

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»**

ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Сборник докладов

VI студенческой научно-практической конференции

(Санкт-Петербург, 7 декабря 2018 г.)



Санкт-Петербург

2019

УДК 620.9
ББК 38.93
А 585

Альтернативные источники энергии : сборник докладов VI студенческой научно-практической конференции (Санкт-Петербург, 7 декабря 2018 г.) / под ред. Е.А. Васильевой. - ВШТЭ СПбГУПТД.-СПб., 2019. – 60 с.

Настоящий сборник содержит тезисы докладов студентов Высшей школы технологии и энергетики – участников VI студенческой научно-практической конференции «Альтернативные источники энергии», прошедшей в ВШТЭ СПбГУПТД 7 декабря 2018 года.

В докладах содержится информация, полученная студентами в ходе научных изысканий, лабораторных исследований и анализа литературных источников, в том числе опыта отечественных и зарубежных заводов и предприятий, размещаемого ими в рамках открытой экологической и технологической информационной политики на электронных ресурсах.

Доклады публикуются в авторской редакции.

© Высшая школа технологии и энергетики
СПбГУПТД, 2019

Корректор Н.П. Новикова
Техн. редактор Л.Я. Титова

Темплан 2019, поз. 1

Подписано к печати 19.01.19 г. Формат 60х84/16. Бумага тип № 1.
Печать офсетная. Объем 3,75 печ.л.; 3,75 уч.-изд. л. Тираж 50 экз.
Изд. № 1 . Цена «С». Заказ №

Ризограф Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД, 198095,
Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.

О КОНФЕРЕНЦИИ

Энергосберегающие тенденции в промышленности и жилищно-коммунальном хозяйстве являются современными реалиями нашей жизни. Несколько десятилетий назад установки, преобразующие энергию ветра, солнечную радиацию, тепловую энергию недр земли и напор приливных волн воспринимались обывателями как научная фантастика. Сегодня на улицах многих крупных городов встречаются солнечные батареи, питающие электроэнергией фонари, светофоры и дорожные знаки. В индивидуальном жилищном строительстве все чаще применяются ветроэнергетические установки. Применение тепловых насосов для воздушного и жидкостного отопления жилых домов тоже стало вариантом нормы. Гибридные установки, сочетающие преобразователи нескольких источников энергии, применяются для создания полностью автономных зданий или снижения энергопотребления.

Нарастают темпы использования альтернативных источников энергии и в промышленных масштабах. В 2018 году в России введена в эксплуатацию крупнейшая в нашей стране ветроэнергетическая станция мощностью 35 МВт (Ульяновская ВЭС). Станции меньшей мощности функционируют в Калининградской, Оренбургской, Белгородской областях, в Башкортостане, Калмыкии, на Чукотке и в Крыму. Эксплуатируются крупные солнечные электростанции, геотермальные электростанции, экспериментальная приливная электростанция. Широко используются вторичные топливные энергетические ресурсы.

Вопросы энергосбережения, использования альтернативных источников энергии и вторичных энергоресурсов занимают существенное место в программе обучения студентов всех уровней в Высшей школе технологии и энергетики (ВШТЭ).

7 декабря 2018 года в ВШТЭ прошла VI студенческая научно-практической конференция «Альтернативные источники энергии». С

докладами выступали студенты нескольких кафедр вуза. По итогам конференции комиссией был выбран лучший доклад и проведено награждение докладчиков.

Ежегодная конференция является платформой для развития навыков самостоятельной научно-исследовательской работы студентов. Мероприятие направлено на расширение знаний в области энергосберегающих технологий, оттачивание мастерства публичных выступлений и ведения научных диспутов.

Е.А. Васильева

УДК 621.472

**Кокорева А.А.,
Антонов И.В.,
каф. ООСиРИПР**

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА

Солнечная энергетика — одно из направлений альтернативной энергетики, использующее солнечное излучение для получения энергии.

Солнечный ветер — это поток ионизированных частиц, истекающих из солнечной короны со скоростью $300\div 1200$ км/с в космическое пространство, он является одним из важных составляющих межпланетной среды. Он исходит из верхних слоев атмосферы Солнца, называемой короной. В этой области температура более $1\cdot 10^6$ К, и частицы имеют заряд энергии более чем 1 кэВ.

Сила солнечного ветра зависит от изменений активности Солнца. Многолетние наблюдения на орбите Земли показали, что солнечный ветер структурирован и обычно подразделяется на спокойный и возмущенный. Спокойные потоки, в зависимости от скорости, делятся на два класса: медленные (примерно $300\div 500$ км/с около орбиты Земли) и быстрые ($500\div 800$ км/с около орбиты Земли). Медленный солнечный ветер формируется «спокойной» частью солнечной короны (областью корональных стримеров) при её газодинамическом расширении: температура короны около $2\cdot 10^6$ К. Потоки быстрого солнечного ветра посылаются Солнцем в течение нескольких месяцев и имеют период повторяемости (при наблюдениях с Земли) в 27 суток — период вращения Солнца. Эти потоки ассоциированы с корональными дырами — областями короны с относительно низкой температурой (примерно $0,8\cdot 10^6$ К) и чрезвычайно низкой концентрацией плазмы.

Возмущенные потоки по сути являются проявлением выбросов вещества короны звезды. В ходе наблюдения за ними было выявлено, что примерно половина из них сопровождается ударной волной. Только данный тип

солнечного ветра способен провоцировать отклонение магнитного поля от плоскости эклиптики. Данные изменения нередко становятся причиной разнообразия космической «погоды» [1].

С недавнего времени одним из направлений использования солнечного ветра являются полёты на электрическом парусе. Электрический (солнечный) парус – это приспособление, использующее давление солнечного света на зеркальную поверхность для приведения в движение космического аппарата. Считается, что космический аппарат, движимый солнечным парусом достаточного размера, может развить скорость примерно в одну десятую световой. Примером такого устройства является отражатель «Знамя-2», который установили в 1993 году на орбитальной станции «Мир». На станции он использовался не в качестве ускорителя, а как дополнительный источник энергии. В 2005 году упал во время старта российский космический аппарат, который нес на орбиту спутник «Космос-1» (рис. 1).

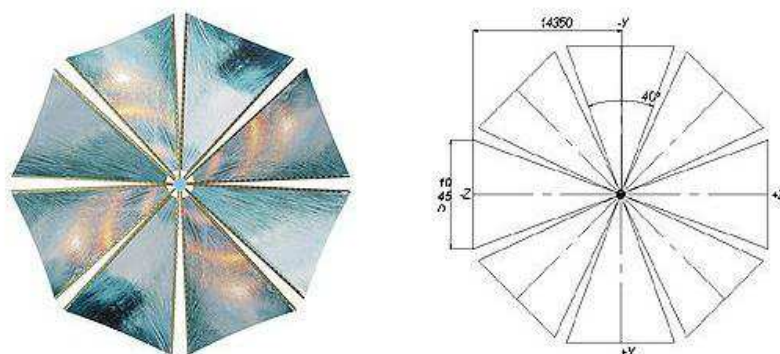


Рис. 1. Солнечный парус спутника «Космос-1»

Основой конструкции аппарата являлась приборная платформа, на которой крепятся разгонная двигательная установка, солнечные батареи, служебное оборудование и блок солнечных парусов из 8 лепестков. Каждый лепесток в развернутом виде представляет собой равнобедренный треугольник, расширяющийся от продольной оси аппарата к периферии. После разворачивания всех восьми лепестков парус образует многоугольник площадью 600 м^2 .

Одним из первых действительно успешных экспериментов с солнечным парусом стал старт японского спутника «IKAROS». Еще в 2004 году японцам удалось раскрыть на высотах 122 км и 169 км два небольших экспериментальных тонкопленочных паруса. Японские инженеры отправили на орбиту и смогли там полностью развернуть полиамидную пленку толщиной 7,5 мкм и площадью 196 м².

В 2015 году с космодрома на мысе Канаверал успешно стартовал первый в истории частный спутник на солнечном парусе — «LightSail-1», и уже ведется работа над «LightSail-2». Разработан и построен он был на средства некоммерческого «Планетарного общества» США, объединяющего энтузиастов исследования дальнего космоса. Размеры аппарата невелики — 30×10×10 см. Два модуля из трех отвечают за разворачивание паруса площадью 32 м², последний — за электронику устройства. Сам парус изготовлен из металлизированного полимера майлара толщиной в 4,5 мкм [2].

Ещё одним способом использования солнечного ветра являются космические электростанции Дайсона-Харропа, которые были предложены коллективом разработчиков и исследователей Вашингтонского университета (рис. 2). Такие электростанции выглядят как довольно простые установки, собирающие электроны из солнечного ветра.

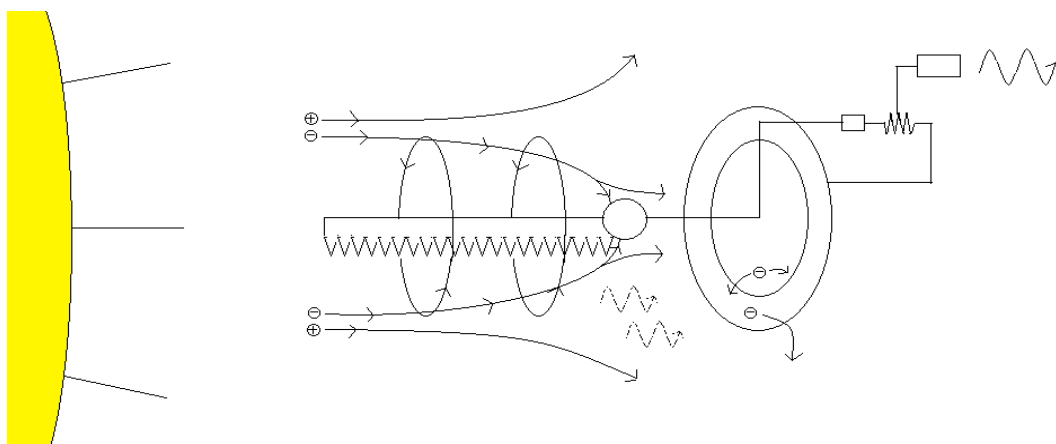


Рис. 2. Электростанция Дайсона-Харропа

Принцип работы аппарата таков: на длинный металлический стержень, направленный на Солнце, подается напряжение для создания магнитного поля, которое притягивает к себе электроны. На другом конце располагается приемник-ловушка электронов, состоящий из паруса и приемника. По многочисленным расчётам Харропа, спутник со стержнем длиной 300 м и толщиной 1 см и ловушка длиной 10 м на орбите Земли сможет «собирать» до 1,7 МВт. Главная трудность этого проекта - передача энергии на Землю. Команда Харропа предлагает передавать полученную энергию на Землю с помощью мощного лазерного луча. Однако на сегодняшний день постройка установки для передачи подобного лазерного луча технически невозможна. Это обусловлено тем фактом, что для наиболее эффективного сбора солнечного ветра спутник Дайсона-Харропа должен находиться вне плоскости эклиптики, т.е. в миллионах километров от Земли. На таком расстоянии луч лазера будет давать пятно, диаметром в тысячи километров. Кроме этого, нельзя исключать иные опасности, которые могут возникнуть от возможных сбоев системы. С другой стороны, энергия требуется и в самом космосе, и небольшие спутники Дайсона-Харропа вполне могут быть ее основным источником, заменив солнечные батареи и ядерные реакторы [3].

Библиографический список

1. Солнечный ветер [Электронный ресурс] // Астроазбука URL: <http://astro-azbuka.ru/index.php?id=22> (дата обращения 25.10.2018).
2. На всех парусах [Электронный ресурс] // nplus1.ru URL: <https://nplus1.ru/material/2015/05/22/Solar-sail> (дата обращения 25.10.2018).
3. Солнечный ветер может стать заменой всех остальных видов энергии [Электронный ресурс] // 3DNews Daily Digital Digest URL: <https://3dnews.ru/599196> (дата обращения 25.10.2018).

УДК 620.98

**Кузнецова А.Д.,
Васильева Е.А.,
каф. ООСиРИПР**

ПРИЛИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В РОССИИ. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Главной проблемой современной энергетики является истощение минеральных ресурсов Земли. В связи с этим в последние годы пристальное внимание исследователей обращено на альтернативную энергетику, основанную на использовании возобновляемых источников энергии. Одним из перспективных направлений является приливная энергетика.

Как известно, воздействие на земную кору Солнца и Луны вызывает изменение уровня воды в морях и океанах. Под влиянием притяжения происходят периодические поднятия и опускания воды - приливы и отливы. Таким образом, молекулы воды совершают вертикальные и горизонтальные движения.

Приливные течения вызываются горизонтальным перемещением водных масс в береговой зоне, тогда как приливы и отливы вызываются вертикальными колебаниями уровня воды. Явления, связанные с приливами и отливами, носят периодичный характер. Приливообразующая сила Луны может изменяться на 40 % на протяжении месяца, это связано с изменением положения Земли относительно спутника. Как подсчитали ученые, лунные приливы по силе в 2,17 раза превышают солнечные. В дни сизигий (новолуний и полнолуний) наблюдаются наибольшие приливы. В первую и последнюю четверть Луны наблюдаются квадратурные (наименьшие) приливы. В связи с этим, амплитуда приливов может изменяться примерно в 2,7 раза в промежутки между сизигиями и квадратурами [1].

Приливная волна в открытом океане имеет сравнительно небольшую высоту ($0,3 \div 0,6$ м), но при подходе к суше она значительно увеличивается и составляет несколько метров. В случае если разница между уровнями воды в прибрежной зоне при приливе и отливе превышает 5 м, напор, создаваемый

приливной волной, может быть использован для производства электроэнергии. Генерирующий потенциал приливной энергетики чрезвычайно велик и, по оценкам специалистов, составляет от 200 до 450 ТВт/год электроэнергии.

Приливная электростанция (ПЭС) - один из видов гидроэлектростанций, преобразующий кинетическую энергию приливных волн в электрическую. ПЭС использует перепад уровней «полной» и «малой» воды во время прилива и отлива.

Существуют различные классификации ПЭС. В частности, такие станции различают по наличию плотин и накопительных бассейнов. Станции с наличием системы накопительных бассейнов могут работать по двум разным принципам:

- *Односторонний принцип* - полезная работа осуществляется при движении воды только в одном направлении, например, при наполнении или опорожнении накопительного бассейна. При этом более эффективной считается выработка электроэнергии при опустошении бассейна.

- *Двухсторонний принцип* – турбина работает в обоих направлениях движения воды. Створы плотины перекрываются в момент начала прилива, и в этот же момент начинается производство электроэнергии. Бассейн и турбогенераторы наполняются водой из морской акватории только после того как напор воды достигает необходимой силы (рис. 1 и 2).

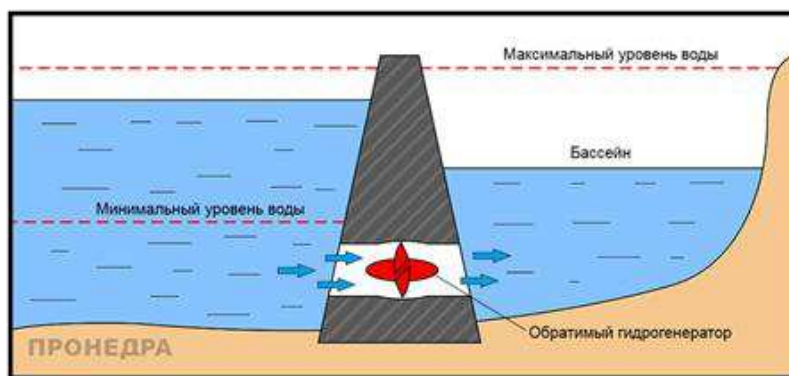


Рис. 1. Схема работы ПЭС при приливе

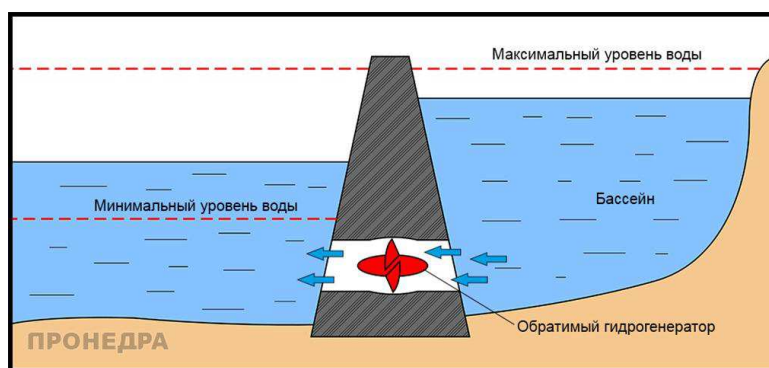


Рис. 2. Схема работы ПЭС при отливе

Для ПЭС, работающих по второму принципу, после уменьшения разницы уровней воды в море и в бассейне затворы закрываются, а турбины прекращают работу. По мере отлива разница уровней соответственно увеличивается, вода из бассейна приводит в действие турбины, после чего бассейн постепенно опорожняется. Станции такого типа производят энергию непрерывно в течение 4–5 часов четырежды в сутки. Перерывы между периодами работы составляют не более 2 часов.

Альтернативным вариантом являются бесплотинные ПЭС, в которых предусматривается установка гидротурбин непосредственно на морском дне в зоне прилива. Вращение турбин осуществляется под воздействием движения воды во время приливов и отливов (рис. 3) [2].

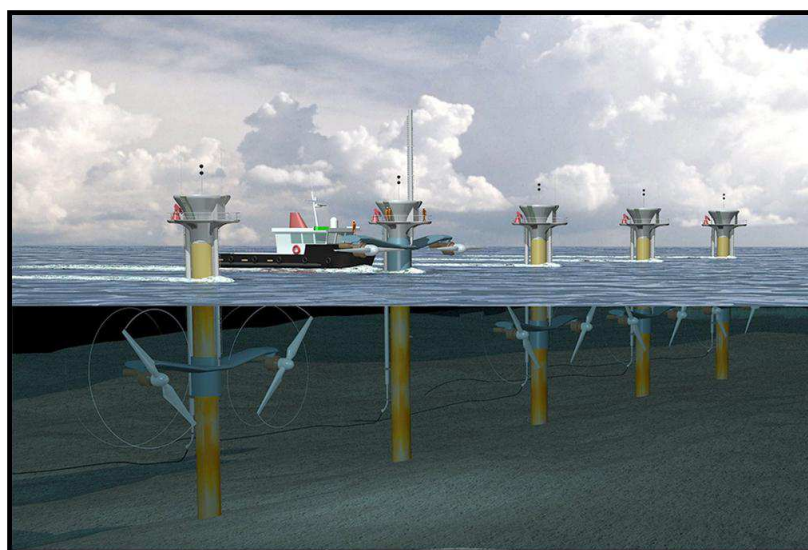


Рис. 3. Донные турбины ПЭС

В мире успешно функционируют несколько приливных электростанций: "Ля-Ранс" (Франция) мощностью 240 МВт, "Сихвинская" ПЭС (Южная Корея) мощностью 254 МВт, SeaGen (Ирландия) мощностью 1,2 МВт.

В России энергия приливов и отливов используется с 1968 года в рамках эксплуатации экспериментальной ПЭС на Кислой Губе в Баренцевом море. Во времена СССР были разработаны проекты строительства еще трех приливных электростанций (одна в Белом море и две - в Охотском). К сожалению, о сегодняшнем статусе обоих объектов ничего не известно, тогда как Мезенская ПЭС, проектируемая в Архангельской области, имеет шанс стать самой мощной приливной электростанцией в мире. Также на этапе проектирования находится Северная ПЭС на Кольском полуострове [2, 3].

Привлекательность приливной энергетики обусловлена следующими факторами:

- неисчерпаемость источника энергии;
- отсутствие необходимости добычи и переработки топлива;
- почти полное отсутствие негативных воздействий на окружающую среду;
- независимость от показателя водности года (сезонности);
- стабильность выработки электроэнергии;
- низкая себестоимость энергии (по сравнению с другими типами электростанций).

К сожалению, развитие приливной энергетики упирается в ряд серьезных препятствий и ограничений.

Главным тормозящим фактором для потенциальных участников проектов являются особенности строительства приливных станций, обуславливающие крупные финансовые вложения уже на первых этапах работы [2, 4].

Негативные экологические эффекты от строительства ПЭС сопоставимы с воздействиями, возникающими при возведении любого крупного и

сложного инфраструктурного объекта. Среди негативных последствий можно отметить изменение схемы движения насосов и размыв дна [2].

Несмотря на ряд финансовых и технических трудностей, связанных со строительством приливных электростанций, к реализации готовы около трёх сотен проектов по всему миру. Строительство и запуск ПЭВ в тех точках России, где это возможно, позволит удовлетворить около четверти объёма потребности в электроэнергии в нашей стране.

Библиографический список

1. Приливы и отливы [Электронный ресурс] // Универсальная научно-популярная энциклопедия «Кругосвет». URL: http://www.krugosvet.ru/enc/Earth_sciences/geografiya/PRILIVI_I_OTLIVI.html (дата обращения: 04.11.2018).

2. Альтернативная энергетика: энергия приливов и отливов [Электронный ресурс] // Интернет-журнал «Пронедра». URL: <https://pronedra.ru/alternative/2017/04/10/perspektiva-prilivnyh-stanciy/> (дата обращения: 04.11.2018).

3. В каких странах используется энергия приливов и отливов? [Электронный ресурс] // Информационно-развлекательный сайт «Fb.ru». URL: <http://fb.ru/article/289545/v-kakih-stranah-ispolzuetsya-energiya-prilivov-i-otlivov/> (дата обращения: 04.11.2018).

4. Энергия морских приливов [Электронный ресурс] // Интернет-журнал «BELLONA». URL: <http://bellona.ru/2008/06/12/energiya-morskih-prilivov/> (дата обращения: 04.11.2018).

УДК 620. 93

Лебединская В.С.,
Антонов И.В.,
каф. ООСиРИПР

ПОЛУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОРОДА В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТОПЛИВА

Прежде всего, нужно понять, чем же водородное топливо отличается от углеводородного. Водород является самым распространённым элементом, но его нельзя считать источником энергии, в отличие от ископаемых топлив. Водород входит в состав воды, но, чтобы получить молекулярный водород, необходимо затратить большое количество энергии.

Наиболее приоритетным направлением является использование водорода в качестве топлива для наземных и морских транспортных средств, для больших воздушных и космических летательных аппаратов, для централизованного и местного производства тепла и электроэнергии.

Плюс использования водорода в качестве топлива - экологическая чистота. Минусы использования водорода: сложные и дорогие способы получения; отсутствие водородной инфраструктуры; большой вес транспорта, работающего на водородном топливе.

Методы получения водорода для использования в виде топлива приведены на рис. 1 [1].

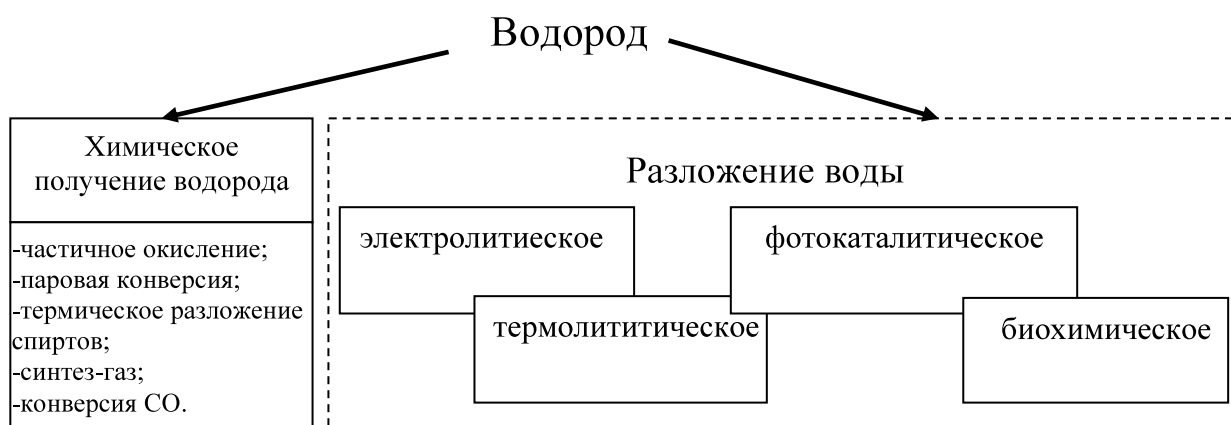


Рис. 1. Методы получения водорода

При использовании в качестве топлива существует несколько способов хранения водорода в разных агрегатных состояниях:

1. В газообразном состоянии.

Если упрощённо, суть этого способа хранения заключается в содержании водорода в баллонах (например, из алюминия) под давлением. Эти системы одни из самых простых. Но если необходимо сохранить водород в большом количестве, применяются системы хранения водорода под землёй (горные породы, шахты, пещеры и др.).

2. В жидком состоянии.

Чтобы хранить водород в жидком состоянии, соответственно, необходимо сначала его «сжижать». Также необходимы определённые условия, в частности, низкая температура. И особо важна высокая степень чистоты сжиженного водорода, так как при образовании кристаллов водорода возможны взрывы.

3. В адсорбированном состоянии.

Водород адсорбируется углём – молекулы держат на поверхности слабые силы, именно поэтому обратный процесс неэнергозатратный. Необходимость поддержания постоянных параметров в системе осложняет практическое применение данного способа.

4. В химически связанном состоянии.

Данный способ хранения включает стадии синтеза и диссоциации химических соединений с высоким содержанием водорода. Основные соединения, которые могут играть роль «ячейки для хранения» водорода, – гидриды металлов. Основным критерием этого способа является концентрация. Необходимо «спрятать» и «найти» тот самый максимум. И не стоит забывать про термохимические расчёты. Также нужно учитывать определённые характеристики гидридов металлов.

Известно, что впервые двигатель на водородном топливе заработал в СССР в сентябре 1941 года в блокадном Ленинграде. Идеей использовать

водородное топливо вместо бензина послужил тот факт, что водородом заполнялись аэростаты. В ходе испытаний были и неудачи, так как водород – огнеопасен. 300 двигателей были переведены на водородное топливо, и в дальнейшем было оформлено авторское свидетельство на изобретение данной системы.

Подводная лодка, использовавшая в качестве топлива пероксид водорода, была изобретена во время Второй мировой войны немецким инженером Вальтером. После разгрома фашистской Германии в СССР была построена подлодка с двигателем Вальтера конструктором Антипиным. Всё-таки, действительно: «Война – двигатель прогресса» [3].

ТУ-155 – экспериментальный самолёт, основой создания тоже послужил двигатель Вальтера. Топливом являлся сжиженный водород. К сожалению, несмотря на успешные рейсы и мировые рекорды, проект не получил развития.

Миру уже известны серийные производства водородомобилей. Недостаток данных автомобилей обусловлен недостатками водородного топлива, перечисленными выше.

Легковые автомобили на водородном топливе делятся на несколько подгрупп по видам и принципам работы двигателей:

1. Автомобили с двигателями на чистом водороде или топливной воздушной смеси.
2. Автомобили с гибридным двигателем. Такие автомобили способны работать на чистом водороде или бензиновой смеси.
3. Автомобили с электродвигателем, который питает водородный элемент [2].

Уже эксплуатируются автобусы на водородном топливе, MAN Lion City Bus и Ford E-450. Немецкие учёные использовали водородные двигатели в железнодорожном поезде – Coranda iLint компании Alstom. В будущем на территории Германии планируется заменить ими дизельные поезда.

Использование водорода в качестве топлива - существенный шаг к снижению негативного воздействия на окружающую среду. Но существующая инфраструктура по получению, хранению и сбыту водорода, а также чрезвычайная взрывоопасность данного вида топлива не позволяют в ближайшей перспективе говорить о масштабном расширении его использования.

Библиографический список

1. да РОЗА А. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы: учебное пособие / пер. с англ; под ред. С.П. Малышенко и О.С. Попеля. - М.: Издательский дом «МЭИ», 2010. - 704 с.
2. Водород – топливо будущего [Электронный ресурс] // ТАРТАРИЯ. URL.: <http://www.tart-aria.info/vodorod-toplivo-budushhego/> (дата обращения: 28.11.2018).
3. Водородный транспорт: технология будущего или полный провал? [Электронный ресурс] // Журнал «Популярная механика». URL.: <https://www.popmech.ru/technologies/371842-vodorodnyy-transport-tehnologiya-budushchego-ili-polnyy-proval/> (дата обращения: 28.11.2018).

УДК 621.577.2

Филимонова А.А.,
каф. ПТЭ

СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ИЖС С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОВОГО НАСОСА

Все мировое сообщество ведет активную политику в области энергосбережения и повышения эффективности потребления природных ресурсов. Россия является одним из основных экспортёров энергоносителей, несмотря на это, значительно отстает от большинства развитых стран в области энергоэффективности.

Повышение энергоэффективности и энергосбережение для России – стратегическая необходимость, оказывающая влияние на экономическое развитие государства, уровень жизни населения и инновационное развитие общества [1].

В настоящее время разработка устройств, использующих нетрадиционные источники энергии, такие как: энергию ветра, воды, солнца, геотермальную энергию, а также тепловую энергию, содержащуюся в воде, воздухе и земле, актуальна среди ученых во всем мире. Одним из таких устройств являются тепловые насосы.

Тепловой насос — прибор, поглощающий из окружающей среды (вода, земля, воздух) низкопотенциальную тепловую энергию и передающий ее в системы теплоснабжения с более высокой температурой, реализующий обратный термодинамический цикл. Тепловой насос – экологически чистая установка, позволяющая получать тепловую энергию для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения индивидуальных жилых, общественных и производственных зданий за счет использования низкопотенциальных источников энергии и переноса её к теплоносителю с более высокой температурой [2].

Тепловые насосы классифицируются в зависимости от источника энергии, это может быть вода, земля, воздух. Наиболее практичным и

испытанным является геотермальный тепловой насос, использующий энергию грунта. В отличие от других тепловых насосов, работающих на воде и воздухе, геотермальный лучше подходит для российских условий.

Ниже приведены положительные стороны теплового насоса:

- Экономичность – установка имеет высокий коэффициент полезного действия, благодаря этому система является системой низкого энергопотребления. К примеру, на 1 кВт затраченной электроэнергии получается от 3 до 7 кВт тепловой энергии.

- Автономность – не требуется подача топлива (например, газа).
- Универсальность – сочетание системы отопления, ГВС и охлаждения.

- Безопасность – в отличие от котлов, которые могут воспламениться или взорваться, тепловой насос является абсолютно безопасным. Он не содержит деталей, температура которых может привести к пожару. Не выделяет угарный ядовитый газ. Остановка работы не приведет к поломке или замораживанию жидкости.

- Надежность – наличие автоматики.
- Долговечность – при правильном использовании и своевременном обслуживании установка может использоваться до 50 лет.

- Комфорт – функционирование насоса не сопровождается колебанием температуры и влажности. Бесшумная работа. Минимум площади требуется под скважину. Минимальное повреждение деталей.

- Экологичность – нет выбросов в окружающую среду, в отличие от газовых котлов [3].

Внутренний контур теплового насоса состоит из системы теплоснабжения внутри дома: к этому относятся радиаторы отопления, трубы, гидрострелка (например, при наличии системы теплых полов). Внешний контур находится под землей за пределами дома. Он

включает в себя коллектор-теплообменник и трубы, связывающие коллектор с насосом. На рис.1 приведена принципиальная схема теплового насоса.

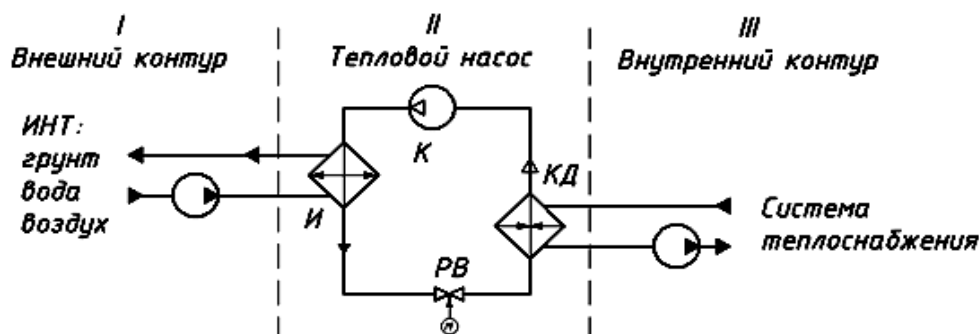


Рис. 1. Принципиальная схема теплового насоса:

И – испаритель; *К* – компрессор; *КД* – конденсатор; *РВ* – регулирующий клапан

Процесс работы:

Контур 1: незамерзающая жидкость, циркулирующая по замкнутому контуру, проходит через испаритель (рис. 2) и отдает свое тепло рабочему агенту, циркулирующему в контуре 2. На вход в испаритель насосом подается нагретая незамерзающая жидкость, выходит из испарителя охлажденная незамерзающая жидкость.

Контур 2: нагретый рабочий агент из испарителя поступает в компрессор, где увеличиваются давление и температура рабочего агента. Далее из компрессора сжатый рабочий агент поступает в конденсатор, где отдает свое тепло теплоносителю контура 3. Далее охлажденный рабочий агент проходит через регулирующий клапан, где происходит процесс дросселирования, т.е. падает давление и температура. Далее рабочий агент поступает в испаритель и цикл повторяется.

Контур 3: охлажденная вода из системы отопления идет в конденсатор, где происходит процесс нагрева теплоносителя. Теплоноситель с помощью насоса подается обратно в радиаторы.

При проектировании такой системы теплоснабжения для индивидуального жилищного строения необходимо рассчитать тепловые потери через наружные ограждения, оконные проемы, дверные проемы,

кровлю и пол. Также необходимо руководствоваться СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» (актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменениями № 1, 2)) при определении расхода горячей воды на нужды отопления и горячего водоснабжения [1].

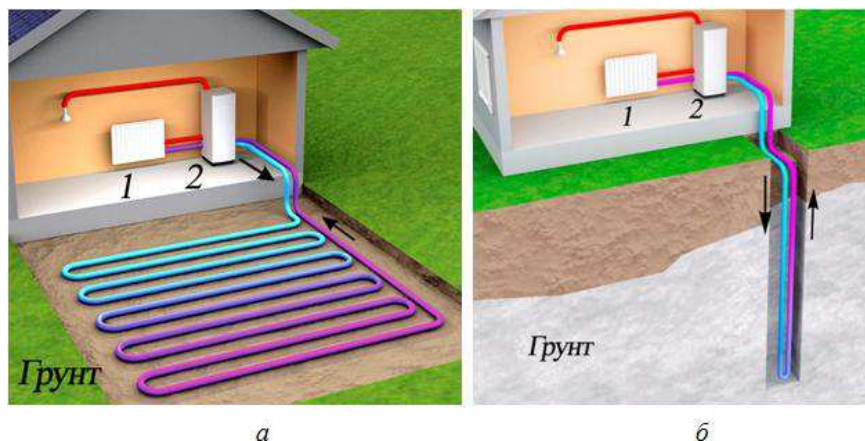


Рис. 2. Горизонтальный (а) и вертикальный (б) теплообменники (испарители):

1 – отопительный прибор; 2 – тепловой насос

Тепловые насосы в России производят более 20 лет. Тепловые насосы российского производства: Корса, Henk, Экомер и др.

Наряду с российским производством тепловых насосов, не стоит забывать и о производстве европейском. На первом месте по внедрению тепловых насосов в повседневную жизнь стоит Швеция. Там к вопросам энергоэффективности и экологии уделяется особое внимание. А потому уже большую половину домов в стране обогревают с использованием тепловых насосов. Европейский рынок тепловых насосов: Viessmann – немецкая компания, Danfoss – датская компания и др. [4].

Тепловые насосы являются успешно развиваемой системой. Как уже было отмечено, они имеют высокую энергоэффективность, что приводит к снижению эксплуатационных затрат.

Количество установленных тепловых насосов в Европе приближается к 10 миллионам. Россия, в сравнении с Европой, по установке тепловых насосов отстает. Необходимо назвать фактор, тормозящий рост рынка тепловых насосов, – это относительно невысокая стоимость эксплуатации

газового магистрального оборудования, отсутствие программ поддержки и субсидирования конечного потребителя теплонасосного оборудования. Недостаточная информированность и заинтересованность населения также тормозят внедрение таких систем теплоснабжения.

Таким образом, сегодня основной российский потребитель теплонасосного оборудования, будь то частное домовладение или более крупный объект, – это потребитель, поставленный в такие условия, что выбор теплонасосного оборудования является, по сути, практически единственным вариантом решения проблемы отопления/горячего водоснабжения. Ежегодный рост тарифов и высокая стоимость подключения газа чаще подталкивают потребителя обратить внимание на тепловой насос как на теплогенератор для системы отопления и ГВС.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ, Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации.
2. Пособие по проектированию автономных инженерных систем многоквартирных и блокированных жилых домов. МДС 40-2.2000 / Госстрой России, Торговый Дом «Инженерное оборудование». – М.: ФГУП ЦПП, 2004. – 48 с.
3. Книга о тепловых насосах [Электронный ресурс] // Интернет книга. URL:<http://geo-comfort.ru/images/PDF/Teplovie%20nasosy/Statyi%20po%20teplovym%20nasosam/Kniga-Teplovyie-nasosy.pdf> (дата обращения: 23.11.2018).
4. Европейский рынок тепловых насосов [Электронный ресурс] // Интернет журнал АВОК. URL:https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=6506 (дата обращения 23.11.2018).

УДК 620.98

**Бахарева В.Н.,
Васильева Е.А.,
каф. ООСиРИП**

КАВИТАЦИОННЫЕ НАСОСЫ КАК ИСТОЧНИКИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

В настоящее время на долю Российской Федерации приходится пятая часть мирового потребления энергоресурсов. В 2014 г. утверждена государственная программа Российской Федерации «Энергоэффективность и развитие энергетики» [1]. Программа преследует цель – надежное обеспечение страны топливно-энергетическими ресурсами, повышение эффективности их применения и снижение антропогенного воздействия ТЭК на окружающую среду.

Для обеспечения максимально экономного теплоснабжения зданий жилого и промышленного сектора применяют различные устройства альтернативного отопления. Одним из таких устройств является кавитационный насос.

Кавитация – это процесс образования и последующего схлопывания пузырьков в потоке жидкости, сопровождающийся шумом, гидравлическими ударами, выбросом энергии. Энергия от схлопывания пузырьков идет на нагрев теплоносителя, а также на разрушение водородных связей в кластерах воды.

Кавитационный насос (КН) – это устройство, которое преобразует механическую энергию рабочей жидкости в тепловую [2].

Кавитационный насос состоит из следующих основных частей:

- 1) теплогенератора;
- 2) электродвигателя;
- 3) соединительной муфты;
- 4) рамы;
- 5) прибора управления (контроллера).

Теплогенератор имеет цилиндрический корпус, две крышки с устройствами уплотнения и подшипниковыми узлами. Внутри корпуса находится вал со строго посаженными на него дисками особой конструкции. На крышках имеются входной и выходной патрубки для присоединения к системе теплоснабжения [2].

Принцип работы КН изображен на рис. 1.

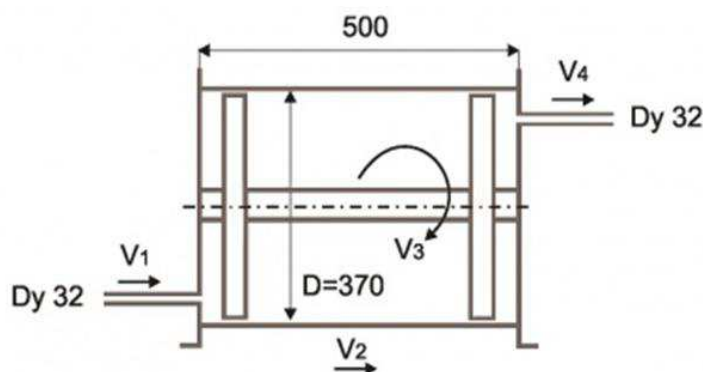


Рис.1. Схема движения теплоносителя в КН:

V_1, V_4 -линейные скорости жидкого теплоносителя на входе и выходе из теплогенератора;

V_2 - поступательная линейная скорость потока;

V_3 -линейная скорость вращающегося потока

Жидкий теплоноситель поступательно прокачивается через установку циркуляционным насосом с линейными скоростями $V_1=V_4$. На входе во внутреннюю полость теплогенератора скорость потока скачками снижается в 5-7 раз. Одновременно поток втягивается дисками во вращательное движение. Линейная скорость вращающегося потока (V_3) изменяется от сотен оборотов в минуту у вала, до тысяч - у корпуса теплогенератора. Под действием центробежных сил вода двигается от центра к периферии теплогенератора. В центре камеры возникает разрежение, а у корпуса – избыточное давление. Также за счет специальных устройств задается турбулентное движение потока, что приводит к возникновению гидравлической кавитации. В теплогенераторе пузырьки появляются в области разрежения и отталкиваются центробежными силами на периферию,

где схлопываются. Газы и пары внутри пузырька сжимаются, обильно выделяя тепло, за счет которого увеличивается температура воды (вблизи от пузырька она достигает $2100\text{ }^{\circ}\text{C}$). В зависимости от температуры теплоносителя на входном патрубке и объема прокачки, за один проход через теплогенератор теплоноситель нагревается на $14 \div 24\text{ }^{\circ}\text{C}$. В отличие от теплового насоса, который может максимально дать теплоноситель с температурой до $65\text{ }^{\circ}\text{C}$, кавитационный насос может нагреть теплоноситель до $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ [3, 4].

Различают динамические и статические кавитационные насосы.

Наибольшее распространение среди динамических КН получила конструкция, называемая роторно-гидродинамический механизм Григгса (рис. 2).

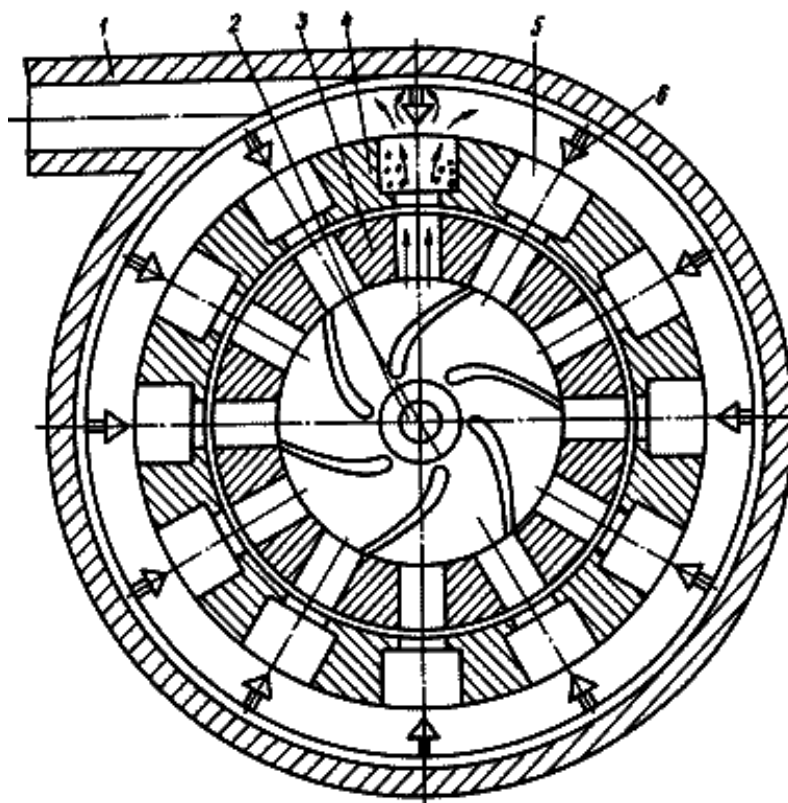


Рис. 2. Роторно-гидродинамический механизм Григгса:

1 - полый корпус; 2 - вал ротора; 3 - кольцо ротора; 4 - кольцо статора; 5 – ячейки Григгса; 6 - стержневые излучатели.

Принцип действия роторно-гидродинамического механизма Григгса основывается на работе центробежного насоса. В дисковой поверхности

ротора КН просверлено много отверстий без выхода (ячейки Григгса). Их размерные параметры и число непосредственно зависят от мощности ротора, частоты вращения привода и конструкции теплогенератора. Между ротором и статором находится зазор, необходимый для нагрева воды. Данный процесс осуществляется с помощью быстрого движения воды по поверхности диска, что влияет на повышение температуры.

Статический КН не имеет, в отличие от динамического, вращающихся частей. Для появления кавитации используются специальные сопла. В частности, применяются сопла конструкции Лаваля, которые подключают к рабочей камере теплогенератора. Центробежным насосом жидкость нагнетается в сопло, повышается давление в рабочей камере, что обеспечивает большую скорость движения воды и повышение её температуры. Скорость жидкости на выходе из сопла обеспечена разностью диаметров поступательного и выходного патрубков.

КН надежны в работе, экологически чисты, компактны и высокоэффективны по сравнению с любыми другими нагревательными устройствами, не требуют топлива и согласований на установку. Они обладают высоким КПД и предназначены для работы в системах отопления, горячего водоснабжения и приточной вентиляции. За счет особенностей конструкции КН значительно снижаются расходы на теплоснабжение объектов и групп зданий, приблизительно в 2÷3 раза по сравнению с традиционными системами отопления.

Основными недостатками КН являются:

- шумность;
- высокая стоимость и сложность изготовления материалов;
- достаточно большие габаритные размеры [3].

КН используются для получения тепловой энергии в ближнем и дальнем зарубежье: в Белоруссии, Казахстане, Узбекистане, Украине, Венгрии, Южной Корее и Японии. В России кавитационные насосы

выпускаются на серийных заводах, имеют сертификат соответствия и применяются в системах отопления с 2003 года [2, 5].

Библиографический список

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 15.04.2014 г. № 321 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Энергоэффективность и развитие энергетики» [Электронный ресурс] // Информационный сайт о теплоэнергетике. URL:<https://minenergo.gov.ru/node/323> (дата обращения: 30.09.2018).

2. Тепловой гидродинамический насос [Электронный ресурс] // Информационный сайт о теплоэнергетике. URL:http://cyclowiki.org/wiki/Тепловой_гидродинамический_насос (дата обращения: 15.10.2018).

3. Кавитационный теплогенератор систем отопления [Электронный ресурс] // Информационный сайт о теплоэнергетике. URL:<https://www.asutpp.ru/kavitacionnyj-teplogenerator.html> (дата обращения: 01.11.2018).

4. Тепловые гидродинамические насосы [Электронный ресурс] // Информационный сайт о теплоэнергетике. URL:<http://enport.ru/index.php/vtg> (дата обращения: 10.11.2018).

5. Вихревой теплогенератор для систем теплоснабжения [Электронный ресурс] // Информационный сайт о теплоэнергетике. URL: <https://helion-ltd.ru/for-heat-supply-systems-2/> (дата обращения: 30.09.2018).

УДК 629.113/.115

Пузырева Д.И.,
Антонов И.В.,
каф. ООСиРИПР

АВТОТРАНСПОРТ НА СЖАТОМ ВОЗДУХЕ: ПРОБЛЕМАТИКА И АКТУАЛЬНОСТЬ

Человечество постоянно ищет возможность использования альтернативных источников энергии, новых видов сырья, так как запасы угля, природного газа и нефти не безграничны. В наши дни нефть является важнейшим источником энергии мирового потребления, а также основным видом топлива для автотранспорта.

И несмотря на то, что прошло два крупнейших энергетических кризиса, спрос на моторный бензин и дизельное топливо во многих странах непрерывно растёт.

Начиная с 70-х годов прошлого века наиболее актуальными проблемами использования углеводородов в качестве топлива являются: обострение ситуации с истощением ископаемых природных ресурсов и загрязнение окружающей среды выхлопными газами [1].

Одним из путей решения возникших проблем может стать внедрение сжатого воздуха и пневмодвигателей в автомобилестроении.

Сжатый воздух (СВ) – воздух, подвергнутый сжатию с помощью компрессора до давления выше атмосферного.

Применение сжатого воздуха широко распространено в различных производственных процессах: обеспечение подъёма, перемещения, очистка, сушка и т.д.

В данной работе рассмотрены варианты использования сжатого воздуха в пневмоприводах для автомашин.

В основе движения транспортных средств на СВ находится поршневой пневмопривод. Из баллонов на механизм подаётся сжатый атмосферный газ. Выпуск и расширение этого газа внутри двигателя происходит подобно

расширению пара в паровом двигателе. Если в привычном для нас варианте смесь топлива и воздуха сжигается для получения энергии и её последующей передачи поршням, то в данном случае энергия передаётся поршням лишь благодаря сжатому воздуху.

В качестве материала для баллонов могут служить: сталь, алюминий, кевлар, углепластик, углеродное волокно или их сочетания. У каждого материала есть свои положительные и отрицательные стороны применения в данном качестве (например: металлические резервуары способны выдержать большие нагрузки, но возможно образование коррозии).

Идеи использования пневмодвигателей в машиностроении преимущественно относятся к XIX веку. Во время развития железных дорог и механических тяговых трамвайных путей нужно было избегать рисков пожара и загрязнения (например, в горнодобывающих и городских системах).

К настоящему времени СВ применяют в качестве источника движения для мопедов, мотоциклов, автомобилей. Одним из таких примером может служить проект компании Motor Development Internation (MDI). Двигатель автомобиля, разработанный MDI, приходит в действие благодаря энергии сжатого воздуха, но при скорости выше 60 км/ч он автоматически переключается на бензиновое топливо. После успешного испытания данной силовой установки происходит доработка двигателя, способного работать на любых режимах движения [2].

Дальнейшее развитие направления использования СВ привело к возникновению следующих проектов: Airpod и OneCat (карбоновые баллоны последнего содержат до 300 л сжатого воздуха под давлением в 300 бар).

Принцип работы двигателя MDI: в малый цилиндр засасывается воздух, где он сжимается поршнем под давлением 18-20 бар и разогревается; подогретый воздух идет в сферическую камеру, где смешивается с холодным воздухом из баллонов, который, мгновенно расширяясь и нагреваясь,

увеличивает давление на поршень большого цилиндра, передающего усилие на коленвал. Принципиальная схема двигателя приведена на рис. [2].

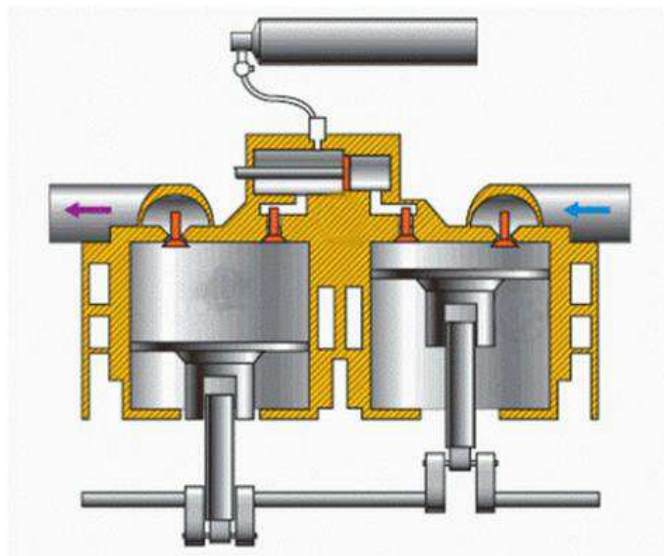


Рис. Устройство двигателя MDI

Обобщая результаты анализа использования сжатого воздуха, можно выделить следующие достоинства:

- отсутствие вредных выбросов (SO_2 , CO , NO_x);
- прибыльность производства (из-за упразднения некоторых систем);
- воздух не горюч;
- относительно небольшая масса и габариты двигателей;
- используются более лёгкие материалы при производстве;
- снижение экологической опасности отработанных баллонов (по сравнению с аккумуляторными батареями);
- снижение износа дорог за счёт меньших габаритов и массы транспортных средств;
- отработанный воздух может подавать в салон.

К недостаткам использования пневмодвигателей относятся:

- потери и понижение КПД за счет непрямого использования энергии (энергия используется для сжатия воздуха, затем передаётся двигателю);
- увеличение риска обмерзания и обледенения двигателя;
- значительная продолжительность дозаправки;

- взрывоопасность баллонов;
- потери энергии из-за необходимости охлаждения баллонов [3].

Для устранения приведенных недостатков производители стремятся облегчить автомобили, использовать большие теплообменники, применять полученное при сжатии воздуха тепло для улучшения позиций пневмодвигателей. Известны случаи совмещения ДВС с электродвигателями, ДВС с пневмодвигателями или пневмоэлектрический гибрид.

Сейчас, как никогда раньше, становятся важны энергоэффективность и энергобезопасность мирового авторынка. Необходимы новые разработки и подходы в обеспечении топливными ресурсами транспортных ДВС. СВ, как и другие виды альтернативного топлива, имеет свои значительные преимущества и недостатки, которые требуют тщательного изучения перед внедрением или более широким применением в какой-либо отрасли. Нельзя заявить, что на данный момент пневмодвигатели смогут стать полноценной заменой бензиновому и дизельному транспорту. Однако они имеют свой безусловный потенциал.

Библиографический список

1. Бортников Л. Н. и др. Альтернативные топлива. Современные вопросы применения водорода в ДВС. - Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2016. - 159 с.
2. Двигатель на сжатом воздухе для автомобиля [Электронный ресурс] // Журнал Ecoconceptcars.Ru. URL:http://ecoconceptcars.ru/2011/01/blog-post_29.html (дата обращения: 27.10.18).
3. Транспортные средства на сжатом воздухе [Электронный ресурс] // Википедия. URL: <https://vk-cc.ru/6oKpS> (дата обращения: 25.11.18).

УДК 620.95

**Коновалова В.К.,
Васильева Е.А.,
каф. ООСиРИПР**

ТВЕРДОЕ БИОТОПЛИВО ИЗ КОФЕЙНЫХ ОТХОДОВ

В мире все больше говорят о необходимости замены нефти, угля и газа на биотопливо. Эту проблему исследуют во многих стран, в том числе и в России.

Биотопливо — топливо из животного или растительного сырья, из продуктов жизнедеятельности организмов или органических промышленных отходов (рис. 1).

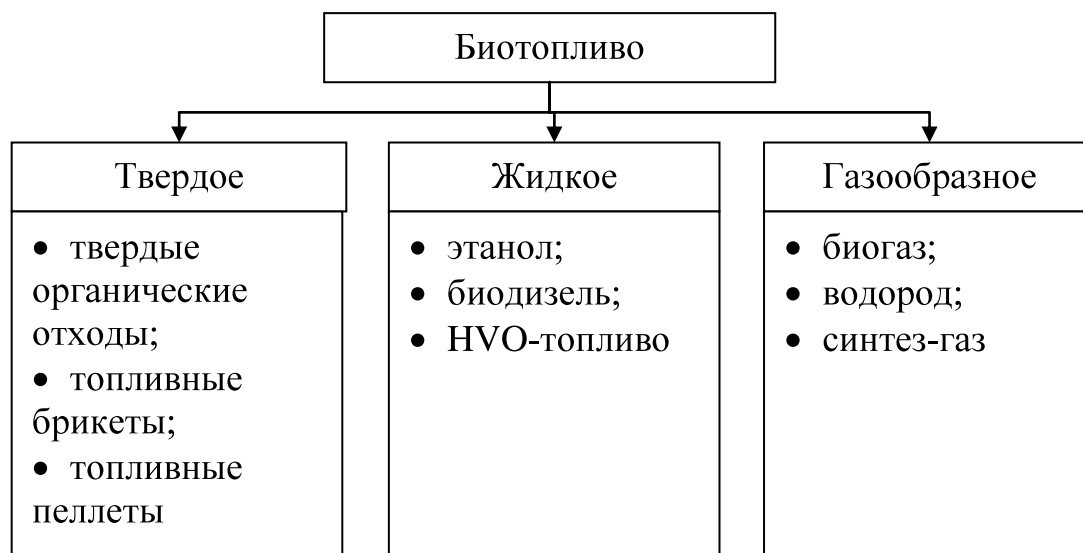


Рис. 1. Классификация биотоплива по агрегатному состоянию

На рынке транспортного биотоплива распространение получили этанол и биодизель. В 2014 году этанол составлял 74 % рынка транспортного биотоплива, биодизель — 23 %, гидрированное растительное масло (HVO) — 3 %. Эти виды топлива производятся из пищевого сырья. Этанол получают из сахарного тростника (61 %) и из зерна (39 %). Соя и рапс — это основные виды сырья, которые используют для производства биодизеля [1].

Производство газообразного биотоплива тоже отлажено во многих странах. Биогаз производят на станциях очистки сточных вод, сбраживая

избыточный активный ил, добывают на полигонах бытовых отходов, получают на фермах в России и за рубежом.

В качестве сырья для производства твердого биотоплива используются древесные отходы, сельскохозяйственные отходы, твердые коммунальные отходы и пищевые отходы. Так, сырьем для производства топливных брикетов служат кофейная гуща, скорлупа кокосового ореха, гофрированный картон, солома, опилки, хлопковый стебель, отходы табака, стебель горчицы, отходы джута, бамбуковая пыль, шелуха риса, скорлупа арахиса, лузга подсолнечника, жом, стебли пшеницы, отруби сои и другие отходы [1,2].

Интересным направлением деятельности является производство твердого биотоплива из кофейной гущи. Эти отходы являются доступным сырьем и особо ценны благодаря большому содержанию масел.

В таблице приведены ориентировочные результаты расчета количества кофейной гущи, ежегодно образующейся в некоторых странах. Расчеты производились на основе статистических данных о потреблении кофе в 2013-2017 г., опубликованных Международной организацией кофе (International Coffee Organization, ICO) [3, 4]

Статистика образования кофейной гущи

Страна	Среднегодовое количество кофейной гущи (шлама)*, тыс. т/год
Европейский союз	12500
США	7500
Германия	2000
Япония	2000
Россия	1200

* при средней влажности кофейного шлама 80%.

По данным исследований, небольшая кофейня может полностью самостоятельно обеспечить себя энергией, используя в качестве топлива кофейную гущу. На 28 АЗС под брендами BP, Shell, Texaco и Esso в Великобритании, на которых за год продается более 7 млн чашек кофе, кофейные отходы планируется собирать для переработки и производства

УДК 620.92

**Шилин М.В.,
Липатов М.С.,
каф.ТСУиТД**

АКТУАЛЬНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ АВТОНОМНЫХ ГИБРИДНЫХ СИСТЕМ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ НА УДАЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Значительные территории Российской Федерации, на которых, по данным статистики, проживает около 19,5 млн человек, по-прежнему остаются без системы централизованного энергоснабжения. На столь обширной территории встречаются местности, где сеть централизованного электроснабжения оказывается удалена, ненадежна, либо вовсе отсутствует по причине дороговизны её прокладки. К ним относятся не только некрупные сельские поселения, но и труднодоступные районы. Следовательно, проблема «электрификации всей страны», спустя сто лет, полностью не утратила своей актуальности [1].

Отчасти решению проблемы способствуют дизельные установки, однако себестоимость вырабатываемой на них электроэнергии составляет от 15 до 100 рублей за 1 кВт·ч. Высокая цена ресурса является серьезной трудностью, поэтому одним из решений проблемы электрификации таких территорий становятся гибридные системы энергоснабжения, в том числе с использованием возобновляемых источников энергии.

При наличии энергетики в таких населенных пунктах можно создавать ряд услуг, например почтовые автоматы, устанавливать антенны спутниковой связи, для обеспечения жителей интернетом, на базе которого возможно развитие телемедицины и дистанционного образования. К сожалению, в настоящее время качественно обеспечить такие комплексы электроэнергией современные технологии пока не готовы, особенно в российских условиях.

При разработке и установке гибридных систем энергоснабжения создадутся рабочие места (каждая подобная стройка требует примерно 180 человек). Строительство автономных гибридных систем необходимо мотивировать, продвигать подобный опыт, способствующий развитию малого и среднего бизнеса. В итоге внедрения регионы добьются, прежде всего, колоссальной экономии на расходах дизельного топлива – до 50 %. Таким образом, бюджет тех субъектов, которые сознательно и эффективно будут развивать это направление, получит весомую прибыль [1].

Предпосылки к продвижению автономных гибридных систем энергоснабжения в регионе, серьезно зависящем от дизельной генерации, сегодня налицо. В снижении колоссальной нагрузки на региональный бюджет и эффективном расходовании дизельного топлива заинтересованы все. Однако в числе существенных препятствий развитию данного направления являются высокие ставки по кредитам, нестабильный курс иностранной валюты. Часто бытует ошибочное мнение, что солнечная энергетика невозможна при отсутствии солнца, но оно здесь как раз и не нужно – необходим свет. В отдаленных уголках России имеется в достаточном количестве то, что нужно для концентрации света, – то есть снег. Он отражает свет с такой интенсивностью, что и днём, и ночью можно собирать отменный «урожай». Более того, устройство автономных систем энергоснабжения оправдано не только в отдаленных и труднодоступных районах.

В текущих условиях полностью отказаться от использования дизельного топлива невозможно. Однако недалек тот день, когда новые технологии достигнут уровня, позволяющего полностью вытеснить дизельное топливо. Солнечная электроэнергия уже начинает серьезно с ним конкурировать. Так, например, в Якутии уже построено более 15 солнечных электростанций. Самая крупная из них – СЭС Батагай, которая является крупнейшей

солнечной электростанцией за Северным полярным кругом, и её мощность составляет 1 МВт.

Рассматривая Мурманскую область, можно заметить, что подавляющая часть тепловой энергии производится за счет привозимого топлива, в первую очередь, мазута. Собственного производства мазута и угля в Мурманске нет. Такие особенности топливно-энергетического баланса региона заставляют обратиться к альтернативной энергетике. Кроме того, в связи с постоянным ростом цен на топливо, а также с транспортными расходами, образуется значительная диспропорция между фактической стоимостью топлива и его стоимостью, включаемой в тариф населения. Бюджет области ежегодно теряет огромные средства на компенсацию выпадающих доходов теплоснабжающим организациям. Предприятия также испытывают экономические затруднения, так как в себестоимости их товаров и услуг немалую долю составляют затраты на энергопотребление [2].

Альтернативным вариантом для Мурманской области будет строительство новых котельных с переводом их на местные виды топлива (торф и древесные отходы), а также строительства завода по производству торфяных брикетов. Ведь торфяной фонд Мурманской области, по данным статистики, составляет порядка 118 месторождений с суммарными запасами более миллиарда тонн. Однако использование торфа для производства тепла является «возвращением в каменный век» [2].

Поэтому все же для энергоснабжения удаленных и малонаселенных поселений необходимо применение автономного энергоснабжения. Ведь, как известно, строительство линий электропередач к микропоселениям, расположенных на этих территориях, нецелесообразно. Необходимо реализовывать проекты по электрификации удаленных поселений гибридными автономными электростанциями, использующими одновременно энергию ветра и солнца.

Конечно же, строительство таких электростанций будет сопряжено с рядом трудностей: отсутствием дорог, суровыми климатическими условиями, а так же из-за использования новых, непривычных технологий. В результате внедрения таких электростанций основными источниками генерации выступают ветер и солнце, а дизельные генераторы станут резервным источником энергии, что позволит обеспечить бесперебойное энергоснабжение (рис.1).

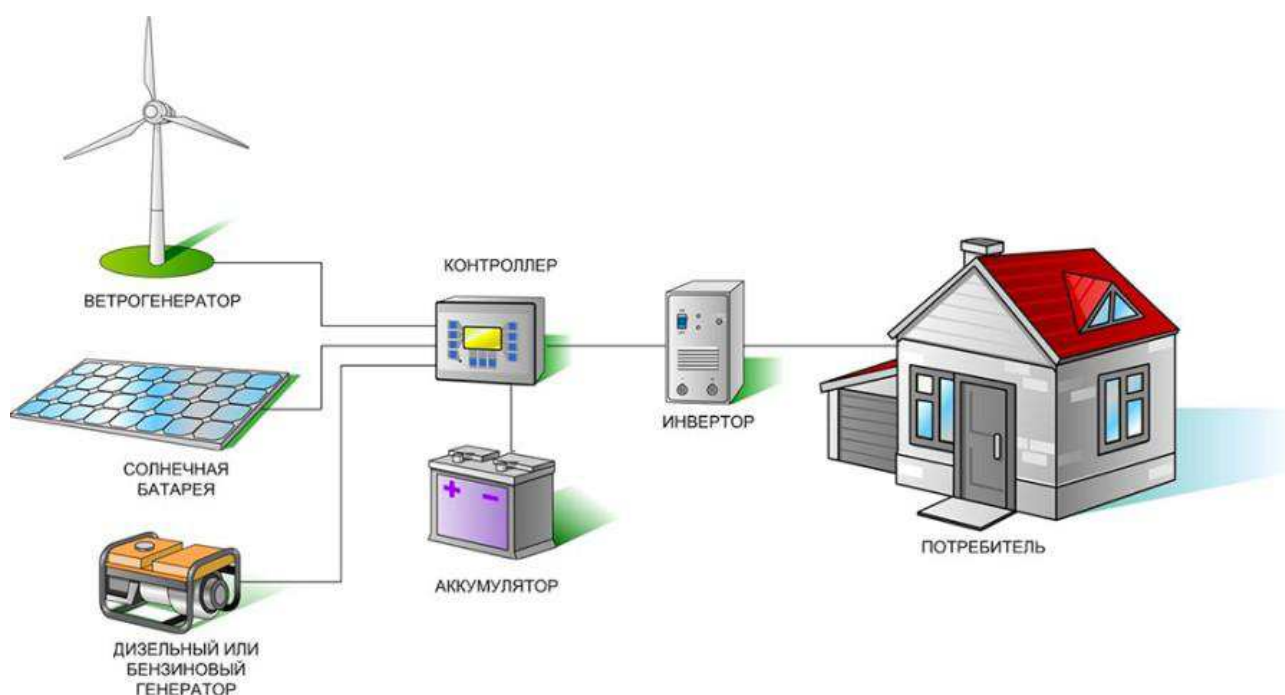


Рис. 1. Гибридная система энергоснабжения потребителя

Строительство множества солнечных станций и массовая установка ветрогенераторов не станет панацеей: во-первых, технологически это далеко не везде возможно реализовать, а, во-вторых, экономически не всегда эффективно. Поэтому для каждого населенного пункта следует рассматривать и принимать во внимание целый комплекс факторов: какие станции уже существуют в той или иной зоне, что с ними можно сделать, резонно ли соединять одну с другой. Поэтому надо оценивать экономическую составляющую каждого конкретного проекта, ведь единого решения для всех удаленных территорий в данном случае быть не может.

Тем более, что с учетом размера территории России, для одних регионов проблемы энергообеспечения более масштабны, нежели для других.

Необходимо обсуждать социальные трудности, финансовые проблемы, а также технологические задачи, направленные на обеспечение удаленных территорий жизненно важным ресурсом. Безусловно, внедрение автономных гибридных систем энергоснабжения требует решения системных и глобальных задач выбора нужного вектора для изменения традиционного уклада с переходом к распределенной сетевой высокотехнологичной энергетике.

Библиографический список

1. Коммунальный комплекс России / Ежем. деловой журнал. 2017. Вып. № 3 (153).
2. Региональная энергетика и энергосбережение / Информац.-аналитический журнал. 2017. Вып. № 1.

УДК 578.81

**Габидулина З.А.,
Васильева Е.А.,
каф. ООСиРИПР**

БАКТЕРИАЛЬНЫЕ И ВИРУСНЫЕ БАТАРЕИ

В век технологий и модернизации актуальным вопросом является тема сбережения энергии и ресурсов. Потребление ресурсов возрастает в абсолютных величинах, что дает нагрузку на природные ресурсы, а если учесть прирост населения, факт нерационального использования остается бесспорным. Для того чтобы не довести эту ситуацию до точки невозврата, специалисты работают над проектами по добыче электроэнергии путем использования альтернативных источников. Одним из таких источников являются вирусы и бактерии, выполняющие функцию электрогенератора. Потенциал бактерий и вирусов еще до конца не оценен, так как учеными не установлены все этапы их метаболизма. В процессе своей жизнедеятельности они способны генерировать энергию, которую люди в дальнейшем смогут использовать для собственных нужд.

Ряд ученых Стэнфордского университета работали над проектом получения энергии с помощью бактерий, субстратом для которых служат органические вещества. Ученые создали прототип бактериального топливного элемента, который представляет собой маленькую емкость с двумя электродами, заполненную органическим субстратом, например, сточными водами (рис. 1). На отрицательно заряженный электрод, представляющий собой углеродные нити, насажены экзоэлектрогенные бактерии. Бактерии поедают органические отходы. Углеродные нити собирают выделившиеся в процессе метаболизма бактерий электроны и направляют их на положительный электрод, который выполнен из бинарного соединения кислорода и серебра. С помощью данного устройства можно извлечь до 30 % энергии, выделившейся в органическую взвесь. Сложность запуска данного устройства в массовое использование заключается в

высокой стоимости материала положительного электрода - оксида серебра [1].

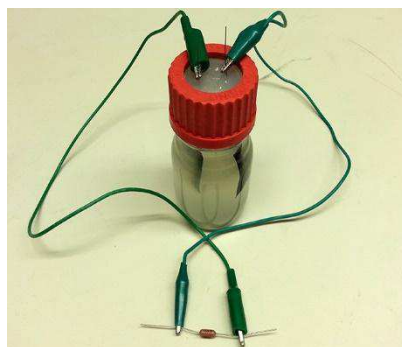


Рис. 1. Прототип бактериальной батарейки

Еще одним актуальным изобретением является топливный элемент с анодом, выполненным из графеновой фольги (рис.2). Микробы в процессе жизнедеятельности отдают электроны, которые от анода проходят через внешнюю цепь и поступают на катод, в результате генерируя электрический ток. Использование графена позволяет получать в 40 раз больше энергии, так как он обладает более электропроводными характеристиками, нежели углеродный анод. Один топливный элемент микронного размера способен давать от 1 мкВт. В настоящее время ученые работают над получением более высокой мощности в размере 1 мВт [2].

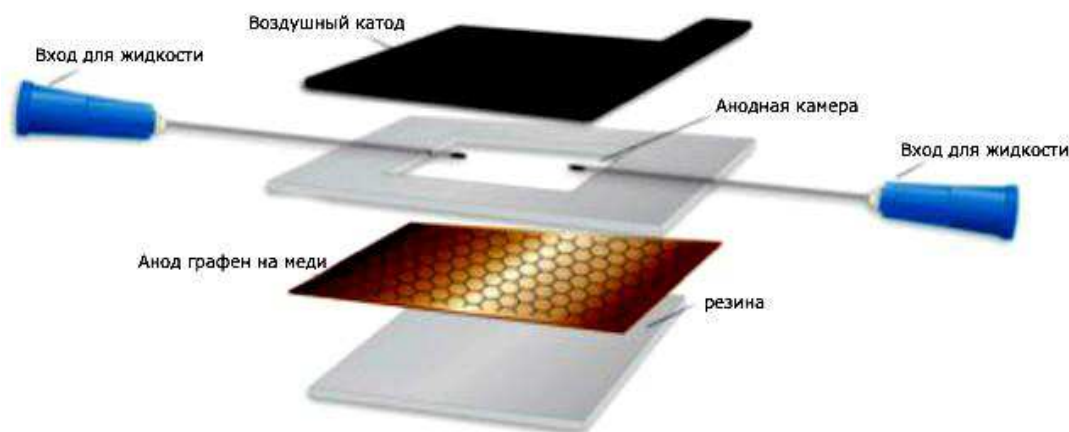


Рис. 2. Схема графенового топливного элемента

Для выявления оптимальной конструкции микробных элементов бельгийские ученые провели ряд опытов, которые преследовали две основные цели: утилизация и обезвреживание органических отходов и

эффективное получение энергии. Ученые соединили параллельно и последовательно между собой 6 оригинальных топливных элементов с колонией микробов, чтобы сгенерировать ток. Использовали несколько видов бактерий, что позволило увеличить мощность блока до 258 Вт/м^3 с максимальным напряжением около 2 В при последовательном подключении и максимальной силой тока 0,255 А – при параллельном. За время проведения эксперимента ученые выявили, что система вышла на наиболее эффективный режим работы за счет саморегуляции без вмешательства извне. Борьба за имеющиеся ресурсы между бактериями привела к тому, что увеличилось количество именно тех микробов, которые были самыми продуктивными в области конвертирования органических отходов в электричество. К концу эксперимента более эффективные микробы захватили всю кормовую базу [3].

Еще одним новым направлением в развитии альтернативной энергетики являются вирусные источники энергии.

Существуют вирусы, которые уничтожают болезнетворные бактерии - бактериофаги. Американские ученые из Массачусетского университета нашли применение такого рода вирусам в энергетике. Они разработали батарейку, основанную на бактериофаге, которому нужно лишь присвоить положительный заряд, ведь от природы он заряжен отрицательно. В роли анода и катода выступают бактериофаги, а в качестве электролита и аккумулятора - твердый полимер. Причем батарейку формируют сами бактериофаги: в условиях обычной лаборатории и при комнатной температуре они добровольно соединяются нанотрубками с высокой электропроводностью. Катоды при этом абсорбируют на своей поверхности оксид кобальта и золото, аноды покрываются тонким слоем фосфата железа. Данная батарейка прошла тестирование в качестве аккумулятора для iPod. Опыт дал положительный результат, батарейка функционировала в 3 раза дольше, чем обычный аккумулятор. Однако батарейка способна сохранять

свои рабочие параметры лишь в течении 100 подзарядок, а это немного меньше показателя литиевых батареек [4].

У бактериальных и вирусных источников энергии существуют очевидные достоинства. Вирусные аккумуляторы значительно дешевле традиционных, их производство и эксплуатация безвредны для окружающей среды, на стадии синтеза электродов бактериофаги могут принимать любую форму. Бактериальные батареи позволяют в процессе их эксплуатации обезвреживать органические отходы. Например, установка микробной батареи в мертвых зонах водоемов, где разложение органических загрязняющих веществ и отходов может привести к истощению уровня кислорода в воде, может улучшить состояние водных экосистем.

К недостаткам относится, в основном, небольшой потенциал мощности и невозможность снабжения энергией крупных объектов и устройств.

Библиографический список

1. Американские биохимики создали «батарею» из бактерий и сточных вод [Электронный ресурс] // Интернет-журнал НЛО МИР. URL:<https://nlo-mir.ru/chudesna-nauki/23734-amerikanskije-biohimiki-sozdali-batarejku-iz-bakterij-i-stochnyh-vod.html> (дата обращения: 19.10.2018).

2. Бактерии извлекают электричество из канализации [Электронный ресурс] // Популярная механика. URL:<https://www.popmech.ru/science/14730-bakterii-izvlekayut-elektrichestvo-iz-kanalizatsii/#part0> (дата обращения: 22.10.2018).

3. Микробы эффективно вырабатывают электричество из сточных вод [Электронный ресурс] // Люди. Идеи. Технологии. URL:<http://www.membrana.ru/particle/9964> (дата обращения: 24.10.2018).

4. Машины смогут ездить на живых вирусах [Электронный ресурс] // URL:<http://www.ras.ru/news/shownews.aspx?id=69a4ddc9-0fde-45fe-8728-564625c2d8e0> (дата обращения: 26.10.2018).

УДК 574:620.98

Королёва Е.В.,
Антонов И.В.
каф. ООСиРИП

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Альтернативные источники энергии (АИЭ) постепенно приходят на смену традиционным источникам энергии, функционирующим в основном на нефти, природном газе и угле, которые при сгорании выделяют в атмосферу опасные вещества. Потребность в снижении нагрузки на окружающую среду (ОС) является главной причиной поиска альтернативных источников энергии. Однако какими бы красочными не казались результаты использования АИЭ, решая одни проблемы, они часто порождают другие.

В данной работе рассматриваются негативные стороны использования некоторых АИЭ. В таблицу сведены результаты исследования литературы по вопросу возникновения негативных воздействий в процессе использования альтернативных источников энергии и альтернативных видов топлива.

Негативные последствия использования АИЭ

Направление альтернативной энергетики	Экологический аспект	Негативное воздействие
Наземная и космическая солнечная энергетика	1) Производство и утилизация модулей	Загрязнение почвы, поверхностных вод и атмосферы. Увеличение риска здоровью людей
	2) Передача накопленной энергии	Воздействие излучений на организмы. Высокие затраты на доставку станций в космос. Необходимость постоянной ориентации станций «на Солнце»

Окончание таблицы

Направление альтернативной энергетики	Экологический аспект	Негативное воздействие
Геотермальная энергетика	1) Функционирование установок	Шумовое загрязнение. Изменение тепловых режимов атмосферы и почвы. Возникновение электромагнитных излучений
	2) Ремонт оборудования	Образование твердых отходов. Химическое загрязнение воды и почвы
	3) Установка оборудования	Разрушение верхнего слоя земной поверхности – изменение рельефа. Вскрытие недр и влияние на сейсмическую активность района
Биоэнергетика (применение альтернативных видов топлива)	1) Выращивание биотопливных монокультур	Обнищание (деградация) почвы
	2) Обработка сырья и производств топлива	Нарушение среды обитания животных и экосистемы в целом. Загрязнение почвы удобрениями
	3) Эксплуатация оборудования	Выбросы загрязняющих веществ. Образование вторичных отходов
Ветроэнергетика	1) Функционирование установок	Шумовое и вибрационное загрязнение. Создание угрозы птицам и летучим мышам. Возникновение электромагнитных излучений. Локальное изменение климата
	2) Утилизация отработанных комплектующих	Образование твердых отходов
	3) Установка оборудования	Отчуждение части земель для строительства ВЭУ

Как видно из таблицы, негативное воздействие на ОС при использовании солнечной энергии происходит на стадии производства и

утилизации солнечных элементов и установок. Начальным материалом при изготовлении солнечных батарей служит трихлорсилан - ядовитый и взрывоопасный продукт. При его перегонке и восстановлении с помощью водорода получают чистый кремний [1]. При производстве солнечных панелей используются и образуются опасные химические вещества: мышьяк, хром, ртуть, соляная кислота и др. [2].

Утилизация больших объемов отслуживших солнечных модулей, а также утечка химических реагентов на определенной территории приводят к увеличению риска здоровью людей в данной местности, а также пагубно сказываются на флоре и фауне.

Ветроэнергетические установки (ВЭУ) изымают часть кинетической энергии движущихся воздушных масс, что может оказывать заметное влияние на локальные климатические изменения местности.

Прежде всего, ВЭУ несут угрозу птицам и летучим мышам, так как они погибают от механического воздействия лопастей и резкого перепада давления в области пониженного давления. Установки принуждают некоторые виды птиц менять пути миграции. Способность летучих мышей к эхолокации позволяет им не попадать на лопасти, но они залетают в область низкого давления, тянущуюся за вращающейся лопастью ВЭУ, и в безвоздушном пространстве в их легких лопаются капилляры [3].

Ветряные турбины постоянно издают звук, сравнимый с шумом автомобиля, движущегося со скоростью 70 км/ч, что вызывает дискомфорт для людей и отпугивает животных, нарушая их нервную систему.

Помимо этого, размещение ВЭУ приводит к отчуждению части земель, а также постоянные магниты, используемые в некоторых ветроустановках, требуют при производстве использования неодима [3].

Утилизация лопастей ветрогенераторов из композитных материалов является существенной проблемой ветроэнергетики.

Геотермальная энергетика считается одной из самых экологически чистых. К отрицательным моментам чаще всего относят шум, тепловое изменение атмосферы и химическое загрязнение — воды и почвы, а также образование твёрдых отходов. Термальная вода, извлекаемая из недр, характеризуется высокой температурой и минерализацией, часто содержит большое количество токсичных соединений [2, 4].

На стадии эксплуатации ГеоЭС проблемы загрязнения окружающей среды сохраняются. Термальные токи — вода и пар — обычно содержат углекислый газ, сульфид серы, аммиак, метан и др. Кроме того, агрессивная химическая среда может вызывать коррозионные разрушения самой станции. Использованная вода невысокой минерализации после охлаждения сбрасывается в водные объекты. Другой путь — закачивание воды обратно в водоносный пласт через нагнетательную скважину, что чаще всего применяется в настоящее время, чтобы не нарушить водно-подземный баланс.

Получение термальной воды из водоносных пластов может вызывать просадку, сдвиг грунта, а также другие деформации подземных слоёв, даже небольшие землетрясения [4].

Под производство сырья для биотоплива отчуждаются огромные земельные участки. Проблема с выращиванием сельскохозяйственных культур для топлива заключается в том, что они займут территорию, которую можно было бы использовать для производства продуктов питания. Так же выращивание монокультур может привести к снижению плодородия грунта, что приведет к уменьшению урожайности. При очистке земли от нежелательной растительности для выращивания биотопливного сырья возникают следующие негативные последствия:

- нарушается среда обитания животных и экосистемы в целом;

- увеличивается потребление ресурсов (топлива, энергии, техники и др.), что, в свою очередь, приводит к возрастанию объема выбросов загрязняющих веществ;

- повышается потребление удобрений, которые загрязняют почву и водные объекты, и, как следствие, всю пищевую цепочку [1, 5].

Сложности возникают и в процессе потребления биотоплива. Биотопливо - это сильный растворитель, который со временем может забить мелкие форсунки инжекторной системы двигателя. Практически в каждую марку биотоплива входит этанол, что делает топливо очень гигроскопичным веществом. Помимо этого, различные составляющие топлива оказывают негативное действие на уплотнители, прокладки и системы подачи топлива, а значит оборудование недолговечно, требует постоянного отслеживания и затрат энергии на поддержание, а в дальнейшем и на утилизацию всего механизма.

И наконец, многие стадии процесса производства биотоплива приводят к выбросам диоксида углерода и ряда других опасных веществ [5]. Эти выбросы происходят непосредственно при работе оборудования, сборе сырья, его перевозке и хранении, а затем и химической переработке полученного топлива.

На данном этапе развития науки и техники невозможно создать полностью безотходную и экологически чистую технологию производства. Можно уменьшить негативное воздействие на окружающую среду, но полностью исключить факторы загрязнения и разрушения экосистем невозможно.

Библиографический список

1. да РОЗА А. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы: учебное пособие /, пер. с англ; под ред. С.П. Малышенко и О.С. Попеля. - М.: Издательский дом «МЭИ», 2010. - 704 с.

2. Основы современной энергетики: учебник для вузов : в 2 т./ под общ. ред. чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова. – 5-е изд. - М.: Издательский дом МЭИ, 2010. – 472 с.

3. Бубенчиков А. А., Демидова Н. Г., Мальков Н. Г. Экологическая экспертиза ветроэнергетической установки // Молодой ученый. — 2016. — № 28(2) — С. 31-35.

4. Борисович Е. Ф. Гидроэлектростанция (Hydro power plant) [Электронный ресурс] // Economic definition. URL:http://economic-definition.com/Plants_and_soobruzheniya/Gidroelektrostanciya_Hydro_power_plant.html (дата обращения: 28.10.2018).

5. Биотопливо как альтернативный источник энергии [Электронный ресурс] // Экология сегодня. URL: <https://ecologynow.ru/knowledge/vtoricnaa-pererabotka/biotoplivo-kak-alternativnyi-istocnik-energii> (дата обращения: 16.11.2018).

УДК 621.577

Монашенко А.Д.,
Гладышев Н.Н.,
каф. ТСУиТД

АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ОСНОВНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕПЛОВОГО НАСОСА ОТ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО АГЕНТА

В ходе лабораторных испытаний одноступенчатой парокомпрессионной теплонасосной установки «MeasLab» при различных режимах её работы определялись значения давления и температуры испарения и конденсации фреона, а также расход и температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах отопительного контура. На основе проведенных измерений для каждого режима с помощью P-h – диаграммы фреона R134a были определены энтальпии рабочего агента в основных узловых точках цикла. После чего были рассчитаны удельные тепловые нагрузки конденсатора и испарителя, удельная работа и степень сжатия компрессора, коэффициент трансформации и эксергетический коэффициент полезного действия.

Из анализа зависимости коэффициента трансформации теплонасосной установки (ТНУ) от степени сжатия компрессора $\varphi = f(\pi_k)$ (рис. 1) следует, что с увеличением степени сжатия коэффициент трансформации снижается. По определению, коэффициент трансформации представляет собой величину, обратную удельному расходу электрической энергии на единицу полученной теплоты ($\varphi = \frac{1}{\varepsilon_{\text{ТНУ}}}$). Поэтому можно утверждать, что с ростом степени сжатия компрессора возрастает удельный расход электрической энергии на его привод.

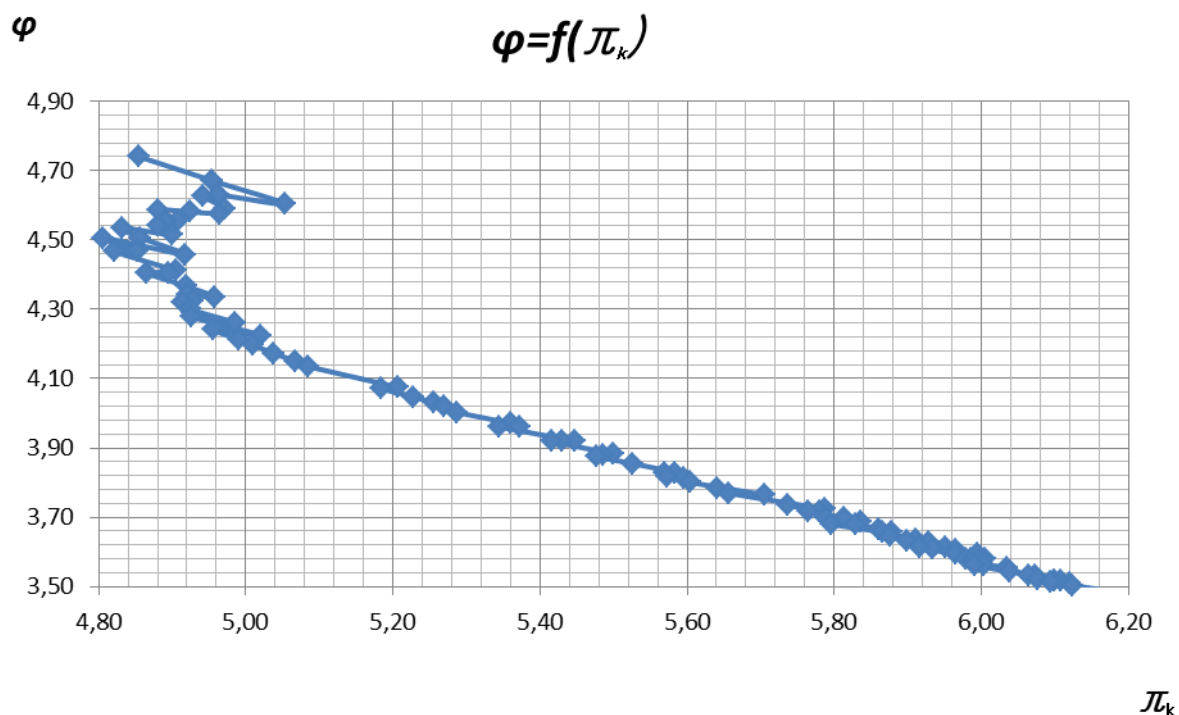


Рис. 1. Зависимость коэффициента трансформации ТНУ от степени сжатия компрессора

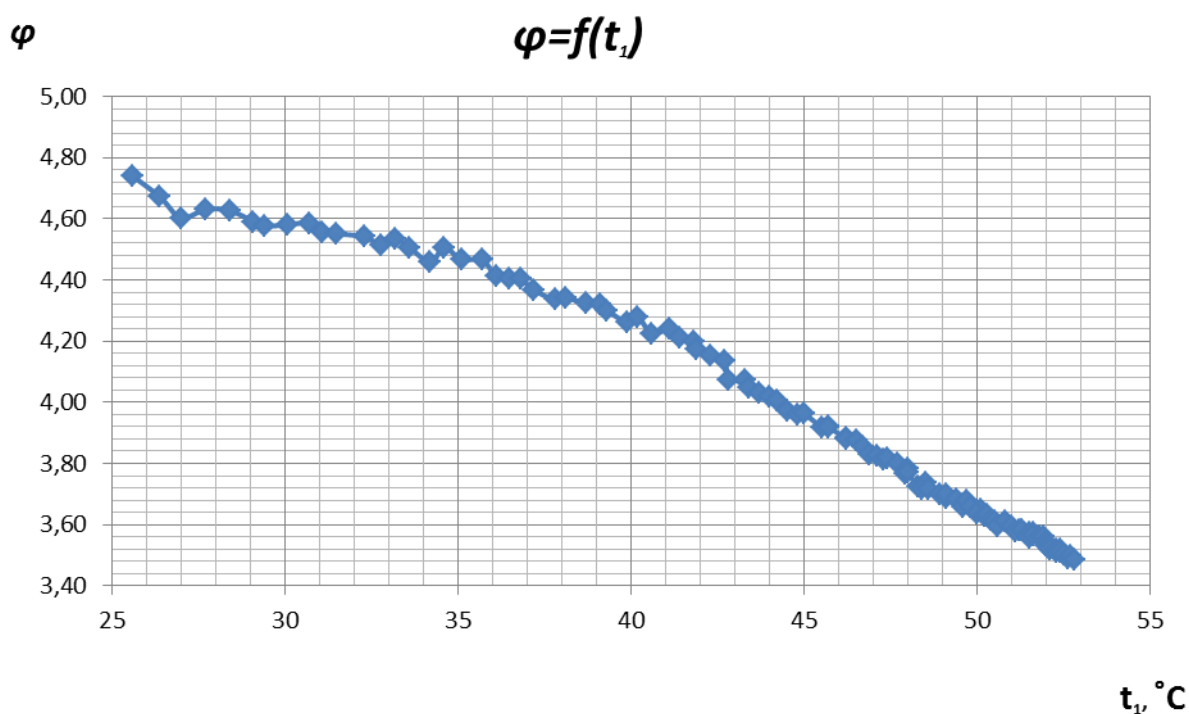


Рис. 2. Зависимость коэффициента трансформации ТНУ от температуры теплоносителя в подающем трубопроводе отопительного контура

Исследование зависимости коэффициента трансформации от температуры теплоносителя в подающем трубопроводе отопительного

контура $\varphi = f(t_1)$ (рис. 2) показывает, что с увеличением температуры теплоносителя коэффициент трансформации снижается.

Полученная зависимость объясняется тем, что для переноса тепловой энергии от теплоотдатчика теплоприемнику на более высокий температурный уровень необходимо затратить больше электрической энергии. Как отмечалось ранее, удельный расход электроэнергии на привод компрессора – величина, обратная коэффициенту трансформации ТНУ. Поэтому с увеличением температуры теплоносителя расход электроэнергии растет, а коэффициент трансформации снижается. Другими словами, на единицу затраченной электрической энергии приходится все меньше единиц вырабатываемой тепловой энергии, передаваемой теплоносителю отопительного контура.

Из уравнения теплового баланса конденсатора следует, что с увеличением температуры теплоносителя отопительного контура полная тепловая нагрузка конденсатора возрастает. Графическая зависимость $Q_k = f(t_1)$ представлена на рис. 3.

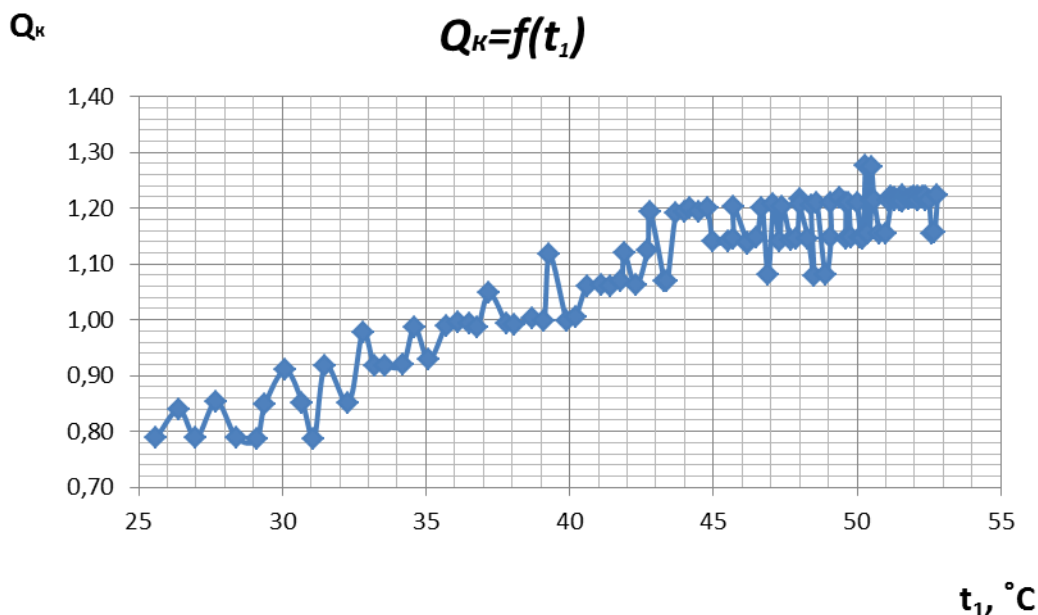


Рис. 3. Зависимость полной тепловой нагрузки конденсатора от температуры теплоносителя в подающем трубопроводе отопительного контура

Исследование зависимости удельных затрат работы $\mathcal{E}_в$, отнесенных к единице теплоты q_k , передаваемой теплоприемнику, от коэффициента трансформации φ показывает, что с увеличением коэффициента трансформации ТНУ удельные затраты работы $\mathcal{E}_в$ снижаются (рис. 4). Иными словами, увеличение удельного расхода электрической энергии на привод компрессора $\mathcal{E}_{тну}$ сопровождается ростом удельных затрат работы, отнесенных к единице теплоты q_k .

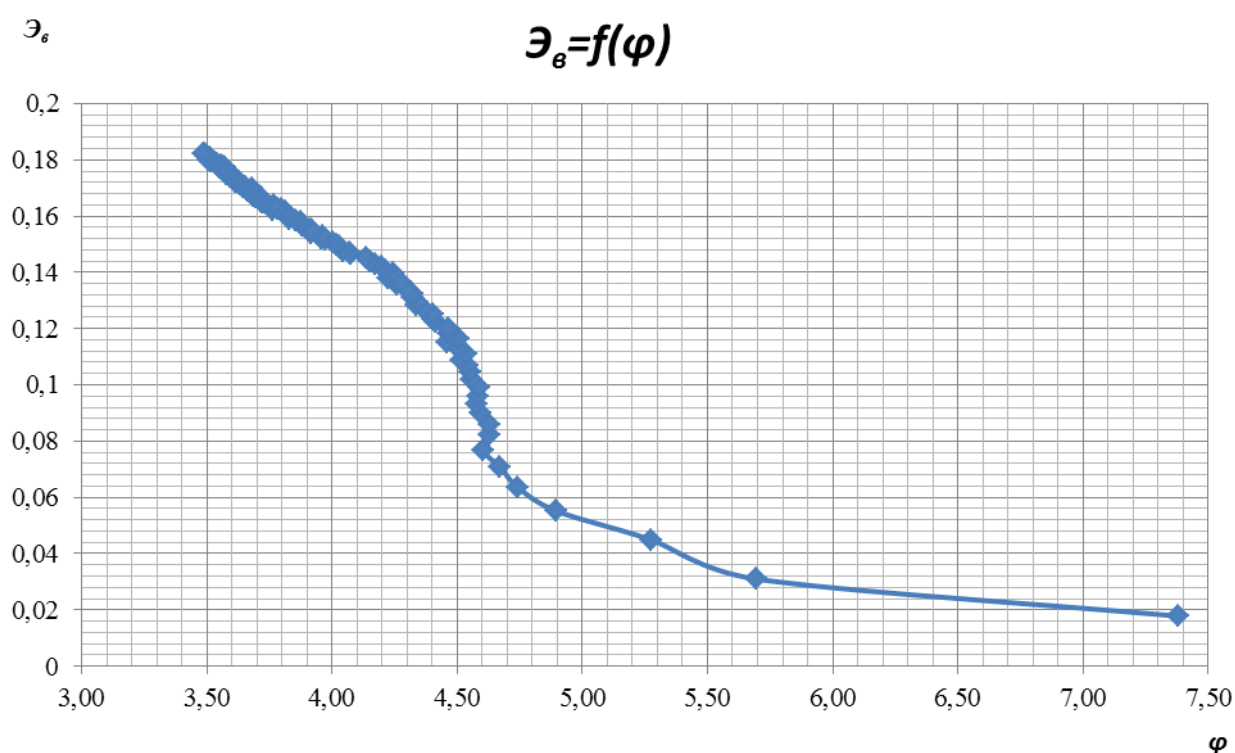


Рис. 4. Зависимость удельных затрат работы на единицу теплоты q_k от коэффициента трансформации ТНУ

Анализ зависимости эксергетического КПД от степени сжатия компрессора $\eta_e = f(\pi_k)$ (рис. 5) показывает, что с ростом степени сжатия эксергетический КПД ТНУ возрастает. Увеличение π_k обеспечивается увеличением удельного расхода электрической энергии на привод компрессора, что сопровождается ростом удельных затрат работы на единицу теплоты q_k . Таким образом растет значение эксергетического КПД всей теплонасосной установки.

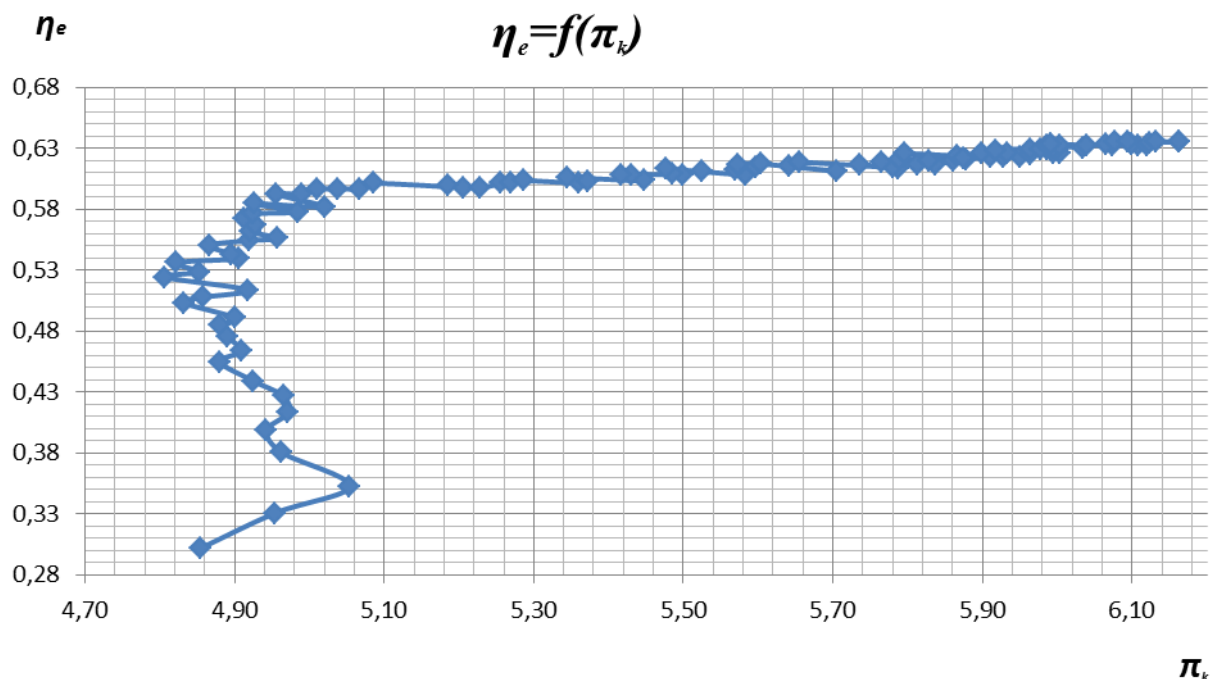


Рис. 5. Зависимость эксергетического КПД ТНУ от степени сжатия компрессора

Проведенный анализ работы теплового насоса на различных режимах позволяет сделать вывод о том, что оптимальный режим работы ТНУ для поддержания требуемой температуры теплоносителя обеспечивается при минимальном значении удельного расхода электрической энергии на привод компрессора и максимальном значении коэффициента трансформации, при этом достигается максимальное значение эксергетического коэффициента полезного действия.

Применение ТНУ в системах теплоснабжения является одним из наиболее эффективных способов использования низкопотенциального тепла, обеспечивающих наиболее экономичное потребление тепловой и электрической энергии в промышленности и ЖКХ.

УДК 620.98

**Оськина А.Т.,
Васильева Е.А.
каф. ООСиРИПР**

НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ЭНЕРГОНОСИТЕЛИ. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов представляет сегодня собой одну из глобальных мировых проблем, успешное решение которой будет иметь определяющее значение как для дальнейшего развития общества, так и для сохранения среды его обитания. Одним из перспективных путей решения этой проблемы является применение новых энергосберегающих технологий, использующих нетрадиционные возобновляемые источники энергии (НВИЭ). В России наиболее перспективной областью применения технологий, использующих нетрадиционные источники энергии, являются системы жизнеобеспечения зданий. При этом весьма эффективным направлением представляется применение теплонасосных систем теплоснабжения (ТСТ), использующих в качестве повсеместно доступного источника тепла низкого потенциала грунт поверхностных слоев земли.

Низкопотенциальная энергия - это та энергия, потенциал которой ниже потенциала преобразователя, который экстрагирует энергию из окружающей среды для потребителя [1].

Источник низкопотенциальной тепловой энергии может быть как естественного, так и искусственного происхождения. В качестве естественных источников низкопотенциального тепла могут быть использованы:

- тепло земли (тепло грунта);
- тепло подземных вод (грунтовые, артезианские, термальные);
- тепло наружного воздуха.

В качестве искусственных источников низкопотенциального тепла могут выступать:

- тепло удаляемого вентиляционного воздуха;
- тепло сточных вод;
- тепло промышленных выбросов;
- тепло технологических процессов;
- бытовые тепловыделения.

Тепловой насос – термодинамическая установка, в которой теплота от низкопотенциального источника передается потребителю при более высокой температуре. При этом затрачивается механическая энергия [2].

Принципиальная схема теплового насоса приведена на рис. 1.

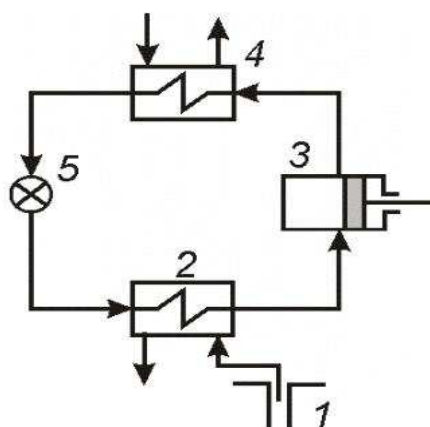


Рис. 1. Схема теплового насоса:

1 – источник низкопотенциального тепла; 2 – испаритель; 3 – компрессор; 4 – конденсатор; 5 – регулирующий клапан

Ранее тепловые насосы использовались в первую очередь для кондиционирования (охлаждения) воздуха. Сегодня большую перспективу представляет использование тепловых насосов в системах горячего водоснабжения (ГВС), водяного и воздушного отопления зданий.

По этому принципу тепловые насосы делят на две категории:

- тепловые насосы только для отопления и/или горячего водоснабжения;

- интегрированные системы на основе тепловых насосов, обеспечивающие отопление помещений, охлаждение, приготовление горячей санитарной воды и иногда утилизацию отводимого воздуха.

Примером здания, в котором тепловые насосы использованы для ГВС, является многоквартирный жилой дом, построенный в Москве в Никулино-2. В этом здании в качестве источника низкопотенциальной тепловой энергии используется тепло земли и тепло удаляемого вентиляционного воздуха [2].

Применение тепловых насосов в индивидуальном жилом строительстве также является распространенным явлением. Внутри элементов фундамента (свай, фундаментных плит, стен подвальных помещений) монтируются абсорбционные трубы, заполненные жидкостью-теплоносителем, образуя тем самым первичный контур геотермальной энергосистемы [3].

Естественная температура грунта поглощается бетоном, далее теплоносителем. Первичный контур соединяется через тепловой насос со вторичным контуром, который находится в здании. Вторичный контур представляет собой замкнутую систему отопления или охлаждения здания, состоящую из системы трубопроводов, заполненных жидкостью-теплоносителем.

Применение нашли и воздушные тепловые насосы, которые называют сплит-системой. Они имеют нижний предел эксплуатации на обогрев $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ [4]. Такие системы используются для нагрева или охлаждения воздуха в системе приточной вентиляции, для нагнетания теплого воздуха в сушильные камеры и др.

На рассмотрении находятся и другие проекты, в частности, проект системы вентиляции платформенного зала одной из станций московского метрополитена. Схема предусматривает устройство приточно-вытяжной системы вентиляции с двухступенчатой рекуперацией низкопотенциального тепла вытяжного воздуха и применением теплонасосной рекуперации на второй ступени [5].

В настоящее время утилизация низкопотенциальной тепловой энергии производится в основном в геотермальной энергетике, где в энергетических установках реализуется органический цикл Ренкина с применением низкокипящих рабочих тел (НРТ), в качестве которых применяются различные углеводороды. Но возможная область применения таких установок с НРТ значительно шире. Главная отличительная особенность установок на основе органического цикла Ренкина – применение органического рабочего вещества (хладагента или химиката) вместо водяного пара. Это повышает общий КПД теплового цикла на малых мощностях и при низкой температуре источника теплоты по сравнению с классическим паровым циклом, так как температура кипения органического вещества меньше, чем у воды, что ограничивает его использование на средних и больших мощностях [6].

Таким образом, глобальные энергетические проблемы могут быть частично решены путем использования низкопотенциальных источников тепловой энергии. Применение тепловых насосов позволяет экономить до 70 % традиционных энергетических ресурсов. С точки зрения термодинамики, схемы теплоснабжения на базе тепловых насосов в большинстве случаев являются даже более эффективными, чем от ТЭЦ и индивидуальных котельных. По прогнозу Мирового энергетического комитета к 2020 г. в передовых странах доля отопления и горячего водоснабжения с помощью тепловых насосов составит 75 % [7].

Библиографический список

1. Альтернативные источники энергии [Электронный ресурс] // Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ. URL: <http://viesh.ru/pre/v11/> (дата обращения: 29.11.2018).
2. Использование низкопотенциальной тепловой энергии земли в теплонасосных системах [Электронный ресурс] // АВОК. URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=1991 (дата обращения: 29.11.2018).

3. Бобров И.А., Захаров А.В. Применение тепловой энергии грунтового основания для отопления и кондиционирования зданий // Вестник Пермского государственного технического университета. Строительство и архитектура. - 2011. - № 1. - С. 10-14.
4. Суслов В. А. Теплоснабжение воздушными тепловыми насосами // Сантехника, отопление, кондиционирование. - 2011. - № 4 (112). - С. 52-53.
5. Васильев Г.П., Горнов В.Ф., Колесова М.В. и др. Теплонасосы в Московском метро // Энергия: экономика, техника, экология. – 2016. - № 2. - С. 54–59.
6. Гафуров А.М. Потенциал для преобразования низкопотенциальной тепловой энергии в работу теплового двигателя // Вестник Казанского государственного энергетического университета. - 2014. - № 3 (23). - С. 19-24.
7. Лунева С.К. Тепловые насосы – эффективный путь энергосбережения // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. - 2013. - № 4 (04). - С. 119-121.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Васильева Е.А.</i> О конференции	3
<i>Кокорева А.А., Антонов И.В., каф. ООСиРИПР.</i> Использование солнечного ветра.....	5
<i>Кузнецова А.Д., Васильева Е.А., каф. ООСиРИПР.</i> Приливная энергетика в России. Теория и практика	9
<i>Лебединская В.С., Антонов И.В., каф. ООСиРИПР.</i> Получение и использование водорода в качестве альтернативного топлива.....	14
<i>Филимонова А.А., каф. ПТЭ.</i> Система теплоснабжения ИЖС с применением теплового насоса	18
<i>Бахарева В.Н., Васильева Е.А., каф. ООСиРИПР.</i> Кавитационные насосы как источники тепловой энергии.....	23
<i>Пузырева Д.И., Антонов И.В., каф. ООСиРИПР.</i> Автотранспорт на сжатом воздухе: проблематика и актуальность	28
<i>Коновалова В.К., Васильева Е.А., каф. ООСиРИПР.</i> Твердое биотопливо из кофейных отходов.....	32
<i>Шилин М.В., Липатов М.С., каф. ТСУиТД.</i> Актуальность внедрения автономных гибридных систем энергоснабжения на удаленных территориях Российской Федерации	35
<i>Габидулина З.А., Васильева Е.А., каф. ООСиРИПР.</i> Бактериальные и вирусные батареи	40
<i>Королева Е.В., Антонов И.В., каф. ООСиРИПР.</i> Экологические проблемы при использовании альтернативных источников энергии.....	44
<i>Монашенко А.Д., Гладышев Н.Н., каф. ТСУиТД.</i> Анализ зависимости основных энергетических показателей теплового насоса от параметров рабочего агента.....	50
<i>Оськина А.Т., Васильева Е.А., каф. ООСиРИПР.</i> Низкопотенциальные энергоносители. Теория и практика	55