

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА ЭНЕРГЕТИКИ



БУТАКОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

МАТЕРИАЛЫ
I Всероссийской с международным участием
молодежной конференции

15-16 декабря 2021г.

Томск – 2021

УДК 621.1(063)
ББК 31.3л0
Б93

Бутаковские чтения: материалы I Всероссийской с международным участием молодежной конференции. – Томск: Томский политехнический университет, 2021. - 470 с.

Настоящий сборник содержит материалы I Всероссийской с международным участием молодежной конференции «Бутаковские чтения», проведенного 15 - 16 декабря 2021г. на базе Инженерной школы энергетики Томского политехнического университета.

Материал сборника представлен без редактирования авторских электронных версий.

СОСТАВ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ СБОРНИКА ТРУДОВ ФОРУМА

1. Губин В.Е., к.т.н., заместитель директора по развитию ЭНИН ТПУ, председатель;
2. Савостьянова Л.В., к.т.н., зав. лабораторией ОО ИШЭ, ученый секретарь секции №1;
3. Жданова А.О., к.ф.-м.н., доцент ИШФВП, ученый секретарь секции №2;
4. Цибульский С.А., к.т.н., доцент НОЦ И.Н. Бутакова, ученый секретарь секции №3;
5. Марышева Я.В., инженер ОО ИШЭ, ученый секретарь секции №4;
6. Шолохова И.И., ст. преподаватель ОЭЭ ИШЭ, ученый секретарь секции №5;

Вёрстка и дизайн оригинал макета: Зимина Н.А.

**СЕКЦИЯ 1.
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ**

**DESIGN OF A POWER UNIT OF AN AUTONOMOUS NUCLEAR POWER
PLANT WITH A VVER-300 REACTOR**

M.O. Alsayed

National Research Tomsk Polytechnic University
Power Engineering School, REC named after I.N. Butakova, group 506И

Introduction

The design of the two-loop Reactor Plant (RP) with VVER-300 is based on engineering solutions for the equipment of previous designs of RP with VVER.

The VVER-300 is a proposed Russian pressurized water reactor of 325-MWe generating capacity designed for remote locations. The exterior containment structure is 16 meters high and the working section, built with transportable modules, weighs 1300 tonnes. The external steam plant can have a 917 MW thermal-steam only capacity, or 325 MW steam-turbine-electrical capacity, or a mixture of capacities relating to the four primary steam loops.[1]

In particular, it has been proposed in a more powerful sister ship to the *Akademik Lomonosov* (2010) for possible use on the Russian floating nuclear power station (two reactors on a 49,000-tonne barge). The reactor could be used on a 200–500 MW barge that is expected to be completed by 2030.[1]

The reactor has been proposed for use in water desalination, district heating and/or electrical generation.[1]

The present report aimed to design VVER-300 with horizontal steam generator.

Description of the research object

The design of my research object consists of designing of three variants of steam generator. The first is horizontal steam generator, The second is vertical steam generator with economizer zone and the third, is vertical steam generator without economizer zone.

The research work containing also designing thermal scheme of NPP with High- and Low-pressure turbine with intermediate separator and Superheater and designing of Regenerative feedwater heaters of closed type.

- конференция «Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии» (XXI Бенардосовские чтения), посвященной 140-летию изобретения электросварки Н.Н. Бенардосом (г. Иваново, 2-4 июня), 2021. – С. 241 – 243.
3. Попкова О. С., Файзуллина А.И. Определение параметров для эффективного горения малосернистого мазута // Научный журнал Кубанский государственный аграрный университет, 2017. – № 132. – 101–105 с.
 4. Зинуров В. Э., Дмитриев А. В., Гайнатуллин Р. Р., Латыпов Д. Н., Хафизова А. И. Снижение энергетических затрат при отводе низкопотенциального тепла от оборотной воды путем использования блока оросителя с гофрированными перфорированными пластинами // Вестник технологического университета, 2019. – Т. 22. – №. 10. – 57–61 с.
 5. Дмитриев А.В., Зинуров В.Э., Гумерова Г.Х. Оценочный расчет процесса теплообмена в камере сгорания при сжигании природного газа // Вестник технологического университета, 2018. – Т. 21. – №. 2. – С. 99–103.

Научный руководитель: В.Э. Зинуров, ассистент КГЭУ.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В ИНДИВИДУАЛЬНОМ ОТОПЛЕНИИ

Р.Р. Даутов

Казанский государственный энергетический университет

На сегодняшний день проблема истощения мировых запасов топливных энергетических ресурсов начинает принимать серьезные обороты. Применение возобновляемых источников энергии и внедрение энергосберегающих технологий в системах теплоснабжения становится наиболее перспективным и эффективным решением.

Одним из таких является использование тепловых насосов для индивидуального отопления жилых домов. Это устройство для переноса тепловой энергии от источника тепла низких потенциалов к потребителю, но уже с более высокой температурой. Во внешнем контуре теплового насоса циркулирует хладагент – незамерзающая жидкость, которая переносит тепло к испарителю. В этом теплообменнике происходит передача тепловой энергии хладагенту (чаще всего фреону). Он движется во внутреннем замкнутом контуре теплового насоса. Нагретый хладагент поступает в конденсатор. Здесь он отдает полученное тепло теплоносителю, который непосредственно направляется в систему отопления. В качестве низкопотенциальных источников тепловой энергии для теплового насоса используется теплота окружающей среды, т.е., воздуха, воды и грунта, а также сбросных потоков – вентиляционных и других выбросов, различных стоков [1].

Тепловые насосы типа «грунт-вода» забирают тепло из грунта при помощи вертикальных зондов или горизонтальных трубчатых коллекторов.

Горизонтальные коллекторы представляют собой трубы, которые расположены параллельно поверхности земли. Глубина рассчитывается отдельно для каждого участка. В одних случаях ее закладывают на глубине 1-1,2 м. Ограничением для данной системы является промерзание земли в зимнее время года. Поэтому в других случаях прокладка производится на 1,5-1,7 м, т.е., ниже уровня промерзания, либо на 2-3 м. Еще одним недостатком такой системы является неоднократное использование одной и той же почвенной поверхности, так как это со временем повлечет за собой уменьшение температуры данного источника тепла. Для вертикальных же зондов пробуриваются скважины. Тут возможны два варианта. В первом случае используется U-образная труба или система из U-образных труб. Здесь глубина заложения составляет около 80-100 м. В другом случае несколько труб соединяют и закапывают на глубину примерно 20 м. Сравнивая постоянство температуры подземной среды и влияние климатических условий на нее, эффективнее будет использование низкопотенциального тепла грунтовых (подземных) вод. В данном случае помимо теплоснабжения частного дома можно обеспечить и его непосредственное водоснабжение. Геотермальные тепловые насосы показывают наилучший коэффициент преобразования (coefficient of performance) – порядка 4,5-5, т.е. данный агрегат позволяет получать 4,5-5 кВт тепловой энергии, потребляя при этом только 1 кВт электрической энергии. Этот коэффициент определяется отношением теплопроизводительности сжатого компрессором пара к мощности, которая потребляемой компрессором. Из недостатков тепловых насосов, использующих тепло грунта, следует выделить большие капитальные вложения на установку оборудования, необходимость дорогого и сложного монтажа внешних подземных теплообменных контуров. [2].

Теплонасосные установки типа «воздух-вода» и «воздух-воздух» наиболее просты и дешевы в эксплуатации. Вторичным теплоносителем, циркулирующим в системе отопления здесь является вода, а во втором случае – воздух. В холодных районах такие установки не способны обеспечить равномерный тепловой режим из-за прямой зависимости от температуры наружного воздуха. Поэтому данные типы тепловых насосов рекомендуется применять только в южных широтах, где зимой температура не опускается ниже -15°C .

Принцип работы водяного тепловых насосов практически не отличается от грунтовых. В качестве источника выступают небольшие водоемы, а также озера, пруды и реки. В этом случае коллекторы располагаются на дне водного пространства. Недостатком такой системы является сильное влияние от погодных условий и времени года. Если поблизости к отапливаемому дому находится родник, то это может стать решением проблемы с промерзанием воды, так как температура в данных источниках практически неизменна и высока. Однако целесообразно применять данную систему лишь в домах, которые расположены на расстоянии не более 50 метров. Также в качестве источника тепла в такой теплонасосной установке можно использовать канализационные стоки. Коллектор, который установлен в них, применяется как для отопления частных домов, так и для нужд ГВС [3].

Использовать тепловой насос как единственный и основной способ отопления эффективно лишь для низкотемпературных систем (фанкойлы или теплые

полы). В холодное время года для непрерывного обеспечения теплом и стабильного режима работы необходимо устанавливать резервные теплогенераторы. В их роли могут выступать твердотопливные печи или электродкотлы [4]. Кроме систем отопления известно достаточно широкое применение тепловых насосов в других сферах. Например, с их помощью можно достаточно эффективно решать вопросы утилизации снега в городе, используя тепло сточных вод [5].

Таким образом, тепловые насосы для систем индивидуального отопления являются хорошей альтернативой традиционным. Это природный естественный источник тепловой энергии, который помимо экономических преимуществ, имеет и экологические – минимальное воздействие на окружающую среду. Несмотря на большие начальные капиталовложения система отопления с тепловым насосом окупит себя со временем. Кроме того, о пользе данного оборудования свидетельствует его простота конструкции, легкость в управлении и полная безопасность для потребителей.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Даутов Р.Р. Перспективы применения тепловых насосов // VI Всероссийский студенческий форум "Инженерные кадры - будущее инновационной экономики России". - 2020. - №5 - С. 107-108.
2. Гатауллина И.М. Использование тепловых насосов в системах теплоснабжения зданий // XIII международная молодежная научная конференция «Научному прогрессу – творчество молодых». - Йошкар-Ола: Поволжск. гос. техн. ун-т, 2018. – С.71-74.
3. Гатауллина И.М. Построение системы теплоснабжения на основе теплового насоса // XIII молодежная научная конференция «Тинчуринские чтения». – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2018. – С.160-162.
4. Гатауллина И.М. Технология устройства снегоплавильных станций на основе применения тепловых насосов // V Всероссийский студенческий форум "Инженерные кадры - будущее инновационной экономики России". - 2019. - №Ч.1 - С. 38-41.
5. Гатауллина И. М. Технология устройства снегоплавильных станций на основе применения тепла сточных вод // XIV молодежная научная конференция "Тинчуринские чтения". В 3-х томах, Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2019. - С. 104-107.

Научный руководитель: А.Е. Кондратьев, к.т.н., доцент КГЭУ.