

УДК 620.9

## АНАЛИЗ РЕЖИМА РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК В СИСТЕМЕ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ИЗОЛИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ СЕВЕРО - ВОСТОКА РОССИИ

Реев В.Г., аспирант гр. А-ЭЭ-23

Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова  
г. Якутск

ведущий инженер

Институт физико-технических проблем Севера имени В.П. Ларионова СО  
РАН  
г. Якутск

Научный руководитель: Васильев П.Ф., к.т.н.

Институт физико-технических проблем Севера имени В.П. Ларионова СО  
РАН  
г. Якутск

Северо-Восток России занимает территорию порядка 4,3 млн. км<sup>2</sup> при населении всего 1 млн. человек. Включает в себя: Магаданскую область, Республику Саха (Якутия), Чукотский автономный округ. Большую часть данных территорий занимают – полярные пустыни, тундра, лесотундра и тайга, что делает их труднодоступными с точки зрения транспортной инфраструктуры.

Однако Северо-Восток России богата залежами золото, алмазов, вольфрама, сурьмы, слюды, олово и другими полезными ископаемыми. Ведется активное освоение данных территорий и добыча полезных ископаемых такими компаниями как: АО «Алмазы Анабара», ПАО «Алроса», ООО «Анжу» [2], ООО «Гранит», рудник Карабльвеем и др.

В условиях труднодоступности и отсутствия круглогодичных автодорог и железнодорожных магистралей инфраструктура данных территорий имеет фактор сезонности: в летнее время речная навигация по рекам Лена, Яна, Индигирка, а в зимнее время прокладываются автозимники.

Система энергоснабжения Северо-Востока России характеризуется в основном изолированными системами электроснабжения. Большую часть объектов инфраструктуры питают дизельные электрические станции (ДЭС), теплоснабжение обеспечивается низкоэффективные котельные на твердом топливе либо индивидуальными источниками тепла. В виду сложной транспортной схемы доставка ГСМ к объектам энергоснабжения занимает до 2,5 лет, при этом конечная стоимость возрастает до 2,5 раз [3].

В связи с этим вопрос внедрения новых энергосберегающих технологий для снижения расхода топлива в объектах энергоснабжения изолированных и труднодоступных территорий Северо-Востока России имеет актуальность.

Цель работы – анализ режима работы тепловых насосных установок в системе энергоснабжения изолированных территорий Северо-Востока России.

В данное время одним из перспективных технологий по повышению энергоэффективности систем теплоснабжения являются тепловые насосные установки. Тепловые насосные установки получили широкое применение в системах теплоснабжения и горячего водоснабжения в передовых европейских странах. По оценке Международного Энергетического Агентства к 2050 году в странах Европы ожидается установка 3,5 млрд. тепловых установок в различных коммунальных хозяйствах [1].

Тепловые насосные установки представляют собой устройство использующее низкопотенциальное тепло окружающей среды для нагрева воды для нужд отопления и горячего водоснабжения, при этом затрачивая электрическую энергию для привода компрессора [4].

Конструкция тепловой насосной установки состоит из 4 элементов: компрессора, испаритель, дроссельная шайба и конденсатор. На рис. 1 представлена принципиальная схема тепловой насосной установки.

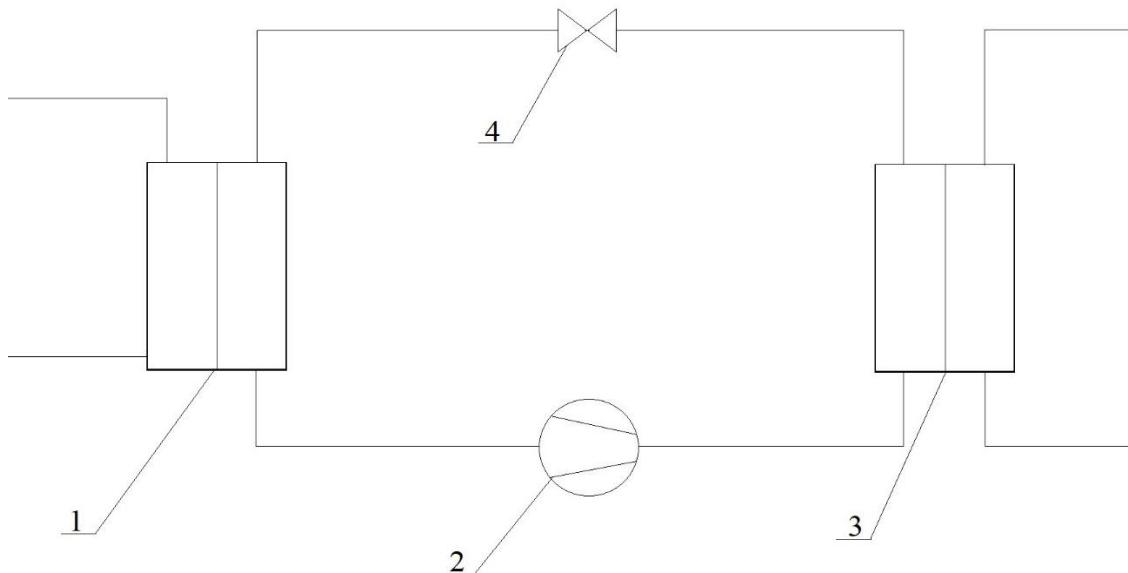


Рис. 1. – Принципиальная схема тепловой насосной установки  
где, 1 – испаритель, 2 – компрессор, 3 – конденсатор, 4 – дроссельная шайба

Основным показателем тепловой насосной установки является показатель преобразования электроэнергии или COP (в зарубежной литературе Coefficient of performance), который характеризует отношения выработанной тепловой энергии к затраченной электрической энергии на привод компрессора. При определенных обстоятельствах данный показатель может иметь значение равное 8, то есть при затрате 1 кВт электрической энергии, выработка тепловой энергии достигается 8 кВт [5].

При выполнении расчетов были приняты следующие исходные данные: температура низкопотенциального источника -5 °C, температура сетевой воды на подаче в систему теплоснабжения 45 °C, температурный перепад в

теплообменниках 5 °C. В качестве рабочего тела тепловой насосной установки выбран озонобезопасный фреон марки R152.

Термодинамические параметры фреона рассчитывались в математическом комплексе MathCad, параметры фреона рассчитывались в программе CoolPack. Из полученных данных расчета построен график цикла тепловой насосной установки в Р,Н - диаграмме на рис. 2.

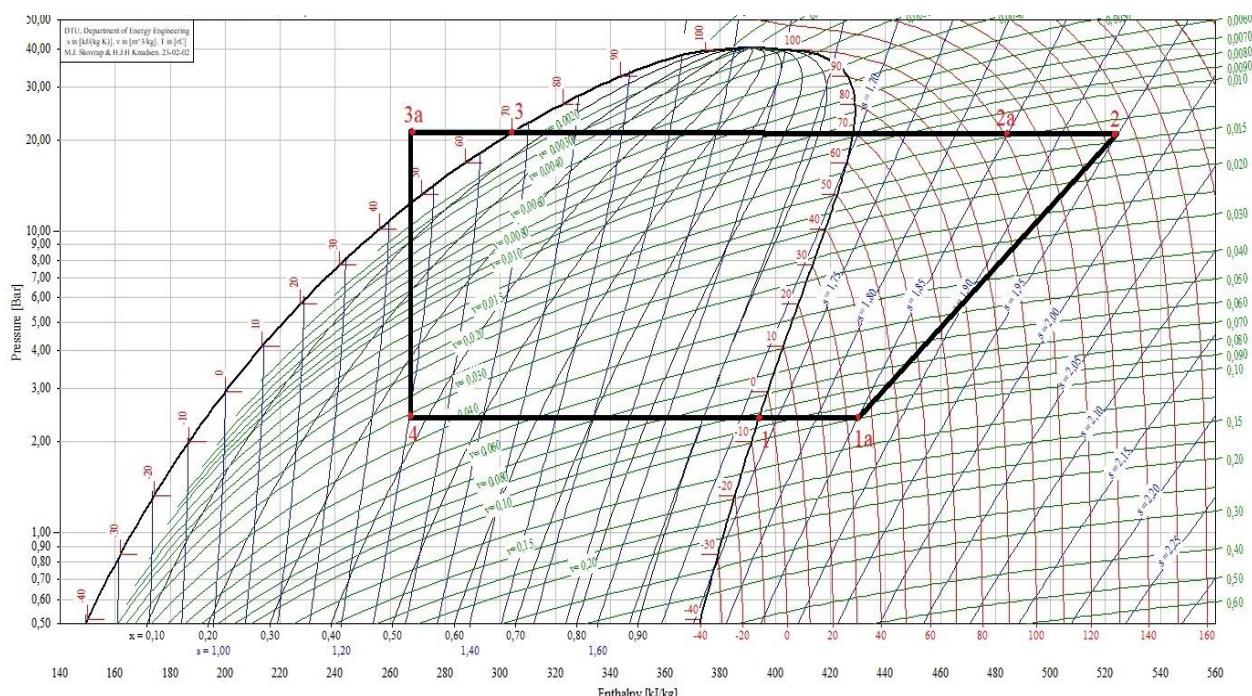


Рис. 2. – Р,Н – диаграмма цикла тепловой насосной установки

При данных параметрах системы теплоснабжения показатель преобразования электроэнергии равен 1,9, что означает при выработке 1,9 кВт тепловой энергии затрачивается 1 кВт электрической энергии на привод компрессора. Из этого следует, что внедрение тепловых насосных установок на территории Северо-Востока России имеет технологическую целесообразность.

#### Список литературы:

1. Епельева, Ю. Н. Эффективность способов применения тепловых насосных установок в российских системах отопления / Ю. Н. Епельева // IX Международный молодежный форум "Образование. Наука. Производство", Белгород, 01–10 октября 2017 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2017. – С. 2323-2326.
2. Волков А. Горнодобывающая промышленность арктической Якутии [Электронный ресурс]. URL:<https://goarctic.ru/politics/gornodobivayushchaya-promyshlennost-arkticheskoyayakutii/> (дата обращения 30.03.2024).

3. Местников Н.П., Нуруллин Э.Г. Исследование и моделирование процесса генерации ветровой и солнечной электростанции мощностью 650 Вт/ Н.П. Местников, Э.Г. Нуруллин // Сб.: Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы: Материалы X Международной науч.-техн. конф. – Казань, 2019. – Ч. 2. – С. 436-439.
4. Реев, В. Г. Расчет цикла теплового насоса при различных источниках низкопотенциального тепла в условиях Арктики Республики Саха (Якутия) / В. Г. Реев, Д. С. Г. Утум // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. – 2023. – Т. 20, № 2. – С. 25-34. – DOI 10.25587/SVFU.2023.66.41.003. – EDN JBJYQB.
5. Трубаев, П. А. Тепловые насосы : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 140105 «Энергетика теплотехнологий» направления подготовки 140100 «Теплоэнергетика» / П. А. Трубаев, Б. М. Гришко. – Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2010. – 142 с.