

УДК 620.98

Кенжаев И.Г.*д.т.н., профессор Ошского государственного университета, Кыргызская Республика***Султанов С.К.***к.т.н., доцент Ошского государственного университета, Кыргызская Республика***Мендибаев Д.А.***преп.Ошского государственного университета, Кыргызская Республика***ЭНЕРГИЯНЫ ҮНӨМДӨӨЧҮ ИОН-ЭЛЕКТРОДДУК МЕШТЕР**

Макала үнөмдүү электр жылытуу казандарын колдонуу менен турак жайларды жылытуунун учурдагы көйгөйүнө арналган. Изилдөөнүн предмети ион-электроддук казандардын иондоштуруу камерасында болуп жаткан жылуулук жана масса алмашуу процесстери болгон. Долбоорунун жөнөкөйлүгү, колдонулуучу материалдардын жеткиликтүүлүгү жана арзандыгы менен белгилүү болгондордон айырмаланган жогорку эффективдүү жылытуучу казандарды түзүү максатында илимий изилдөөлөр жүргүзүлдү. Изилдөөлөрдө эксперименталдык маалыматтарды салыштырып талдоо методдору колдонулган. Жүргүзүлгөн эксперименттердин негизинде электр энергиясын керектөө жана жылытуу системасынын керектүү температурага жетүү убактысы жөнүндө маалыматтар түзүлдү. Алынган натыйжаларды белгилүү электр казандары менен салыштырып талдоо ион-электроддук казандардын салыштырмалуу эффективдүүлүгүн көрсөттү. Алынган натыйжалар боюнча жеке турак-жайларды жылытуу системасында иштелип чыккан ион-электроддук мештерди колдонуу боюнча конкреттүү сунуштар берилген.

Негизги сөздөр: энергияны үнөмдөө; жылуулук алып жүрүүчү; жылытуу системасы; ион-электроддук мештер; иондоштуруу камерасы.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ИОННО-ЭЛЕКТРОДНЫЕ ПЕЧИ

Статья посвящена актуальной на сегодняшний день проблеме отопления жилых помещений с использованием экономичных электрических отопительных котлов. Предметом исследований являлись теплообменные процессы, происходящие в ионизационной камере ионно-электродных котлов. Исследования проводились с целью создания высокоэффективных отопительных котлов отличающихся от известных простотой конструкции, доступностью и дешевизной применяемых материалов. В исследованиях применялись методы сравнительных анализов экспериментальных данных. На основании проведенных экспериментов установлены данные по потребляемой мощности и времени выхода на требуемую температуру системы отопления. Сравнительный анализ полученных результатов с известными электрическими котлами показал относительную экономичность ионно-электродных котлов. На основании полученных результатов даны конкретные рекомендации по использования разработанных ионно-электродных печей в системах отопления частных домов.

Ключевые слова: энергосбережение; теплоноситель; система обогрева; ионно-электродные печи; ионизационная камера.

ENERGY-SAVING ION-ELECTRODE FURNACES

The article is devoted to the current problem of heating residential premises using economical electric heating boilers. The subject of research was the heat and mass transfer processes occurring in the ionization chamber of ion-electrode boilers. Research was carried out with the aim of creating highly efficient heating boilers that differ from the known ones in the simplicity of design, availability and cheapness of the materials used. Methods of comparative analyzes of experimental data were used in the studies. Based on the experiments carried out, data on power consumption and time to reach the required temperature of the heating system were established. A comparative analysis of the obtained results with known electric boilers showed the relative efficiency of ion-electrode boilers. Based on the results obtained,

specific recommendations are given for the use of the developed ion-electrode furnaces in the heating systems of private houses.

