

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева»

Горно-металлургический институт им. А.О. Байконурова

Кафедра «Химические процессы и промышленная экология»

Фанина Анастасия Григорьевна

Комплексное решение экологических проблем отопления и нагрева воды в
жилых зданиях города Алматы

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

ОП 6B05205 – «Химическая и биохимическая инженерия»

Алматы 2023

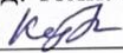
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева»

Горно-металлургический институт им. А.О. Байконурова

Кафедра «Химические процессы и промышленная экология»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНТУ им.К.И.Сатпаева»
Горно-металлургический институт
им. О.А. Байконурова


ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
«Химические процессы и
промышленная экология»
канд. техн. наук, доцент
 Кубекова Ш. Н.
«05» 06 2023 г.


ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

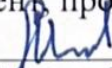
На тему: «Комплексное решение экологических проблем отопления и
нагрева воды в жилых зданиях города Алматы»

по образовательной программе 6B05205 – «Химическая и биохимическая
инженерия»

Выполнила

 Фанина А.Г.

Рецензент
Канд. техн. наук, и.о. доцент
Казахский национальный
университет им. Аль-Фараби
 Курбанова Л.С.
«02» 06 2023 г.

Научный руководитель
Канд. техн. наук,
доцент, профессор
 Катков М.В.
«06» 06 2023 г.

Алматы 2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева»

Горно-металлургический институт имени А.О. Байконурова

Кафедра «Химические процессы и промышленная экология»

ОП 6В05205 – «Химическая и биохимическая инженерия»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

«Химические процессы и
промышленная экология»

канд. техн. наук, доцент

Кубекова Ш. Н.

«05» 06 2023 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся: Фаниной Анастасии Григорьевне

Тема: Комплексное решение экологических проблем отопления и нагрева
воды в жилых зданиях города Алматы

Утверждена приказом Ректора Университета № 408-п от 23 ноября
2022 г.

Срок сдачи законченной работы «1» июня 2023 г.

Исходные данные к дипломной работе: *данные полученные в ходе
прохождения научно-исследовательской работы бакалавра*

Краткое содержание дипломной работы:

- а) Изучение принципа работы ТЭЦ и трубопроводного транспорта,
выявление преимуществ и недостатков данной системы*
- б) Исследование альтернативной технологии отопления и нагрев воды с
помощью электроэнергии*
- в) Эколого-экономический анализ*
- г) Основные выводы и заключение дипломной работы*

Перечень графического материала (с точным указанием
обязательных чертежей): представлены 13 слайдов презентации
работы



Рекомендуемая основная литература: из 14 наименований

ГРАФИК
подготовки дипломной работы (проекта)


Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Введение	15.02.2023	
Материал и методы исследования	21.03.2023	
Результаты исследования. Заключение	03.05.2023	

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу
(проект) с указанием относящихся к ним разделов работы (проекта)

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Основная часть	Катков Михаил Васильевич, к.т.н., профессор	05.06.23 _г	
Нормоконтролер	Катков Михаил Васильевич, к.т.н., профессор	05.06.23 _г	

Научный руководитель  Катков М.В.

Задание принял к исполнению обучающийся  Фанина А.Г.

Дата «05» 06 2023 г.

РЕЦЕНЗИЯ

на Дипломную работу

Фаниной Анастасии Григорьевне

6B05205 – «Химическая и биохимическая инженерия»

На тему: Комплексное решение экологических проблем отопления и нагрева воды в жилых зданиях города Алматы

Выполнено:

- а) графическая часть на 13 листах
- б) пояснительная записка на 33 страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

Актуальность темы не вызывает сомнений, так как существующая система отопления и нагрева воды для бытовых нужд характеризуется большими экологическими и экономическими проблемами. Такими как: возрастающие эксплуатационные затраты, связанные с ремонтом и обслуживанием трубопроводных систем; загрязнение атмосферного воздуха в городах и населенных пунктах, связанные с расположением ТЭЦ в черте города; увеличение забора пресной воды из природных источников. В работе представлена и изучена система отопления и нагрева воды с помощью электроэнергии. Это свидетельствует о важности и современности данной дипломной работы. Содержание соответствует выданному заданию.

В процессе ознакомления с работой, выделены следующие замечания:

1. при проведении расчетов характеристики ТЭС возможно было предоставление более точных данных
2. в работе выявлены стилистические ошибки и неточности

Оценка работы

С учетом выделенных замечаний, которые не снижают практическую и познавательную ценность, дипломная работа на тему: Комплексное решение экологических проблем отопления и нагрева воды в жилых зданиях города Алматы выполненная Фаниной Анастасией Григорьевной заслуживает оценки «отлично».



Курбанова Л.С.

2023

ОТЗЫВ
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

На дипломный проект

Фанина Анастасия Григорьевна

6B05205 – «Химическая и биохимическая инженерия»

Тема: «Комплексное решение экологических проблем отопления и нагрева воды в жилых зданиях города Алматы»

Перед дипломантом ставилась задача изучения альтернативной системы отопления и нагрева воды для бытовых нужд с помощью электроэнергии.

В первом разделе выполнения дипломного проекта были изучены принципы работы ТЭЦ и трубопроводного транспорта в черте города. Рассмотрены преимущества и недостатки существующей на данный момент системы отопления и нагрева воды в жилых зданиях города Алматы. Приведены таблицы с количеством валовых выбросов в атмосферу, эксплуатационными затратами на содержание и ремонт трубопроводного транспорта, и объемы пресной воды изымающийся из природных источников.

В процессе работы автор проекта продемонстрировал способности к поиску, анализу и систематизации исходных данных, на хорошем уровне изучил технологию альтернативной системы отопления и нагрева воды для бытовых нужд с помощью электроэнергии. Проведено эколого-экономическое сравнение нынешней системы с предлагаемой.

Заключение: Считаю, что дипломант справилась с поставленной задачей, дипломный проект соответствует требованиям, предъявляемым к дипломным проектам по специальности 6B052056 – Химическая и биохимическая инженерия. На основании характеристики выполненных исследований, уровня и качества выполненных результатов студент Фанина Анастасия Григорьевна допускаяется к защите с оценкой «отлично».

Научный руководитель

Канд. техн. наук,

доцент, профессор

 Катков М.В.

« 05 » 06 2023 г.

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 31 страницу, 7 рисунков, 5 таблиц, 14 источников.

Данная дипломная работа представляет собой исследование, которое обладает высокой актуальностью в свете необходимости модернизации существующей системы отопления и нагрева воды для бытовых нужд в жилых зданиях города Алматы. Действующая система, которая давно устарела, оказывает негативное влияние на окружающую среду, в том числе приводит к загрязнению воздуха и излишнему потреблению природных ресурсов.

Целью исследования является разработка комплексного решения, направленного на улучшение экологической эффективности системы отопления и нагрева воды в жилых зданиях города Алматы. Основная задача состоит в предложении альтернативной системы, которая будет производить процессы отопления и нагрева воды на основе электроэнергии, а также способствовать улучшению экологической устойчивости.

Результаты полученные в ходе исследования, могут быть использованы при планировании и реализации проектов по модернизации систем отопления и нагрева воды в жилом секторе города Алматы, а также в других аналогичных регионах.

АНДАТПА

Дипломдық жобада 31 беттен, 7 суреттен, 5 кестеден, 14 ақпарат көзден тұрады.

