

Программа позволяет создавать эффективные и оптимальные решения для управления неоднородными сетями, включая оптимизацию экономического потокораспределения с минимизацией потерь активной мощности. С помощью "RASTR" можно провести анализ текущего и желаемого потокораспределения в сети, а также определить оптимальные параметры устройств регулирования напряжения.

Список использованных источников

1. Бурман А. П. Управление потоками электроэнергии и повышение эффективности электрических систем: учебное пособие / А. П. Бурман, Ю. К. Розапов, Ю. Г. Шакарян. – М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – 336 с.: ил.
2. Стельмаков В. Н., Жмуров В. П., Тарасов А. Н. Фазоповоротные устройства с тиристорным управлением // Электротехника, 2010, № 1
3. Дайнеко А.И. Вводный курс в RastrWin / А.В. Василенская, М.А. Костюкович; под.ред. А.И. Дайнеко. – Москва: Мир, 2014. – 232с.
4. Панфило М. И. Возможности программы RastrWin / М. И. Панфило, В. Ю. Прончак // Актуальные проблемы энергетики. – 2017. – № 73. – С. 316-320.

УДК 620.91

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

¹Кабдуова Айнура Сепеновна, ²Жумагулов Михаил Григорьевич,

³Романенко Светлана Владимировна

ainur_kabduova@mail.ru

¹Магистрант 2 курса ОП «7М07117 - Теплоэнергетика»

²PhD, ассоциированный профессор, доцент кафедры «Теплоэнергетика»

ЕНУ им. Л.Н. Гумилёва, г. Астана, Казахстан

³к.п.н., старший преподаватель КазАТИУ им. С.Сейфуллина

Энергия является ключевым компонентом благосостояния и экономического развития нации, и поэтому экономика, основанная на индустриализации, является одной из причин тенденции к увеличению потребления энергии [1]. Промышленный сектор обеспечивает 38% мирового спроса на энергию, представляя собой экономическую деятельность с самым высоким потреблением этого ресурса [2]. Для промышленного производства источниками энергии обычно являются ископаемое топливо и природный газ. Однако выбросы парниковых газов, образующиеся при сжигании углеводородов, стали экологической проблемой, ускоряющей последствия изменения климата [3]. Текущая задача, с которой сталкивается промышленный сектор, заключается в использовании эффективных альтернатив устойчивой энергетики для снижения уровня загрязнения воздуха [4]. В этой ситуации решением является внедрение систем, основанных на возобновляемых источниках энергии и мерах по энергоэффективности, учитывая, что в будущем ископаемое топливо достигнет предела добычи.

В Казахстане жилищный сектор потребляет около 60-65% отпущенной тепловой энергии. При этом непроизводительные тепловые потери в жилых зданиях достигают 30%. Фактические усредненные потери в сетях городов более чем в два раза выше нормативных. Удельные тепловые потери в Казахстане, по разным оценкам, в 3–5 раз выше, чем в странах Северной Европы [5].

Внедрение технологий экологически чистой энергетики в секторе теплоснабжения Казахстана поможет перейти на более устойчивый и благоприятный для климата рынок, а

технология использования возобновляемых источников энергии является критически важным фактором для достижения амбициозных климатических целей Казахстана.

Государственное регулирование в области поддержки использования возобновляемых источников энергии осуществляется по следующим основным направлениям:

- 1) создание благоприятных условий для строительства и эксплуатации объектов по использованию возобновляемых источников энергии;
- 2) стимулирование производства электрической и (или) тепловой энергии с использованием возобновляемых источников энергии;
- 3) предоставление юридическим лицам, осуществляющим проектирование, строительство и эксплуатацию объектов по использованию возобновляемых источников энергии, инвестиционных преференций в соответствии с Предпринимательским кодексом Республики Казахстан;
- 4) создание благоприятных условий для эффективной интеграции объектов по использованию возобновляемых источников энергии в единую электроэнергетическую, тепловую систему и рынок электрической и тепловой энергии;
- 5) содействие выполнению международных обязательств Республики Казахстан по снижению выбросов парниковых газов [6].

Данная статья представляет собой сравнительный обзор современных технологий использования возобновляемых источников энергии. Благодаря своему изобилию и бесплатной доступности солнечная энергия является одним из возобновляемых ресурсов с наибольшим потенциалом снижения уровня выбросов CO_2 в атмосферу [7]. Воспользоваться солнечной радиацией можно двумя способами: прямым преобразованием в электроэнергию с помощью фотоэлектрических элементов и термическим преобразованием с использованием солнечных коллекторов [8].

