09259673, финансируемого в рамках грантового финансирования от Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Выводы

Исходя из вышеизложенного следует, что эффективность работы электронагрева теплопередающей среды при сушке совершенствуется за счет

электронагревателей и зачастую зависит от режима электрического нагрева, времени теплоотдачи, конфигурации конструкции электронагревателя, теплового контакта активной зоны с нагреваемой газовой средой путем конвекции, теплопроводности и излучения, нагревательных элементов, мощности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Кафаров, В. В., Дорохов, И. Н.** Системный анализ процессов химической технологии: основы стратегии. Монография. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 499 с.

2 Пат. 7276 Республика Казахстан, МПК А 23 К 1/00, А 01 F 29/00. Устройство для производства кормовой муки животного происхождения [Текст] / Исакаев Р.М.; заявитель и патентообладатель Исакаев Р.М. – № 2021/1174.2; заявл. 29.12.21; опубл. 08. 07. 22, Бюл. № 27. – 6 с. : ил.

3 **Park, S. T.** Energy Performance Analysis of Electric Heater and Heat Pump Food Dryers // «[Journal of the Korean Society for Geothermal and Hydrothermal Energy](#)», 2015; 11(4). – P. – 6.

4 **Kim, J. H., Jang, S. P., Choi, C. J.; Hwang, K. S., Lee, H. J.** Thermal Characteristics of an Electric Clothes Dryer // «Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers», 2009, 33 (8). – P. 629-634.

5 **Petterson, M., Stenstrom, S.** Modelling of an Electric IR Heater at Transient and Steady State Conditions Part II: Modelling a Paper Dryer // «International Journal of Heat and Mass Transfer», 2000; 43(7). – P. 1223.

6 **Do, Y.; Kim, M., Kim, T., Jeong, S., Park, S.; Woo, S.; Kwon, Y.; Jung, Y., Lee, J., Ahn, Y.** An Experimental Study on the Performance of a Condensing Tumbler Dryer with an Air-to-Air Heat Exchanger // «Korean Journal of Chemical Engineering», 2013; 30(6). – P. 1195–1200.

7 **Bahadori, A., Vuthaluru, H.B.** Novel Predictive Tools for Design of Radiant and Convective Sections of Direct Fired Heaters Appl. Energy, 87, 2010. – P. 2194–2202.

8 **Wang, Y., Bai, F., Jian, Y., Xu, C., Wang, Z.** Heat Transfer Enhancement of an Electric Air Heating Furnace by Inserting Silicon Carbide Ceramic Foam Panels Exp. Therm. Fluid Sci., 38, 2012. – P. 127–133.

9 **Rezwan, A.A., Hossain, S., Rahman, S.M.A.; Islam, M.A.** Heat Transfer Enhancement in an Air Process Heater Using Semi-circular Hollow Baffles. 5th Bangladesh-Society-of-Mechanical-Engineers International Conference on Thermal Engineering. Dhaka, Bangladesh, 2013. – 56 – P. 357.

10 **Fikret, A.** The Non-Dimensional Analysis of Nanofluid Irreversibility Within Novel Adaptive Process Electric Heaters // «Applied Thermal Engineering», 2019. – 152. – P. 13–23.

11 **Wang, M. C., Chen, Y. P., Wu, J. F., Dong, C.** Heat Transfer Enhancement of Folded Helical Baffle Electric Heaters With One-Plus-Two U-Tube Units // «Applied Thermal Engineering», 2016. – 102. – P. 586–595.

REFERENCES

1 **Kafarov, V. V., Dorokhov, I. N.** Sistemnyy analiz protsessov khimicheskoy tekhnologii: osnovy strategii [System analysis of chemical engineering processes: basics of strategy]. Monograph. – 2nd ed., revised. and additional – M.: Yurayt Publishing House, 2018. – 499 p.

2 Pat. 7276 Republic of Kazakhstan, IPC A 23 K 1/00, A 01 F 29/00. Ustroystvo dlya proizvodstva kormovoy muki zhitovnogo proiskhozhdeniya [Device for the production of feed flour of animal origin] / Iskakov R.M.; applicant and patent holder Iskakov R.M. – No. 2021/1174.2; dec. 12/29/21; publ. 07/08/22, Bull. No. 27.– 6 p.

3 **Park, S. T.** Energy Performance Analysis of Electric Heater and Heat Pump Food Dryers // «Journal of the Korean Society for Geothermal and Hydrothermal Energy», 2015; 11(4). – P. 1–6.

4 **Kim, J. H., Jang, S. P.; Choi, C. J., Hwang, K. S., Lee, H.-J.** Thermal Characteristics of an Electric Clothes Dryer // «Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers», 2009, 33(8). – P. 629–634.

5 **Pettersson, M., Stenstrom, S.** Modelling of an electric IR heater at transient and steady state conditions Part II: modelling a paper dryer // «International Journal of Heat and Mass Transfer», 2000; 43(7). – P. 1223.

6 **Do, Y., Kim, M., Kim, T., Jeong, S., Park, S., Woo, S., Kwon, Y., Jung, Y., Lee, J., Ahn, Y.** An Experimental Study on the Performance of a Condensing Tumbler Dryer with an Air-to-Air Heat Exchanger // «Korean Journal of Chemical Engineering», 2013; 30(6). – P. 1195–1200.

7 **Bahadori, A., Vuthaluru, H.B.** Novel Predictive Tools for Design of Radiant and Convective Sections of Direct Fired Heaters Appl. Energy, 87, 2010. – P. 2194–2202.

8 **Wang, Y., Bai, F., Jian, Y., Xu, C., Wang, Z.** Heat Transfer Enhancement of an Electric Air Heating Furnace by Inserting Silicon Carbide Ceramic Foam Panels Exp. Therm. Fluid Sci., 38, 2012. – P. 127–133.

9 **Rezwan, A.A., Hossain, S., Rahman, S.M.A.; Islam, M.A.** Heat Transfer Enhancement in an Air Process Heater Using Semi-circular Hollow Baffles.

5th Bangladesh-Society-of-Mechanical-Engineers International Conference on Thermal Engineering, Dhaka, Bangladesh, 56, 2013. – P. 357.

10 **Fikret, A.** The Non-Dimensional Analysis of Nanofluid Irreversibility Within Novel Adaptive Process Electric Heaters // «Applied Thermal Engineering», 2019; 152. – P. 13–23.

11 **Wang, M. C., Chen, Y. P., Wu, J. F., Dong, C.** Heat Transfer Enhancement of Folded Helical Baffle Electric Heaters With One-Plus-Two U–Tube Units //«Applied Thermal Engineering», 2016; 102. – P. 586–595.

Материал поступил в редакцию 15.09.22.

**Р.М. Искаков¹, Г. К. Кубентаева², Р. Т. Қасым³, А. М. Акаев⁴*

^{1,2,3,4}С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,

Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қ.

⁴Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті,

Қазақстан Республикасы, Өскемен қ.

Материал баспаға 15.09.22 түсті.

КОНВЕКТИВТІ ЖЫЛУ БЕРУ ОРТАСЫН ЭЛЕКТРЖЫЛЫТУЫНЫҢ СИПАТТАМАСЫ

Мақалада конвективтік кептіру процесі кезінде электрлік қыздырудың сипаттамалық ерекшеліктерін жүйелеу бойынша зерттеулер қарастырылған. Электр жылытудың жүйелік талдауының иерархиясы деңгейінің әзірленген схемасы негізінде электр жылытудың тиімділігін арттыруға қыздырғыштың дизайнын және ауаны жылытудың оңтайлы режимін жақсарту арқылы қол жеткізуге болатыны анықталды. жылу беру уақытының төмендеуі және қыздырылған газ ортасымен ядроның жылулық жанасуының жабылуы. Жануарлардан алынатын азықтық үн өндіруге арналған құрылғының патенттелген конструкциясы (Қазақстан Республикасының № 7276 патенті) сипатталған, ол ыстық ауаны тарату үшін электр қыздырғыш пен үрлегіштің көмегімен конвективтік кептіруге мүмкіндік береді. Ғылыми ақпаратты қарастырған кезде, зерттеулерде электр жылытқышы бар кептіргіштің температуралық деңгейлеріне, кептіргіштің энергия тиімділігіне, энергияны үнемдеу әдісіне, инфрақызыл қыздырғышқа, жылытқыштың қуатына мұқият назар аударылатыны анықталды. жылытқыштардың әрекетін түсіндіретін және негіздейтін эмпирикалық деректермен, тәуелділіктермен, диаграммалармен

расталады. Сонымен қатар ғалымдардың көптеген зерттеулері тікелей қыздырғыш қыздырғыштардың сәулелік және конвективті секцияларын қолдануға, қыздырғыш секциясының бойындағы орташа ауа температурасының көрсеткіштеріне, қыздырғыштың бетінен ауаның біркелкі қызуына, кедергі сымдары мен кремний- коміртекті таяқшалар, қалқалар.

Кілтті сөздер: электр қыздырғыш, кептіру, конвекция, жылу беру, температура.

*R. M. Iskakov¹, G. K. Kubentaeva², R. T. Kasym³, A. M. Akaev⁴

^{1,2,3}Kazakh Agrarian Technical University named after S. Seifullin,

Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan;

⁴D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University,

Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan

Material received on 15.09.22.

CHARACTERISTIC FEATURES OF THE ELECTRIC HEATING OF THE HEAT TRANSFER MEDIUM OF A CONVECTIVE DRYER

The article deals with studies on the systematization of the characteristic features of electric heating during the process of convective drying. Based on the developed scheme of the level of the hierarchy of the system analysis of electric heating, it was revealed that an increase in the efficiency of electric heating can be achieved by improving the design of the heater and the optimal mode of air heating with a decrease in the heat transfer time and coverage of the thermal contact of the core with the heated gaseous medium. A patented design of a device for the production of feed meal of animal origin (patent of the Republic of Kazakhstan No. 7276) is described, which allows convective drying using an electric heater and a blower to distribute hot air. When reviewing scientific information, it was revealed that in studies, close attention is paid to the temperature levels of the dryer with an electric heater; the energy efficiency of the dryer; the energy-saving method; the infrared heater; the heater power, which is confirmed by empirical data, dependencies, diagrams that explain and justify the actions of heaters. At the same time, many studies of scientists rely on the use of radiant and convective sections of direct heating heaters, readings of the average air temperature along the heater section, uniform heating of air from the surface of the heater; resistance wires and silicon-carbon rods, partitions.

Keywords: electric heater, drying, convection, heat transfer, temperature.

Теруге 15.09.2022 ж. жіберілді. Басуға 30.09.2022 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

3 Mb RAM

Шартты баспа табағы 19,8. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3989

Сдано в набор 15.09.2022 г. Подписано в печать 30.09.2022 г.

Электронное издание

3 Mb RAM

Усл. печ. л. 19,8. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова

Заказ № 3989

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz