

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ
ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

КӨЛІК – ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТІ



*«КӨЛІК ЖӘНЕ ЭНЕРГЕТИКАНЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ:
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ШЕШУ ТӘСІЛДЕРІ» ІХ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ
ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ БАЯНДАМАЛАР
ЖИНАҒЫ*

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
ІХ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО – ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ: «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТА И
ЭНЕРГЕТИКИ: ПУТИ ИХ ИННОВАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ»**

**PROCEEDINGS OF THE IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICE
CONFERENCE «ACTUAL PROBLEMS OF TRANSPORT AND ENERGY:
THE WAYS OF ITS INNOVATIVE SOLUTIONS»**



Нұр-Сұлтан, 2021

УДК 656
ББК 39.1
А 43

Редакционная коллегия:

Председатель – Мерзадинова Г.Т., проректор по науке и инновациям ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, д.т.н., профессор; Заместитель председателя – Султанов Т.Т., заместитель декана по научной работе, к.т.н., доцент; Сулейменов Т.Б. – декан транспортно-энергетического факультета ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, д.т.н., профессор; Председатель «Әдеп» – Ахмедьянов А.У., к.т.н., доцент; Арпабеков М.И. – заведующий кафедрой «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта», д.т.н. профессор; Тогизбаева Б.Б. – заведующий кафедрой «Транспорт, транспортная техника и технологии», д.т.н. профессор; Байхожаева Б.У. – заведующий кафедрой «Стандартизация, сертификация и метрология», д.т.н. профессор; Глазырин С.А. – заведующий кафедрой «Теплоэнергетика», к.т.н., доцент.

А 43 Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения: IX Международная научно – практическая конференция, Нур-Султан, 19 марта 2021 /Подгот. Г.Т. Мерзадинова, Т.Б. Сулейменов, Т.Т. Султанов – Нур-Султан, 2021. – 600с.

ISBN 978-601-337-515-1

В сборник включены материалы IX Международной научно – практической конференции на тему: «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения», проходившей в г. Нур-Султан 19 марта 2021 года.

Тематика статей и докладов участников конференции посвящена актуальным вопросам организации перевозок, движения и эксплуатации транспорта, стандартизации, метрологии и сертификации, транспорту, транспортной техники и технологии, теплоэнергетики и электроэнергетики.

Материалы конференции дают отражение научной деятельности ведущих ученых дальнего, ближнего зарубежья, Республики Казахстан и могут быть полезными для докторантов, магистрантов и студентов.

УДК 656
ББК 39.1

ISBN 978-601-337-515-1

ИНДУКЦИОННЫЙ НАГРЕВАТЕЛЬ ЖИДКОСТИ

**Жакишев Бауыржан Айтмукашевич¹, Айтмагамбетова Маралгуль
Борамбаевна², Копышева Асия Кажигалиевна²**

zedel_hat@mail.ru, aiti.mb@yandex.kz, assiya-901405@yandex.kz

¹доцент, ²старший преподаватель

кафедра «Теплоэнергетика», ЕНУ им.Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Сегодня электроэнергия обходится потребителям совсем недешево, но работающие на таком ресурсе отопительные приборы пользуются у населения определенной популярностью. Большой интерес вызывают устройства, функционирующие на принципе электромагнитной индукции.

В начале девятнадцатого века ученый из Англии Фарадей проводил эксперименты, преследуя цель преобразовать магнетизм в электроэнергию. У него вышло получить поток энергии в первичной обмотке, состоящей из провода, накрученного на сердечник, изготовленный из железа. Таким образом стала открыта электромагнитная индукция. Произошло это в 1831 г.

Первую плавильню, использующую мощный водонагреватель, работающий по принципу индукции, открыли в Англии, в тридцатых годах прошлого века. В восьмидесятых прошлого века принцип индукции применялся более активно. Специалисты разработали вихревые нагреватели. Ими обогревали заводские цеха и различные производственные помещения. Через некоторое время начали производить бытовые устройства.

Вихревые нагреватели обычно используются для отопительных котлов. Они пользуются большим спросом у населения за счет своей мощности и простой конструкции. Функционирование их основывается на передаче теплоносителю энергии магнитного поля. Вода, подающаяся в аппарат, нагревается путем подачи энергии. Далее она подается в отопительную систему. Чтобы появилось давление, применяется насос. Вода циркулирует и защищает элементы от перегрева. Теплоноситель вибрирует, что предотвращает появление накипи на стенках оборудования.