Солнечная тепловая энергия состоит из использования энергии Солнца для нагрева теплоносителя и передачи этого тепла другой среде внутри процесса или системы. Этот тип возобновляемой энергии может заменить или сократить использование ископаемого топлива и благодаря существованию конкурентного рынка считается одной из наиболее экономичных коммерческих альтернатив для производства тепла [9].

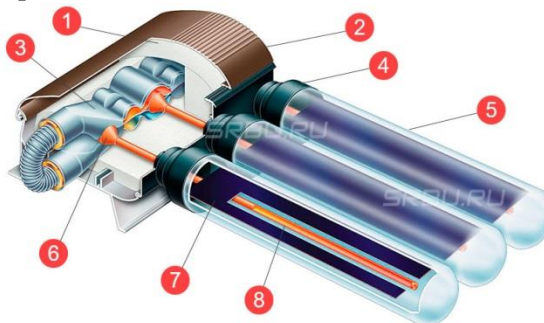
Однако непостоянство солнечной энергии требует наличия вспомогательных систем хранения тепла, что приводит к увеличению инвестиционных затрат и, в свою очередь, к снижению экономической целесообразности реализации новых проектов [10]. Тепловая энергия может храниться в форме скрытого тепла или явного тепла; однако в механизме скрытой теплоты с фазовым переходом материалов требуется меньший объем хранения, поскольку плотность энергии больше, чем у термочувствительных материалов.

Солнечные тепловые коллекторы – это устройства, отвечающие за преобразование солнечной энергии в тепловую энергию с помощью различных принципов работы, которые различаются в зависимости от типа используемого коллектора [11]. Основными аспектами, которые следует учитывать при промышленном применении при установке солнечной тепловой системы, являются целевая температура, потребность в энергии, экономические критерии, наличие места и степень зрелости анализируемой технологии [12]. В зависимости от температурных диапазонов и применения в промышленности данная работа охватывает низко- и среднетемпературные коллекторы.

Солнечные тепловые коллекторы делятся на концентрирующие и неконцентрирующие тепловые коллекторы. Наиболее распространенными типами неконцентрирующих солнечных тепловых коллекторов являются:

- 1) Плоские пластинчатые коллекторы (ППК) (Flat plate collectors (FPC));
 - 2) Вакуумные трубчатые коллекторы (ВТК) (Evacuated tube collectors (ETC)).
- Концентрированные солнечные коллекторы подразделяются на следующие:
- 1) Составной параболический коллектор (СПК) (Compound parabolic collector (CPC));
 - 2) Коллектор с параболическим желобом (КПЖ) (Parabolic trough collector (PTC));
 - 3) Линейный коллектор Френеля (ЛКФ) (Linear Fresnel collector (LFC));

4) Центральная приемная система (ЦГС)/ Энергетическая башня ((Central receiving system (CRS) / Power tower) [13].



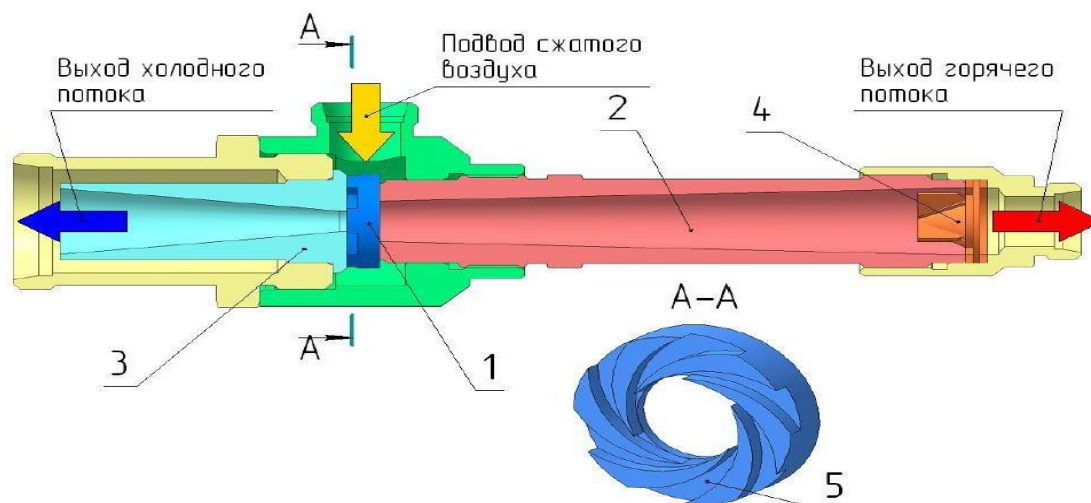
1 – теплоизоляция; 2 – корпус коллектора; 3 – коллектор; 4 – герметичная пробка; 5 – вакуумная трубка; 6 – конденсатор; 7 – поглощающая пластина; 8 – тепловая трубка с рабочей жидкостью

Рис. 1 - Устройство вакуумного коллектора

Чтобы интегрировать солнечную тепловую систему в промышленность, необходимо учитывать рабочую температуру солнечного коллектора, его стоимость, требования к эксплуатации и техническому обслуживанию, а также другие факторы, связанные с использованием грунта, изменчивостью во времени, производства и цен на топливо. Также необходимо знать, что стоимость коллекторов обычно составляет от 50 до 70 % инвестиций в солнечную тепловую систему [14].

Альтернативным способом получения тепла является применение установок на основе вихревой трубы Ранка-Хилша. Вихревая труба – это простое механическое устройство, которое превращает поток газа под высоким давлением в два отдельных потока с разными температурами (холодный и горячий). Компрессор, манометр, регулирующий клапан, термopара и индикатор температуры составляют вихревую трубку. Сжатый воздух компрессора поступает в вихревую трубу по касательной. Закрутка потока возникает в вихревой камере за счет тангенциального входа сжатого воздуха в вихревую трубу. В вихревой трубе сжатый воздух расширяется и разделяется на холодный и горячий потоки. Холодный воздух выходит через отверстие холодного конца, которое расположено рядом с впускным соплом, а горячий воздух выходит через отверстие горячего конца [15].

Разделение холодного и горячего воздуха с использованием принципов вихревой трубы может применяться в промышленных применениях, таких как охлаждающее оборудование в станках с ЧПУ, холодильниках, охлаждающих костюмах, процессах нагрева и т. д. Вихревая труба хорошо подходит для этих применений, поскольку она простой, компактный, легкий, тихий, не использует фреон или другие хладагенты. Он не имеет движущихся частей, не ломается и не изнашивается и поэтому требует минимального обслуживания.



1 – сопловой ввод; 2 – камера энергоразделения; 3 – диффузор холодного потока; 4 – развихритель горячего потока; 5 – сопловой сужающийся канал

Рис. 2 - Схема вихревой трубы [16]

В последнее время набирают популярность благодаря эффективности технологии и методов теплопередачи тепловые насосы. Технология ТН быстро становится технически и финансово выполнимым решением.

Технологии ТН обычно классифицируются в зависимости от источника, функции, типа энергии и применения, как описано ниже:

- источник тепла: воздух, земля, вода, солнечное тепло, сточные воды и т. д.
- функция: охлаждение, обогрев, охлаждение и обогрев, нагрев горячей воды и т. д.
- вид энергии, подаваемой на ТН: электрическая, механическая, тепловая (природный газ, пропан, вода, нагретая солнечной энергией, вода, нагретая геотермальными источниками и т. д.).
- Применение: жилые, коммерческие, промышленные, центральное отопление и т. д.

В основе работы теплового насоса лежит принцип, обратный тепловому двигателю: использование механической работы для перемещения тепла против его естественного градиента из холодного места в более жаркое, например, с улицы в дом. Для транспортировки этого тепла используется хладагент (фреон, аммиак), используя физические свойства испарения и конденсации.

На рис. 3 изображены четыре основных компонента системы теплового насоса:

- 1) компрессорная установка, которая повышает давление хладагента и, следовательно, его температуру, превращая прохладное окружающее тепло в полезный товар;
- 2) внутренний теплообменник или конденсатор, который распределяет тепло в дом или в горячую воду;
- 3) расширительный клапан для возврата хладагента обратно к температуре ниже температуры окружающей среды;
- 4) внешний теплообменник или испаритель, который собирает тепло из окружающей среды.

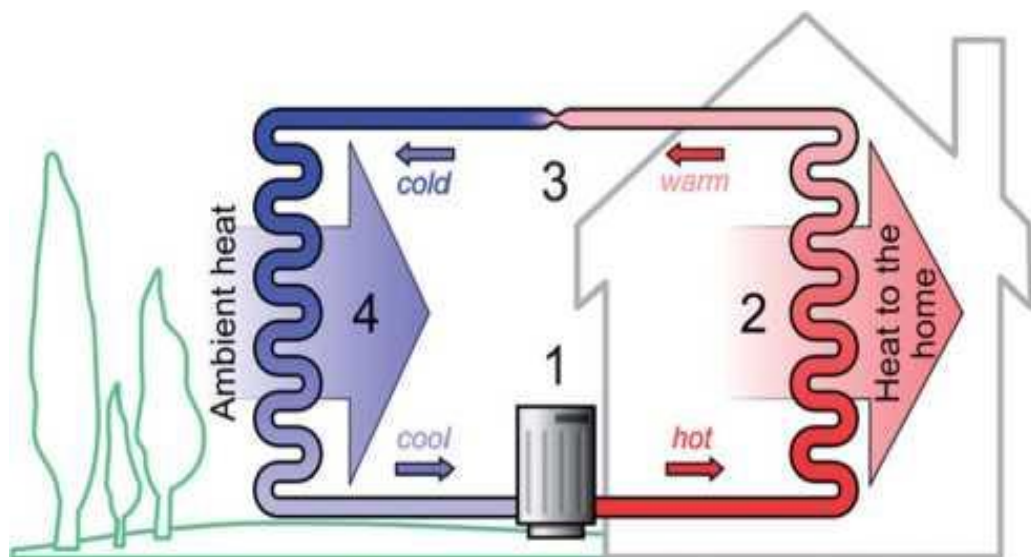


Рис. 3 - Основные компоненты теплового насоса

Компрессор является наиболее важным компонентом с точки зрения размера, стоимости и энергопотребления. Самые простые тепловые насосы оснащены поршневым компрессором с фиксированной скоростью, который может работать только на полную мощность и поэтому должен регулярно включаться и выключаться для поддержания заданной внутренней температуры [17].

Тепловые насосы имеют более длительный срок службы, чем обычные котлы, обладают высокой надежностью и минимальной потребностью в обслуживании. Поскольку электрические тепловые насосы не представляют риска утечки природного газа или взрыва, обслуживание можно проводить не реже одного раза в три-пять лет, что избавляет владельца от расходов на ежегодное обслуживание котла [18]. Помимо отказов компонентов, таких как перегорание компрессора, оборудование обслуживается в основном, когда мощность обогрева (или охлаждения) слишком низкая из-за потери хладагента из-за неорганизованных выбросов [19].

В ТН с электрическим приводом количество передаваемого тепла может в три-четыре раза превышать потребляемую электрическую мощность, в результате чего значение коэффициента полезного действия (COP) составляет от 3 до 4.

ТН в Литве и аналогичных странах с холодным климатом считаются одной из самых выдающихся технологий отопления как жилых, так и коммерческих зданий. Эффективность НР значительно возросла за последнее десятилетие. Это повлияло на растущую популярность этих ТН на рынке жилого строительства.

Таблица 1 - Сравнительная таблица

Технология использования ВИЭ	Преимущества	Недостатки
Солнечные коллекторы	Низкие тепловые потери; Возможность работать при любых условиях (исключая ночь); Экологичность; Длительный период работы; Отсутствие взрывоопасных элементов.	Невозможность работы солнечного коллектора в ночное время; Относительно высокая первоначальная стоимость оборудования и установки; Сложность при размещении.
Труба Ранка Хирша	Отсутствие необходимости в хладагентах и теплоносителях;	Относительно низкая энергетическая эффективность;

	Простота конструкции, компактность; Дешевизна изготовления, простота обслуживания и ремонта; Отсутствие подвижных узлов и, как следствие, высокая надежность; Возможность осуществления нескольких процессов одновременно (охлаждение, нагрев, фазоотделение).	Необходимость использования мощного компрессора для получения низких температур
Тепловой насос	Высокая экономическая эффективность; Экологичность; Безопасность; Возможность использования обратного цикла; Универсальность; Отсутствие взрывоопасных элементов;	Высокая начальная стоимость оборудования и его установка; Потребление электроэнергии на компрессор.

После проведения сравнительного анализа альтернативных технологий для получения тепла можно однозначно заключить, что тепловые насосы заслуживают предпочтения. Они обладают рядом преимуществ, делающих их наиболее привлекательным решением для обеспечения тепла и комфорта в жилых и коммерческих помещениях.

Тепловые насосы обладают высокой эффективностью и способностью обеспечивать комфортную температуру как в отопительном, так и в холодном режиме при минимальном энергопотреблении. Их способность использовать разнообразные источники тепла, такие как воздух, земля, вода и солнечное тепло, делает их универсальным решением для различных климатических условий.

Кроме того, тепловые насосы имеют длительный срок службы, минимальную потребность в обслуживании и невысокие эксплуатационные затраты.

Список использованных источников

1. Когак Б., Фернандес А.И. и Паксой Х. «Обзор разумного хранения тепловой энергии для промышленных солнечных применений и аспектов устойчивого развития», *Solar Energy*, vol. 209, стр. 135–169, 2020.
2. МЭА. (2020) Мировые энергетические балансы: обзор.
3. Фарджана С.Х., Худа Н., Мах Муд М.А. и Саидур Р. Солнечные промышленные системы отопления в эксплуатации – нынешние судовые установки и будущие перспективы в Австралии // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 91, С. 409–419, 2018.
4. Пранеш В., Велрай Р., Кристофер С. и Кумаресан В. 50-летний обзор фундаментальных и прикладных исследований в области составных параболических концентрирующих солнечных тепловых коллекторов для бытового и промышленного применения, *Solar Energy*, vol. 187, С. 293–340, 2019.
5. <https://caepco.kz/en/press-centre/smi-o-nas/spasenie-sistemyi-teplosnabzheniya-kazaxstana-lezhit-v-zakonodatelnom-regulirovanii.html>
6. Закон Республики Казахстан от 4 июля 2009 года № 165-IV «О поддержке использования возобновляемых источников энергии»
7. Фарджана С.Х., Худа Н., Мах Мах Мах и Саидур Р. Солнечное технологическое тепло в промышленных системах – глобальный обзор. *Обзоры возобновляемой и устойчивой энергетики*, том. 82, С. 2270-2286, 2018.

8. Верма С.К., Гупта Н.К. и Ракшит Д. Всесторонний анализ достижений в применении солнечных коллекторов с учетом конструкции, процесса и параметров рабочей жидкости для преобразования солнечной энергии в тепловую // *Solar Energy*, vol. 208, С. 1114–1150. - 2020.
9. Шахсавари А. и Акбари М. Потенциал солнечной энергии в развивающихся странах для сокращения выбросов, связанных с энергетикой // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. - vol. 90. - С. 275–291. - 2018.
10. Гаутам А. и Сайни Р. Обзор системы хранения солнечной тепловой энергии с насадочным слоем на основе разумного тепла для низкотемпературных применений, *Solar Energy*, vol. 207, С. 937–956, 2020.
11. Евангелисти Л., Р. Де Лието Волларо и Асдрубали Ф. Последние достижения в области солнечных тепловых коллекторов: всесторонний обзор. // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 114, Р. 109318, 2019.
12. Газуани М., Буя М. и Бенаисса М. Термозкономический и эксергетический анализ и оптимизация небольших РТС-коллекторов для интеграции солнечного тепла в промышленные процессы. // *Renewable Energy*, vol. 152, С. 984–998, 2020
13. Ипаррагирре И., Уидобро А., Фернандес-Гарда А., Валенсуэла Л., Орта П., Саллаберри Ф., Осоарио Т., Санс А. Солнечные тепловые коллекторы для средней температуры приложения: всесторонний обзор и обновленная база данных Energy Procedia 91.- 2016. - 64-71.
14. Хинонес Дж., Фелбол К., Валенсуэла К., Кардемил Дж. М. и Эскобар Р. А. Анализ потенциала использования солнечной тепловой энергии в чилийской медедобывающей промышленности. // *Solar Energy*, vol. 197, С. 292–310, 2020.
15. Альборн Б., Дж. Камир и Дж. Ю. Келлер. 1996. «Вихревые трубы низкого давления». Журнал физики D: Прикладная физика 29: 1469–1472. doi: 10.1088/0022-3727/29/6/009.
16. Chait A.V. Research of energy separation effect in purpose of improvement of vortex tube. – Ekaterinburg, 2012. – 199 p.
17. Ульманн М. и Берч С. Dynamischer Wärmepumpentest: Phasen 3 und 4 (Испытание динамическим тепловым насосом: этапы 3 и 4), NTB Interstaatliche Hochschule Fur Technik Buchs, 2010.
18. Energy Saving Trust, *Руководство покупателя тепловых насосов*, 2011 г.
19. Эшфорд П., Бейкер Дж. А., Клодик Д., Девотта С., Годвин Д., Харниш Дж., Ирвинг В. и Джеффс М. и др., в *Руководстве МГЭИК по национальным инвентаризациям парниковых газов, 2006 г.*, под ред. С. Эгглстон, Л. Буэндиа, К. Мива, Т. Нгара и К. Танабе, Межправительственная группа экспертов по изменению климата, Хаяма, Япония, 2006 г., том. 3. Промышленные процессы и использование продукции.

УДК 567.941

ПРИМЕНЕНИЕ ИОТ В СФЕРЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: АНАЛИЗ ТЕКУЩИХ ПРОБЛЕМ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

¹Карджаубаев Нурлан Арапович, ²Энуарбеков Турежан Бауыржанұлы,

²Белан Анна Юрьевна

karjaubayev.n@gmail.com

¹к.т.н., старший преподаватель кафедры «Теплоэнергетика»

²студенты 4 курса ОП «6В07118 – Электроэнергетика»

ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан