

ISSN 2415-7996

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*Центр фундаментального образования*

## *НАУЧНОМУ ПРОГРЕССУ – ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ*

Материалы  
XVI международной молодежной научной конференции  
по естественнонаучным и техническим дисциплинам

*Йошкар-Ола, 23-24 апреля 2021 года*

Часть 2

Йошкар-Ола  
ПГТУ  
2021

УДК 378.147.88  
ББК 74.58  
Н 34

***Редакционная коллегия***

*Д. В. Иванов*, член-корреспондент РАН, д-р физ.-мат. наук; профессор;  
*С. Г. Кудрявцев*, канд. техн. наук, доцент;  
*Э. В. Унженина*, специалист по учебно-методической работе ЦФО

**Научному прогрессу – творчество молодых:** материалы XVI Н 34 международной молодежной научной конференции по естественно-научным и техническим дисциплинам (Йошкар-Ола, 23-24 апреля 2021 г.); в 3 ч. / редкол.: Д. В. Иванов [и др.]. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2021. – Ч. 2. – 256 с.

Представлены результаты научно-исследовательских работ молодых ученых, аспирантов и студентов по секциям «Материаловедение и технология машиностроения», «Энергообеспечение предприятий», «Радиотехнические и инфокоммуникационные системы и технологии», «Биология и рациональное природопользование», «Лесовосстановление и лесоразведение», «Лесоуправление и лесоустройство», «Технология и оборудование лесопромышленных и деревообрабатывающих производств».

УДК 378.147.88  
ББК 74.58

международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых: материалы конференции. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В. И. Ленина, 2020. – С. 118.

3. Якупова, И. Д. Тепловая изоляция в ближнем космосе / И. Д. Якупова // Научному прогрессу – творчество молодых: матер. XV междунар. молодежн. научн. конф. по естественнонауч. и техн. дисц.: в 2 ч. – Ч. 2. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2020. – С. 83-85.

4. Якупова, И. Д. Защита от солнечной радиации в ближнем космосе / И. Д. Якупова // V Всероссийский студенческий форум «Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России». – 2020. – № 5. – С. 191-193.

5. Сергеева, Д. В. Тепловая конструкция для обеспечения базы под реголитом / Д. В. Сергеева, А. Е. Кондратьев // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: XXVI международная научно-техническая конференция студентов и аспирантов (12-13 марта 2020 г., Москва): Тез. докл. – М.: ООО Центр полиграфических услуг «Радуга», 2020. – С. 1131.

6. Гапоненко, С. О. Измерительно-диагностический комплекс для определения расположения скрытых трубопроводов / С. О. Гапоненко, А. Е. Кондратьев // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – Казань: КГЭУ, 2013. – №3-4. – С. 138-141.

УДК 621.57

Даутов Р. Р.

Научный руководитель: Кондратьев А. Е., канд. техн. наук, доцент  
Казанский государственный энергетический университет

## ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

**Аннотация.** Рассматриваются сведения о работе тепловых насосов для систем теплоснабжения, их конструктивные особенности, приведены сравнительные характеристики парокомпрессионных и абсорбционных тепловых насосов.

**Ключевые слова:** тепловой насос, система теплоснабжения, низкопотенциальный источник, отопление, горячее водоснабжение.

В настоящее время применение возобновляемых источников тепловой энергии становится все более актуальным. Причинами этого являются истощение природных запасов топлива, вред экологии, а также невозможность использования традиционных источников, в частности природного газа. Последнее обусловлено труднодоступностью некоторых районов. Альтернативой традиционному газовому или электрическому

отоплению частных домов может послужить тепловой насос, использующий теплоту низкопотенциальных источников.

Тепловым насосом называется устройство, позволяющее преобразовать теплоту с низким температурным уровнем в теплоту более высокого уровня. Для применения данной установки необходимо наличие источника теплоты низкого потенциала. В качестве таких источников могут выступать грунтовая вода, грунт, окружающий воздух, сточные воды, вентиляционные выбросы и т. д. [1].

По конструкции тепловые насосы подразделяются на два основных типа: парокомпрессионные тепловые насосы (ПТН), которые используют электрическую энергию в качестве источника высокого потенциала, и абсорбционные (ATH), в которых высокопотенциальными теплоносителями являются горячая вода, пар и продукты сгорания.

ATH, в свою очередь, делятся на солевые и водоаммиачные. В водоаммиачных тепловых насосах абсорбентом является вода, а хладагентом – аммиак. В солевых абсорбент – водный раствор соли, а хладагент – вода. Наиболее широкое распространение получили водоаммиачные абсорбционные тепловые насосы.

Принцип работы ATH основывается на поглощении пара более низкой температуры абсорбентом, при этом одновременно происходит выделение теплоты. Источником энергии в данной теплонасосной установке могут выступать пар, горячие технические жидкости, газы, горячая вода. За счет тепла от низкопотенциального источника хладагент вскипает под вакуумом. Далее абсорбент выкачивается в генератор, в котором выпаривается ранее поглощенный водяной пар. После этого солевой концентрат возвращается в абсорбер, а конденсат паров хладагента в испаритель. В результате в ATH генерируется тепло [2].

Достоинствами абсорбционных тепловых насосов перед парокомпрессионными являются: использование избытков выработанного для других нужд тепла; довольно низкие эксплуатационные расходы; широкая сфера применения; нагрев подогреваемой среды до +50-90 градусов; более длительный срок эксплуатации; отсутствие движущихся частей, вибрации и шумов при работе. ATH также имеют явное преимущество перед ПТН с точки зрения воздействия на окружающую среду и безопасность – они не используют хладоны [3].

Суть работы ПТН состоит в следующем. Хладагент выходит в виде пара из компрессора с высокой температурой и давлением. Затем он попадает в конденсатор, где отдает свою теплоту воде, циркулирующей в системе отопления здания. Пар конденсируется, при этом теряя тепло. После этого горячий хладагент сбрасывает давление в дроссельном клапане. Рабочая жидкость частично превращается в пар. Образуется парожидкостная смесь, которая в испарителе получает тепло от окружающей

среды и преобразуется в холодный пар низкого давления. Далее компрессор снова сжимает пар, и цикл повторяется.

Классифицируются ПТН по низкопотенциальному источнику теплоты и нагреваемой среде ПТН на типы: «воздух-вода», «вода-вода», «грунт-вода», «воздух-воздух», «вода-воздух»; по типу используемого компрессора – на поршневые, винтовые, спиральные и турбокомпрессорные [4].

При оценке эффективности работы используют коэффициент трансформации СОР, который численно равен отношению производимой и потребляемой энергии. Исходя из мировой практики, самым высоким СОР для абсорбционных тепловых насосов является 1,7. Для ПТН коэффициент трансформации может достигать до 5. То есть, из каждого 5 кВт электроэнергии, затрачиваемых на отопление, на это приходится только 1 кВт.

Грунтовые парокомпрессионные тепловые насосы массово используют благодаря их высокой энергетической эффективности: на каждую затраченную единицу электрической энергии на помещение приходится 3-5 единиц тепловой энергии. Это объясняется тем, что температура грунтовой воды постоянно и практически не зависит от времени года. Тепло отбирается с помощью земляных вертикальных или горизонтальных коллекторов. В случае с вертикальными скважинами большим плюсом является возможность непосредственного водоснабжения частного дома помимо обеспечения его теплом [5].

#### Литература

1. Гатауллина, И. М. Построение системы теплоснабжения на основе теплового насоса // Тинчуринские чтения: тезисы докладов XIII молодежной научной конференции: в 3-х т.; под общей редакцией Э. Ю. Абдуллаязнова. – Казань: КГЭУ, 2018. – С. 160-162.
2. Гатауллина, И. М. Технология устройства снегоплавильных станций на основе применения тепловых насосов / И. М. Гатауллина // V Всероссийский студенческий форум «Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России». – 2019. – Ч. 1 – С. 38-41.
3. Иванова, Е. А. Исследование работы теплового насоса: учебное пособие / Е. А. Иванова, А. Н. Козлобродов. – Томск: изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2017. – 64 с.
4. Гатауллина, И. М. Использование тепловых насосов в системах теплоснабжения зданий // Научному прогрессу – творчество молодых: матер. XIII междунар. молодежн. научн. конф. по естественнонауч. и техн. дисц.: в 4 ч. – Ч. 2. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. – С. 71-74.
5. Даутов, Р. Р. Перспективы применения тепловых насосов / Р. Р. Даутов // VI Всероссийский студенческий форум «Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России». – 2020. – №5 – С. 107-108.