

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«Сибирский федеральный университет»

институт

«Электроэнергетика»

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

А.В. Коловский

подпись

инициалы, фамилия

« _____ » _____ 2022 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

код – наименование направления

Разработка мероприятий по энергосбережению на Кызылской ТЭЦ

тема

Руководитель _____
подпись, дата

доцент, каф. ЭЭ, к.э.н
должность, ученая степень

Н. В. Дулесова
инициалы, фамилия

Выпускник _____
подпись, дата

С. А. Федоров
инициалы, фамилия

Нормоконтролер _____
подпись, дата

И.А. Кычакова
инициалы, фамилия

Абакан 2022

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«Сибирский федеральный университет»

институт

«Электроэнергетика»

кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Г.Н. Чистяков

«__» _____ 2022 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка мероприятий по энергосбережению на Кызылской ТЭЦ» содержит 47 страниц текстового документа, 25 использованных источников, 22 рисунка, 9 таблиц, 3 листа графического материала.

Объект исследования – Кызылская ТЭЦ.

Предмет исследования – методы и методики средства выработки мероприятий по энергосбережению.

Целью бакалаврской работы является разработка мероприятий по энергосбережению для снижения количества затрат на выработку электроэнергии.

Актуальность выбранной темы заключается в том, что энергосбережение и повышение энергоэффективности, использование материальных ресурсов направлены на разработку мероприятий.

В работе над выпускной квалификационной работой были получены следующие результаты:

- представлены диаграммы по промышленной деятельности Кызылской ТЭЦ;
- предложены мероприятия по энергосбережению на Кызылской ТЭЦ;
- дан расчет экономических составляющих эффекта.

Практическая значимость исследований обусловлена тем, что предложенные мероприятия могут быть использованы при реализации программы энергоэффективности и ресурсосбережения на Кызылской ТЭЦ.

ABSTRACT

Bachelor's work on "Development of energy saving measures at Kyzyl CHP" contains 47 pages of a text document, 25 sources used, 22 picture, 9 table and 3 sheets of graphic material.

The relevance of the chosen topic is that energy saving and energy efficiency, the use of material resources are aimed at the development of measures.

The object of the study is the activities of Kyzyl CHP.

The subjects of the study are: are the methods, methods and means of developing activities.

The purpose of the final qualifying work is

The following results were obtained in the work on the final qualifying work:

- the diagram on the industrial activities of Kyzylskaya CHP;
- proposed energy saving measures at Kyzyl CHP;
- the calculation of the economic components of the effect.

The practical significance of the research is due to the fact that the proposed measures can be used in the implementation of the energy efficiency and resource saving program at the Kyzyl CHP.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 1 |
| 1 Теоретическая часть | 8 |
| 1.1 Тарифообразование | 8 |
| 1.2 Энергоэффективность и энергосбережение | 9 |
| 1.3 Факторы производства..... | 12 |
| 2 Аналитическая часть..... | 15 |
| 2.1 Характеристика предприятия..... | 15 |
| 2.2 Анализ выработки тепловой и электрической энергии | 21 |
| 2.3 Внедрение мероприятий и их эффективность..... | 31 |
| 2.3.1 Химическая очистка котельных агрегатов | 33 |
| 2.3.2 Устранение неплотности вакуумной системы, очистка трубного пучка конденсатора..... | 34 |
| 2.3.3 Очистка поверхностей нагрева | 35 |
| 2.3.4 Замена ламп накаливания на энергосберегающие лампы | 36 |
| 3 Практическая часть | 38 |
| 3.1 Разработка мероприятия по энергосбережению..... | 38 |
| 3.1.1 Замена горелочных устройств на котлоагрегатах БКЗ-75-39ФБ | 38 |
| 3.1.2 Обследование тепловых сетей г. Кызыла методом тепловизионной аэрофотосъемки | 44 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 47 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ..... | 48 |

ВВЕДЕНИЕ

В России все больше начинается проявляться интерес к энергосберегающим технологиям. Толчком к этому интересу являются климатические изменения и направление мировой экономики от постепенного отказа от использования углеводородного топлива. Также существенными стимулами являются: сложившиеся искаженная система ценообразования, износ инженерной инфраструктуры жилищно коммунального-комплекса, устаревание оборудования у производителей электроэнергии и теплоэнергии, износ основных производственных фондов объектов энергетической отрасли страны.

С учётом высокой энергоёмкости экономики России и низкой тенденцией совершенствования научно-технических достижений. Необходимо уделить особое внимание программам по эффективному использованию топливно-энергетических ресурсов и программам по повышению энергоэффективности в сфере производства энергии, а также вопросу просвещения населения о важности рационального потребления ресурсов.

В программах по энергосбережению предусматривается:

- модернизация оборудования обеспечивающие снижение расхода топлива;
- организационные мероприятия по эффективному использованию электроэнергии;
- внедрение системы частотного-регулируемого привода электродвигателей в системах вентиляции, на насосных станциях и других объектах с переменной нагрузкой.

Главная цель программы по энергоэффективности при минимизации затрат получить повышение энергоэффективности и энергосбережения, а также способствовать внедрению новой техники и прогрессивных технологий.

1 Теоретическая часть

1.1 Тарифообразование

Один из немаловажных вопросов в энергосбережение является тарифообразование на энергоресурсы. Искаженная система тарифообразования в виде регулируемых государством тарифов на электрическую и тепловую энергию при свободных рыночных ценах на материалы и услуги связанных с ремонтом основного оборудования, реконструкцией сооружений, ремонтом тепловых сетей препятствуют модернизации и развитию энергетической отрасли.

Регулятором в тарифообразовании на электроэнергию и теплоэнергию принято считать индекс потребительских цен (ИПЦ), но за последние пять лет ИПЦ почти в два раза обогнал рост стоимости гигакалории. Для решения этого вопроса в сфере теплоснабжения был утвержден новый способ тарифообразования по модели «альтернативной котельной». Так, например, в Республике Хакасия в 2021 году правительство Российской Федерации одобрило переход Абакана и Черногорска на новый метод тарифообразования. Это позволило привлечь инвестиции и реализовать такие проекты, как:

- строительство 12-ти километровой тепломагистрали;
- перевод жителей Черногорска на теплоснабжение от Абаканской ТЭЦ;
- строительство подкачивающей насосной станции и одного центрального теплового пункта в городе Черногорске;
- монтаж двух дополнительных аккумуляторных баков на Абаканской ТЭЦ;
- начато строительство блочно-модульной котельной «Сибирь-10М».

Также данный метод и привлеченные инвестиции позволили отключить неэффективные источники тепла города Черногорска (котельная «Центральная» и котельная №2).

1.2 Энергоэффективность и энергосбережение

В 2009 году был принят закон «Об энергосбережении и повышение энергоэффективности». Его основные принципы:

- учёт расхода электроэнергии при помощи счетчиков;
- повышение эффективности энергосбережения, в том числе использование бытовой техники и ламп с более высоким классом энергоэффективности;
- рациональное использование энергетических ресурсов;
- поддержка и стимулирование проектов энергосбережения.

На данный момент ключевые факторы в области энергоэффективности – это снижение энергоёмкости экономики на 35% к 2035 году и достижение показателей стратегий низкоуглеродного развития. Энергоэффективность неразрывна связана с климатической повесткой. Повышение энергоэффективности один из ключевых инструментов снижения выбросов парникового газа.

В концепции Государственной программы «Энергосбережение и повышение энергической эффективности до 2035 года» предложены меры, описанные ниже.

Общесистемные меры по повышению энергоэффективности:

- создание и развитие региональной сети центров энергосбережения и наделение их правами, обязанностями по реализации государственной политики в области энергосбережения и повышения энергоэффективности;
- мотивирование к повышению энергоэффективности на предприятиях, в учреждениях, организациях, субъектах Российской Федерации;
- создание условий для разработки и внедрения отечественных энергосберегающих технологий;
- создание и обеспечение функционирования системы формирования и

обновления перечня объектов и технологий, относящихся к объектам и технологиям высокой и низкой энергетической эффективности;

- привлечение внебюджетных инвестиций для того чтобы энергоэффективность не была исключительно задачей государства, но и способствовало развитию бизнеса.

Подпрограмма «Повышение энергоэффективности при передаче энергетических ресурсов»:

- корректировка и утверждение нормативов потерь, и поэтапный переход на расчет тарифа с учетом предельного норматива потерь;

- расширение программы целевого финансирования инвестиций в модернизацию коммунальной инфраструктуры из средств Фонда ЖКХ;

- учёт требований энергоэффективности при разработке и корректировке схем теплоснабжения;

- внедрение индивидуальных тепловых пунктов с погодным регулированием или систем их заменяющих.

Подпрограмма «Повышение энергоэффективности при производстве энергии»;

- приоритетное включение в составе схем и программ развития объектов комбинированной выработки электрической и тепловой энергии, сокращение числа неэффективных котельных путем перехода на генерацию тепловой энергии с ТЭЦ;

- сокращение числа неэффективных котельных путём перевода на альтернативный вид топлива, в том числе и газификация;

- включение в положение о договорах предоставления мощностей требований по энергоэффективности;

- снижение потерь при передаче тепловой энергии.

Подпрограмма «Повышение Энергоэффективности при потреблении

энергетических ресурсов»:

- стимулирование внедрения энергоэффективного уличного освещения;
- целевое финансирование энергоэффективного капитального ремонта;
- стимулирование развития энергосервисной деятельности в бюджетном и жилищном секторе;
- совершенствование контроля над выполнением требований к энергоэффективности зданий;
- разработка типового набора энергосберегающих мероприятий и рекомендаций по их реализации в бюджетных сферах;
- внедрение требований по проведению периодических энергоаудитов и внедрения системы энергоменеджмента на предприятиях.

Энергосбережение на предприятии является одной из самых актуальных проблем, с которой сталкивается промышленность. Это связано с постоянным ростом стоимости на электроэнергию и прочие энергоносители [17].

Неотъемлемой частью любого производства являются траты на материалы, сырьё, топливо, но самую большую часть затрат составляет энергетическая составляющая.

Реализация энергосберегающих мероприятий на предприятии, позволяет сократить затраты на энергетическую составляющую и тем самым снизить цену на товар или услугу, что способствует конкурентоспособности и увеличению рентабельности продукции или услуги за счёт снижения себестоимости.

Энергосбережение на предприятии ведётся по следующим направлениям: [24]

- увеличение эффективности производственного процесса;
- экономия энергоресурсов.

Для экономии электроэнергии используется ряд эффективных способов. Некоторые из них:

- модернизация оборудования;
- применение интеллектуальных устройств в области автоматизации освещения. Диммеры позволяют с помощью голоса или хлопка управлять яркостью света. Датчики присутствия позволяют улавливать малейшие движение. Таймеры позволяют запрограммировать время включения или отключения света.
- применение энергосберегающих технологий;
- уменьшение потерь электроэнергии в электроприемниках и системах электроснабжения;
- регулирование режимов работы оборудования;
- улучшение качества электроэнергии.

1.3 Факторы производства

Ресурсы, которые используются людьми для производства экономических благ, называются факторами производства [2], представленные на рисунке 1.

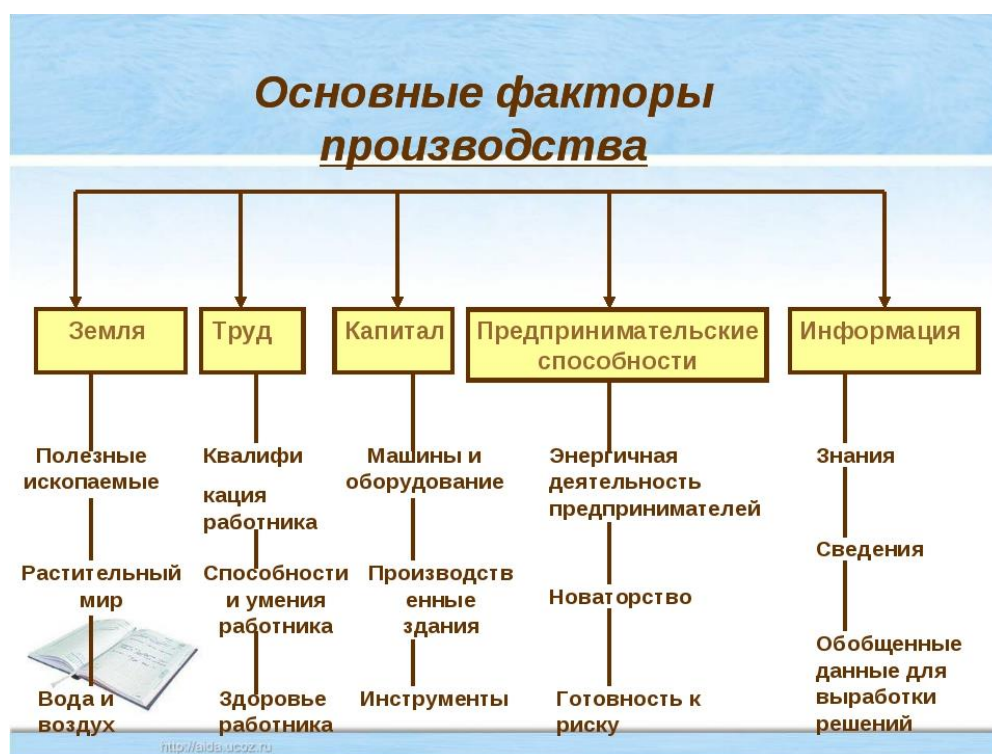


Рисунок 1 – Факторы производства

Основные факторы производства в виде труда, земли, предпринимательских способностей, капитала на Кызылской ТЭЦ представлены так:

Первый фактор – земля. Кызылская ТЭЦ использует такие природные ресурсы, как каменный уголь, дизельное топливо и вода из реки Енисей. Так 133991 т.н.т было использовано угля в 2021 году. Расход дизтоплива в 2021 году составил 55,356 т.н.т. Воды использовано всего за 2021 г. 2,053 млн. м³, в том числе на производственные нужды – 1,432 млн. м³, на хозяйственно-бытовые и питьевые нужды – 0,012 млн. м³, на другие виды использования – 0,609 млн. м³.

Второй фактор – труд. 509 человек промышленного производственного работают на теплоэлектростанции в г. Кызыле.

Численный состав и структура персонала по категориям и по образованию представлены в таблицах 1.1,1.2.

Таблица 1.1 – Численный состав и структура персонала по категориям

| Категории персонала | 2019 | 2020 | 2021 |
|--|------|------|------|
| Руководители высшего звена (от заместителей руководителей направлений и выше) | 7 | 6 | 6 |
| Руководители среднего звена (уровень зам. начальника отдела и начальника отдела) | 66 | 62 | 59 |
| Специалисты | 95 | 99 | 101 |
| Служащие | 7 | 6 | 5 |
| Рабочие | 357 | 344 | 338 |
| Всего: | 532 | 517 | 509 |

Таблица 1.2 – Численный состав и структура персонала по образованию

| Образование | 2019 | 2020 | 2021 |
|---------------------------------------|------|------|------|
| Два высших, аспирантура, докторантура | 11 | 14 | 15 |
| Высшее | 161 | 153 | 171 |

Окончание таблицы 1.2

| | | | |
|---|-----|-----|-----|
| Среднее профессиональное | 224 | 228 | 215 |
| Основное общее и среднее (полное) общее | 136 | 122 | 108 |
| Всего: | 532 | 517 | 509 |

Третий фактор – предпринимательские способности. На Кызылской теплоэлектростанции главным лозунгом является «индивидуальное мастерство в командой работе», что означает высокий профессионализм не только коллектива в целом, но также и каждого работника. Для этого происходит повышение квалификации и обучение всех уровней работающих. Благодаря этому выполняются все необходимые задачи по производству вырабатываемой продукции и продажи её потребителям. Тем самым, предприятие постоянно находится в прибыли и остаётся востребованным на рынке труда электроэнергетики.

Четвертый фактор – капитал. Основным финансовым капиталом на Кызылской ТЭЦ являются механизмы, агрегаты, оборудование, цеха, здания, сооружения. Также присутствуют оборотные активы, посредством которых предприятие ведёт свою финансово – экономическую деятельность.

2 Аналитическая часть

2.1 Характеристика предприятия

Кызылская ТЭЦ является самым крупным предприятием энергетики в Республике Тыва, а также выступает в статусе единой теплоснабжающей организацией г. Кызыла. «Кызылская ТЭЦ» располагается на восточной границе города, на улице Колхозная 2.

Основные цели Акционерного общества «Кызылская ТЭЦ»:

- качественное и бесперебойное снабжение тепловой энергией потребителей города Кызыл и пгт. Каа-Хем;
- поставка (продажа) электрической энергии по установленным тарифам.

По инициативе руководства Тувы в 1951 году институтом «Гидрокоммунэнерго» был разработан проект Кызылской паротурбинной станции. Изначально были установлены три паровых котла производительностью по 20 тонн пара в час, и две паровые турбины мощностью 2500 киловатт. Затем они были заменены на турбогенераторы и котлоагрегаты. На текущий момент установленная тепловая мощность станции составляет – 310 Гкал/ч, а установленная электрическая мощность станции – 17 МВт. Тепловая мощность станции приходится на котлоагрегаты, отпуск тепла с турбоагрегатов не производится. Протяженность тепловых сетей АО «Кызылская ТЭЦ» 23,5 км (двухтрубное исчисление).

Основным топливом для производства тепловой и электрической энергии на Кызылской ТЭЦ является каменный уголь Каа-Хемского разреза.

На Кызылской ТЭЦ установлено:

- 2 транспортных галереи подачи угля;
- 2 основные дымовые трубы высотой 100м и 120м.

В эксплуатации находятся шесть котлоагрегатов БКЗ-75-3ФБ (№ 9-14),

которые работают на общестанционную теплофикационную установку. Котел БКЗ-75-39ФБ – однобарабанный, вертикально-водотрубный, с естественной циркуляцией, П-образной компоновкой, с твердым шлакоудалением. Пароперегреватель двухступенчатый. Регулирование температуры перегретого пара осуществляется в поверхностном пароохладителе, установленном между первой и второй ступенями пароперегревателя. Радиационные поверхности нагрева закрывают все стены топочной камерой и представляют собой фронтальной, задней и боковые водяные экраны. Экономайзер и воздухоподогреватель размещен в конвективной шахте, причем воздухоподогреватель расположен в рассечку с экономайзером. Конвективный пароперегреватель с вертикальными змеевиками расположен в горизонтальном газоходе, соединяющий топку и конвективную шахту котла. Топочная камера состоит из 12 блоков (циркуляционных контуров), на каждой стене по три блока.

Основные здания и сооружения Кызылской ТЭЦ: главный корпус; турбинный цех; котельный цех; электроцех; ГЩУ, ОРУ, ЦТП; маслохозяйство; склад угля; цех химводоочистки (ХВО); топливоподача, галереи конвейеров (топливотранспортный цех).

Вспомогательные здания и сооружения Кызылской ТЭЦ: административный корпус, столовая; отдел материально технического снабжения (ОМТС) со складами; здание УГВС; различные склады, в том числе дизельного топлива; мастерские, КНС, солевые ячейки, другие мелкие вспомогательные здания и сооружения.

Топливо – транспортное хозяйство

Топливоподача двух ниточная: сторона «А» правая по ходу движения ленты с углем, сторона «Б» левая.

Бульдозером, через металлическую решетку с круглыми отверстиями диаметром 190 мм, уголь подается в приемные бункера емкостью 16 м³. Из приемных бункеров, с помощью качающихся питателей, уголь поступает на

ленточные конвейеры первого подъема ЛК-1А, ЛК-1Б.

С ленточных конвейеров первого подъема через загрузочную воронку уголь поступает на молотковые дробилки «А», «Б». Для улавливания металлических предметов над транспортерными лентами конвейеров первого подъема установлены подвесные электромагнитные сепараторы «А» и «Б».

В дробилках уголь дробится до крупности 25 мм и через разгрузочные воронки с шиберами поступает на конвейеры второго подъема ЛК-2А, ЛК-2Б. Изменяя положение шибера, уголь с каждой дробилки можно направить в любой выбранный конвейер второго подъема. С конвейеров второго подъема, на узле пересыпки, с помощью плужковых сбрасывателей и через тчки головных барабанов ЛК-2А, ЛК-2Б, уголь поступает на конвейеры бункерной галереи ЛК-4А, ЛК-4Б. Меняя положение плужков на сбрасывателях, расположенных на узле пересыпки, уголь с каждого конвейера второго подъема можно направить на любой выбранный конвейер бункерной галереи ЛК-4А, ЛК-4Б. С конвейеров бункерной галереи, при помощи плужковых сбрасывателей, уголь подается в бункера котлов БСУ-9А, Б; БСУ-10А, Б; БСУ-11А, Б; БСУ-12А, Б; БСУ-13А, Б; БСУ-14А, Б. Технические характеристики конвейеров представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Технические характеристики конвейеров

| Наименование | Тип оборудования | Марка ленты | Длина, м | Ширина, мм | Высота подъема, м |
|----------------|------------------|----------------------------------|----------|------------|-------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ЛК-1А | В-650 | 2Ш-650-5-ТК-200-2-4,5-3,5-Г-1-РБ | 152 | 650 | 15 |
| ЛК-1Б | В-650 | 2Ш-650-5-ТК-200-2-4,5-3,5-Г-1-РБ | 152 | 650 | 15 |
| ЛК-2А | В-650 | 2Ш-650-5-ТК-200-2-4,5-3,5-Г-1-РБ | 98 | 650 | 21 |
| ЛК-2Б | В-650 | 2Ш-650-5-ТК-200-2-4,5-3,5-Г-1-РБ | 98 | 650 | 21 |
| ЛК-4А | В-650 | 2Ш-650-5-ТК-200-2-4,5-3,5-Г-1-РБ | 200 | 650 | 6 |
| ЛК-4Б | В-650 | 2Ш-650-5-ТК-200-2-4,5-3,5-Г-1-РБ | 200 | 650 | 6 |
| Общая длина, м | | | 450 | | |

В качестве основного вида топлива на АО «Кызылская ТЭЦ» используется уголь Каа-Хемского месторождения марки 2Г. В качестве растопочного топлива используется дизельное топливо.

Поставщиками топлива являются ООО «Тувинская горнорудная компания» (уголь Каа-Хемского месторождения).

Доставка топлива на территорию угольного склада АО «Кызылская ТЭЦ» от ООО «Тувинская горнорудная компания» производится собственным автомобильным транспортом на расстояние 16,7 км.

Прибывающий на ТЭЦ уголь взвешивается на автомобильных весах 5006 РС - 60П13 АС. Конвейерные весы отсутствуют.

Угольный склад проектной ёмкостью 40 тыс. тонн. Со склада бульдозерами марки Т-130 (2 единицы), марки Т-170 (4 единицы) и ленточными конвейерами уголь подаётся в БСУ работающих котлов.

Описание схемы питательной установки котлов

В деаэраторы ст. № 6, 7, 9 поступает конденсат подогревателей сетевой воды. Для восполнения потерь в деаэраторы подается химочищенная вода из ХВО. Уровень в баке деаэраторов поддерживается регулирующими клапанами, установленными на линии химводы. Химочищенная вода подогревается перед поступлением в деаэраторы в теплообменнике непрерывной продувки и охладителях выпаров деаэраторов.

Пар на деаэраторы подается от РОУ № 12, 14.

В барботажные устройства подается пар давлением 0,3-0,5 кг/см², в головку деаэратора подается пар давлением 0,2-0,3 кг/см².

Питательные электронасосы работают на стационарный питательный коллектор.

Конденсат из дренажных баков насосами откачивается в деаэраторы.

Описание схемы химводоочистки

Подготовка воды для подпитки котлов Кызылской ТЭЦ осуществляется по схеме: осветление на механических фильтрах, двухступенчатая схема умягчения воды: первая ступень на трех натрий-катионитных фильтрах с переходом на вторую ступень – натрий-хлорионитные фильтры (2 шт.). Проектная производительность ХВО – 100 т/ч. Обработка воды осуществляется методами ионного обмена. Данный метод основан на способности ионитов вступать в ионный обмен с растворенными в воде солями. Для этого воду пропускают через фильтры, загруженные ионитами. Просачиваясь между полостями ионита, обрабатываемая вода обменивает часть ионов, растворенных в ней солей, на равное количество ионов ионита, в результате чего изменяется состав, как фильтруемой воды, так и самого ионита.

Процесс, при котором происходит обмен катионов, называется катионированием; процесс обмена анионов – анионирование.

Исходная вода, поступающая на ХВО, осветляется на механических фильтрах, затем поступает на 1 ступень натрий-катионирования. При натрий-катионировании сульфоуголь или синтетические смолы КУ-1, КУ-2, отрегенированные поваренной солью, обменивают подвижно расположенный катион Na^+ на катионы Ca^{+2} , Mg^{+2} содержащиеся в исходной воде.

После фильтров 1 ступени, умягченная вода жесткостью не более 200 мкг-экв/кг поступает на натрий-хлор-ионитовые фильтры для глубокого умягчения воды с одновременным снижением щелочности. Натрий-хлор-ионитовые фильтры загружены смесью сульфоугля и анионита АВ-17. Смесью регенерируется поваренной солью. При обработке воды в совмещенном натрий - хлор - ионитном фильтре в слое сульфоугля оставшиеся после первой ступени катионы жесткости Ca^{+2} и Mg^{+2} обмениваются на натрий:

Таким образом, в результате обработки воды методом натрий-хлор-ионирование жесткость исходной воды снижается до 10 мкг-экв/кг и щелочность до 1-1,5 мг-экв/кг.

Теплофикационная установка и схема выдачи тепла

АО «Кызылская ТЭЦ» производит горячую воду на отопление и горячее водоснабжение для потребителей г. Кызыла, а также осуществляет транспортировку и распределение тепловой энергии.

На 1 января 2021 г. подключенная тепловая нагрузка к АО «Кызылская ТЭЦ» составляет 251,811 Гкал/ч., в том числе:

- нагрузка отопления – 215,553 Гкал/ч.;
- нагрузка вентиляции – 10,083 Гкал/ч.;
- нагрузка горячего водоснабжения – 26,175 Гкал/ч.

Система теплоснабжения открытая. Тепловая сеть двухтрубная, выполнена надземной и подземной прокладкой. Отпуск тепла с сетевой водой осуществляется по температурному графику 150/70 °С со срезкой на 130°С.

В соответствии с соглашением б/н от 25.05.2015г., заключенным между Министерством топлива и энергетики Республики Тыва, Мэрией г. Кызыла и АО «Кызылская ТЭЦ» – АО «Кызылская ТЭЦ» имеет статус единой теплоснабжающей организации.

Подключение потребителей г. Кызыла осуществляется по тепловым магистралям:

- ТМ №1 диаметром 630мм, 530мм;
- ТМ №2 диаметром 720 мм;
- ТМ №3 диаметром 720мм, 530мм.

Теплофикационная установка (ТФУ) предназначена для подогрева сетевой воды для поддержания гидравлического режима теплосети.

Для восполнения утечек водоразбора из теплосети используется подпиточная вода, подготовленная УГВС (установкой горячего

водоснабжения).

Перечень оборудования:

- подогреватели сетевой воды ПСВ-3, 4, 5, 6;
- сетевые насосы СЭН-1,2,3,4,5,6;
- редуционно-охладительные установки РОУ-7, 9, 10, 11, 13, 15, 16;
- насосы перекачки конденсата НПК-1, 2;
- охладители конденсата ПСВ ОК-1, 2.

2.2 Анализ выработки тепловой и электрической энергии

Повышение энергетической эффективности предполагается осуществлять за счет проведения энергетических обследований предприятий различного назначения с указанием технико–экономических показателей и сроков окупаемости [10].

Энергоаудит – это стартовая площадка. Повод поставить производителя в сопоставимые условия по расходу ТЭР (топливно–энергетические ресурсы), фундамент для совершенствования энергоресурсоэффективности [3].

Проблема энергоаудита в его низкой инвестиционной привлекательности ввиду долгой прибыли. Что является не перспективным вложением денег для большинства современных инвесторов

Другой инструмент для исследований статистический анализ. Он позволяет изучить большой объем информации для выявления закономерностей и не зависит от положений, созданных в обществе. Статистический анализ менее затратен по сравнению с энергоаудитом.

Ниже представлены графики технико–экономических показателей Кызылской ТЭЦ за последние 6 лет (выработка и объем реализации электроэнергии, отпуск тепла, удельные расходы топлива на производство электроэнергии и тепло).

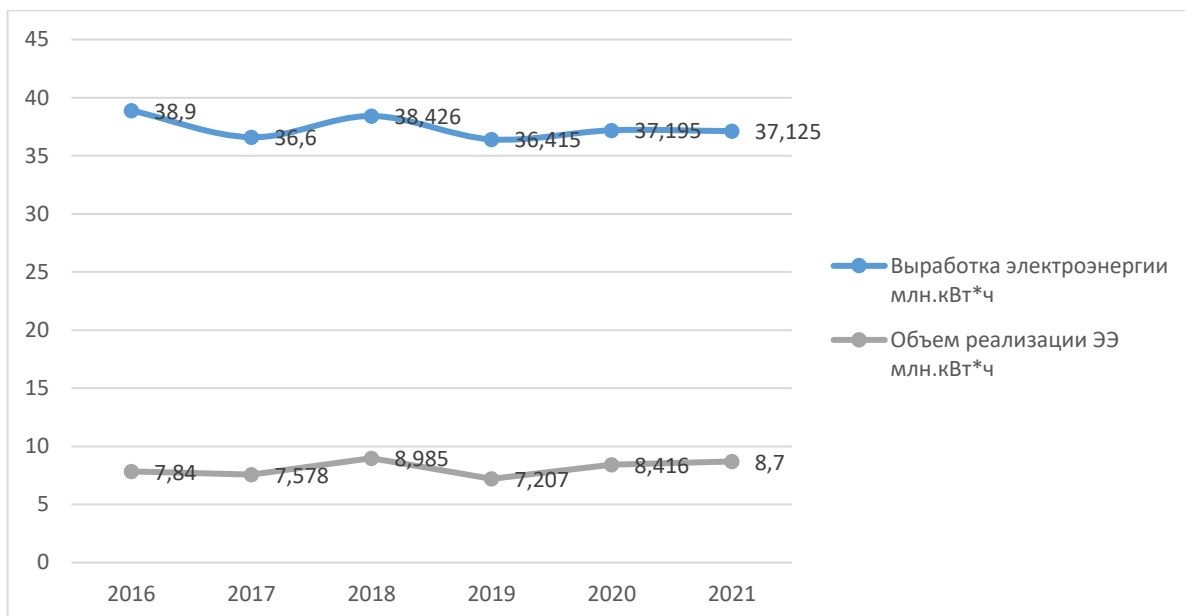


Рисунок 2 – График выработки и объема реализации электроэнергии, отпуск тепла Кызылской ТЭЦ за 2016-2021 гг.

Относительно фактов 2016,2017,2018,2019 годов общей объем реализации электроэнергии по отношению к выработке электроэнергии в 2020,2021 годах. Исходя из данных, представленных на графике, наблюдаем, увеличение объема реализации при меньшей выработке электроэнергии. Это связано с уменьшением расхода электроэнергии на собственные нужды при производстве тепловой энергии.



Рисунок 3 – График УРУТ при производстве электроэнергии Кызылской ТЭЦ за 2016-2021



Рисунок 4 – График УРУТ при производстве тепловой энергии Кызылской ТЭЦ за 2016-2021

Исходя из графиков, представленных выше, наблюдаем увеличение расхода условного топлива на производство электроэнергии (рисунок 3) и на

производство тепловой энергии (рисунок 4).

Увеличение УРУТ на производство электроэнергии и тепловой энергии, объясняется большой наработкой паркового ресурса оборудования трансформаторов, генераторов. Срок службы трансформаторов и генераторов представлены в таблицах 2.2;2.3.

Таблица 2.2 – Срок службы трансформаторов и автотрансформаторов

| Тип (марка) трансформатора | Напряжение (кВ) | | Мощность (МВА) | Год ввода | Завод изготовитель | Срок службы (лет) | |
|----------------------------|-----------------|--------|----------------|-----------|------------------------------|-------------------|------|
| | нижшее | высшее | | | | норма | факт |
| ТДТН-10000/110-70У1 | 11 | 115 | 10 | 1979 | Предприятие п/я М-5111, СССР | 30 | 41 |
| ТДТН-10000/110-70У1 | 11 | 115 | 10 | 1981 | Предприятие п/я М-5111, СССР | 30 | 39 |
| ТМ-3200/10 | 6,3 | 10 | 3,2 | 1958 | З-д им. Куйбышева г. Москва | 25 | 62 |
| ТМ-3200/10 | 6,3 | 10 | 3,2 | 1957 | З-д им. Куйбышева г. Москва | 25 | 63 |
| ТД-10000/35 | 6,3 | 35 | 10 | 1965 | ЗТЗ г. Запорожье | 25 | 55 |
| ТД-10000/35 | 6,3 | 35 | 10 | 1969 | ЗТЗ г. Запорожье | 25 | 51 |

Таблица 2.3 – Срок службы генераторов на Кызылской ТЭЦ

| Турбогенератор | Тип (марка) | Номинальное напряжение (кВ) | Установленная мощность (МВт) | Год ввода | Завод изготовитель | Год модернизации | Срок службы, лет | | Тип системы возбуждения | |
|----------------|-------------|-----------------------------|------------------------------|-----------|-----------------------------------|------------------|------------------|--------|-------------------------|------------|
| | | | | | | | норма | факт | основная | резервная |
| ТГ2 | 4Н5060/2 | 6,3 | 2,5 | 1959 | Завод им. Ленина, в Пильзень ЧССР | - | 25 | 61 год | Е 3021/4 | Е 3021/4 |
| ТГ3 | 4Н5060/2 | 6,3 | 2,5 | 1963 | Завод им. Ленина, в Пильзень ЧССР | - | 25 | 57 лет | Е 3021/4 | Е 3021/4 |
| ТГ4 | Т-2-6-2 | 6,3 | 6 | 1965 | Завод города Лысьва | - | 25 | 55 лет | ВТ-50-3000 | ВТ-50-3000 |
| ТГ5 | Т-2-6-2 | 6,3 | 6 | 1969 | Завод города Лысьва | - | 25 | 51 год | ВТ-50-3000 | ВТ-50-3000 |

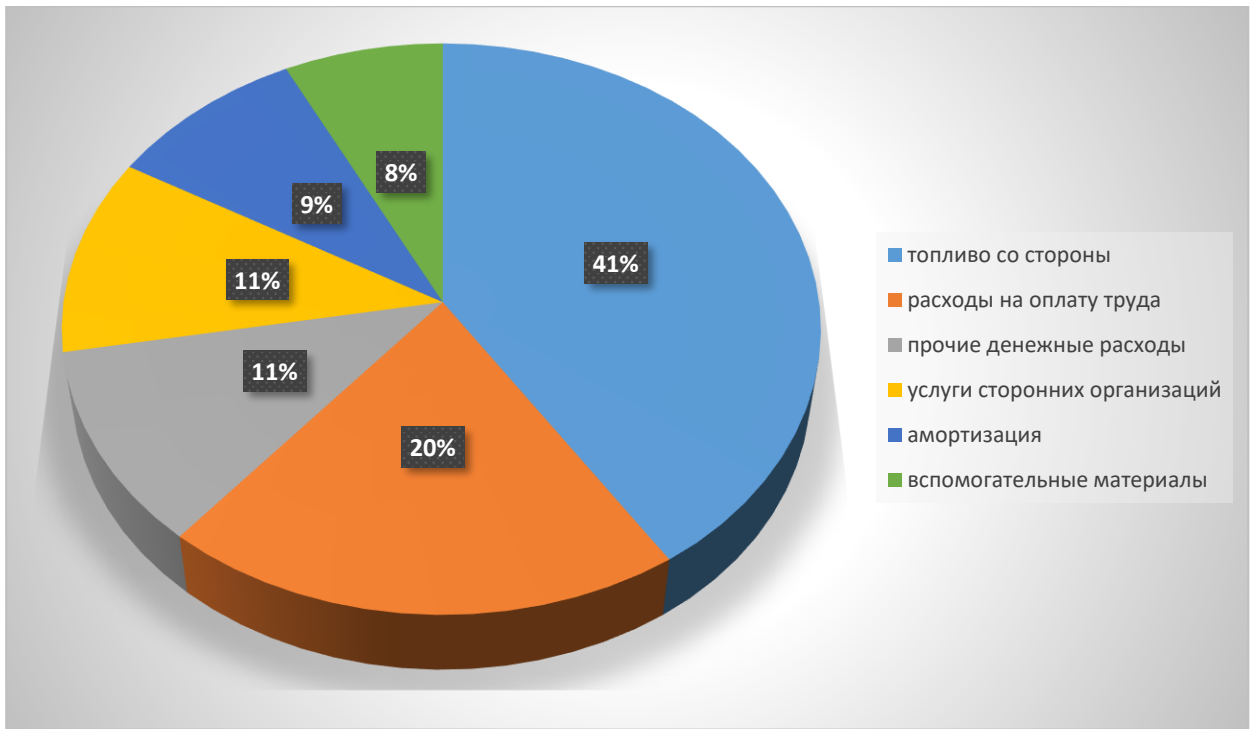


Рисунок 5 – Структура затрат по основной деятельности за 2016г – план

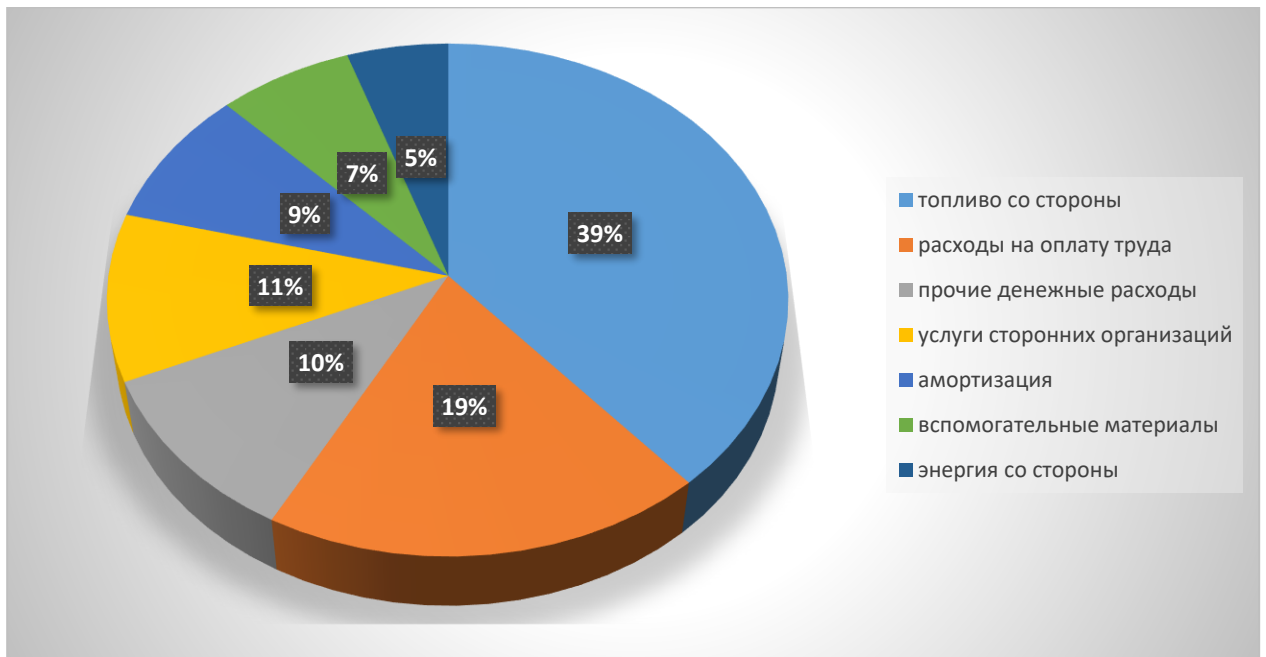


Рисунок 6 – Структура затрат по основной деятельности за 2016г – факт

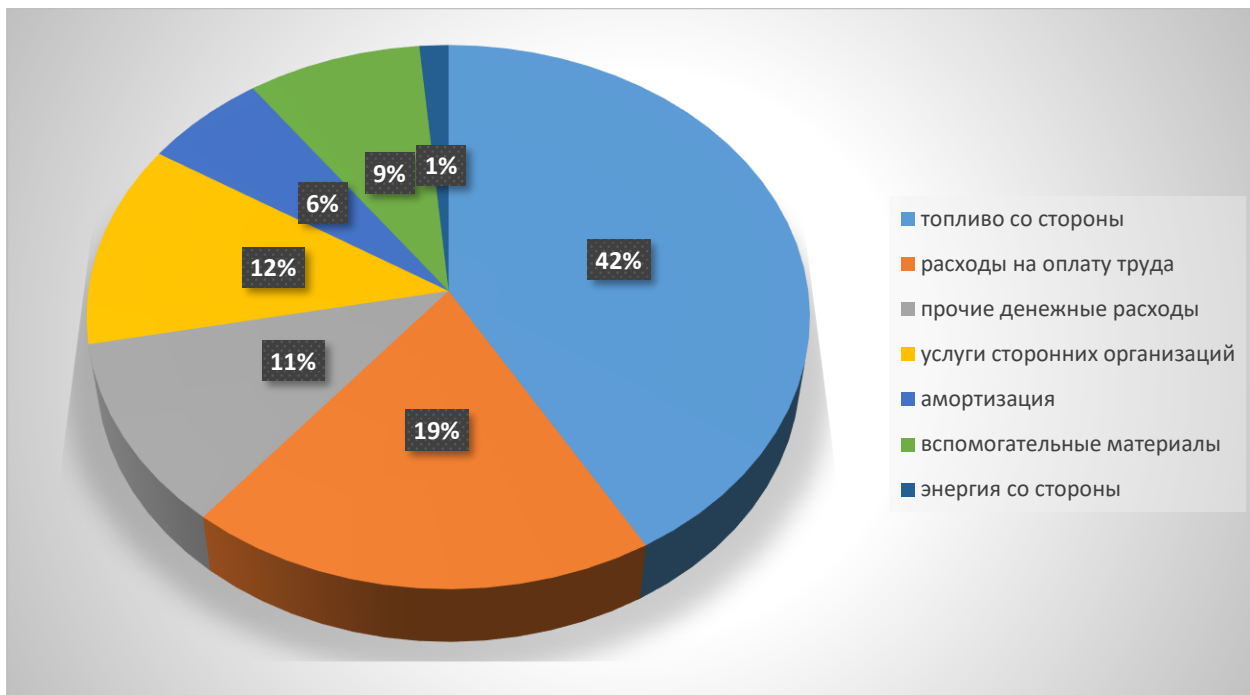


Рисунок 7 – Структура затрат по основной деятельности за 2017г – план

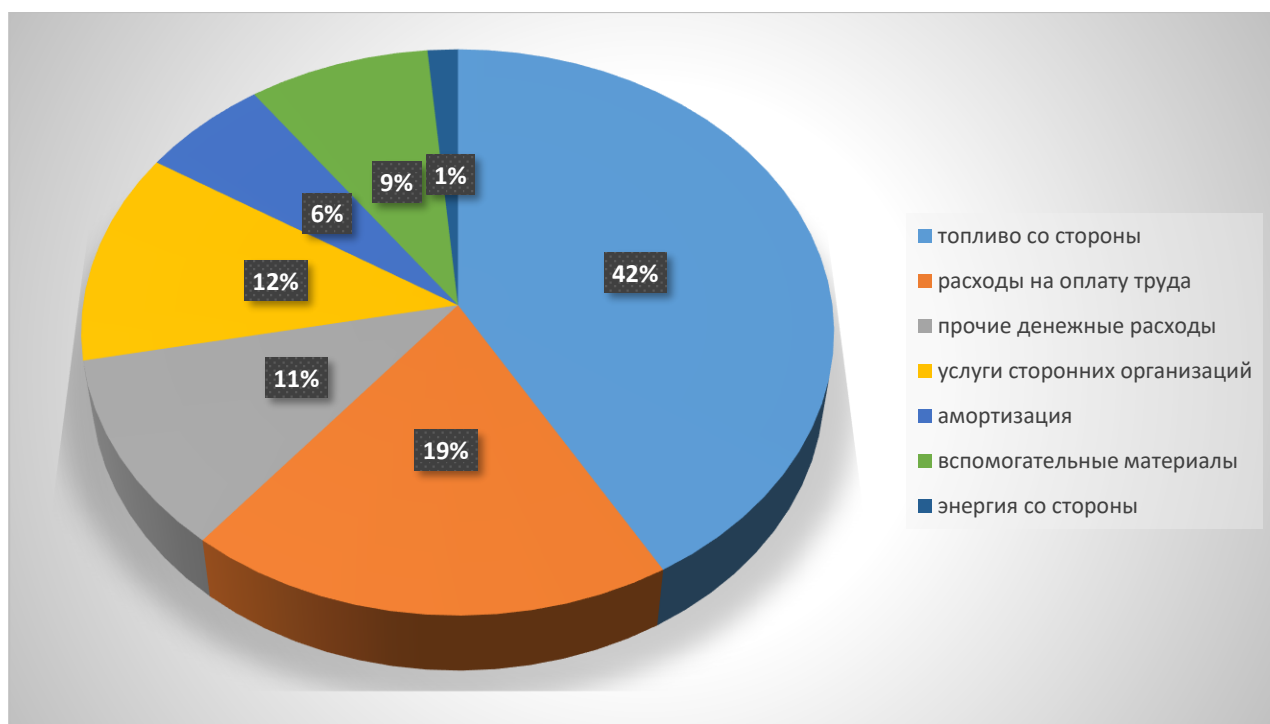


Рисунок 8 – Структура затрат по основной деятельности за 2017г – факт

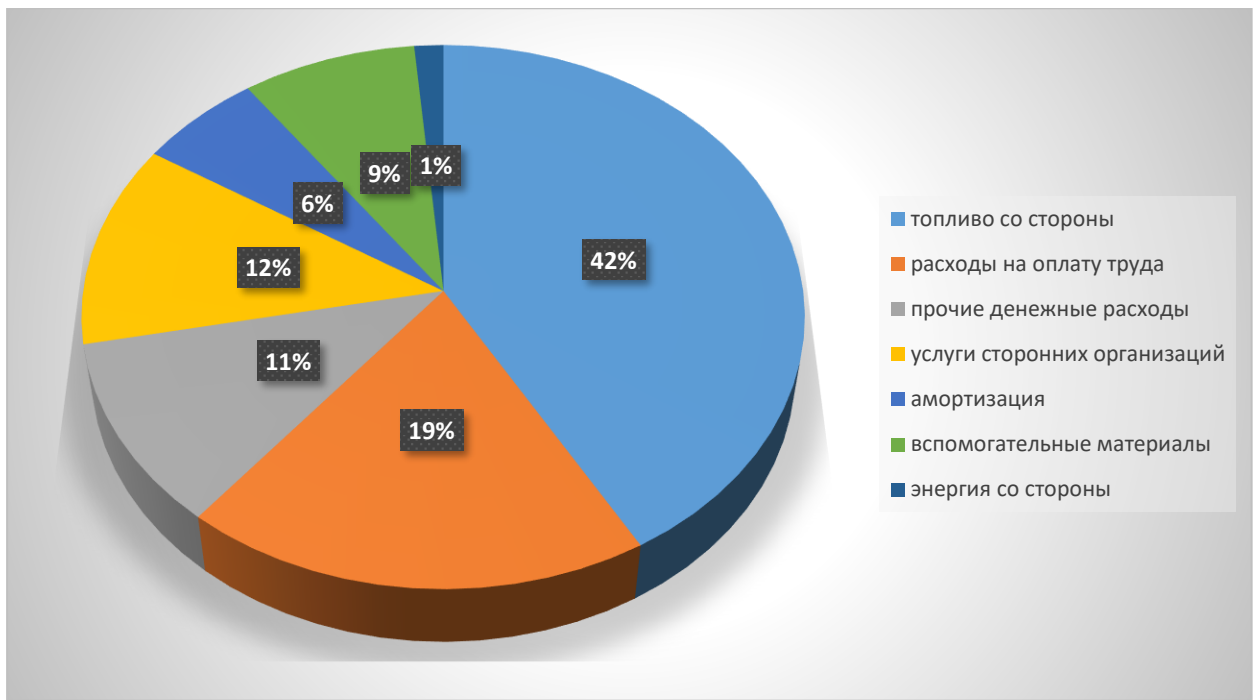


Рисунок 9 – Структура себестоимости теплоэнергии за 2018г. – план

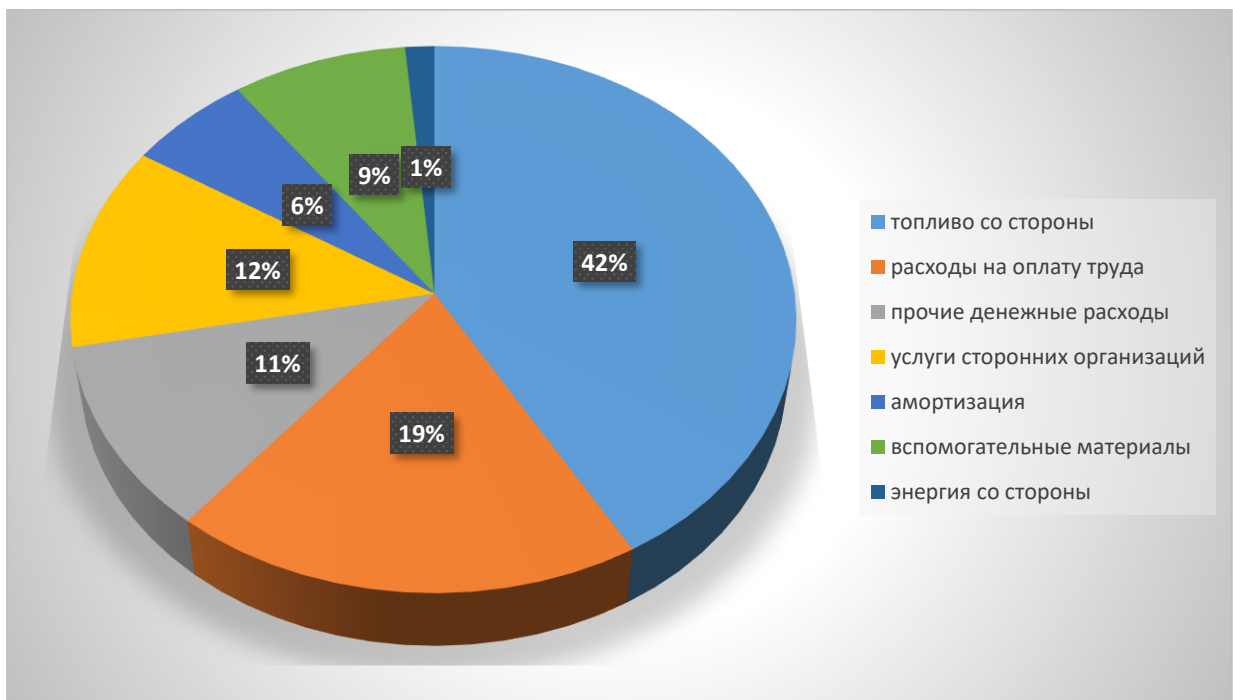


Рисунок 10 – Структура себестоимости теплоэнергии за 2018г. – факт

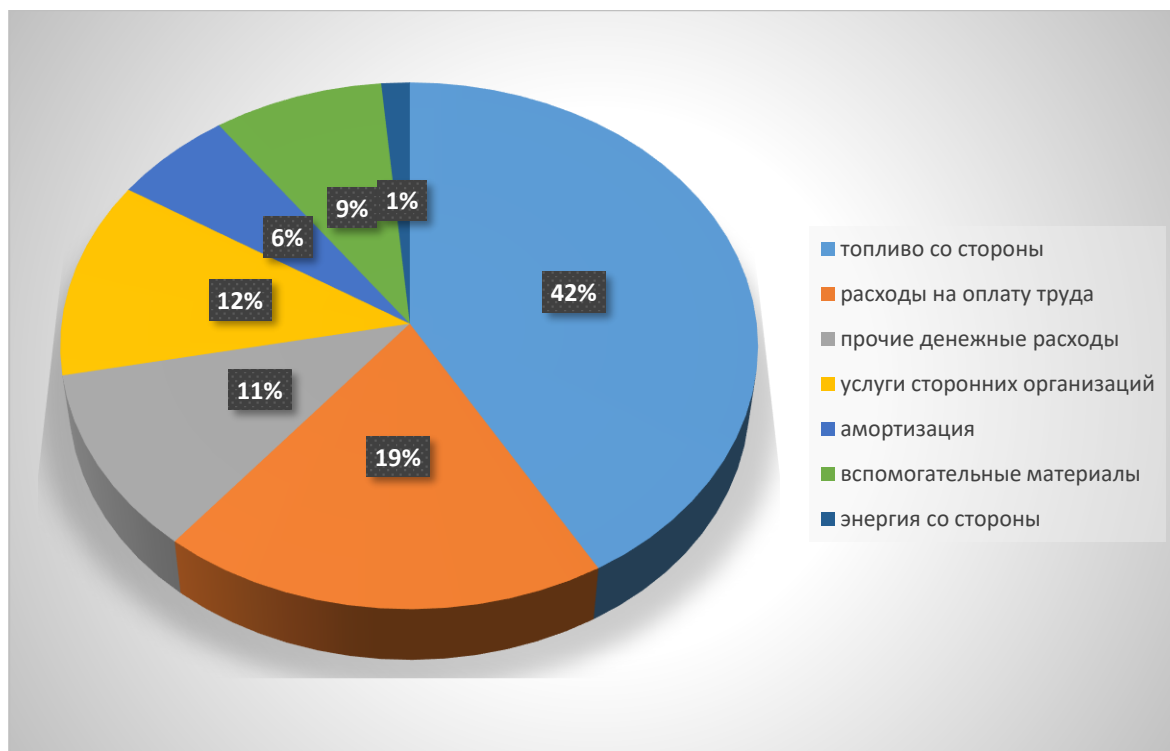


Рисунок 11 – Структура себестоимости теплоэнергии за 2019г. – план

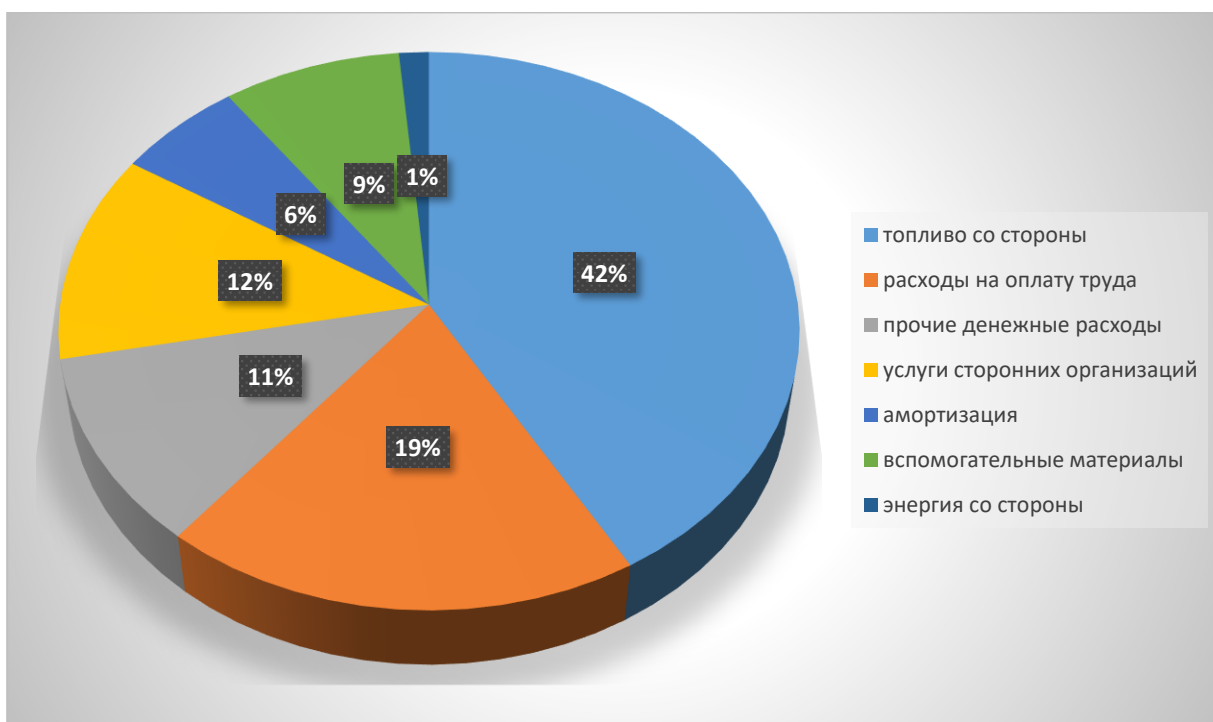


Рисунок 12 – Структура себестоимости теплоэнергии за 2019г. – факт

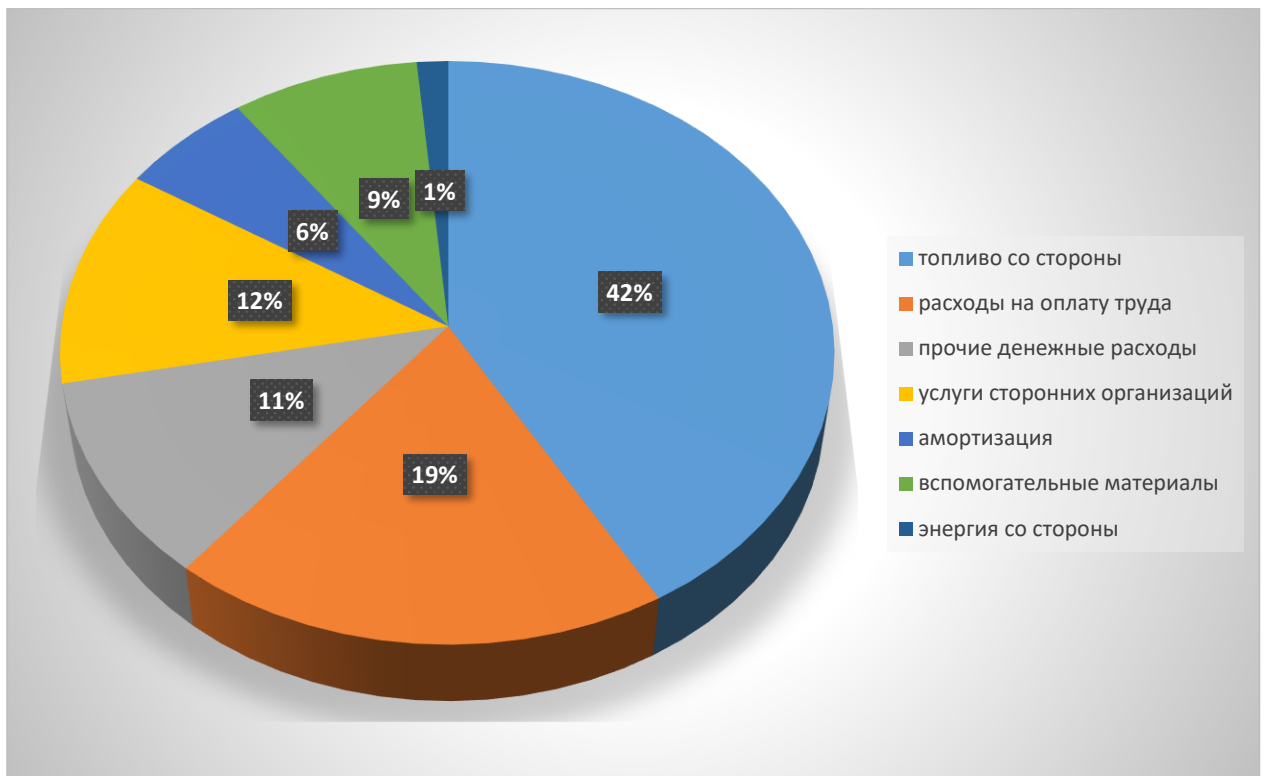


Рисунок 13 – Структура себестоимости электроэнергии за 2020г. – план

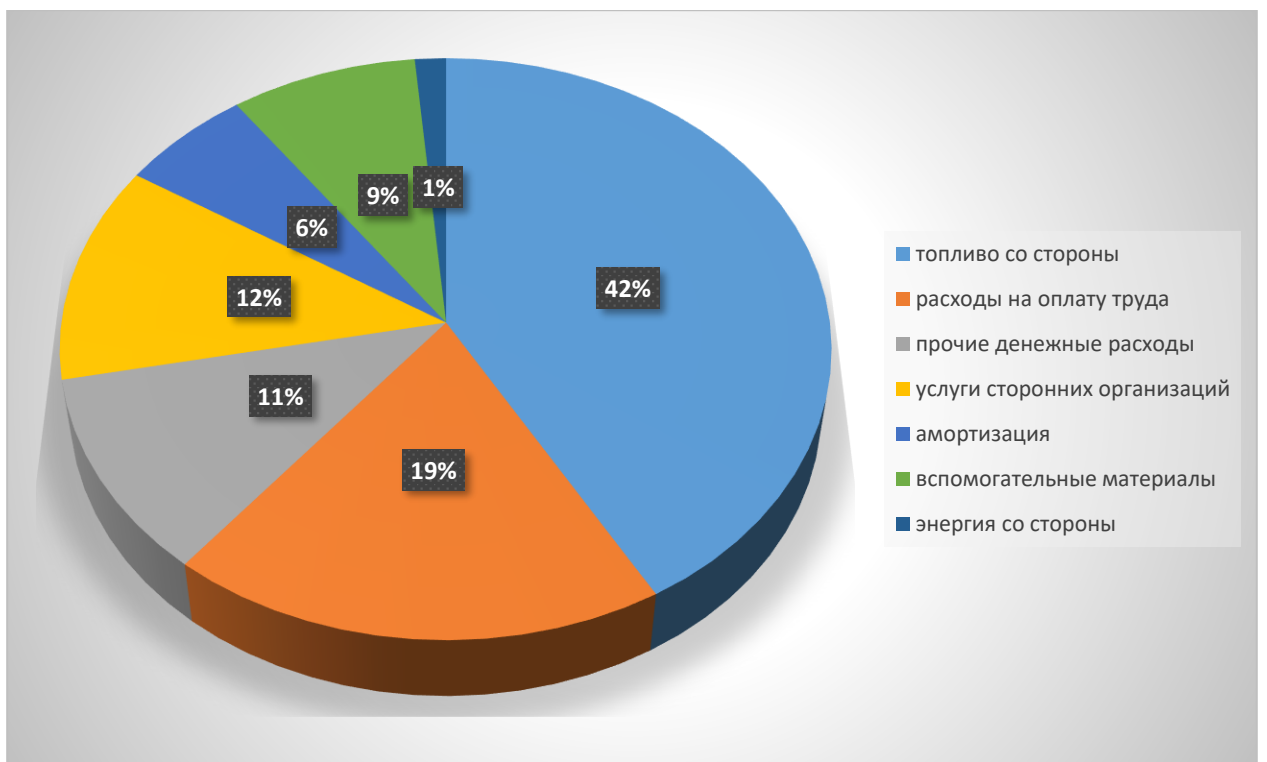


Рисунок 14 – Структура себестоимости электроэнергии за 2020г. – факт

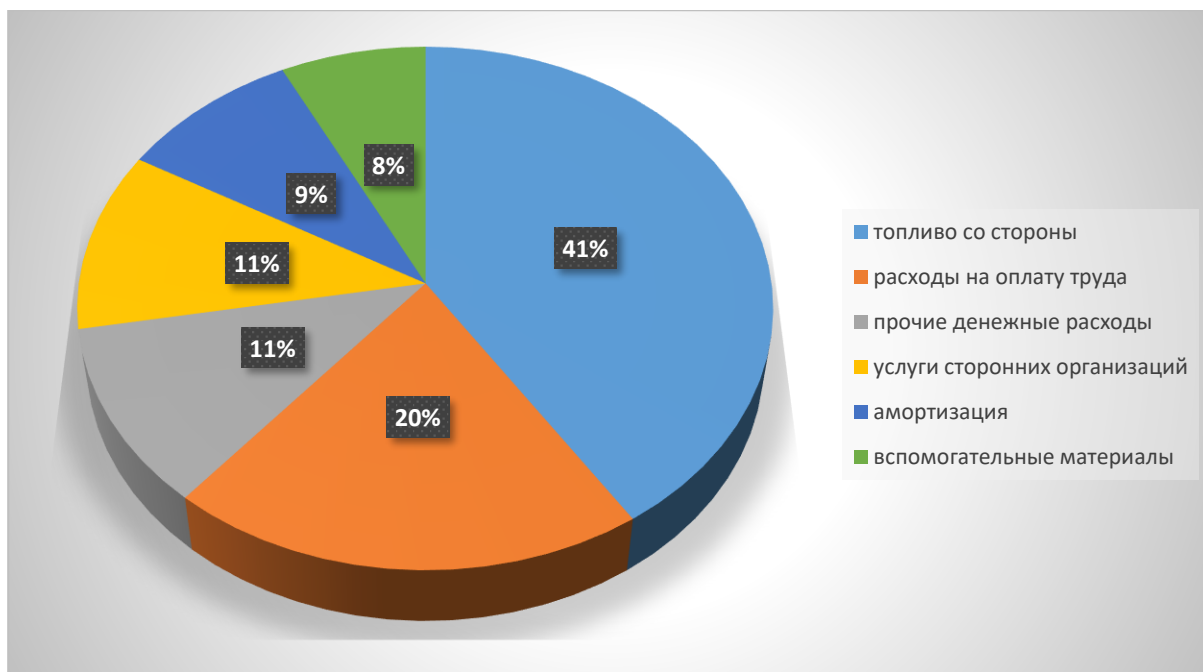


Рисунок 15 – Структура себестоимости электроэнергии за 2021г. – план

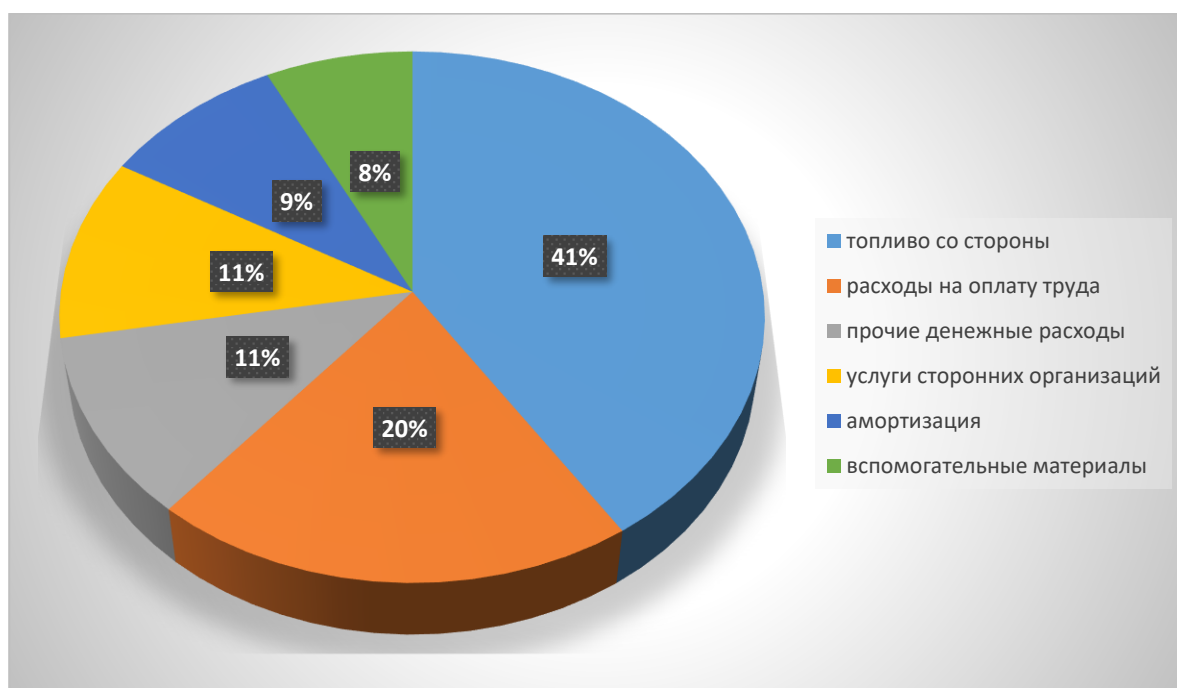


Рисунок 16 – Структура себестоимости электроэнергии за 2021г. – факт

2.3 Внедрение мероприятий и их эффективность

Мероприятия по повышению энергоэффективности на Кызылской ТЭЦ разрабатываются продолжительное время. Эти мероприятия реализуются на практике, что введет к повышению рационального потреблению энергоресурсов и использованию меньшего количества энергии на технологические процессы при том же уровне производств.

На Кызылской ТЭЦ были реализованы мероприятия по энергоэффективности описанные ниже.

Проведение комплексного энергетического обследования. Энергетические обследования проводятся на основании Федерального закона «Об энергосбережении» от 23.11.2009 №261–ФЗ. В соответствии со статьей 16 «Обязательное энергетическое обследование»: «последующие энергетические обследования проводятся не реже чем один раз каждые пять лет».

Разработана нормативно-техническая документация по топливоиспользованию АО «Кызылская ТЭЦ» с датой ввода с 01.06.2021.

Также проводятся работы по экспертизе нормативных удельных расходов (НУР) топлива и потерь тепловой энергии при её передаче через инженерные инфраструктуры. Работа проводится на основании приказа №323 от 30.12.2008 г. Министерства энергетики РФ «Об организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по утверждению нормативов удельного расхода топлива на отпущенную электрическую и тепловую энергию от тепловых электрических станций и котельных» [13].

Организационные мероприятия в виде:

- информирование начальников цехов и оперативного персонала о наиболее вероятных часах совмещенного максимума потребления;
- изменение порядка включения оборудования и механизмов периодического действия с выводением их работы за наиболее вероятные часы

совмещенного максимума потребления;

- составление графиков опробования защит и блокировки с прокруткой механизмов, с организацией работ вне плановых часов пиковой нагрузки (кроме аварийных и вынужденных ситуаций). Запрет опробование отдельных единиц технологического оборудования, выходящего из планового ремонта в наиболее вероятные часы совмещенного максимума потребления;

- оптимизаций состава работающего насосного оборудования: питательных, циркуляционных, подкачивающих электронасосов и т.д.;

- разработка графика подачи угля на технологию и максимальным заполнением бункеров сырого угля вне наиболее вероятных часов совмещенного максимума потребления;

- определение порядка включения трактов топливоподачи угля и системы пылеприготовления вне наиболее вероятных часов совмещенного максимума потребления;

- оптимизация режимов работы циркуляционных насосов по летнему-зимнему графику: отключение избыточного насосного оборудования;

- отключение в резерв неиспользуемого оборудования, с его полным обесточиванием;

- формирование условий разгрузки оборудования схем подготовки обессоленной воды в наиболее вероятные часы совмещенного максимума потребления, перевод заполнения баков обессоленной воды на часы низкого потребления мощности собственных нужд;

- планирование пусков оборудования после ремонтов вне наиболее вероятных часов совмещенного максимума потребления. Пуски котлов и турбин проводить в соответствии с графиком пуска, не допуская необоснованного продления пуска.

Внедрение автоматизированной системы сбора оперативной информации на базе современной микропроцессорной техники. Внедрение информационно-

расчетного программного комплекса «Автоматическая система сбора оперативной информации (АССОИ) работы котлоагрегата БКЗ-75АО «Кызылская ТЭЦ» по разработанному проекту 3011.16 (этап II) АО «СибИАЦ» на котлоагрегат БКЗ-75-39ФБ ст. № 9

2.3.1 Химическая очистка котлов

Химическая очистка котельных агрегатов – это мероприятие, которое производится соответствии с «Правилами технической эксплуатации станций» с целью защиты трубопроводов от коррозии [15].

Несмотря на использование ингибиторов в качестве антинакипина в системах теплоснабжения. В процессе эксплуатации котельных агрегатов на внутренних поверхностях водяного тракта образуются отложения в виде (кальциефостаных, железосилкатных, железокисных, медных). Они образуются на поверхностях нагрева котельных агрегатов и подлежат удалению. Один из способов удаления этих отложений водные отмывки, которые происходят во время их останова и растопок, а также при проведении соответствующих химических очисток. Определение количество отложений, образовавшихся на поверхностях нагрева, проводится после каждого отопительного сезона. Для этого из различных участков поверхностей нагрева вырезаются образцы труб. Далее определяется удельное количество отложений. Во всех методах химической очистки подразумевают использование большого объема химических реагентов и различных кислот, что требует особого строго внимания соблюдения правил техники безопасности при проведении очистки данными веществами, а также приводит к большому расход данных кислот и реагентов.

Химическая очистка котла должна производиться при загрязнении

поверхности нагрева 800-1000г/м² и более.

В данном случае на обрабатываемых поверхностях под воздействием кислоты очищаются поверхности нагрева, что уменьшает количество расхода топлива, а также увеличивает защищенность металла от коррозии при стабильных, переменных и пусковых режимах эксплуатации котлов. Благодаря очистки поверхности нагрева уменьшается расход топлива, что изменяет величину удельного расхода топлива на выработку электроэнергии и тепловой энергии.

Расчет экономического эффекта. [12]

В 2020 г. выработка электроэнергии составила 37 195 000 кВт.ч

Численное значение экономии, т.у.т:

$$\mathcal{E}_{\text{тут}} = ((37\,195\,000 \times 0,36) / 104) / 7,75 = 172,777 \text{ т. у. т,}$$

где 0,36 г/кВтч – ожидаемое изменение величины удельного расхода топлива на выработку электроэнергии после проведения химической очистки котлов;

0,775 млн. руб. – затраты на выполнение химической очистки котлов;

Стоимость сэкономленного топлива:

$C_{\text{T}} = 2020,56$ руб. — цена 1 т.у.т (за 2020г.);

$$C_{\text{T}} = \mathcal{E}_{\text{тут}} \times C_{\text{T}} \times 10^{-3} = 172,777 \times 2020,56 \times 10^{-3} = 349,106 \text{ тыс. руб.}$$

2.3.2 Устранение неплотности вакуумной системы, очистка трубного пучка конденсатора

Выполнение данного мероприятия позволит устранить пережоги по вакууму в конденсаторе [22].

Расчет составляющих экономического эффекта.

Снижение вакуума на 0,01 кгс/см² ведёт к увеличению удельного расхода топлива на 2,86 г/кВтч.

Изменение $\Delta W = -0,1$ кгс/см² приведёт к $\Delta v_g = 2,860,1 = 0,286$ г/кВтч; удельный расход топлива на выработку эл.эн. 2019г. составил 206,123 г/кВтч; фактическая выработка ЭЭ в 2019 г. составила 36415 тыс. кВт.ч.

Изменение удельного расхода топлива при снижении вакуума на 0,01 кгс/см²:

$$206,123 \times 0,286 = 58,951 \text{ г/кВтч}$$

$$V_{\text{тут}1} = 36,415 \times 57,951 = 2110 \text{ т. у. т;}$$

$$V_{\text{тут}2} = 36,415 \times 58,951 = 2146 \text{ т. у. т;}$$

Численное значение экономии, т.у.т:

$$\Delta V_{\text{тут}} = 2146 - 2110 = 36 \text{ т. у. т;}$$

Стоимость сэкономленного топлива (тыс. руб):

Ц_т = 1906,02 руб. – цена 1т.у.т (факт 2019г.)

$$C_{\text{т}} = V_{\text{тут}} \times C_{\text{т}} \times 10^{-3} = 36 \times 1906,02 \times 10^{-3} = 68,62 \text{ тыс. руб.}$$

2.3.3 Очистка поверхностей нагрева

Выполнение данного мероприятия позволяет снизить температуру уходящих газов, повысить КПД котлоагрегатов, снизить расход электроэнергии на тягу и дутье.

Экономический эффект (расчёт):

около 90,050 % составляет средне расчетный КПД котлов (факт 2020 года).

путём очистки наиболее загрязненных конвективных поверхностей нагрева от золовых отложений, ожидается увеличение КПД котлов на 0,05% за счет снижения температуры уходящих газов на 1-2⁰С и уменьшения потери тепла с уходящими газами.

Фактическая калорийность топлива в 2020г. – 6500 ккал/кг; Фактическая выработка пара котлами в 2020 г.:

$$Q_{п} = 644388 \text{ Гкал/год};$$

Расход топлива при КПД = 90,050% составляет:

$$B_1 = 644388 / (6,5000 \times 0,90050) = 110090,633 \text{ т/год}$$

КПД котлоагрегатов после выполнения мероприятий по доведению до нормативного значения сопротивления поверхностей нагрева, путём очистки наиболее загрязненных конвективных поверхностей нагрева (ВЭК) от золовых отложений составит 90,100 %.

Расход топлива котлоагрегатами при КПД=90,100 %:

$$B_2 = 644388 / (6,5000 \times 0,90100) = 110029,54 \text{ т/год}$$

Переводной коэффициент $6500/7000 = 0,929$

Численное значение экономии, тут (экономия в топливе):

$$B_{\text{тут}} = (110090,63 - 110029,54) \times 0,929 = 56,753 \text{ т. у. т}$$

Стоимость сэкономленного топлива (тыс. руб):

$C_{т} = 2020,56 \text{ руб.}$ – цена 1 тут (среднее за 2020 г.);

$$C_{т} = B_{\text{тут}} \times C_{т} \times 10^{-3} = 56,753 \times 2020,56 \times 10^{-3} = 114,67 \text{ тыс. руб}$$

2.3.4 Замена ламп накаливания на энергосберегающие лампы

Краткая характеристика мероприятия.

Замена 52 ламп накаливания ДРЛ-400 на EL-ДБУ-12-95-0297-65X в зданиях котельного и турбинного цехов производится с целью выполнения требований Федерального закона «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Замена ламп накаливания на энергосберегающие позволит снизить потребление электроэнергии на собственные нужды.

Расчет составляющих экономического эффекта представлен в таблице 2.4.

Таблица 2.4– Экономический эффект

| Показатели | усл. обозн | ед.изм ерения | 2016г. | 2017г. | 2018г. | 2019г. | 2020г. | расчет |
|--|------------|---------------|--------------|----------|--------------|----------|----------|--|
| Потребление электроэнергии и до проведения мероприятия | W1 | тыс кВ тч | 134,024 | 134,024 | 134,024 | 134,024 | 134,024 | ДРЛ-400 52 шт. |
| Потребление электроэнергии после проведения мероприятия | W2 | тыс.кВ тч | 29,959 | 29,959 | 29,959 | 29,959 | 29,959 | ЕЛ-ДБУ-12-95-0297-65X 52 шт. |
| Экономия электроэнергии после проведения мероприятия | ΔW | тыс.кВ тч | 104,065 | 104,065 | 104,065 | 104,065 | 104,065 | $\Delta W = W1 - W2$ |
| Удельный расход условного топлива на отпущенную электроэнергию | Вэ | г/кВтч | 206 | 206 | 206,058 | 206,123 | 206,133 | Отчетные данные За 2016- 2020 год |
| Снижение расхода топлива | ΔВ | тут | 21437,3 9 | 21437,39 | 21443,4 3 | 21450,19 | 21451,23 | $\Delta B = B_{\text{э}} \times \Delta W$ |
| Цена топлива | Ц | руб/тут | 1766,7 | 1821,78 | 1942,55 | 1906,02 | 2020,56 | Данные стоимости топлива |
| Стоимость сэкономленного топлива (без НДС) | Ст | тыс.руб | 37873,44 | 39054,31 | 41655,03 | 40884,59 | 43343,52 | $Ст = Ц \times \Delta B$ |

Итого: за 5 лет, в период с 2016-2020гг, экономический эффект от введения этого мероприятия составил 345 470 руб.

3 Практическая часть

3.1 Разработка мероприятий по энергосбережению

В настоящее время на Кызылской ТЭЦ разработаны и планируются к внедрению следующие мероприятия по энергоэффективности.

3.1.1 Замена горелочных устройств на котлоагрегатах БКЗ-75-39ФБ

Цель мероприятия:

Снижение расхода топлива на производство электрической и тепловой энергии, обеспечение низкого выхода оксидов азота и других токсичных элементов в окружающую среду.

Краткое описание мероприятия: замена улиточно-улиточных горелок на лопаточно-лопаточных горелок. Позволит повысить КПД, уменьшить температуру уходящих газов, увеличить мощность, повысить расчетное давление в барабане, повысить температуру горячего воздуха

Котельный агрегат БКЗ-75-39ФБ, ст. №9 однобарабанный, вертикально-водотрубный с естественной циркуляцией рассчитан на сжигание каменного угля Каа-Хемского месторождения, выполнен по классической «П» образной компоновке. Общий вид котла приведён на рис. 1.1. Топка котла выполнена в виде призмы и имеет следующие размеры: высота 16367 мм, ширина и глубина одинаковы и составляют 5804 мм. Объём топочной камеры составляет 454 м³. Шлакоудаление периодическое, немеханизированное. Золоудаление гидравлическое, механизированное. Основные технические характеристики котла приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Основные технические характеристики котла

| Наименование параметра | Значение |
|---|----------|
| Нагрузка котла, % | 100 |
| Паропроизводительность, т/ч | 75 |
| Давление в барабане котла, кгс/см ² | 43 |
| Давление на выходе из пароперегревателя, кгс/см ² | 39 |
| Температура питательной воды, °С | 104 |
| Температура перегретого пара на выходе, °С | 440 |
| Температура горячего воздуха, °С | 310 |
| Температура уходящих газов, °С | 135 |
| Коэффициент полезного действия (проектный до замены горелок), % | 90,5 |

Топочная камера открытого типа, с твердым шлакоудалением, экранирована трубами $\varnothing 60 \times 3$ мм. Трубы фронтального и заднего экранов в нижней части образуют холодную воронку. В верхней части камеры трубы заднего экрана разведены в четырехрядный фестон. Топочная камера оборудована четырьмя вихревыми лопаточно-лопаточными горелками, расположенными в один ярус с боков топки. Система пылеприготовления индивидуальная с прямым вдуванием и сушкой топлива горячим воздухом. Транспортировка пылевоздушной смеси осуществляется с помощью мельничных вентиляторов.

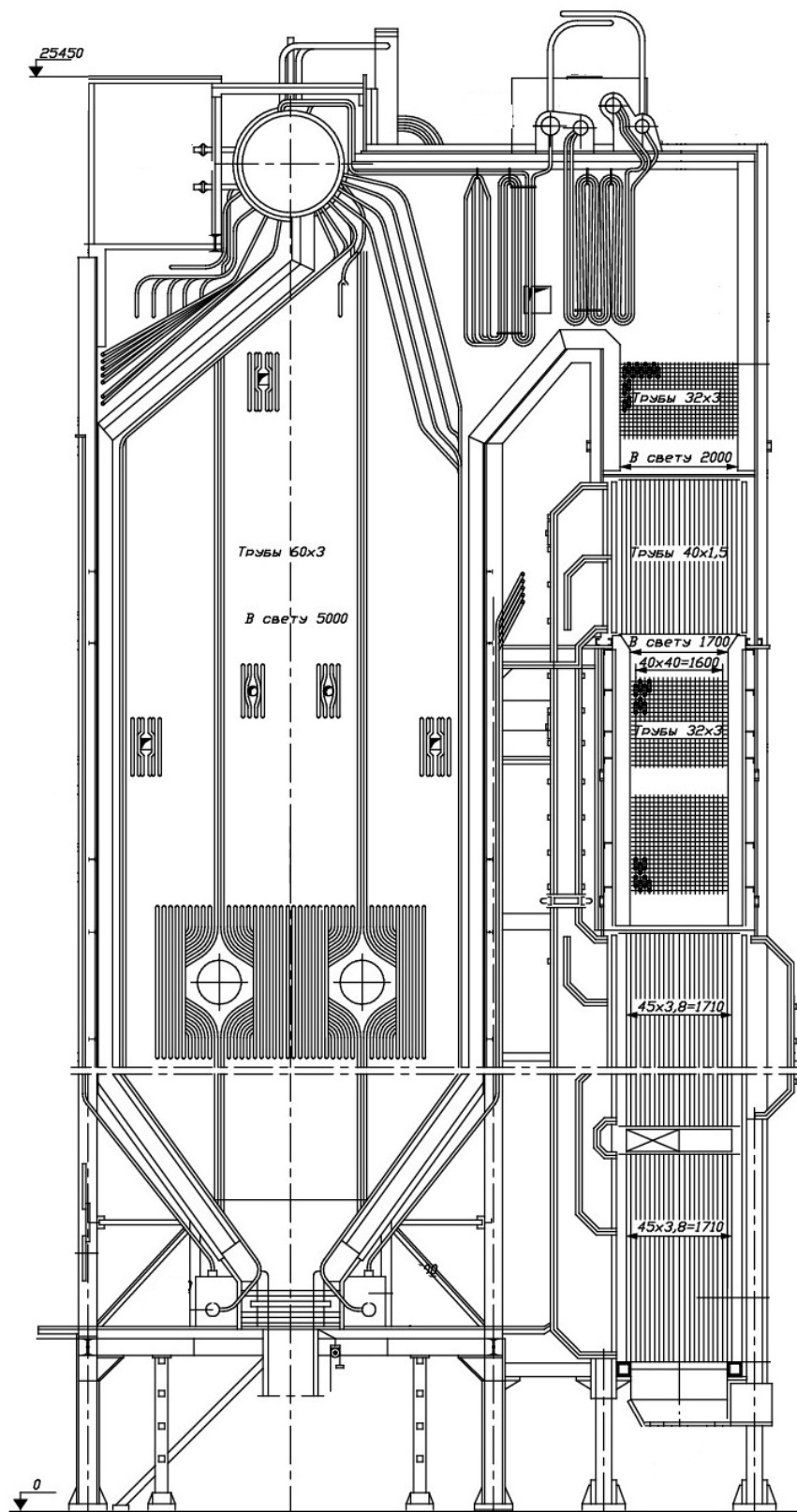


Рисунок 17 – Продольный разрез котла БК3-75-39ФБ.

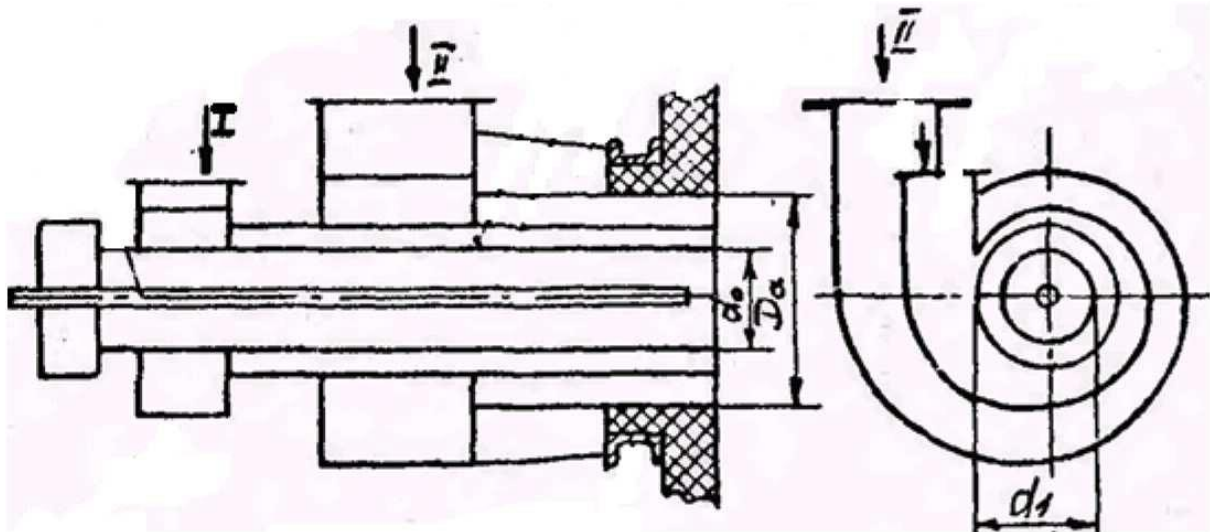


Рисунок 18 – Вихревая улиточно-улиточная горелка котла БКЗ-75-39ФБ (до технического перевооружения).

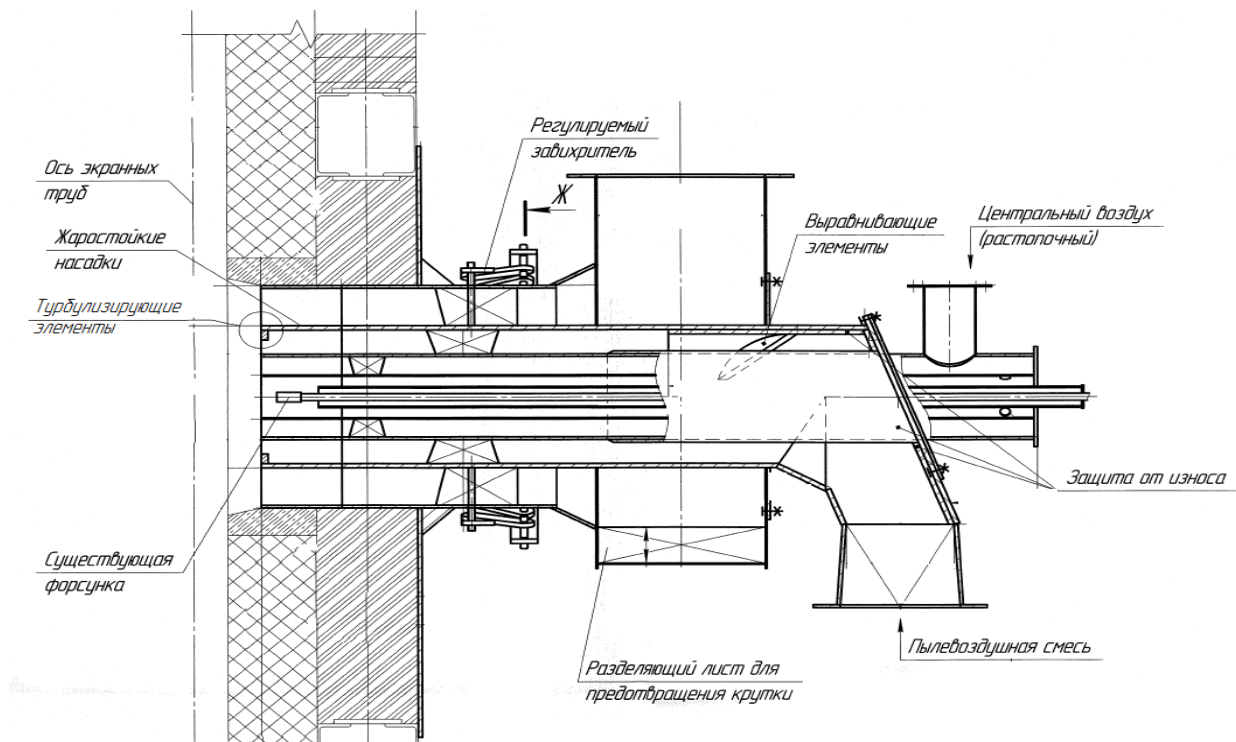


Рисунок 19 – Вихревая лопаточно-лопаточная горелка БКЗ-75-39ФБ

При растопке котла в первый от центральной трубы кольцевой канал горелки подается часть вторичного воздуха 40-50% от необходимого для полного сжигания растопочного топлива со скоростью $W=25$ м/с. При растопке

котла этот воздух обеспечивает начальное воспламенение топлива, остальной воздух подается через основной канал вторичного воздуха горелки. В выходной части растопочного канала устанавливается осевой завихритель, позволяющий обеспечить лучшее смешивание воздуха с дизельным топливом и, следовательно, стабильное горение топлива. При работе на пылевоздушной смеси целесообразно снижение расхода воздуха в данный кольцевой канал до величины, необходимой для охлаждения ($W \geq 5-7$ м/с).

Кольцевой канал аэросмеси предусматривает наличие в нём нерегулируемого аксиального лопаточного завихрителя с малой круткой. Параметр крутки выбран на основе расчетных моделей и положительного опыта внедрения на аналогичных горелочных устройствах, как оптимальный с точки зрения положения факела, баланса выгорания топлива и подавления оксидов азота.

Особенностью горелки является наличие на выходном участке канала аэросмеси турбулизирующих элементов, обеспечивающие лучшее зажигание пылевоздушной смеси и уменьшение эмиссии NO_x .

Таблица 3.2 – Проектные (расчетные) технические характеристики котла БКЗ-75-39ФБ до и после замены горелок

| Наименование параметра | Значение показателей | |
|--|------------------------------------|--|
| | до замены горелок | после замены горелок |
| Тип топлива (угля) | Каа-Хемский | |
| Тип горелки | Улиточно-улиточная | Лопаточно-лопаточная |
| Количество горелок на котле | 4 | |
| Регулировочный диапазон (не менее) | 50...75 т/ч 0,7...1,0 $D_{ном}$ | 37,5...82,5 т/ч 0,5...1,1 $D_{ном}$ |
| Расход топлива на котел при номинальной нагрузке | 8,44 т/ч | 9,32 т/ч |
| Мощность горелки при номинальной нагрузке | 16 МВт | 17,8 МВт |
| Расчетное давление в барабане | 42,2 атм | 42,8 атм |
| Рабочее давление перегретого пара | 39 атм | |

Окончание таблицы 3.2

| Наименование параметра | Значение показателей | |
|--------------------------------|----------------------|----------------------|
| | до замены горелок | после замены горелок |
| Температура перегретого пара | 440 °С | |
| Температура горячего воздуха | 310 °С | 322 °С |
| Температура уходящих газов | 153 °С | 142 °С |
| КПД «брутто» котла (расчетный) | 90,5% | 92,47% |

Экономический эффект составит:

Фактическая калорийность топлива в 2021г. – 6500 ккал/кг; Фактическая выработка пара котлами в 2021 г.

$$Q_{\text{п}} = 680965 \text{ Гкал/год};$$

Расход топлива при КПД = 90,050% составляет:

$$B_1 = 680965 / (6,5000 \times 0,90050) = 116339,64 \text{ т/год}$$

КПД котлоагрегатов после выполнения мероприятий после замены горелок составит 92,470 %.

Расход топлива котлоагрегатами при КПД=92,470 %:

$$B_2 = 680965 / (6,5000 \times 0,92470) = 113294,956 \text{ т/год}$$

Переводной коэффициент $6500/7000 = 0,929$

Численное значение экономии, тут (экономия в топливе):

$$B_{\text{тут}} = (116339,64 - 113294,956) \times 0,929 = 2828,511 \text{ т.у. т}$$

Стоимость сэкономленного топлива (тыс. руб):

$C_{\text{т}} = 2020,56 \text{ руб.}$ – цена 1 тут (среднее за 2021 г.);

$$C_{\text{т}} = B_{\text{тут}} \times C_{\text{т}} \times 10^{-3} = 2828,511 \times 2020,56 \times 10^{-3} = 5715,176 \text{ тыс.}$$

3.1.2 Обследование тепловых сетей г. Кызыла методом тепловизионной аэрофотосъемки с последующим циклом наземных диагностических работ

Цель мероприятия:

Выявление аварийных и потенциально-дефектных участков тепловых сетей на большой площади городской застройки.

Краткое описание мероприятия: Тепловизионный мониторинг является методом технического диагностирования трубопроводов тепловых сетей (проводится во исполнение ФЗ «О теплоснабжении» №190-ФЗ, ФНП ОРПД, ПТЭ тепловых энергоустановок). Обследование состояния изоляции наземных трубопроводов с определением потерь; плановое обследование подземных трубопроводов на предмет поиска утечек, дефектов, несанкционированных врезок с последующим циклом наземных диагностических работ. При аналитической обработке данных тепловизионного обследования возможно получить достаточно высокую точность для определения мест, требующих ремонта теплоизоляции или трубопровода. Очень важно найти участки теплотрасс с максимальными теплопотерями. Погрешность обнаружения проблемных мест достаточно низка – в пределах нескольких метров. Оформление заключений с указанием местоположения дефектов тепловой изоляции на трубопроводах надземной прокладки и подземной прокладки (с привязкой географических координат к РПК ГИС Zulu)



Рисунок 20 – Аэроустановка в видимом спектре

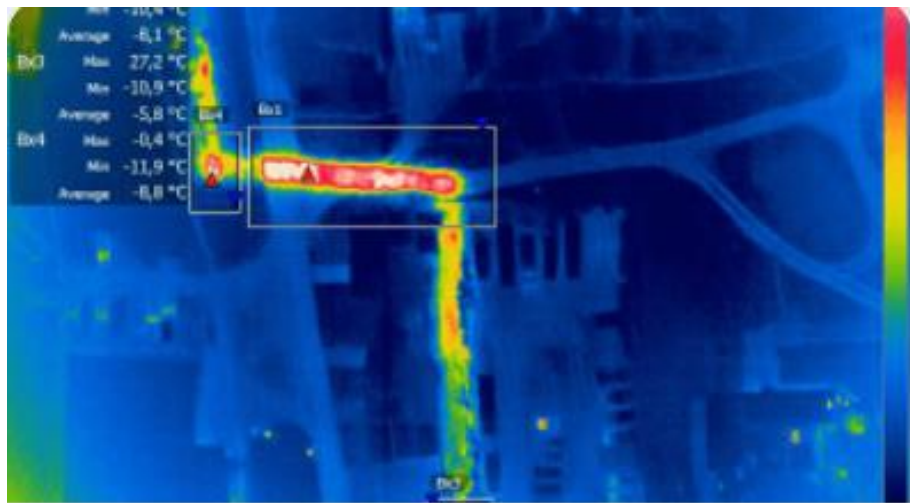


Рисунок 21 – Определение дефектов утечек и нарушение теплоизоляции

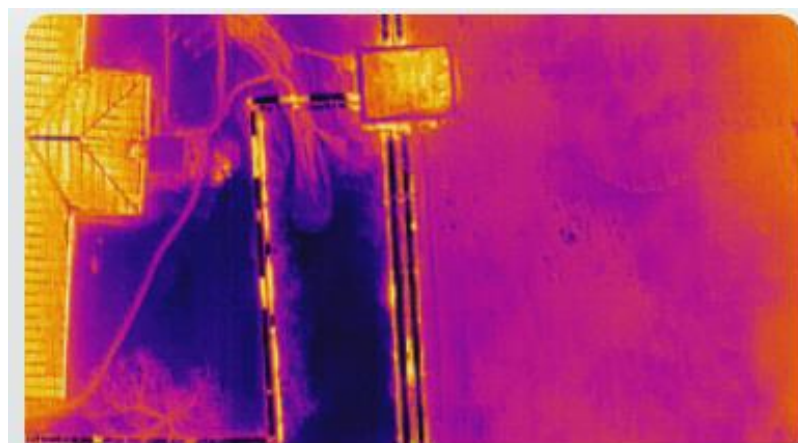


Рисунок 22 – Определение несанкционированных врезок

Таблица 3.3 – Сводная ведомость на обследование тепловых сетей г. Кызыла

| № п/п | Наименование услуг | Ед. изм. | Кол-во | Цена за единицу, руб. без НДС | Стоимость, руб. без НДС. |
|-------|---|----------|--------|-------------------------------|--------------------------|
| 1. | Линейная съемка и последующие наземные диагностические работы | п.км. | 46 | 9 025,00 | 415 150,00 |
| | ИТОГО без НДС, руб. | | | | 415 150,00 |

Расчет экономического эффекта:

При применении инфракрасного обследования теплотрасс, статистика оценки экономического эффекта составляет 5 %.

Полезный отпуск тепловой энергии с коллекторов в 2021 году составил 680965,00 Гкал

Примерное повышение полезного отпуска после проведения мероприятий после тепловизионной аэрофотосъемки 34048,25 Гкал

$C_{тэ} = 1533,36$ руб – цена 1 Гкал ;

$Ст = 34048,25 \times C_{тэ} \times 10^{-3} = 34048,25 \times 1533,36 \times 10^{-3} = 52\,208,22$ тыс. руб

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения ВКР на тему «Разработка мероприятий по энергосбережению на Кызылской ТЭЦ» были приведены и подробно описаны выполненные мероприятия по энергосбережению, приведены расчёты составляющих экономического эффекта.

В ходе выполнения работы была дана характеристика объекта исследования. Были раскрыты основные технологические процессы на предприятии. Проанализированы показатели выработки тепловой и электрической энергии.

Были рассмотрены мероприятия по энергосбережению в виде:

- химической очистки котельных агрегатов;
- устранение неплотности вакуумной системы, очистка трубного пучка конденсатора;
- очистка поверхностей нагрева;
- замена ламп накаливания на энергосберегающие лампы.

Были представлены мероприятия, планируемые к реализации 2023-2025 г.г. с описанием экономического эффекта и расчетами энергоэффективности:

- замена горелочных устройств на котлоагрегатах БКЗ-75-39ФБ;
- обследование тепловых сетей г. Кызыла методом тепловизионной аэрофотосъемки с последующим циклом наземных диагностических работ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ривкин, С. Л. Термодинамические свойства воды и водяного пара: справочник / С. Л. Ривкин, А. А. Александров. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Энергоатомиздат 1984. – 80 с
2. Арутюнян, А. А. Основы энергосбережения:[монография]. / А.А. Арутюнян.- Москва.: Энергосервис, 2007. – 593 с. – ISBN 978-5-900835-98-3.
3. Зиганшина, С. В. Совершенствование работы котельных установок ТЭС путем использования вторичных энергоресурсов.: Специальность 05.14.14 «Тепловые электрические станции», их энергетические системы и агрегаты» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Зиганшина Светлана Камиловна ; Казань, 2006.- 199 с.: ил. РГБ ОД, 61 06-5/2250.
4. Балаков Ю. Н. Безопасность тепломеханического оборудования и тепловых сетей в вопросах и ответах. / Ю. Н. Балаков - Москва.: Энергосервис, 2015. - 880 с. – ISBN 978-5-91245-015-0.
5. Сибикин М.Ю. Технология энергосбережения : учебник для вузов / М.Ю. Сибикин, Ю.Д. Сибикин. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Форум, 2012.- 352 с. – ISBN 978-5-44588-886-4.
6. Ерофеев, В. Л. Теплотехника: Учебник для вузов / В. Л. Ерофеев, П. Д. Семенов, А. С. Пряхин — Москва.: Академкнига, 2006. — 488 с. – ISBN 978-5-94628-331-1.
7. Бродов, М. Ю. Справочник по теплообменным аппаратам паротурбинных установок / Ю.М. Бродов, К. Э. Аронсон, А. Ю. Рябчиков, М.А. Ниренштейн ; под общ. ред. Ю.М. Бродова. — Москва : Издательский дом МЭИ, 2008. — 480 с. — ISBN 978-5-383-00970-3.
8. Анцев, И. Б. Основы проектирования внутренних электрических сетей / И.Б. Анцев, В.Н. Силенко. - Москва: Проспект Науки, 2010. - 272 с. . – ISBN 978-5-903090-37-2.
9. Сидельковский Л.Н. Котельные установки промышленных предприятий. Учебник для вузов/ Л.Н. Сидельковский, В.Н. Юрнев (стереотипно с 1988 г). — Москва.: Изд-во ООО «БАСТЕТ», 2009. – ISBN 978-5-903178-13-1.
10. Киреева, Э.А. Электроснабжение и электрооборудование организаций и учреждений (для бакалавров). Учебное пособие / Э.А.Киреева. — М.: КноРус, 2017. — 272 с. – ISBN 978-5-406-02531-4.
11. Лисенко, В.Г. Хрестоматия Энергосбережения / В.Г. Лисенко, Я. М.

Щелоков, М.Г. Ладышев. – Москва : Теплоэнергетик, 2012. — 699 с. – ISBN 5-98457-032-7.

12. Фрей, Д. А. Оценка экономической эффективности энергосбережения. Теория и практика / Д. А. Фрей, П. А. Костюченко - Москва: Теплоэнергетик, 2015. - 400 с. – ISBN 978-5-98385-016-3

13. Приказ Минэнерго России от 30.12.2008 N 323 (ред. от 30.11.2015) "Об утверждении порядка определения нормативов удельного расхода топлива при производстве электрической и тепловой энергии" (вместе с "Порядком определения нормативов удельного расхода топлива при производстве электрической и тепловой энергии") (Зарегистрировано в Минюсте России 16.03.2009 N 13512). Режим доступа: <https://1eяalacts.ru/doc/drikaz-minenergo-rossii-ot-30122008-n-323/>

14. Приказ Минтопэнерго РФ от 21.07.1999 N 241 (ред. от 07.07.2000) Об утверждении Порядка проведения обследования организаций, осуществляющих деятельность по хранению нефти и продуктов ее переработки и эксплуатации автозаправочных станций. — Режим доступа: <https://1eяalacts.ru/doc/prikaz-mintopenergo-rf-ot-21071999-n-241/>

15. РД 34.20.520-96 «Правила и нормы по защите трубопроводов тепловых сетей от электрохимической коррозии» — Режим доступа: https://www.rosteplo.ru/Npb_files/npb_shablon.php?id=2041

16. Стерман Л. С. «Тепловые и атомные электрические станции» / Л. С. Стерман, В. М. Лавыгин, С.Г. Тишин. Учебник для вузов. Москва: Издательство МЭИ, 2004 г. – ISBN 978-5-458-37558-0

17. Середкин, А. А. Разработка энергосберегающих мероприятий для комплекса «ТЭЦ-потребитель»: Специальность 05.14.14 «Тепловые электрические станции» / Середкин, Александр Алексеевич Улан- Удэ, 2003 131 с. РГБ ОД, 61:04-5/2037.

18. Клименко А. В. «Тепловые и атомные электрические станции». Справочник. Под ред. А.В. Клименко и В.М. Зорина. Москва.: МЭИ, 2003. (Теплоэнергетика и теплотехника, Ки.3) – ISBN 5-7046-0513-3.

19. Тояновский Б. М., Паровые и газовые турбины атомных электростанций / Б. М. Тояновский, Г. А. Филиппов, А. Е. Булкин. Москва.: Энергоатомиздат, 1985. - 255 с. – ISBN 3АЮ 314/БН2-23122016/05

20. Трухний А.Д., Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки / А. Д. Трухний, Б. В. Ломакин. - Москва: Издательство МЭИ, 2002. -540 с. – ISBN 5-7046-0722-5.

21. Федеральный закон от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_docLAW_93978/

22. Воробьев, Р. Н. Безлопаточные паровые турбины Воробьева для электроэнергетики малых мощностей / Р.Н. Воробьев. - Москва: Маска, 2013. - 152 с. . – ISBN 978-5-91146-912-2

23. Горяев А. Б. Энергосбережение при производстве и распределении тепловой энергии: (в примерах и задачах): учеб. пособие по курсу «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях» / Нац. исслед. ун-т «МЭИ»; Горяев А. Б. - Москва: МЭИ, 2012. - 63 с

24. Ярошенко П.А. Краснов И.Н. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности / П. А. Ярошенко И. Н. Краснов // ИСУП. — 2011. — № 6 (30). — С. 15-20. — ISBN 978-5-321-02435-5

25. СТУ 7.5–07–2021. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Красноярск : СФУ, 2021

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«Сибирский федеральный университет»
институт

«Электроэнергетика»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Коловский А.В. Коловский
подпись инициалы, фамилия

« 28 » июня 2022 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

код – наименование направления

Разработка мероприятий по энергосбережению на Кызылской ТЭЦ
тема

Руководитель Дулесова 28.06.22 доцент, каф. ЭЭ, к.э.н
подпись, дата должность, ученая степень

Н. В. Дулесова
инициалы, фамилия

Выпускник С.А. Федоров 28.06.22
подпись, дата

С. А. Федоров
инициалы, фамилия

Нормоконтролер И.А. Кычакова 28.06.22
подпись, дата

И.А. Кычакова
инициалы, фамилия

Абакан 2022