Бұл дипломдық жұмыс Алматы қаласының тұрғын үй ғимараттарындағы тұрмыстық қажеттіліктер үшін қолданыстағы жылыту және су жылыту жүйесін жаңғырту қажеттілігі тұрғысынан өзектілігі жоғары зерттеу болып табылады. Бұрыннан ескірген қолданыстағы жүйе қоршаған ортаға теріс әсер етеді, соның ішінде ауаның ластануына және табиғи ресурстарды шамадан тыс тұтынуға әкеледі.

Зерттеудің мақсаты Алматы қаласының тұрғын үй ғимараттарында суды жылыту және жылыту жүйесінің экологиялық тиімділігін жақсартуға бағытталған кешенді шешім әзірлеу болып табылады. Негізгі міндет-электр энергиясына негізделген суды жылыту және жылыту процестерін шығаратын, сондай-ақ экологиялық тұрақтылықты жақсартуға ықпал ететін балама жүйені ұсыну.

Зерттеу барысында алынған нәтижелер Алматы қаласының тұрғын үй секторында, сондай-ақ басқа да осыған ұқсас өңірлерде жылыту және су жылыту жүйелерін жаңғырту жөніндегі жобаларды жоспарлау және іске асыру кезінде пайдаланылуы мүмкін.

ANNOTATION

The graduation project contains 31 pages, 7 figures, 5 tables, 14 sources.

This thesis is a study that is highly relevant in the light of the need to modernize the existing heating system and water heating for domestic needs in residential buildings in Almaty. The current system, which has long been outdated, has a negative impact on the environment, including leading to air pollution and excessive consumption of natural resources.

The aim of the study is to develop a comprehensive solution aimed at improving the environmental efficiency of the heating and water heating system in residential buildings in Almaty. The main task is to propose an alternative system that will produce heating and water heating processes based on electricity, as well as contribute to improving environmental sustainability.

The results obtained during the study can be used in the planning and implementation of projects for the modernization of heating and water heating systems in the residential sector of the city of Almaty, as well as in other similar regions.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	11
1 Обзор литературы	13
1.1 Принцип работы ТЭЦ	13
1.2 Принцип работы трубопроводного транспорта	14
2 Предлагаемая работа ТЭС за чертой города	21
3 Работа ТЭС для Алматы	25
3.1 Технология отопления и нагрева воды в жилых зданиях города Алматы с помощью электроэнергии	25
3.2 Оборудование для отопления и нагрева бытовой воды	26
3.3 Расчет характеристик ТЭС для Алматы	27
3.4 Примерная стоимость и срок окупаемости ТЭС	28
4 Сравнительный эколого-экономический анализ	29
4.1 Расчет сравнительной эффективности ТЭЦ и ТЭС	30
Заключение	32
Список использованной литературы	33

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы: Существующая трубопроводная система теплоснабжения и обеспечение горячей бытовой водой городов характеризуются большими экологическими и экономическими проблемами, основные из них: все возрастающие эксплуатационные затраты связанные с ремонтом и обслуживанием трубопроводных систем, нормативный срок службы у которых давно истек; подтопление и нарушение грунтовых компонентов ведущее, в свою очередь, к повреждению городской инфраструктуры; загрязнение атмосферного воздуха в городах и населенных пунктах, так как расположение ТЭЦ в черте населенных пунктов обусловлено необходимостью формирования трубопроводных сетей обладающих минимальной протяжённостью; снижение техногенно-экологической безопасности, связанное с работой газовых сетей; увеличение забора пресной воды из природных источников. Очевидно, что все работы в области решения этих проблем, том числе и данная, имеют особую актуальность.

Цель работы: Предложить альтернативную систему обогрева жилых зданий г. Алматы и их обеспечения бытовой горячей водой на основе электроэнергетики.

Задачи исследования:

1. Установить преимущества и недостатки работы ТЭЦ и трубопроводного транспорта в черте города Алматы.
2. Представить альтернативную систему обогрева жилых зданий г. Алматы и их обеспечения бытовой горячей водой на основе электроэнергии получаемой на ТЭС, построенной за чертой города;
3. Выявить все экологические преимущества и недостатки предлагаемой альтернативной системы по сравнению с трубопроводной.

Объект исследования: Технология обеспечения тепловой энергией жилых зданий по трубопроводному транспорту и электрическим сетям.

Предмет исследования: преимущества и недостатки обеспечения теплоснабжением и горячей бытовой водой жилых зданий трубопроводным транспортом и электросетями.

Научная новизна: Впервые проведена сравнительная эколого - экономическая оценка технологии обеспечения тепловой энергией жилых зданий г. Алматы по трубопроводному транспорту и электрическим сетям.

Личный вклад: Автор непосредственно принимал участие при разработке цели и задач исследования, при анализе соответствующих литературных и технологических данных, проводил необходимые расчеты.

Практическое значение полученных результатов: Результаты данной работы будут учтены при разработке концепции обогрева жилых зданий г. Алматы и их обеспечения бытовой горячей водой.

Апробация работы: Результаты работы докладывались и обсуждались в Управлении экологии и окружающей среды г. Алматы.

Публикации: ст. Фанина А.Г., рук. проф. Катков М. В. - Комплексное решение экологических проблем отопления и водоснабжения в жилых домах города Алматы. Тезисы VIII Региональной научно-практической конференции «Экологические проблемы современности», 20.10.2022 г. Луцк, Украина.

1 Обзор литературы

1.1 Принцип работы ТЭЦ

ТЭЦ (теплоэлектроцентраль) – это энергетическое предприятие, специализирующееся на производстве электрической и тепловой энергии одновременно. ТЭЦ обычно располагается вблизи крупных населенных пунктов и промышленных зон, чтобы обеспечить энергетические нужды города или региона.

Основной принцип работы ТЭЦ (рисунок 1) состоит в преобразовании энергии, полученной от различных источников, в электрическую и тепловую энергию. Обычно используемыми источниками являются горючие топлива, такие как природный газ, уголь или нефть.

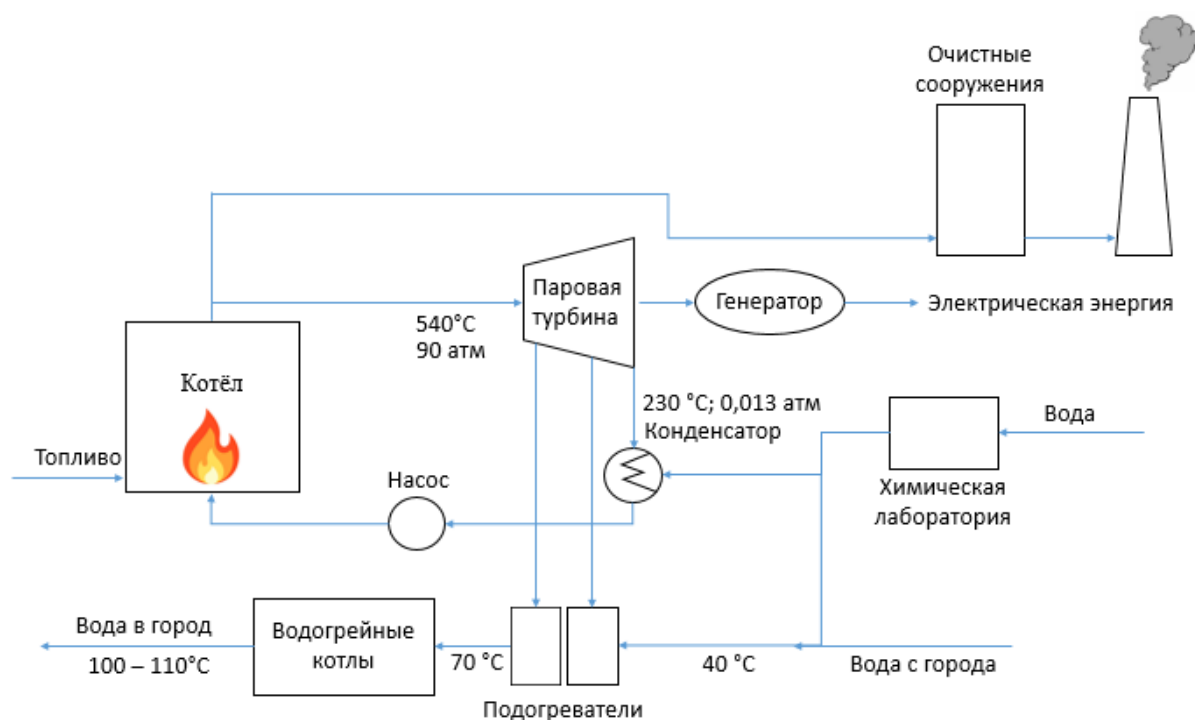


Рисунок 1 – Общая схема работы ТЭЦ

Работа ТЭЦ включает несколько основных этапов и компонентов, которые выполняют различные функции:

Котёл является основным устройством ТЭЦ, где происходит сгорание топлива (обычно природного газа, угля или нефти) для производства высокотемпературных газов. Сгорание топлива осуществляется в специальных горелках, а выделяющаяся тепловая энергия передается воде внутри котла. В результате вода превращается в пар под высоким давлением и температурой.

Пар, полученный из котла, поступает на паровую турбину под большим давлением. Паровая турбина представляет собой устройство с лопастями, которые вращаются под воздействием струи пара. Вращение турбины

происходит благодаря изменению направления и скорости струи пара. При этом тепловая энергия пара преобразуется в механическую энергию вращения.

Вращение паровой турбины передается на генератор. Генератор представляет собой электрическую машину, которая преобразует механическую энергию вращения в электрическую энергию. В результате генератор производит переменный ток, который передается в электрическую сеть для распределения и использования потребителями.

После прохождения через паровую турбину пар попадает в конденсатор. Конденсатор является устройством, где пар конденсируется обратно в воду. Это достигается за счет охлаждения пара с помощью воды из водоохладителя. В результате пар превращается в жидкость, которая может быть повторно использована в котле.

Подогреватели - представляют собой устройства, которые нагревают воду с помощью, отработанной паровой или газовой энергии. Подогретая вода используется для различных целей, таких как отопление или горячее водоснабжение.

Водогрейные котлы - нагревают воду без ее превращения в пар, используются для производства горячей воды или для подогрева систем отопления. Водогрейные котлы работают путем передачи тепловой энергии от горелки котла к воде, которая циркулирует в системе.

Очистные сооружения - отработанные газы проходят через очистные сооружения для снижения загрязнений.

1.2 Принцип работы трубопроводного транспорта

Принцип работы тепловой сети (рисунок 2), которая обеспечивает отопление и горячую воду, основан на передаче тепловой энергии от источника тепла к конечным потребителям. Тепловая сеть состоит из системы трубопроводов, которые прокладываются по городу. Трубопроводы обычно изготавливаются из стали или других материалов, способных выдерживать высокие температуры и давления. Чаще они прокладываются под землей или вдоль дорог.

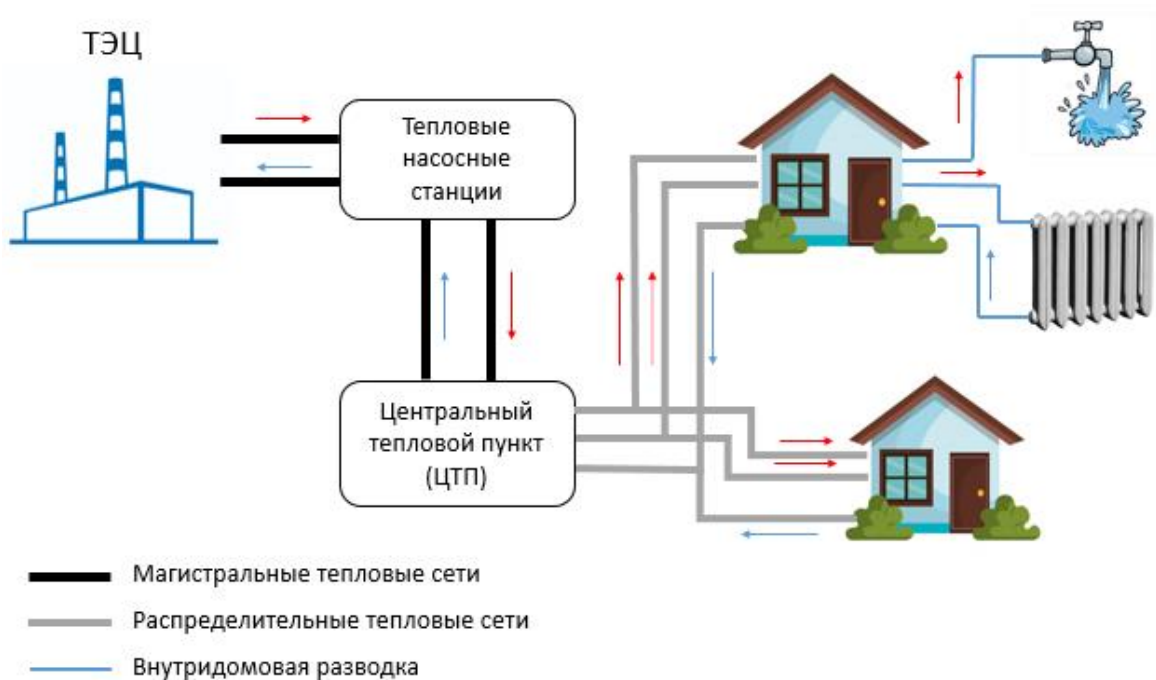


Рисунок 2 – схема поступления горячей бытовой воды и тепловой энергии от ТЭЦ в черте города

Система поступления горячей воды и тепловой энергии до жилых зданий включает несколько этапов:

- 1) Работа ТЭЦ и производство энергии: ТЭЦ работает на основе сгорания топлива, такого как уголь, нефть или газ. В результате сгорания выделяется тепловая энергия, которая используется для приведения в движение турбин. Турбины, в свою очередь, приводят в действие генераторы, производящие электрическую энергию. Кроме того, процесс сгорания может использоваться для нагрева воды, создания пара и дальнейшего использования его в процессе производства тепловой энергии.
- 2) Тепловые насосные станции: После производства тепловой энергии на ТЭЦ, горячая вода по магистральным тепловым сетям передается в тепловые насосные станции. Они поддерживают нужное давление и температуру теплоносителя. Каждая из них за весь отопительный сезон перекачивает огромный объем воды.
- 3) В центральных тепловых пунктах происходит дальнейшая обработка горячей воды. Здесь температура может быть регулируемой и адаптированной к конкретным потребностям. Центральные тепловые пункты обычно оборудованы системами регулирования и контроля, которые обеспечивают эффективное функционирование системы теплоснабжения. В этих пунктах может происходить дополнительный нагрев или охлаждение горячей воды, а также ее фильтрация и подготовка к передаче в дальнейшую систему.
- 4) Распределительная тепловая сеть: Из центральных тепловых пунктов горячая вода направляется через распределительную тепловую сеть к

жилым зданиям. Распределительная сеть включает в себя трубопроводы и оборудование, которые доставляют горячую воду до отдельных домов и квартир. В каждом доме устанавливаются теплообменники, которые передают теплоту от горячей воды к системе отопления или для использования в процессе получения горячей воды внутри помещений. Таким образом, схема поступления тепловой энергии и горячей бытовой воды от ТЭЦ до жилых зданий включает несколько этапов: производство энергии на ТЭЦ, передачу горячей воды через магистральные тепловые сети и насосные станции, обработку и регулировку температуры в центральных тепловых пунктах, а затем транспортировку горячей воды через распределительную тепловую сеть к жилым зданиям.

1.3 Негативные аспекты работы ТЭЦ и трубопроводного транспорта в черте города

Одним из основных аргументов в пользу расположения ТЭЦ в черте города является сокращение протяженности трубопроводов. Это позволяет снизить затраты на строительство и эксплуатацию тепловых сетей, а также повысить эффективность транспортировки тепловой энергии. Однако, это также означает, что город становится наиболее подверженным отрицательным воздействиям работы ТЭЦ:

1. Выбросы в атмосферу загрязнений (таблица 1), они включают в себя вещества, которые являются вредными для здоровья человека и окружающей среды. Например, выбросы от ТЭЦ-1 в городе Алматы:

Таблица 1 – валовые выбросы в атмосферу от ТЭЦ-1 за 2022 год

период	Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ						прочие выбросы	Всего выбросы в атм.	Платежи за все выбросы
	3 класс опасности	2 класс опасности	3 класс опасности	3 класс опасности	1 класс опасности	4 класс опасности			
	SO ₂	NO ₂	NO	Золы	V2O5	CO			
	тонн	тонн	тонн	тонн	тонн	тонн	тонн	тонн	тенге
Январь	2,097	125,779	20,438	0,000	0,004	19,689	0,000	168,007	2 601 341
Февраль	0,888	83,470	13,564	0,000	0,000	13,320	0,000	111,242	1 717 561
Март	0,867	83,185	13,518	0,000	0,000	34,025	2,198	133,793	1 744 769
Апрель	0,395	37,123	6,032	0,000	0,000	9,933	0,000	53,483	764 994
Май	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0
Июнь	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,198	2,198	27 572
Июль	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0
Август	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,000	0
Сентябрь	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0
Октябрь	0,528	50,644	8,230	0,000	0,000	23,949	0,000	83,351	1 046 359
Ноябрь	0,848	78,157	12,700	0,000	0,0002	12,294	0,000	103,999	1 608 466
Декабрь	0,927	88,945	14,454	0,000	0,000	34,939	2,197	141,462	1 863 269
Итого	6,550	547,303	88,936	0,000	0,004	148,149	6,593	797,535	11 374 331

2. Значительные потери тепловой энергии (рисунок 3) при транспортировке, увеличение затрат на производство и транспортировку тепловой энергии, так как тепловые сети отработали нормативный срок и находятся в неудовлетворительном состоянии.

В городе Алматы протяженность тепловых сетей на 31.12.2022г. составляет 1 359,88 км, в том числе:

- Магистральные тепловые сети (МТС) – 292,79 км;
- Распределительные тепловые сети (РТС) – 1 067,08 км.

Доля тепловых сетей со сроком эксплуатации свыше 25 лет составляет 59,2% или 804,5 км.

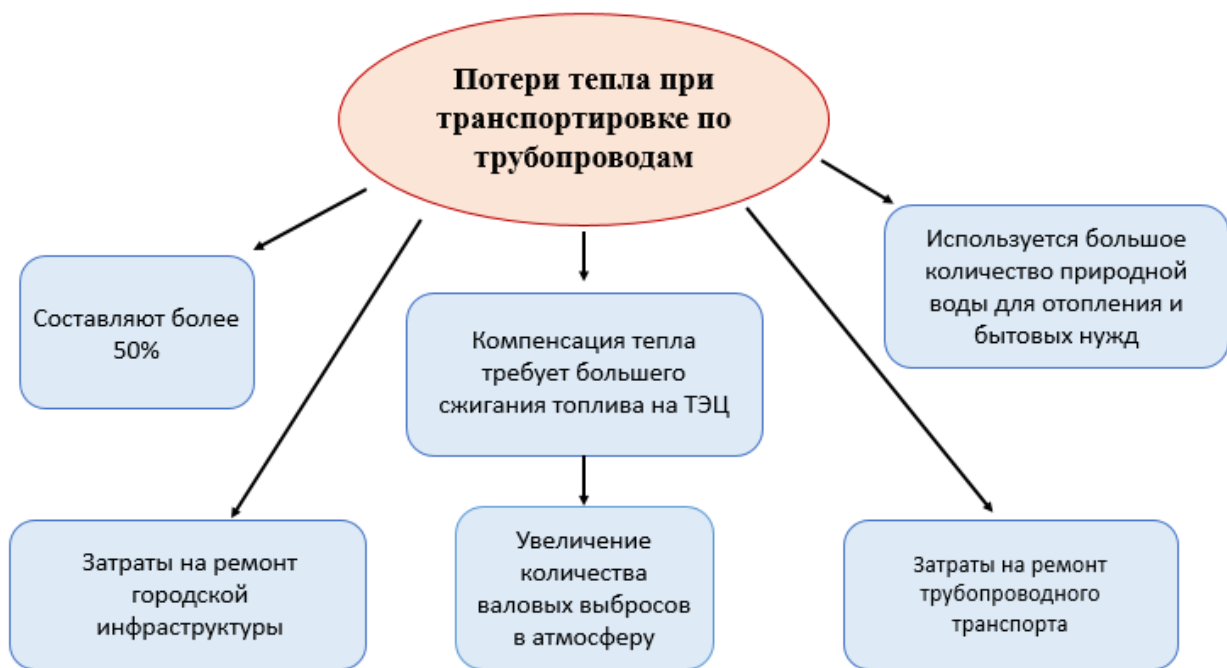


Рисунок 3 – Потери тепловой энергии при транспортировке по тепловым сетям.

3. Большие эксплуатационные затраты (таблица 2), так как с течением времени трубопроводные системы подвергаются износу и постоянно требуют ремонта или замены.

Таблица 2 - Эксплуатационные затраты на содержание трубопроводного транспорта в городе Алматы

№	Наименование показателей	Единица измерения	Утвержденная тарифная смета	Исполнение за 2022 год	%	Примечание
I	Затраты на производство товаров и предоставление услуг, всего	тыс. тенге	13 350 370	18 937 380	42%	
1	Материальные затраты, всего	тыс. тенге	1 438 740	1 669 279	16%	
2	Расходы на оплату труда, всего	тыс. тенге	4 227 527	4 262 876	1%	
3	Амортизация	тыс. тенге	1 572 303	5 035 525	220%	Несоответствие утвержденной амортизации над фактической
4	Затраты на нормативные потери	тыс. тенге	5 071 933	6 314 381	24%	В связи с ростом тарифа на тепловую энергию АО "АлЭС" с 1 сентября на 6,9% и ТОО "АТКЭ" с 1 октября на 12,6%, а также увеличением протяженности сетей в связи с принятием на баланс
5	Ремонт	тыс. тенге	793 249	1 408 425	78%	В связи с увеличением объема аварийно-восстановительных работ, износ сетей на 31.12.2022г. составляет 59,2%
6	Услуги сторонних организаций, всего	тыс. тенге	246 618	246 894	0%	
II	Всего затрат на предоставление услуг	тыс. тенге	15 065 900	20 765 171	38%	
	ИТОГО	тыс. тенге	28 416 270	39 702 551		

План реконструкций тепловых сетей на 2023 год:

На 2023 год с переходом на 2024 год запланирована реконструкция 11 объектов тепловых сетей общей протяженностью 11,2 км на сумму 15,7 млрд. тенге:

- по программе ФЭО запланирована реконструкция 9 объектов тепловых сетей общей протяженностью 9,8 км на сумму 14,4 млрд. тенге.

- по инвестиционной программе ТОО «АлТС» запланирована реконструкция 3 объектов тепловых сетей общей протяженностью 1,3 км на сумму 1,3 млрд. тенге.

4.Обогрев жилых зданий и подогрев воды для бытовых нужд требует увеличения на изъятие из природных систем воды и затрат на её подготовку. Например, количество воды, используемой на ТЭЦ-1 в городе Алматы (таблица 3):

Таблица 3 - Водопотребление и водопользование за 2022 год, в сравнении с 2021 годом

№		2022 г.	2021 г.
1	Источник водоснабжения Подземный водозабор	399,047 тыс. м ³	385,582 тыс. м ³
2	Источник водоснабжения ГКП «Алматы Су»	5 560,078 тыс. м ³	6 041,566 тыс. м ³
	Получено сырой воды всего	5 959,125 тыс. м³	6 427,148 тыс. м³

5. Риск аварийных ситуаций и возможность перебоев в энергоснабжении города, связанных с работой ТЭЦ в черте города.

6. Подтопление некоторых участков городских грунтов.

В результате анализа всех перечисленных выше недостатков работы ТЭЦ и трубопроводного транспорта в черте города, можно сделать вывод, что необходим поиск более современного, экологически чистого и эффективного метода подачи тепловой энергии и горячей бытовой воды в жилые здания города.

2 Предлагаемая работа ТЭС за чертой города

Рассмотрим возможную работу теплоэлектростанции (ТЭС) за городом и её преимущества. Так как процесс отопления и нагрева воды в жилых зданиях города будет происходить за счет электроэнергии, самым подходящим типом ТЭС является конденсационная электростанция (рисунок 4).

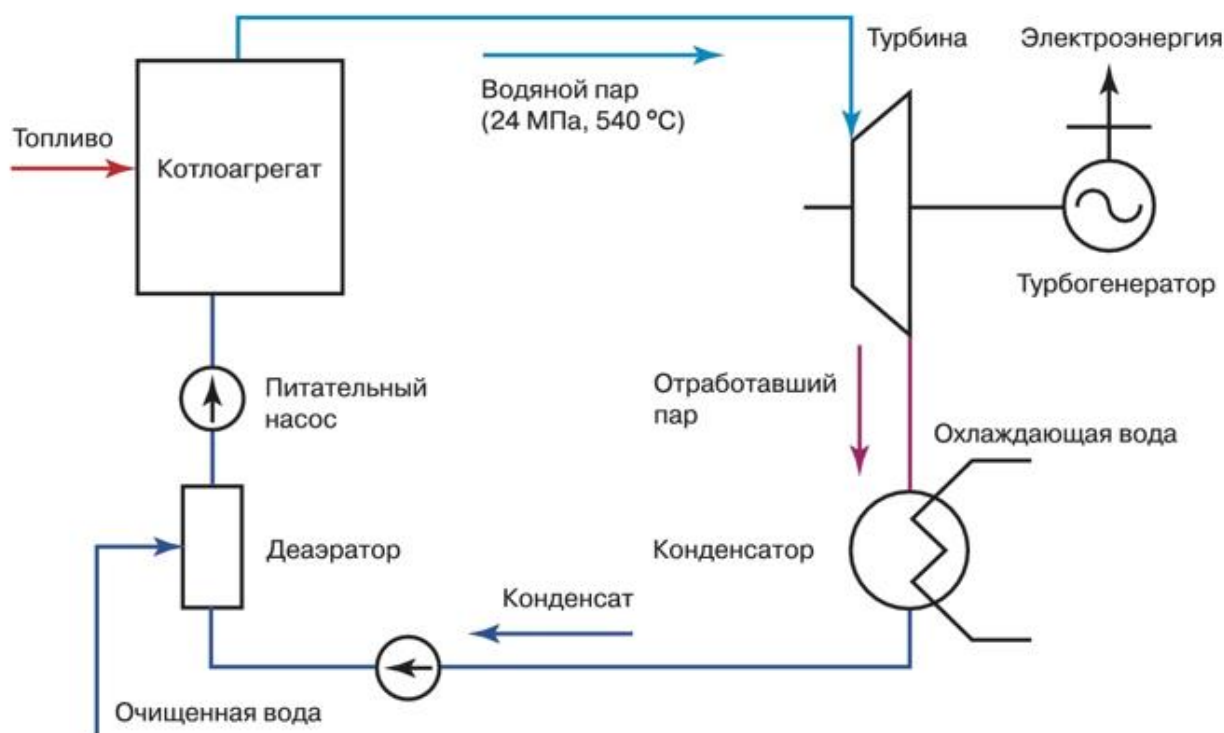


Рисунок 4 – Принципиальная схема работы конденсационной электростанции

ТЭС это тепловая паротурбинная электростанция, в которой энергия топлива (природный газ, ископаемый уголь и мазут) преобразуется в электрическую энергию с помощью конденсационной турбины. ТЭС вырабатывает преимущественно только электрическую энергию, в отличие от ТЭЦ. Технологический процесс преобразования энергии начинается с сжигания топлива в котлоагрегате, который, в свою очередь, предназначен для выработки водяного пара высокого давления (12–35 МПа) и температуры (530–600 °С). Далее пар поступает по паропроводу в конденсационную турбину, она соединяется с ротором турбогенератора, где происходит преобразование механической энергии в электрическую. Отработавший в турбине пар направляется в конденсатор и охлаждается водой, которая забирается из источника водоснабжения. Затем конденсат пара, то есть вода, насосом подается в деаэратор, он предназначен для удаления газов, главной задачей является устранение воздуха, который вызывает интенсивную коррозию труб котлоагрегата, далее вода поступает в теплообменники, где подогревается паром отбираемым из турбины до температуры 240–300 °С, и опять

возвращается в котлоагрегат. Чтобы компенсировать потери воды в конденсатор подаётся очищенная вода.

Обычно ТЭС проектируют из отдельных энергоблоков различной мощности. Часть электроэнергии отводимой с выводов генераторов потребляется вспомогательным оборудованием ТЭС: вентиляторами, насосами, транспортёрами. КПД ТЭС в частности не превышает 40%. Обычно ТЭС строят рядом с местом добычи топлива, транспортировка которого на дальние расстояния экономически невыгодна. Однако стоит заметить, что в последнее время распространено строительство ТЭС, которые работают на природном газе, его можно транспортировать на значительные расстояния по газопроводам.

Преимущества работы теплоэлектростанции (ТЭС) за чертой города включают:

Уменьшение загрязнения воздуха: ТЭС за чертой города позволяют рассеивать выбросы и выбрасывать отработанные газы в окружающую среду, что снижает их воздействие на городскую атмосферу. Это способствует улучшению качества воздуха в городских населенных пунктах и снижению экологического влияния.

Экономия водных ресурсов: Поскольку отопление и нагрев воды осуществляются за счет электроэнергии, производимой на ТЭС, количество воды, необходимое для поддержания требуемой температуры, существенно сокращается. Это позволяет уменьшить потребление пресной воды, которая обычно используется в системах трубопроводного транспорта для отопления и горячего водоснабжения.

Сокращение инфраструктуры трубопроводов: Работа ТЭС за чертой города позволяет значительно сократить количество необходимых трубопроводов. Поскольку отопление и горячая вода поставляются через электрические сети, остаются только трубы для подачи холодной воды и отвода сточных вод (рисунок 5). Это снижает затраты на строительство, обслуживание и эксплуатацию инфраструктуры трубопроводного транспорта.



Рисунок 5 – Схема поступления электроэнергии от ТЭС до потребителя

Увеличение энергетической эффективности: ТЭС могут быть проектированы с высоким уровнем энергетической эффективности, что позволяет эффективно использовать источники энергии и сократить потери. Это ведет к экономии ресурсов и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Экономические выгоды: Установка ТЭС за чертой города может привести к экономическим выгодам для городских властей и населения. Сокращение затрат на строительство и обслуживание трубопроводов, а также уменьшение потребления водных ресурсов и зависимости от импорта топлива, способствуют снижению операционных расходов и улучшению финансовой устойчивости системы энергоснабжения.

Экологическая безопасность: Работа ТЭС за чертой города способствует снижению негативного влияния на окружающую среду. Рассеивание выбросов и уменьшение количества трубопроводов для отопления и горячего водоснабжения снижают вредные выбросы и риск утечек топлива, что способствует улучшению экологической обстановки в городе.

Долгосрочная перспектива: Развитие системы отопления и горячего водоснабжения на основе ТЭС за чертой города представляет собой долгосрочную перспективу. Это связано с возможностью внедрения новых технологий, повышения энергетической эффективности и устранения зависимости от источников топлива с ограниченными ресурсами.

К минусам теплоэлектростанции можно отнести стоимость производства электроэнергии, которая является довольно высокой по сравнению с

некоторыми другими источниками. Такие факторы, как инвестиции в строительство и оборудование, поддержание и эксплуатация силовых блоков, закупка топлива и обслуживание, влияют на общую стоимость производства электроэнергии. Это может отразиться на ценах на электроэнергию для конечных потребителей, что в свою очередь может повысить платежи за коммунальные услуги.

Так же сам процесс строительства ТЭС требует значительных финансовых вложений. На стадии проектирования и строительства необходимо обеспечить финансирование для закупки необходимого оборудования, проведения инженерных и строительных работ, а также выполнения необходимых требований безопасности. Все эти затраты могут быть существенными и потребуют длительного времени для окупаемости.

Однако стоит отметить, что хотя ТЭС может иметь некоторые высокие начальные затраты, они могут быть оправданы в долгосрочной перспективе. С учетом долговечности и эффективности ТЭС, присутствуют экономические выгоды в виде снижения зависимости от импорта энергии, уменьшения затрат на транспортировку топлива и сокращения негативного влияния на окружающую среду.

Еще одним недостатком является недостаточная маневренность. Значительного времени требует подготовка к пуску и синхронизация. Поэтому для ТЭС желателен равномерный режим работы с постоянно одинаковой нагрузкой, которая может меняться в пределах от технического минимума до максимальной мощности.

3 Работа ТЭС для Алматы

3.1 Технология отопления и нагрева воды в жилых зданиях города Алматы с помощью электроэнергии

ТЭС для Алматы будет расположена за городом, рядом с источником воды и главным источником топлива, которым в данном случае является газ. Расположение ТЭС вблизи источника воды позволит обеспечить надежное водоснабжение для процессов охлаждения и парогенерации.

Поступление электроэнергии от ТЭС до города Алматы будет осуществляться через систему энергетической передачи (рисунок 6), включающую подстанции, высоковольтные и низковольтные линии передач.

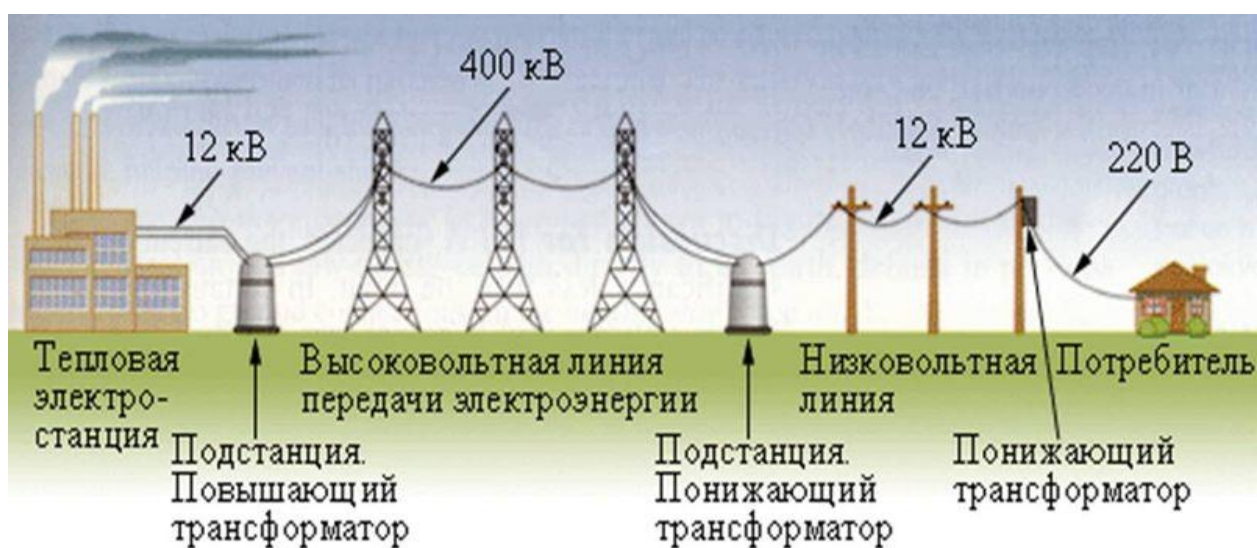


Рисунок 6 – Система поступления электроэнергии от ТЭС до потребителя

Принцип работы системы энергетической передачи следующий: после выработки электроэнергии на ТЭС, она передается на главную подстанцию, которая находится на территории ТЭС. На главной подстанции электроэнергия преобразуется в высокое напряжение, например, 220 кВ или 400 кВ, для передачи по высоковольтным линиям.

Высоковольтные линии передач пролегают по магистральному маршруту и могут простираться на десятки или сотни километров. Они обеспечивают передачу электроэнергии на значительные расстояния с минимальными потерями. Вблизи города Алматы высоковольтные линии подключаются к подстанциям меньшего напряжения, например, 110 кВ или 35 кВ.

После подключения к подстанциям меньшего напряжения электроэнергия далее распределяется по низковольтным линиям передач, которые проходят по улицам города и доставляют электрическую энергию до конечных потребителей, таких как жилые дома, предприятия и организации. Низковольтные линии передач обычно работают на напряжении 220 В или 380 В.

Таким образом, система энергетической передачи обеспечивает поступление электроэнергии от ТЭС до города Алматы с использованием подстанций, высоковольтных и низковольтных линий передач. Это позволяет эффективно распределить электроэнергию по территории города и обеспечить электроснабжение различных потребителей.

3.2 Оборудование для отопления и нагрева бытовой воды

С использованием электроэнергии для отопления жилых зданий и нагрева горячей воды обычно применяются следующие виды оборудования:

Электрические котлы: Электрический котел является устройством, которое использует электроэнергию для нагрева воды или другой рабочей среды, которая затем циркулирует по системе отопления или подачи горячей воды. Электрические котлы обычно имеют высокую эффективность и могут быть использованы как в комбинированных системах, так и для отдельного отопления или подачи горячей воды в домах.

Электрические нагреватели воды: Электрические нагреватели воды, такие как бойлеры или накопительные водонагреватели, применяются для нагрева воды непосредственно в бытовых целях. Они обычно устанавливаются в ванной комнате или кухне и могут быть подключены к системе горячего водоснабжения. Электрические нагреватели воды предлагают удобство и надежность для получения горячей воды в доме.

Инфракрасные обогреватели: Инфракрасные обогреватели используют электрическую энергию для нагрева элементов, которые излучают инфракрасное тепло. Они обеспечивают мгновенный нагрев объектов и людей в помещении, подобно солнечному теплу. Инфракрасные обогреватели часто применяются для дополнительного отопления в специфических зонах внутри домов.

Все эти устройства (рисунок 7) используют электрическую энергию для создания тепла и обеспечения отопления домов и нагрева горячей воды. Они могут быть индивидуальными, установленными в каждом доме, или централизованными системами, где электрическая энергия поступает из общей сети в каждое здание.



Рисунок 7 – Оборудование для отопления и нагрева воды для бытовых нужд:
а) электрические котлы; б) электрические нагреватели воды; в)
инфракрасные обогреватели

В случае индивидуальных систем электрические котлы или нагреватели воды устанавливаются прямо внутри дома. Они подключаются к электросети и работают по запросу, обеспечивая необходимое отопление или нагрев горячей воды в каждом помещении.

Централизованные системы могут включать большие электрические котлы, установленные в центральных тепловых пунктах. Электроэнергия поступает в эти пункты, где она используется для создания тепла. Затем тепловая энергия передается через тепловые сети к домам и зданиям, где она распределяется для отопления и нагрева горячей воды.

Таким образом, с использованием электроэнергии в домах и зданиях можно достичь эффективного отопления и нагрева горячей воды без необходимости использования традиционных систем, работающих на газе или других видов топлива. Это предоставляет гибкость, экономию и экологические преимущества.

3.2 Расчет характеристик ТЭС для Алматы

- На примере рассмотрим тепловую и электрическую мощность ТЭЦ-1:
- Установленная тепловая мощность станции на начало 2022 года составила - 1203 Гкал/час.
 - Установленная электрическая мощность 145 МВт

Для расчёта приблизительной мощности ТЭС переведем Гкал/час в МВт:
1 Гкал/час = 1.163 МВт, следовательно, 1203 Гкал/час = 1399.089 МВт
Общая мощность ТЭС составит 1544 МВт (5 энергоблоков по 300 МВт).

Предположим, что ТЭС состоит из 5 блоков мощностью 300 МВт, таким образом установленная мощность составляет 1500 МВт.

Число часов использования установленной мощности для ТЭС примем равным: $h = 6000$ часов.

Годовой отпуск электроэнергии составит:

$$\mathcal{E} = Nh \left(1 - \frac{\Delta \mathcal{E}_{CH}}{100} \right) \quad (1)$$

где N – мощность ТЭС;

$\Delta \mathcal{E}_{CH}$ – расход электроэнергии на собственные нужды.

$$\mathcal{E} = 1500 \times 6000 \times \left(1 - \frac{3}{100} \right) = 8,73 \times 10^6 \text{ МВт} \times \text{ч}$$

Минимальные удельные капиталовложения для ТЭС примем 1500 у.е./кВт. Следовательно, полные капиталовложения для ТЭС составят:

$$K = kN \quad (2)$$

где k – удельные капиталовложения, у.е. /кВт.

$$K = 1500 \times 1500 \times 10^3 = 2,25 \text{ млрд. у. е.}$$

3.3 Примерная стоимость и срок окупаемости ТЭС

Для расчета примерной стоимости ТЭС в Алматы и срока ее окупаемости необходимо учесть несколько факторов, включая стоимость строительства, эксплуатационные расходы, ставку по кредитам и стоимость производимой электроэнергии.

Приблизительная стоимость строительства ТЭС в Алматы с мощностью 1500 МВт может составлять от 600 до 900 миллиардов тенге в зависимости от выбранной технологии и условий строительства. Эта стоимость включает затраты на техническое оборудование, инженерные работы, строительство инфраструктуры и прочие расходы.

Что касается срока окупаемости, он может варьироваться в зависимости от множества факторов, включая стоимость производства электроэнергии, тарифы на электроэнергию, операционные расходы и ставку по кредитам. Ориентировочно срок окупаемости ТЭС может составлять от 8 до 10 лет или даже больше, в зависимости от конкретных условий проекта и финансовых показателей.

4 Сравнительный эколого-экономический анализ

Одним из основных преимуществ тепловых электростанций (ТЭС), расположенных за городом, перед тепловыми электроцентралями (ТЭЦ) в городе, является улучшение экологической ситуации в городе и снижение воздействия на окружающую среду. Ниже перечислены общие сравнительные характеристики ТЭЦ и ТЭС (таблица 4).

Таблица 4 – Общее сравнение характеристик работы ТЭЦ и ТЭС

	ТЭЦ	ТЭС
Производство энергии	Вырабатывает тепловую и электрическую энергию. Имеет теплофикационный цикл. Работа ТЭЦ происходит по тепловому графику.	Специализируется только на производстве электрической энергии. Имеет конденсационный цикл. Работа происходит по электрическому графику.
КПД	От 70 до 80%	До 40%
Загрязнение атмосферы	Валовые выбросы от ТЭЦ обычно идут в город, что может негативно влиять на качество воздуха и окружающую среду.	Установка ТЭС за чертой города позволяет выбрасывать отходы вне населенных пунктов, что снижает их воздействие на городскую среду.
Использование трубопроводов для отопления и нагрева горячей воды	Традиционно трубопроводная система используется для транспортировки тепла от ТЭЦ к жилым зданиям для отопления и подачи горячей воды. Тепловые сети изношены и требуют больших затрат на ремонт и содержание. Так же присутствуют немалые потери тепловой энергии при транспортировке.	С использованием ТЭС нет необходимости в прокладке отдельных трубопроводов для отопления и горячей воды, так как энергия передается в виде электрической через электрическую сеть. Таким образом отопление и нагрев воды будет происходить за счет электроэнергии, а из трубопроводной системы останутся только трубы для холодного водоснабжения и для отвода сточных вод.

	ТЭЦ	ТЭС
Забор воды из природных источников	Требует огромного количества воды для теплового снабжения города	Вода в ТЭС циркулирует в закрытой системе, используется для передачи тепла и преобразования его в механическую и электрическую энергию, а также для охлаждения пара и возвращения его в состояние жидкости.

На основе данного сравнения можно сделать вывод, что ТЭС имеет ряд преимуществ перед ТЭЦ с точки зрения экологии, использования ресурсов и инфраструктуры.

4.1 Расчет сравнительной эффективности ТЭЦ и ТЭС

Сравнительная эффективность ТЭЦ и ТЭС определяется сопоставлением их приведенных затрат, рассчитывается по формуле:

$$З_{пр.} = И + Ен. \times К \quad (3)$$

где И – ежегодные издержки;

Ен. – капиталовложения;

К – нормативный коэффициент эффективности, равный 0,12.

Таким образом, метод сравнительной эффективности базируется лишь на сопоставлении затрат (на строительство и эксплуатацию), причем сравнение производится только в период окупаемости, нормативно установленной в 8 лет ($1/0,12=8$). Доходность и прибыльность производства при этом совершенно не учитываются.

Рассмотрим сравнительную эффективность ТЭЦ и ТЭС, со следующими параметрами (таблица 5):

Таблица 5 – Структура общих затрат для ТЭЦ и ТЭС

Вид затрат	ТЭЦ	ТЭС
Ежегодные издержки	530 млн. тенге (0,53 млрд)	600 млн. тенге (0,6 млрд)
Капиталовложения	740 млрд. тенге	810 млрд. тенге

Рассчитаем сравнительную эффективность:

1. ТЭЦ: $Z_{пр.} = 0,53 + 740 \times 0,12 = 89,33$ млрд. тенге
2. ТЭС: $Z_{пр.} = 0,6 + 810 \times 0,12 = 97,8$ млрд. тенге

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что показатель ТЭС является более высоким, следовательно, что ТЭЦ является менее капиталоемким.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования работы тепловых электростанций (ТЭЦ) и трубопроводного транспорта в городе, были выявлены негативные аспекты, связанные с экологическим воздействием и эксплуатационными затратами на содержание тепловой сети. Анализ показал, что использование ТЭЦ приводит к выбросу загрязняющих веществ в атмосферу, ведет к излишнему потреблению воды из природных источников, а также требует обширной инфраструктуры в виде трубопроводов для транспортировки тепла и горячей воды.

В свете этих недостатков, была предложена альтернативная система отопления и нагрева воды для жилых зданий, основанная на использовании электроэнергии и постройке конденсационных электростанций (ТЭС) за чертой города. Это решение имеет ряд преимуществ. Во-первых, отказ от трубопроводов с отоплением и горячей водой позволяет сократить эксплуатационные затраты на содержание тепловой сети. Во-вторых, перемещение выбросов за городскую черту снижает воздействие на экологию города, улучшая качество воздуха. Кроме того, это также позволяет сократить использование природных водных ресурсов.

Дополнительным преимуществом предложенной системы является повышение безопасности города. В случае повреждения электросетей их ремонт оказывается гораздо более простым и быстрым процессом, по сравнению с ремонтом трубопроводов, что обеспечивает непрерывность подачи тепла и горячей воды для жилых зданий.

Так же система на основе ТЭС и электроэнергии обладает большей гибкостью и адаптируемостью к изменяющимся потребностям города. В случае роста населения или изменения планировки города, новые жилые районы могут быть эффективно подключены к существующей электросети без необходимости расширения тепловых сетей. Это экономически выгодно и упрощает процесс развития городской инфраструктуры.

Таким образом, предложенная система, основанная на использовании электроэнергии и конденсационных электростанций за городской чертой, является более эффективным и экологически безопасным решением, сокращая эксплуатационные затраты, уменьшая загрязнение и использование природных ресурсов, а также повышая безопасность города.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Бакшт Л.М. Электрические сети и системы / Л.М. Бакшт, Е.Н. Глазкова. - Санкт-Петербург: Питер, 2015. - 560 с.
- 2 Кондратьев В.П. Тепловые электростанции / В.П. Кондратьев, Е.С. Лопатинская. - Москва: Энергоатомиздат, 2007. - 464 с.
- 3 Шмидт А.Ф., Самарин А.И., Комова Е.М. Теплоэнергетика. Учебник. - Москва: Высшая школа, 2013. - 672 с.
- 4 Паустовский А.П. Энергосистемы и энергосбережение. Учебное пособие. - Москва: Энергоатомиздат, 2006. - 416 с.
- 5 Беляев В.М. Электроэнергетические системы. Москва: Горячая линия-Телеком, 2018. - 400 с.
- 6 Рубан А.И. Теплофикация и энергоэффективность зданий / А.И. Рубан, А.В. Климов. - Москва: Бауманская машиностроительная академия, 2012. - 304 с.
- 7 Лукьянов А.Г., Поляков С.П. Энергетические системы и сети. Москва: КноРус, 2019. - 256 с.
- 8 Стрижак П.А. Конденсационные электростанции. Санкт-Петербург: Издательство "Питер", 2015. - 220 с.
- 9 Гусев В.Г. Энергетические системы и сети. Москва: Издательство "МГТУ им. Н.Э. Баумана", 2020. - 400 с.
- 10 Белогруд В.И., Бутковский А.Г. Энергетика и экономика. Москва: Издательство "Экономика", 2016. - 380 с.
- 11 Семенов В.И., Неклюдов А.А., Макаренко В.И. Экономика и организация производства электроэнергии. Москва: Издательство "Высшая школа", 2018. - 360 с.
- 12 Григорьев Ю.Н., Бакишев А.М. Тепловые электростанции и котельные. Москва: Издательство "Лань", 2019. - 300 с.
- 13 Попов В.Н., Сидоров В.А., Кузнецов П.И. Тепловые станции и тепловые сети. Москва: Издательство "Энергия", 2017. - 320 с.
- 14 Лебедев А.С., Рыжкова Е.А., Карелина И.В. Основы электроэнергетики. Москва: Издательство "Лань", 2019. - 280 с.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Фанина Анастасия Григорьевна

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Комплексное решение экологических проблем отопления и нагрева воды в жилых зданиях города Алматы

Научный руководитель: Михаил Катков

Коэффициент Подобия 1: 1.9

Коэффициент Подобия 2: 0.9

Микропробелы: 30

Знаки из других алфавитов: 0

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата 1.06.2023г.

Заведующий кафедрой Керж
Кержаева Ш.Н.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Фанина Анастасия Григорьевна

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Комплексное решение экологических проблем отопления и нагрева воды в жилых зданиях города Алматы

Научный руководитель: Михаил Катков

Коэффициент Подобия 1: 1.9

Коэффициент Подобия 2: 0.9

Микропробелы: 30

Знаки из здругих алфавитов: 0

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0


После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

Дата 31.06.23 

проверяющий эксперт