Key words: *energy saving; heat carrier; heating system; ion-electrode boiler; ionization chamber.*

Вопросы, связанные с отоплением домов индивидуальной постройки был и остается актуальной проблемой. Если рассмотреть проблему с экономической точки зрения, из известных видов топлива для применения в системах отопления частных домов самым сравнительно дешевым и наиболее распространенным является уголь. На основании данных приведенных в работах [1-3] по запасам угля Кыргызстан занимает ведущее место среди стран центральной Азии. Однако, отсутствие современных оборудований и технологий по добыче угля и удаленность месторождений от населенных пунктов, приводят к повышению себестоимости угля и поэтому уголь доступен не всем жителям городов и других населенных пунктов. К тому же г. Бишкек в зимнее время по загрязненности воздуха находится на последних местах во всем мире [4], одним из главных факторов чего является, сжигания угля в печах частного сектора для отопления.

Конечно, можно использовать в качестве топлива для отопления и природный газ. Однако, не все населенные пункты республики обеспечены природным газом. Кроме этого, опыт отопление домов природным газом показал, что этот вариант обходится домовладельцам очень дорого из-за того, что природный газ у нас экспортируется из других государств и цены на них высокие.

Поэтому в большинство случаев, домовладельцы частных домов использует в системах отопления электрические котлы. Однако, несмотря на огромный гидропотенциал и достаточное количество ГЭСов в Республике, население в зимний период испытывает дефицит электроэнергии. По этой причине получения технического условия и разрешения на использования 3х фазной сети, позволяющие применение мощных потребителей электроэнергии, к которым относятся и электрические котлы, представляют определенные трудности [5].

В настоящее время известны три способа отопления частных домов при помощи электроэнергии. Электрические котлы отопления трубчатого электронагревательного (ТЭН) типа, индукционные котлы отопления и ионно-электродные котлы. Из перечисленных типов электрических котлов, на рынках Кыргызской Республики можно приобрести только ТЭНовые котлы. По многим показателям индукционные котлы превосходит ТЭНовых котлов. Однако, они не получили распространение по причине недоступностью для широкого потребителя и дороговизны [5-12].

Ионно-электродные котлы были созданы в конце прошлого века предприятиями оборонного комплекса для нужд подводного флота СССР, в частности — для отопления отсеков подлодок с дизельными двигателями. Ионно-электродный котел полностью соответствовал условиям заказа подводников — имел крайне малые для обычных отопительных котлов размеры, не нуждался в вытяжке, не создавал шумов при работе, эффективно нагревал теплоноситель, в роли которого более всего подходила обычная морская вода.

В работах [13-14] приведены информации о том, что в настоящее время в странах СНГ, основными изготовителями ионно-электродных печей являются ЗАО «Галан»

(Россия), ООО «Stafor ЕКО» (Латвия) и СПД-ФО Гончаренко О.А. «ЭОУ» (энергосберегающая отопительная установка) (Украина).

В течении ряда лет нами проводятся теоретические и экспериментальные исследования по разработке и созданию ионно-электродных печей различной мощности для использования в системах отопления частных домов. Необходимо отметить, что принцип работы разработанных печей идентичны с печами вышеприведенных фирм.

Целью настоящей работы является разработка и создание высокоэффективных, энергосберегающих отопительных приборов отличающаяся от известных упрощенной конструкцией и доступностью применяемых материалов.

Прежде чем описать конструкцию и результаты проведенных исследований кратко остановимся на объяснении физической сущности работы ионно-электродных котлов. Принцип работы ионно-электродного котла основан на прямом взаимодействии теплоносителя, занимающего пространство между анодом и катодом, с электрическим током. Прохождение электрического тока через теплоносителя вызывает хаотичное движение положительных и отрицательных ионов: первые движутся к отрицательно заряженному электроду, а вторые — к положительно заряженному. Постоянное перемещение ионов в сопротивляющейся этому движению среде вызывает быстрый нагрев теплоносителя. Этому явлению способствует перемена ролей электродов подключенные к источнику переменного тока с частотой 50 Гц. При этом каждую секунду полярность электродов меняется 50 раз, т.е. каждый из электродов в течение одной секунды 25 раз будет анодом и 25 раз катодом. В результате колебание ионов выделяется энергия, то есть процесс нагрева теплоносителя идет напрямую, без "посредника" (например ТЭНа). Следует отметить, что именно столь частая смена заряда у электродов не позволяет воде разложиться на кислород и водород — для электролиза необходим постоянный электроток.

Важным условием эффективной работы ионно-электродного котла является наличие омического сопротивления воды на уровне не более 3000 Ом при 15°C, для чего этот теплоноситель должен содержать определенное количество солей так как, изначально электродные котлы создавались для использования в качестве теплоносителя морскую воду. То есть, если залить в отопительную систему дистиллированную воду и попытаться нагреть ее при помощи ионного котла — никакого нагрева не будет, поскольку в такой воде соли полностью отсутствуют, а значит, не возникнет электрическая цепь между электродами.

Объем ионизационной камеры печи, где происходит процесс нагрева теплоносителя, выполняется с небольшими размерами, что приводит к резкому повышению его температуры и давления. Поэтому при отоплении небольших помещений нет необходимости применения циркуляционных насосов, что дополнительно позволяет потребителя экономить электрическую энергию.

На основании вышеизложенного, можно отметить, что *предметом* проведенных исследований является тепломассообменные процессы происходящие в ионизационной камере печи и в системе отопления в целом.

Нами разработаны несколько опытных образцов ионно-электродных котлов и проведены ряд экспериментальных исследований, результаты которых приведены ниже. На основании проведенных испытаний, на опытных образцах ионно-электродных котлов для системы отопления помещений были определены их основные характеристики.

Полученные результаты были исследованы с характеристиками электрических ТЭНовых печей *методом* сравнительных анализов. На (рисунке 1) приведена полученная зависимость потребляемой мощности от температуры теплоносителя. На (рисунке 2) представлена зависимость температуры теплоносителя от времени нагрева.

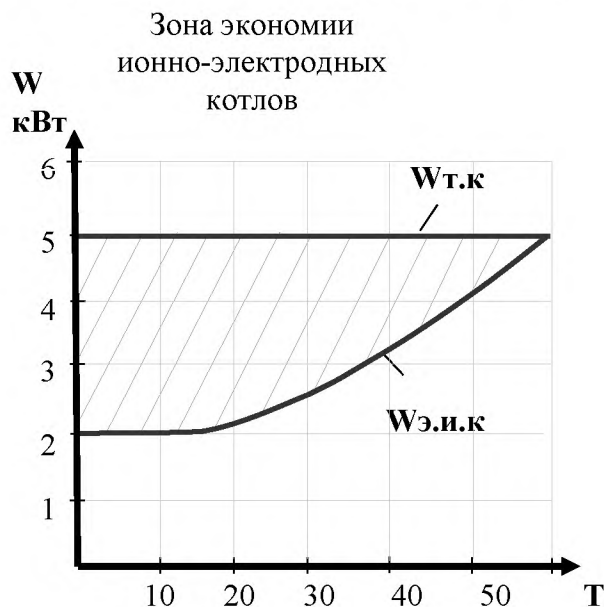


Рисунок 1. - График зависимости потребляемой мощности от температуры теплоносителя.

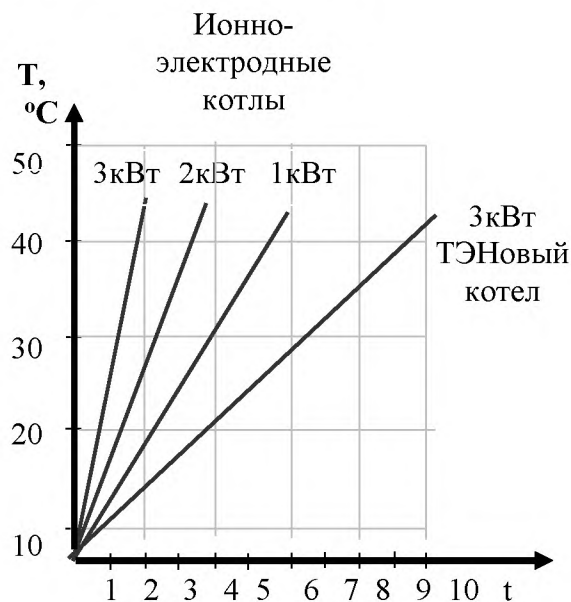


Рисунок 2. - График зависимости температуры теплоносителя от времени нагрева.

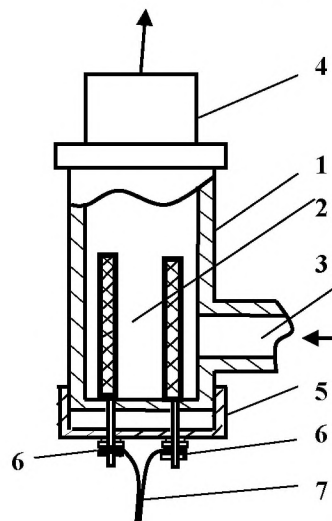
Из графика на (рисунке 1) видно, что с повышением температуры теплоносителя уменьшается его сопротивление и увеличивается электрическая проводимость, вследствие чего, увеличивается и потребляемая мощность (в ТЭНовых котлах при включении происходит всплеск мощности, а потребляемая мощность остается постоянным и не зависит от температуры теплоносителя). Температура теплоносителя в ионно-электродных печах, в ионизационной камере поднимается сразу с момента подключения электричества, в отопительной системе достигает от 50 до 70°C за 1-5 минут в зависимости от мощности печи. В ТЭНовых котлах такой же мощности указанная температура теплоносителя достигается в той же системе отопления за 10-15 минут с максимальным постоянным потреблением тока, которое на 50% превышает стартовую мощность электродного котла.

В результате проведенных конструкторско-изыскательных работ нами разработаны и созданы несколько опытных образцов ионно-электродных печей малых мощностей от 1 до 3 кВт, предназначенные для работы на 1-фазном токе. Общий вид и схема ионно-электродного котла приведен на (рисунках 3 и 4). Корпус печи 1 выполнен из термостойкого пластика, внутри которого, расположены электроды 2. Подвод теплоносителя осуществляется через входную патрубку 3, а подача нагретого теплоносителя в систему осуществляется через выходную патрубку 4.

Принцип действия ионно-электродного котла заключается в следующем: теплоноситель через входной патрубок 3 корпуса 1 ионно-электродной печи попадает в объем, называемый ионизационной камерой, в которой расположены электроды 2.



Рисунок 3. - Общий вид ионно-электродных котлов, мощностью 1 кВт, 2 кВт и 3 кВт.



1-корпус; 2-электроды; 3-входная патруб­ка; 4-выходная патруб­ка; 5-крышка; 6-клеммы; 7-электрическая сеть.

Рисунок 4. - Схема ионно-электродного котла.

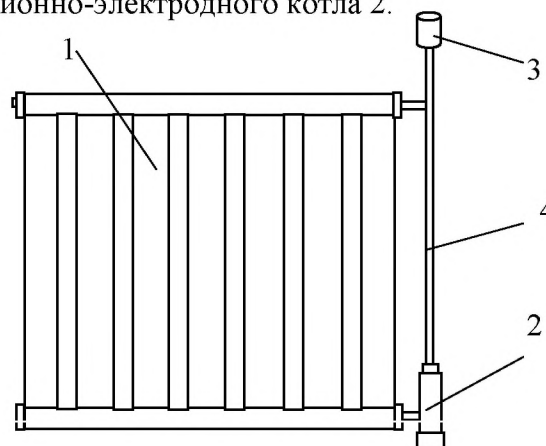
При подключении электродов к электрической сети 7 теплоноситель окажется в роли проводника в цепи, и вследствие чего в камере происходит процесс ее ионизации. Объем ионизационной камеры имеет небольшие размеры. Поэтому в процессе ионизации резко повышается температура и давления теплоносителя.

Конструкция выполненной ионно-электродной печи отличается простотой изготовления и отвечает следующим основным требованиям: высокий КПД; экономичность; надежность; взаимозаменяемость теплоносителя; высокая теплоотдача при малой мощности; отсутствие затрат на монтаж дополнительного оборудования.

Для проведения экспериментальных исследований с разработанными типами ионно-электродных котлов изготовлена экспериментальная система обогрева помещений (рисунок 5 и 6), состоящая из металлического радиатора 1, пластиковых трубопроводов 4, расширительного бачка 3, терморегулятора и ионно-электродного котла 2.



Рисунок 5. - Общий вид опытной системы обогрева помещений с ионно-электродным котлом.



1-радиатор; 2-ионно-электродный котел; 3-расширительный бачок; 4-труба.
Рисунок 6. - Система отопление с ионно-электродным котлом.

Выводы:

1. Установлена закономерность изменения потребляемой мощности ионно-электродных котлов от температуры и применяемого вида теплоносителя, а также, времени выхода на требуемую температуру теплоносителя от мощности;
2. Разработаны и созданы опытные образцы ионно-электродных печей мощностью от 1 до 3 кВт и экспериментальная система, предназначенные для отопления помещений и работающие на 1-фазном токе;
3. Экспериментально установлено, что главным преимуществом ионно-электронных печей от известных электрических отопительных котлов являются: бесшумность работы позволяющая размещать их внутри дома; высокая экономичность; возможность работать в автоматическом режиме и экологическая безопасность.

Список литературы:

1. Отчет Национального статистического комитета КР за 2018.
2. Отчет Национального статистического комитета КР за 2019.
3. Отчет Национального статистического комитета КР за 2020.
4. <https://www.iqair.com/ru/kyrgyzstan/bishkek>
5. **Kenzhaev, I.G.** Research of the purchasing ability population of the Kyrgyz republic in purchasing power plants based on renewable energy sources [Текст] / [I.G. Kenzhaev, S.K. Sultanov, Zh.Zh. Tursunbaev, D.A. Mendibaev] // Proceedings of the International Conference on Innovations in Energy Engineering & Cleaner Production. - Silicon Valley, San Francisco, CA-USA, 2021.
6. **Беликов, С.Е.** Водозабор // Теоретические основы-Бытовые отопительные котлы [Текст] / Под ред. С.Е.Беликов.-М.: Аква-Терм, 2008. – С. 22-24.
7. **Бузников, Е.Ф.** Производственные и отопительные котельные [Текст] / Е.Ф. Бузников, К.Ф. Роддатис, Э.Я. Берзиньш.- М.: Энергоатомиздат, 2015.- 248с.
8. **Сканави, А.Н.** Отопления [Текст]: учебник для вузов / А.Н. Сканави. -М.: АСВ, 2008.- 576с.
9. **Староверова, И.Г.** Отопление. Часть 1. [Текст] / И.Г. Староверова, Ю.И. Шиллера. –М.: Стройиздат, 1990. - 344с.
10. **Кузнецов, Н.М.** Использование электродкотлов малой мощности [Текст] / Н.М. Кузнецов // Энергетика в современном мире: матер. IV Всерос. науч.-практ. конф. –Чита, 2009. – С.28-33.
11. **Клюкин, А.М.** Повышение энергоэффективности зданий Кольского научного центра РАН [Текст] / А.М. Клюкин, Н.М. Кузнецов, С.Н. Трибуналов // Труды Кольского научного центра РАН.- 2016.- № 35. - С. 81-94.
12. **Кузнецов, Н.М.** Электротехнологические установки учебное пособие для вузов по дисциплине [Текст] / Н.М. Кузнецов, А.В. Ляхомский // Электротехнологические установки.- Москва, 2007.- 101 с.
13. Электродные отопительные котлы ГАЛАН [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://...галан.com/doc/rukovodstvo_galan-2012/pdf (дата обращения: 12.02.18).
14. **Бойко, Е.А.** Котельные установки и парогенераторы. Конструкционные характеристики энергетических котельных агрегатов [Текст]: пособие по курсовому и дипломному проектированию.- Красноярск: КГТУ, 2003.- 230с.
15. **Кенжаев, Н.Г.** Влияние объема краткосрочных теплоаккумуляторов на их тепловые потери [Текст] / Н.Г. Кенжаев, Ш.И. Клычев, А.С. Багышев // Наука. Образование. Техника. – Ош: КУУ, 2019. – №2. – С. 98– 102.

DOI:10.54834/16945220_2021_1_19

Поступила в редакцию 15. 01. 2022 г.