Если изучить изнутри индукционный обогреватель, там можно обнаружить металлический корпус, изоляцию и сердечник. Основное отличие такого нагревателя от промышленных - обмотка медными проводниками. Последняя находится между 2-ух сваренных стальных труб.

Сегодня применение индукционного нагрева используется очень часто. Основные области применения:

- плавка металла, получение новых сплавов;
- производство металлической проволоки;
- ювелирное дело;
- производство котлов отопления;
- термическая обработка запчастей для транспортных средств;
- медицинская отрасль (дезинфекция инструментов, врачебного оборудования);
- машиностроение, обогрев автосервиса;
- промышленные печи.

Визуализация явления электромагнитной индукции, лежащего в основе принципа работы индукционного нагревателя показана на рисунке 1.

Однако указанное устройство имеет невысокий коэффициент мощности (0,70-0,78), поскольку при его эксплуатации происходит рассеяние тепла в пространстве от наружной индукционной обмотки, и неполное поглощение электромагнитной энергии оболочкой индукционного нагревателя.

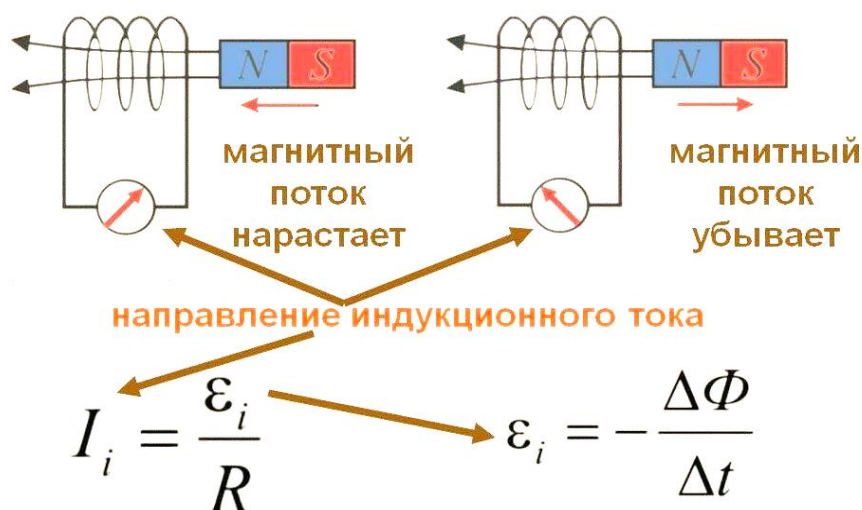
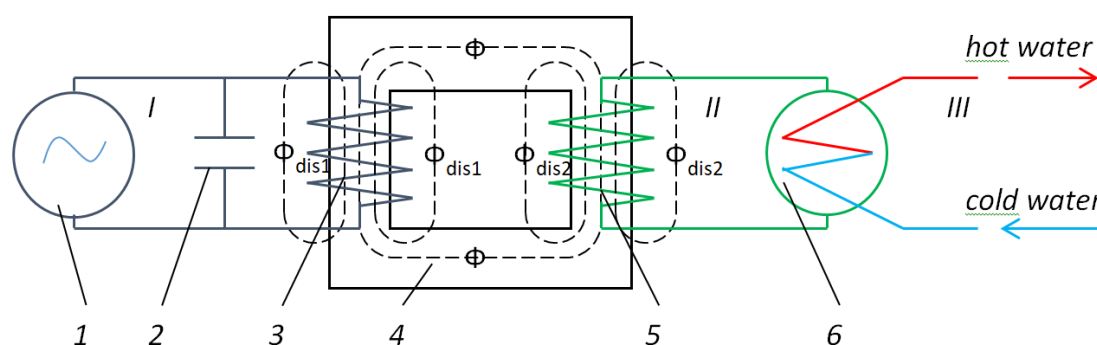


Рисунок 1 – Принцип работы индукционного нагревателя

Невысокий коэффициент мощности приводит к снижению КПД устройства (до 0,80-0,85), показатель которого снижают, и омические потери на индукционной обмотке устройства, имеющей большое количество витков медного провода, что связано с использованием тока питания частотой 50 Гц.

Устройство индукционного нагрева жидкости, например, воды (рисунок 2), содержит цилиндрический корпус с крышкой и дном, внутреннее кольцо, смонтированное в нижней части корпуса над дном, и имеет сквозные отверстия для прохождения нагреваемой жидкой среды, индуктор, входной патрубок для нагреваемой жидкой среды и выходной патрубок для нагретой жидкой среды, массивный сердечник, установленный внутри трубы с кольцевым зазором и имеющий сквозные каналы вдоль оси для прохода нагреваемой среды, при этом сквозные каналы соединены с выходным патрубком, а кольцевой зазор с одного конца соединен с входным патрубком, а с другого - со сквозными каналами сердечника и место соединения охвачено кожухом, примыкающим к трубе.



1 – источник переменного тока, 2 – электрический конденсатор, 3 – первичная обмотка трансформатора, 4 – стальной сердечник трансформатора, 5 – вторичная обмотка трансформатора из медных трубок, 6 – теплообменник, I – электрический контур, II – электро-водяной контур, III – водяной контур

Рисунок 2 – Устройство индукционного нагрева жидкости

Недостатки указанного устройство заключаются в том, что при прохождении потока воды через сквозные каналы под давлением частицы осадка (накипи) неизбежно захватываются потоком и осаждаются на внутренних стенках этих каналов. В результате

осаждения накипи сечение каналов уменьшается, снижая тем самым производительность устройства и его КПД. При относительно большой длине и малом диаметре каналов профилактические работы, с целью прочистки каналов, проводить сложно.

Кроме того, ограничен коэффициент полезного преобразования электроэнергии в тепловую из-за теплового рассеивания с внешней поверхности обмотки устройства, а изготовление массивного сердечника со сквозными каналами требует относительно больших производственных затрат и усложняет технологию производства.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому является индукционный нагреватель жидкости, позволяющий использовать конструктивы и технологию изготовления традиционных трехфазных трансформаторов, содержащий шихтованный сердечник с первичной обмоткой, подключаемой к сети, и вторичную обмотку, выполненную в виде короткозамкнутого элемента из электропроводящих трубок, в которых находится жидкость, нагреваемая за счет греющих потерь от токов короткого замыкания вторичной обмотки.

К недостаткам этого электронагревателя относятся ограниченный коэффициент полезного преобразования электроэнергии в тепловую для нагрева жидкости из-за теплового рассеивания внешней поверхности змеевика.

Задачей исследований в области нагрева жидкости является создание индукционного нагревателя жидкости с более высоким КПД и пониженной материалоемкостью.

Это достигается тем, что в индукционном нагревателе жидкости, содержащем корпус, размещенный в нем трансформатор с ферромагнитным ш-образным сердечником с намотанной первичной обмоткой по центру, подключаемой к сети переменного тока, и двух змеевиков, намотанных по крайним стержням ш-образного сердечника вторичной обмотки из медных трубок (рисунок 3). Для исключения потерь из-за теплового рассеивания, змеевики обматываются тонким слоем асбестовой ткани, которые также являются теплоизоляционным слоем между змеевиками и первичной обмоткой.

Генерирующие тепло змеевики с расширительным баком, представляют собой замкнутый электрический контур.

Указанные признаки являются существенными и взаимосвязаны между собой с образованием устойчивой совокупности существенных признаков, достаточной для получения требуемых технических результатов.

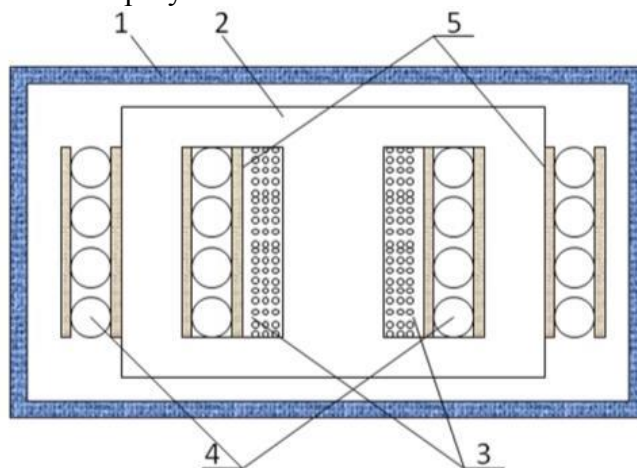


Рисунок 3 - Общий вид устройства, в разрезе

Устройство индукционного нагрева жидких сред, содержащее корпус 1, в который размещен трансформатор с ш-образным ферромагнитным сердечником 2, на центральный стержень которого намотана первичная обмотка 3, а на крайние стержни обмотана медная трубка 4, которые замыкаются расширительным баком (на схеме не показана). Медные

трубки, обмотаны асбестовой тканью 5, выполняющие роль теплоизолятора: а) от потерь тепла рассеиванием; б) от соприкосновения первичной обмотки со змеевиками.

Устройство индукционного нагрева жидких сред используется следующим образом. Первичную обмотку трансформатора, подключают к сети переменного тока с промышленной частотой (рисунок 4). Количество витков и сечение провода катушки рассчитаны таким образом, что остается достаточно свободного места для укладки обмотки змеевика из медной трубки и тонкого слоя из асбестовой ткани, на ш-образном ферромагнитном сердечнике. При прохождении нагреваемой жидкости обеспечивается оптимальный нагрев при заданном объеме воды. Нагрев воды осуществляется по принципу, основанному на свойстве индукции электромагнитного поля, создаваемого обмоткой, и короткого замыкания вторичной цепи, создаваемый электропроводящим замкнутым контуром змеевиков с расширительным баком.

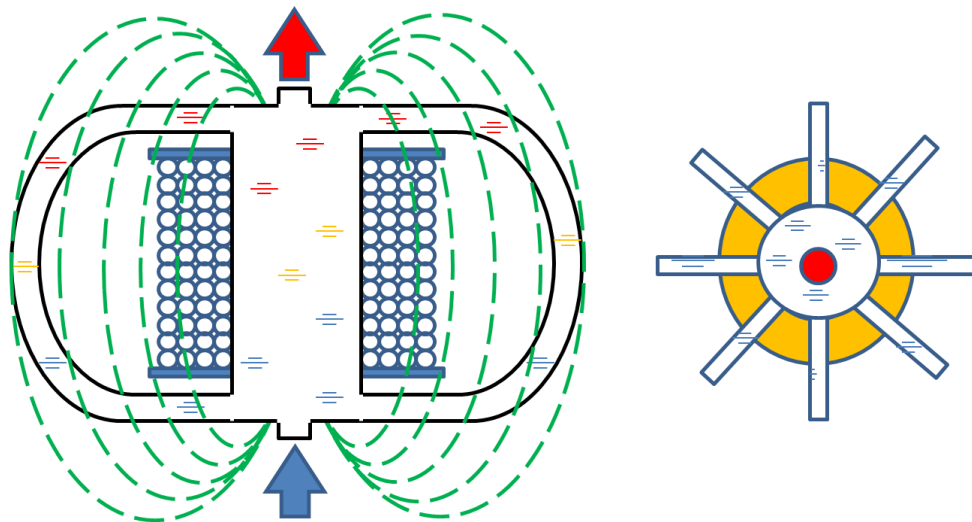


Рисунок 4 – К объяснению работы индукционного нагревателя жидкости

Поток нагреваемой жидкости по медным трубкам из бака расширителя поступает в змеевики, размещенные на крайних стержнях ферромагнитного сердечника. В трубках змеевка жидкость движется снизу вверх, при этом пересекая силовые линии электромагнитного поля, она нагревается. Наряду с этим, медные трубки змеевика, представляют собой замкнутый электрический контур с расширительным баком (на схеме не показан), по которой протекает электрический ток короткого замыкания вторичной обмотки, что способствует интенсификации нагрева жидкости.

Индукционный водонагреватель имеет высокий КПД, может выступать в роли котла для системы отопления, также допускается самостоятельная сборка и установка.

Список использованных источников

1. Пат.РК № Индукционный нагреватель жидкости / Жакишев Б.А., Сакипов К.Е., Килибаев Е.О., Копышева А.С., Кабдрасил Ж.К., Айтмагамбетова М.Б. Оpubл.20.02.2020 г. Заявка 2020/0179.2
2. Слухоцкий А.Е., Немков В.С., Павлов Н.А. и др. Установки индукционного нагрева. 1981.– 326 с
3. Немков В.С., Демидович В.Б. Теория и расчет устройств индукционного нагрева. – Л.: Энергоатомиздат, 1988. – 280 с.