

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
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 2019г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(код и наименование специальности)

Разработка мероприятий по энергосбережению на Абаканской ТЭЦ
(наименование темы)

Руководитель _____
подпись, дата

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

Н.В.Дулесова
инициалы , фамилия

Выпускник _____
подпись дата

И.А.Шабалин
инициалы , фамилия

Нормоконтролер _____
подпись, дата

И.А.Кычакова
инициалы, фамилия

Абакан 2019

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
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 2019г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы**

Студенту Шабалину Ивану Александровичу
(фамилия, имя, отчество)

Группа ХЭн 15-02 (15-2) Направление (специальность) 13.03.02
номер код
«Электроэнергетика и электротехника»
наименование

Тема выпускной квалификационной работы Разработка мероприятий по энергосбережению на Абаканской ТЭЦ

Утверждена приказом по институту № 303 от 06.05.2019.

Руководитель ВКР Дулесова Н.В., к.э.н. доцент кафедры «Электроэнергетика»
(инициалы, фамилия, должность и место работы)

Исходные данные для ВКР количество абонентов; значения объемов потреблённой электрической энергии; бытовые характеристики домовладений

Перечень разделов ВКР:

Введение

1 Теоретическая часть

- 1.1 Основные понятия и определения
- 1.2 Энергосберегающие мероприятия
- 1.3 Факторы производства и ресурсосбережения

2 Аналитическая часть

- 2.1 Характеристика предприятия
- 2.2 Анализ выработки тепловой и электрической энергии
- 2.3 Внедрение мероприятий и их эффективность

3 Практическая часть

3.1 Разработка мероприятий по энергосбережению:

3.1.1 Внедрение системы шарикоочистки (СШО) конденсатора КГ-2-6200-1 турбины Т-110/120-130-5 ст.№3

3.1.2 Установка высоковольтного частотного преобразователя для управления одним из группы сетевых насосов (СЭН №3,4,6) расположенных в помещении пиковой пусковой котельной

Заключение

Список использованных источников

Перечень графического материала:

1. Анализ выработки тепловой и электрической энергии
2. Факторы производства и ресурсосбережения
3. Мероприятия по энергосбережению

Руководитель ВКР

подпись

/Н.В. Дулесова
инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению

подпись

/И.А. Шабалин
инициалы, фамилия

17.10.2018г.

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа на тему «Разработка мероприятий по энергосбережению на Абаканской ТЭЦ» содержит 60 страниц текстового документа, 25 использованных источников, 3 листа графического материала.

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

Объектом исследования являются мероприятия Абаканской ТЭЦ.

Предметом исследования являются: являются методы, способы и средства выработки мероприятий.

Целью выполнения выпускной квалификационной работы является

В работе над выпускной квалификационной работой были получены следующие результаты:

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

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

ABSTRACT

Bachelor's work on "Development of energy saving measures at Abakan CHP" contains 58 pages of a text document, 25 sources used, 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 Abakan CHP.

The subject 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 Abakanskaya CHP;
- proposed energy saving measures at Abakan 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 Abakan CHP.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 Теоретическая часть.....	8
1.1 Основные понятия и определения.....	8
1.2 Энергосберегающие мероприятия.....	15
1.3 Факторы производства и ресурсосбережения.....	16
2 Аналитическая часть.....	20
2.1. Характеристика предприятия.....	20
2.2 Анализ выработки тепловой и электрической энергии.....	22
2.3 Внедрение мероприятий и их эффективность.....	34
3 Практическая часть.....	41
3.1 Разработка мероприятий по энергосбережению.....	41
3.1.1 Внедрение системы шарикоочистки (СШО) конденсатора КГ-2-6200-1 турбины Т-110/120-130-5 ст.№3.....	41
3.1.2 Установка высоковольтного частотного преобразователя для управления одним из группы сетевых насосов (СЭН №3,4,6) расположенных в помещении пиковой пусковой котельной.....	46
3.1.3 Доведение до нормативного значения величины присосов в конвективные шахты котлоагрегатов (устранение присосов по котлоагрегатам ст. №1, 2, 3, 4, 5).....	56
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	57
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	58

ВВЕДЕНИЕ

Энергоэффективность и энергосбережение входят в пять стратегических направлений приоритетного технологического развития экономики страны, обозначенных Президентом Российской Федерации.

Формирование и реализация ресурсосбережения на всех уровнях управления – один из важнейших вопросов, так: как, во-первых, ресурсоемкость является второй стороной товара (первая – качество), во-вторых, Россия по эффективности использования ресурсов значительно отстает от промышленно развитых стран Запада.

Поэтому, на сегодняшний день основной из приоритетных задач экономики России является ресурсосбережение. Из-за ограниченности экономических ресурсов наиболее высокие результаты производственной деятельности любого предприятия зависят от эффективного их использования.

Ресурсосбережение оказывает влияние на процессы производства энергии на ТЭЦ (связанные с экономией топлива) и на формирование себестоимости продукции.

Факторы ресурсосбережения являются неотъемлемой частью данных процессов.

Основным Федеральным законом России в области энергоэффективности и ресурсосбережения является: Федеральный закон от 23.11.2009 № 261–ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»[21].

1 Теоретическая часть

1.1 Основные понятия и определения

Теплоэлектроцентраль (ТЭЦ) – разновидность тепловой электростанции, которая не только производит электроэнергию, но и является источником тепловой энергии в централизованных системах теплоснабжения (в виде пара и горячей воды, в том числе и для обеспечения горячего водоснабжения и отопления жилых и промышленных объектов).

Барабанный котел – котел, в котором образование пара и его отделение от воды происходит в барабане, из которого пар поступает в пароперегреватель, а затем в паровую турбину.

Быстродействующая редукционно – охладительная установка (БРОУ) – РОУ, служащая для быстрого сброса пара, генерируемого котлом, через обвод паровой турбины в конденсатор при аварийных ситуациях.

Редукционно-охладительная установка (РОУ) – установка, служащая для уменьшения давления пара и снижения его температуры путем впрыска воды.

Вакуум – в широком смысле слова – давление среды, меньше атмосферного. В узком смысле на ТЭС под вакуумом понимают отношение разрежения к барометрическому давлению, выраженное в процентах.

Вал ротора турбины – элемент ротора турбины, соединенный с дисками, на которых располагаются рабочие лопатки.

Ватт – единица мощности в системе СИ ($1 \text{ Вт} = 1 \text{ Дж/с}$).

Вертикальные сетевые подогреватели сетевой воды – подогреватели сетевой воды с вертикально расположенной трубной системой в вертикальном цилиндрическом корпусе.

Водогрейный котел – котел для нагрева сетевой воды на районных тепловых станциях (РТС) для последующего направления в тепловую сеть для теплоснабжения жилых домов и предприятий.

Воздухоохладитель – часть трубного пучка теплообменной поверхности конденсатора и сетевого подогревателя, служащая для максимального охлаждения паровоздушной смеси перед ее отсосом эжектором из парового пространства теплообменника.

Воздухоподогреватель – теплообменник котла, служащий для утилизации теплоты уходящих газов и нагрева воздуха, подаваемого в топку.

Выработка электроэнергии на тепловом потреблении – показатель качества теплофикационной турбины, представляющий отношение выработанной энергии к отпущенному теплу за одинаковый период времени.

Гигаватт – единица измерения мощности (1 ГВт = 10⁹ Вт)

Гигакалория – единица измерения тепловой энергии, в частности тепла, отпускаемого ТЭЦ или котельными (1 Гкал = 10⁹ ккал)

Мегаватт – единица мощности (1 МВт = 10³ кВт)

Мегакалория – единица тепловой энергии (1 Мкал = 10⁶ ккал)

Горизонтальный сетевой подогреватель (ПСГ) – подогреватель сетевой воды, трубная система которого расположена горизонтально.

Градирия – строительное сооружение в виде вытяжной башни, обеспечивающей тягу воздушной массы. Внутри башни с помощью разбрызгивающих устройств распыляется нагретая в конденсаторе охлаждающая вода. За счет ее испарения в количестве примерно 1 % происходит охлаждение воды, и она снова циркуляционными насосами подается в конденсатор.

Давление – результирующая сила ударов молекул газа или пара, действующих на единицу площади сосуда, в котором они заключены.

Деаэратор – основной элемент деаэрационной установки, служащий для удаления газов, растворенных в конденсате, вызывающих коррозию конденсатно-питательного тракта и внутренних поверхностей нагрева котла.

Деаэраторное отделение – помещение главного корпуса ТЭС между турбинным и котельным отделением для размещения деаэраторов.

Дымовая труба – вертикальный канал, служащий для рассеивания вредных продуктов сгорания и других выбросов, содержащихся в уходящих газах котлов и ГТУ, в атмосфере на возможно большей площади.

Дымосос – вытяжной вентилятор, служащий для создания разрежения в топке котла.

Киловатт час – единица энергии, в частности принятая для измерения выработанной и отпущенной электрической энергии на электростанциях (1 кВт·ч = 860 ккал).

Конденсатор – теплообменный аппарат, основной элемент конденсационной установки, служащей для конденсации пара, отработавшего в турбине, при низком давлении, составляющем 3–8 кПа.

Котел – совокупность устройств, обеспечивающих образование пара или горячей воды путем подвода к ним тепловой энергии от сжигаемого топлива. Различают котлы энергетические и водогрейные, барабанные и прямоточные.

Охлаждающая вода – вода, поступающая в трубный пучок конденсатора для обеспечения его низкой температуры и соответственно низкого давления конденсации из реки, пруда-охладителя или градирни.

Парковый ресурс – наработка однотипных по конструкции и условиям эксплуатации объектов, при которой не происходит отказов работоспособности.

Паровая турбина – энергетическая турбомашина, элемент парового турбоагрегата, преобразующий потенциальную энергию пара высоких параметров в механическую энергию вращения ее ротора, приводящего электрогенератор.

Пиковый водогрейный котел – котел, устанавливаемый на ТЭЦ, для дополнительного нагрева прямой сетевой воды сверх нагрева в сетевых подогревателях паровой турбины в холодное время года. Обычно этот нагрев осуществляется в пределах 100 – 150 С.

Питательная вода – вода, поступающая в котел.

Питательный насос – насос, служащий для создания давления перед котлом и, в конечном счете, начального давления пара перед турбиной. Различают питательные электронасосы (ПЭН) и питательные турбонасосы (ПТН).

Подогреватель высокого давления (ПВД) – теплообменник системы регенерации высокого давления, служащий для нагрева питательной воды паром из отбора турбины перед ее подачей в котел.

Ресурс – суммарная наработка турбины от начала эксплуатации до предельного состояния.

Сетевая вода – непрерывно циркулирующее рабочее тело, подготовленное в специальных подпиточных установках теплосети, обеспечивающее доставку тепловой энергии от ТЭЦ или РТС ее потребителям. Различают сетевую воду прямую и обратную.

Сетевой подогреватель – теплообменный аппарат, в котором нагревается сетевая вода, проходящая внутри трубной системы, за счет теплоты конденсации греющего пара, отбираемого из проточной части турбины.

Твердое топливо – минеральное топливо (угли, лигниты, торф), используемое для сжигания на паротурбинных ТЭС.

Тепловая мощность – количество тепла, произведенного или потребленного в единицу времени. Обычно она измеряется в Гкал/ч и иногда в МВт.

Тепловая схема – графическое изображение оборудования и паропроводов ТЭС.

Тепловая электрическая станция – промышленное предприятие, вырабатывающее тепло и электрическую энергию, используя энергию, заключенную в сжигаемом топливе.

Теплоноситель – рабочее тело теплообменников, в частности ядерных реакторов, подвергаемое нагреву или охлаждению. Нагреваемый теплоноситель называют горячим, а охлаждаемый – холодным.

Теплопроводы – трубопроводы прямой и обратной сетевой воды, расположенные вне ТЭЦ и РТС.

Теплосеть – система теплопроводов, насосных станций и теплообменных аппаратов, обеспечивающая непрерывную подачу тепловой энергии в виде горячей воды потребителям и ее возврат на ТЭЦ или РТС.

Топка котла – пространство в котле, где происходит горение факела топлива.

Трансформатор – электрическое устройство, служащее для повышения электрического напряжения, создаваемого электрогенератором, с целью уменьшения потерь электроэнергии в линиях электропередачи.

Турбоагрегат – совокупность паровой турбины, электрогенератора и возбuditеля, объединенных одним валопроводом, обеспечивающая преобразование потенциальной энергии пара в электроэнергию.

Удельный расход условного топлива – количество условного топлива в граммах, потребляемое ТЭС для выработки 1 кВт ч электроэнергии.

Условное топливо – гипотетическое топливо с теплотой сгорания $7000 \text{ ккал/кг} = 29,33 \text{ МДж/кг}$.

Усталость металла – явление разрушения материала под действием большого числа сравнительно небольших нагрузок, переменных во времени, приводящих к появлению трещин и их росту до критического размера, после чего следует внезапное хрупкое разрушение.

Факел – область высокой температуры в топке котла или камере сгорания, в которой происходит химическая реакция горения топлива.

Централизованное теплоснабжение – снабжение потребителей теплом от ТЭЦ или РТС и разветвленной теплосети.

Циркуляционный насос – насос, подающий охлаждающую воду в трубный пучок конденсатора турбины.

Электрическая мощность – мощность на зажимах электрогенератора турбоагрегата.

Электродгенератор – электрическая машина, преобразующая механическую энергию вращения ее ротора в электрический ток, подаваемый на трансформатор ТЭС.

Электроэнергетика – подсистема энергетики, охватывающая производство электроэнергии на электростанциях и ее доставку потребителям по линиям электропередачи.

Энергетика – совокупность больших естественных и искусственных подсистем, служащих для преобразования, распределения и использования энергетических ресурсов всех видов.

На тепловых электростанциях (ТЭС) источником энергии является органическое топливо, прежде всего уголь, а также горючие сланцы, нефтяной мазут, газ.[6] Система технологий теплоэнергетики состоит из следующих звеньев (при работе на угле)[16].

1. Добыча угля (подземным или открытым способом).
2. Обогащение и подготовка к сжиганию.
3. Сжигание угля и получение пара высокого давления.
4. Конверсия тепловой энергии пара последовательно в механическую энергию турбоэлектродгенератора и электрическую (в одном блоке турбоэлектродгенератора).

Основное оборудование паротурбинных ТЭС[9]:

1. Котлоагрегат (паровой котел, пароперегреватель).
2. Турбогенератор (паровая турбина, соединенная с электродгенератором).

Тепловые электростанции, на которых в качестве привода электродгенераторов применяют так называемые конденсационные турбины, называют конденсационными электростанциями (КЭС). [4]

Стратегия ресурсосбережения – это комплекс принципов, факторов, методов, мероприятий, обеспечивающих неуклонное снижение расхода совокупных ресурсов на единицу валового национального продукта, либо на единицу полезного эффекта конкретного товара при условии обеспечения безопасности страны, экосистемы.

Принципы ресурсосбережения [5]:

- совершенствование структуры потребляемых ресурсов путем уменьшения доли экспорта сырьевых ресурсов, увеличения удельного веса экологически чистых и эффективных видов ресурсов;
- повышение коэффициентов извлечения из недр полезных ископаемых;
- увеличение доли ресурсосберегающих технологий;
- анализ использования ресурсов по всем стадиям жизненного цикла объектов;
- развитие методов анализа, прогнозирования, оптимизации и стимулирования улучшения использования ресурсов;
- применение научных подходов менеджмента при разработке проблем ресурсосбережения.

Для уровня фирм перечисленные принципы должны адаптироваться к конкретным объектам, технологиям, возможностям, стандартам.

Методы ресурсосбережения – конкретные технологические способы, организационные и другие методы экономии расхода ресурсов на единицу полезного эффекта (работы) по новому варианту инвестиционного проекта по сравнению с заменяемым вариантом. Методы ресурсосбережения реализуются через организационно – технические мероприятия, например, по замене физически или морально устаревших технологий, оборудования, организационных проектов, экономических и других методов менеджмента.

Энергетический ресурс (ЭР) – носитель энергии, энергия которого используется или может быть использована при осуществлении хозяйственной или иной деятельности, а также вид энергии (атомная, тепловая, электрическая, электромагнитная или другой вид энергии).

Энергосбережение – реализация организационных, правовых, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объёма используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования (в том числе объёма произведённой продукции, выполненных работ, оказания услуг).[23]

Энергетическая эффективность – характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведённым в целях получения такого эффекта, применительно у продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю.

1.2 Энергосберегающие мероприятия

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]

Производства затрачивают свои финансы на сырьё и материалы, топливо, на эксплуатационные работы, но самым дорогим является оплата за энергетическую составляющую.

Энергосберегающие мероприятия, которые проводятся на предприятии позволяют значительно сократить затраты на энергоносители и тем самым положительно влиять на технико-экономические показатели работы предприятия или производства. Это сразу наблюдается в увеличении рентабельности и улучшении конкурентоспособности выпускаемой продукции за счет снижения себестоимости выпускаемой продукции или услуг.[11]

Энергосбережение на предприятии ведётся по следующим направлениям:
[24]

- увеличение эффективности производственного процесса;
- экономия энергоресурсов.

На сегодняшний день используется ряд эффективных способов для экономии электроэнергии. Основные из них:

- модернизация оборудования;
- применение энергосберегающих технологий;
- уменьшение потерь электроэнергии в электроприемниках и системах электроснабжения;

- регулирование режимов работы оборудования;
- улучшение качества электроэнергии.

Можно применить очень много способов энергосбережения. Энергия и деньги это две важные мотивации на пути к энергосбережению. Если доступ к энергии имеет лимит, то это дополнительная мотивация к экономии (например, лимитирование на использование газа).

1.3 Факторы производства и ресурсосбережения

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



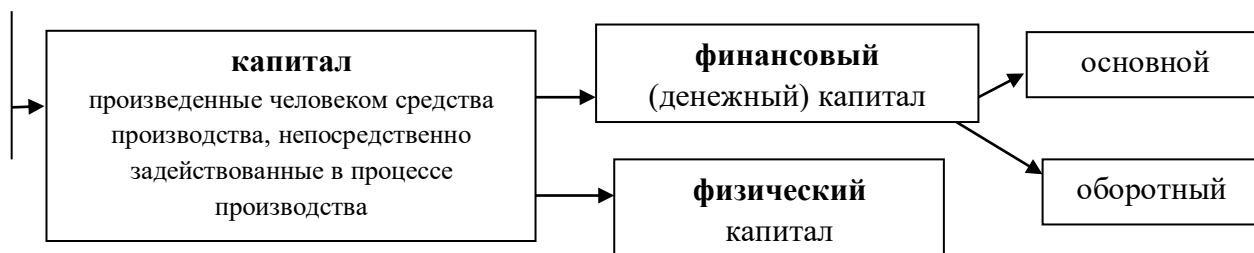


Рисунок 1 – Факторы производства

Каждый фактор производства создает определенный факторный доход, приведенный в таблице 1:

Таблица 1 – Факторный доход

Фактор производства	Факторный доход
Труд	Заработная плата
Земля	Рента
Капитал	Процент
Предпринимательство	Прибыль

На Абаканской ТЭЦ эти производственные факторы выглядят следующим образом:

Первый фактор – труд: численность персонала Абаканской ТЭЦ составляет 576 человек, в том числе 572 промышленно-производственного персонала.

Второй фактор – земля. Абаканская ТЭЦ осуществляет свою деятельность благодаря использованию таких полезных ископаемых, как уголь и мазут, которые являются ценными видами топлива на основе углеводородов. Расход топлива в 2018 году составил: уголь 1644537 т.н.т, мазут 1180 т.н.т.

Третий фактор – предпринимательские способности (предпринимательство).

На Абаканской ТЭЦ работает высокопрофессиональный коллектив. Постоянно происходит обучение и повышение квалификации всех уровней работающих, от рабочих до высшего руководства. 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. На своём балансе, Абаканская ТЭЦ имеет здания, сооружения, оборудование, цеха, механизмы, агрегаты. Всё это является основным финансовым капиталом. Кроме того, есть оборотные активы, посредством которых предприятие ведёт свою финансово-экономическую деятельность.

Актуальным вопросом решения экономических и экологических проблем является ресурсосбережение, которое, при правильном решении, влияет на повышение конкурентоспособности за счет снижения затрат и уменьшения цены.

Ресурсосбережение – это совокупность мер по экономному и эффективному использованию всех факторов производства, общее свойство которых состоит в потенциальной возможности их участия в производстве (производственные ресурсы) и в потреблении (потребительские ресурсы). Ресурсосбережение означает использование всех видов ресурсов (материальных, трудовых, природных, финансовых и других) для решения задач экономического и социального развития.

В связи с переходом к интенсивному ресурсосберегающему типу экономического роста, основанного на использовании достижений НТР, снижении фондоемкости и материалоемкости продукции, повышения производительности труда, улучшении технико-экономических показателей и качества продукции возрастают возможности ресурсосбережения. Важное значение в решении проблемы ресурсосбережения имеет научно-технический прогресс.

Основной задачей ресурсосбережения, как науки, является экономия материальных ресурсов. Экономить материальные ресурсы можно по-разному: можно их меньше тратить (для этого устанавливают нормы), а можно внедрять новые технологии.

Ресурсосберегающая деятельность включает проведение комплекса мероприятий технического, экономического, организационного и социально-психологического характера, направленных на:

- улучшение структуры материалопотребления и внедрение эффективных заменителей;
- предотвращение образования отходов и рациональное использование их неиспользованной, возобновляемой части;
- совершенствование нормирования расхода материальных ресурсов и обеспечение снижения их удельного расхода на единицу продукции;
- оптимизацию управления запасами товарно-материальных ценностей;
- сокращение потерь материальных ресурсов на этапах транспортировки и хранения.

Экономические факторы обуславливают создание условий, способствующих рационализации процесса использования материальных ресурсов на предприятии. Фактически это условия успешной реализации конструктивных, технологических, инновационных и организационных факторов. К экономическим факторам относятся:

- система экономического (морального и материального) стимулирования работников;
- стимулирование основных и вспомогательных рабочих, обслуживающего и административного персонала за экономию материалов и топливно-энергетических ресурсов;
- стимулирование работников к увеличению использования отходов и вторичных ресурсов;
- система экономической ответственности за нерациональное использование материальных ресурсов;

– повышение материальной ответственности исполнителей за перерасход сырья, материалов, топлива, энергии, воды, за нарушение технологического процесса, допущение брака в работе и др;

– экономическое состояние предприятия в условиях, когда предприятия самостоятельно распоряжаются получаемой прибылью, важным фактором повышения эффективности материалопотребления является результативность деятельности предприятия. Успешная производственно-хозяйственная деятельность позволяет предприятию уделять достаточно внимания и средств рациональному и экономному использованию материальных ресурсов (проведение НИОКР, закупка новой техники, совершенствование технологий, материальное стимулирование и т.д.).

2 Аналитическая часть

2.1. Характеристика предприятия

Тепловая электрическая станция является жизненно необходимым объектом для нормального существования любого города, особенно в климатических условиях Сибири. Она обеспечивает население города теплом и горячей водой, а также снабжает промышленность необходимым количеством пара. Кроме того станция производит электрическую энергию.

Бурный рост города, приводит к дефициту тепла и электроэнергии. Поэтому установленной мощности первой очереди любой ТЭЦ недостаточно для развития города, и в связи с этим на этапе проектирования станции прорабатываются этапы строительства второй, третьей и последующих очередей.

Первый блок Абаканской ТЭЦ был введен в эксплуатацию в апреле 1982 года, и он состоял из одного котла и одной турбины. Установленная мощность на тот период составляла 65 МВт/ч. В настоящее время Абаканская ТЭЦ на своём балансе имеет пять котлов и четыре турбогенератора, установленной мощностью 406 МВт/ч.

Юридическое лицо: ООО «Сибирская Генерирующая Компания», филиал «Абаканская ТЭЦ», АО «Енисейская ТГК (ТГК-13)».

Абаканская ТЭЦ является флагманом тепловой энергетики Республики Хакасии и основным поставщиком тепла для Абакана. Она обеспечивает теплом более 95 % потребителей в столице Хакасии, закрывает потребность в электроэнергии двух самых крупных городов республики – Абакана и Черногорска, а кроме того, снабжает ряд предприятий города промышленным паром. В настоящее время прорабатывается вопрос о подключении города Черногорска к теплоснабжению от Абаканской ТЭЦ.

Как уже говорилось выше, на Абаканской ТЭЦ на текущий момент находится в эксплуатации:

1) Четыре энергетических котла типа БКЗ-420-140 ПТ-2 ст. № 1, 2, 3, 4 паропроизводительностью 420 т/ч каждый и энергетический котёл Е-500-13,8-560-БТ ст. № 5 паропроизводительностью 500 т/ч.

На балансе ТЭЦ состоит паровой котёл ГМ-50-14 теплопроизводительностью 33 Гкал/ч, (давление пара 13 кгс/см²).

2) Четыре паровых турбины: ПТ-60-130/13-1,2 ст. № 1; Т-110/120-130 ст. № 2; Т-110/120-130-5 ст. № 3 и КТ-136-12,8 ст. №4.

Установленная мощность станции 406 МВт/ч.

Основное топливо – Бородинский бурый уголь Канско-Ачинского бассейна, растопочное топливо - мазут.

Функции: производство и выработка электроэнергии, пара и горячей воды, а так же теплоснабжение города Абакана.

Особенность функционирования: в результате сжигания бурого угля в котлах Абаканской ТЭЦ происходит выработка пара, которым происходит вращение лопастей турбин в турбогенераторах и соответственно, происходит выработка электроэнергии.

Технико-экономические показатели. Основной целью является бесперебойная подача горячего водоснабжения и электрической энергии жителям города Абакана.[8]

Результатам деятельности является тепло и свет в квартирах, промышленных предприятиях, школах, садах и других социально-бытовых объектах города Абакана.

Основными этапами и процессами являются приём и складирование топлива для Абаканской ТЭЦ – бурого угля. Второй этап: подача угля со склада Абаканской ТЭЦ в котлы котельного цеха. Третий этап: сжигание угля – выработка пара в котлах Абаканской ТЭЦ. Четвёртый этап: подача пара в турбогенераторы, вращение паром турбин и генераторов. Выработка электроэнергии. Пятый этап: выдача электроэнергии на шины ОРУ – 110 кВ (Открытое Распределительное Устройство). Шестой этап: ОРУ – 110 потребителям (жителям города Абакана). Седьмой этап: сконденсированный в турбогенераторах пар в виде горячей воды собирается в конденсаторах и затем подаётся в виде горячей воды на теплоснабжение города Абакана.

Информационные ресурсы необходимые для жизнедеятельности предприятия, соединены в единую сеть. Внутренняя, информационная сеть отключена от внешних вмешательств. Управление котлоагрегатами и турбогенераторами компьютеризировано, поэтому для предотвращения несанкционированно вмешательства в управление основными и вспомогательными механизмами, внутренняя сеть локальна и защищена.

2.2 Анализ выработки тепловой и электрической энергии

Подготовка нормативной базы в области энергосбережения строится на принятом плане мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в РФ, в целях реализации федерального закона № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Работа правительства РФ в этой сфере: создание правовой базы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности и реализация пилотных проектов.

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]

Однако энергоаудит сам по себе не несет мгновенной или быстрой прибыли, на что в основном нацелены современные инвесторы.

В этом случае нельзя забывать о таком инструменте исследований, как глубокий статистический анализ. Он, как правило, наиболее достоверен, независим от конъюнктуры, охватывает большой объем информации, менее затратен.

Ниже представлены графики ТЭП за последние 6 лет (выработка и отпуск электроэнергии, отпуск тепла, удельные расходы топлива на отпускаемые электроэнергию и тепло, удельный расход электроэнергии на собственные нужды на производство электроэнергии и тепла).

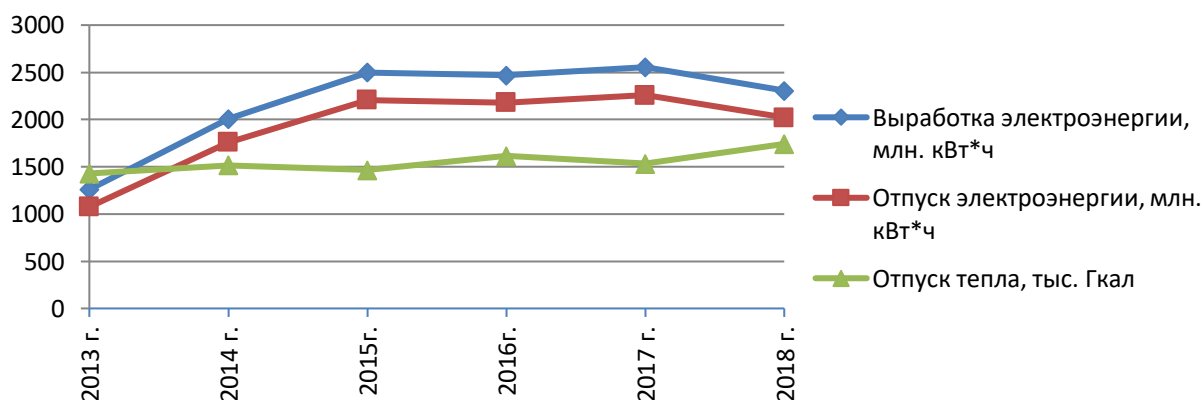


Рисунок 2 – График выработки и отпуск электроэнергии, отпуск тепла Абаканской ТЭЦ за 2013-2018 гг.

Относительно факта 2013 года общая выработка в 2014 году увеличилась на 747848 тыс. кВтч. Увеличение произошло вследствие ввода в 2014 году генерирующего оборудования ДПМ (турбоагрегат КТ-136-12,8 ст. №4) и его работой, преимущественно, в конденсационном режиме (вследствие выдерживания диспетчерского графика электрических нагрузок).

Отпуск тепловой энергии за 2014 год составил 1517 тыс. Гкал. План выполнен на 100,8 %.

Увеличение отпуска тепла на 88 тыс. Гкал (8,31 %) по сравнению с фактом 2013 года объясняется холодными погодными условиями февраля, ноября и декабря 2014г., а также увеличением расхода сетевой воды в связи с подключением дополнительных потребителей жилищного сектора (развитие инфраструктуры города Абакан).

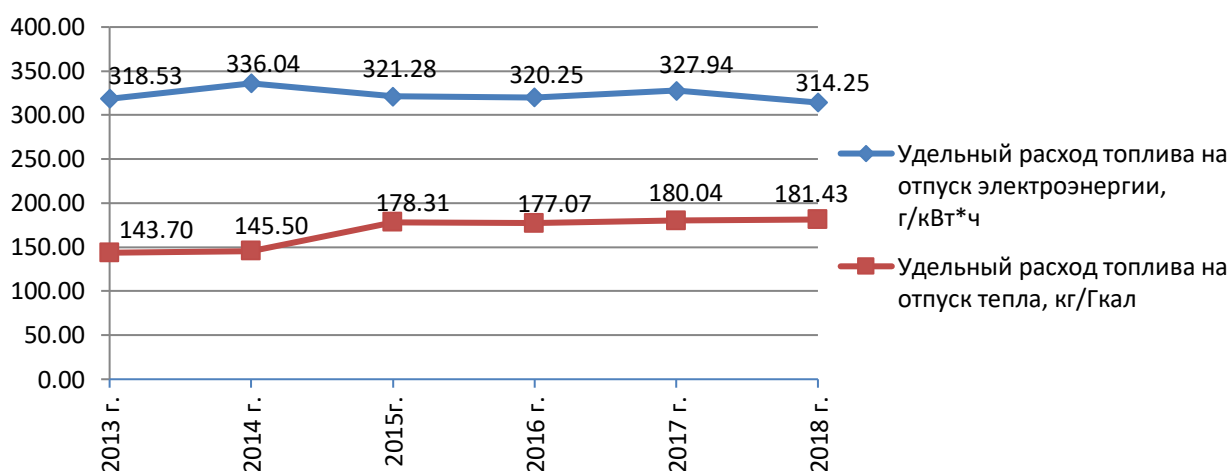


Рисунок 3 – График удельного расхода топлива на отпускаемые электроэнергию и тепло Абаканской ТЭЦ за 2013-2018 гг.

Удельный расход условного топлива на отпуск электроэнергии за 2014 год составил 336,04 г/кВтч, что выше факта 2013 года 318,53 г/кВтч.

Увеличение УРУТ на отпущенную электроэнергию в 2014 году на 18 г/кВтч относительно факта 2013 года объясняется увеличением доли конденсационной выработки на 17,6 % вследствие изменения соотношения

выработки электроэнергии (рост на 59,4%) и отпуска тепла (рост на 6,2%), что привело к снижению эффекта теплофикации и увеличению УРУТ.

Удельный расход условного топлива на отпущенную тепловую энергию за 2014 год составил 145,5 кг/Гкал, при факте 2013 года 143,7 кг/Гкал.

Увеличение УРУТ на отпуск тепловой энергии сначала года на 1,8 кг/Гкал относительно факта 2013 года связано с увеличением доли конденсационной выработки на 17,6 % вследствие изменения соотношения выработки электроэнергии (рост на 59,4 %) и отпуска тепла (рост на 6,2 %), что привело к снижению эффекта теплофикации и увеличению УРУТ.

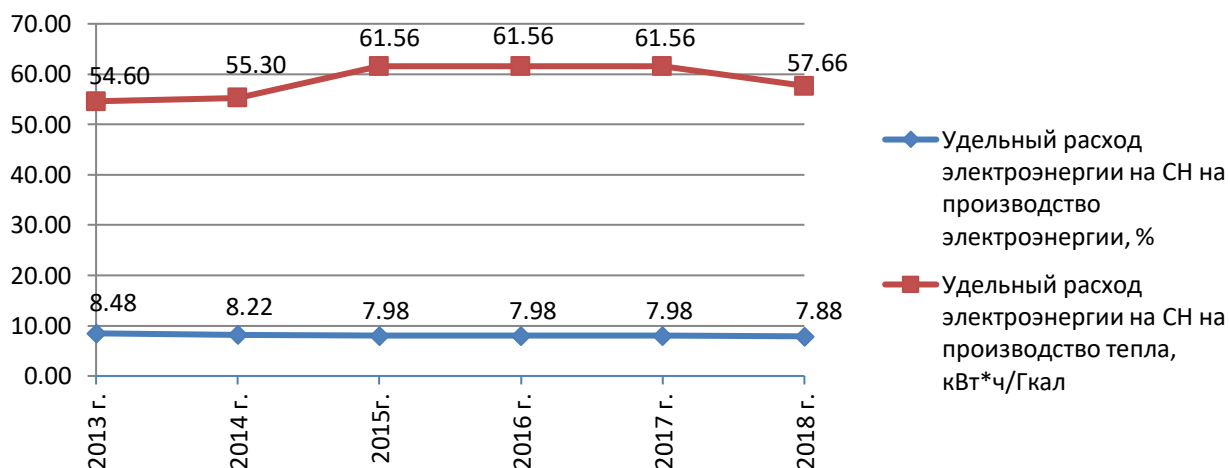


Рисунок 4 – График удельного расхода электроэнергии на собственные нужды на производство электроэнергии и тепла Абаканской ТЭЦ за 2014-2018 гг.

Удельный расход электроэнергии на собственные нужды на выработку электроэнергии за 2014 год составил 8,2 %, при факте 2013 года 8,5 %.

Снижение удельного расхода электроэнергии на собственные нужды на выработку электроэнергии с начала года от факта 2013 года на 0,3 % объясняется отсутствием ЭХ (электрохозяйство) по оборудованию ДПМ и применением показателей для расчета ТЭП по старой очереди оборудования.

Удельный расход электроэнергии на собственные нужды на отпуск тепловой энергии в 2014 году составил 55,3 кВтч /Гкал, при факте 2013 года 54,6 кВтч/Гкал.

Увеличение удельного расхода электроэнергии на собственные нужды на отпуск тепловой энергии на 0,7 кВтч/Гкал по сравнению с фактом 2013 года связано с увеличением расхода электроэнергии на собственные нужды в целом в связи с подготовительными работами к вводу и вводом генерирующего оборудования в работу.

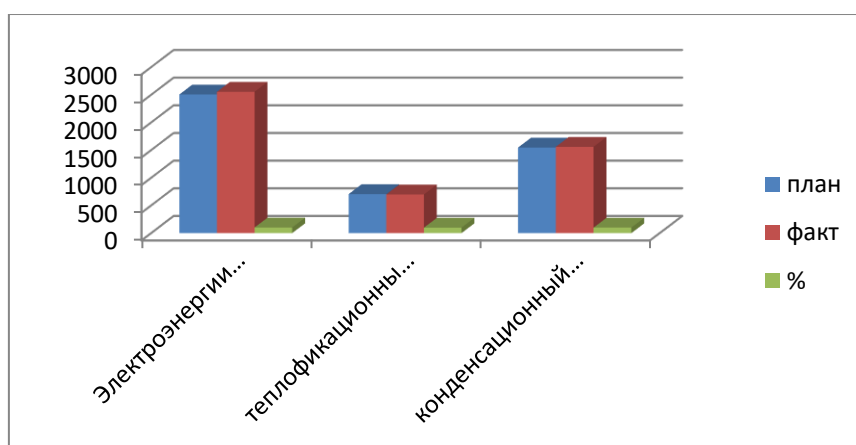


Рисунок 5 – Структура отпуска с шин электроэнергии по режимам работы за 2017г.

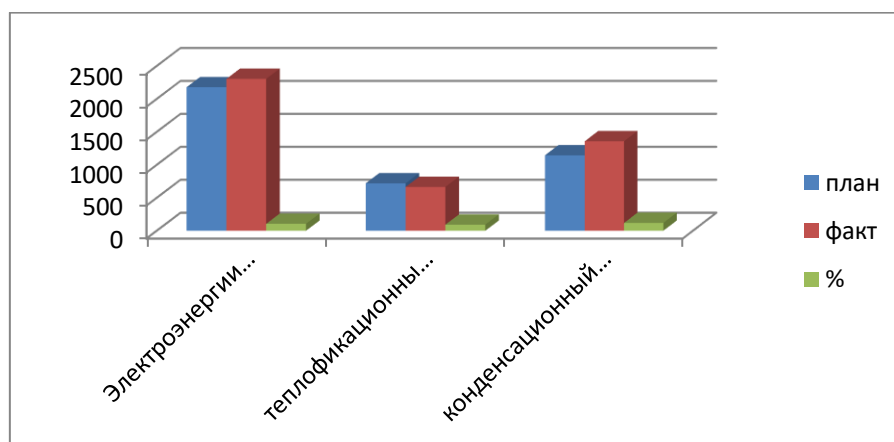


Рисунок 6 – Структура отпуска с шин электроэнергии по режимам работы за 2018г.

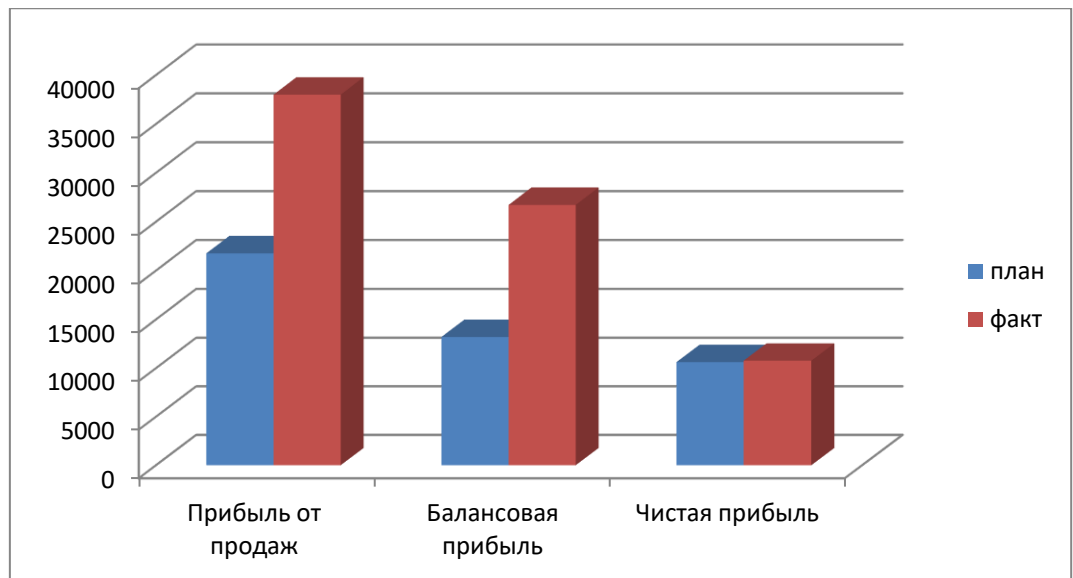


Рисунок 7 – Прибыль от отгруженной продукции за 2017г.

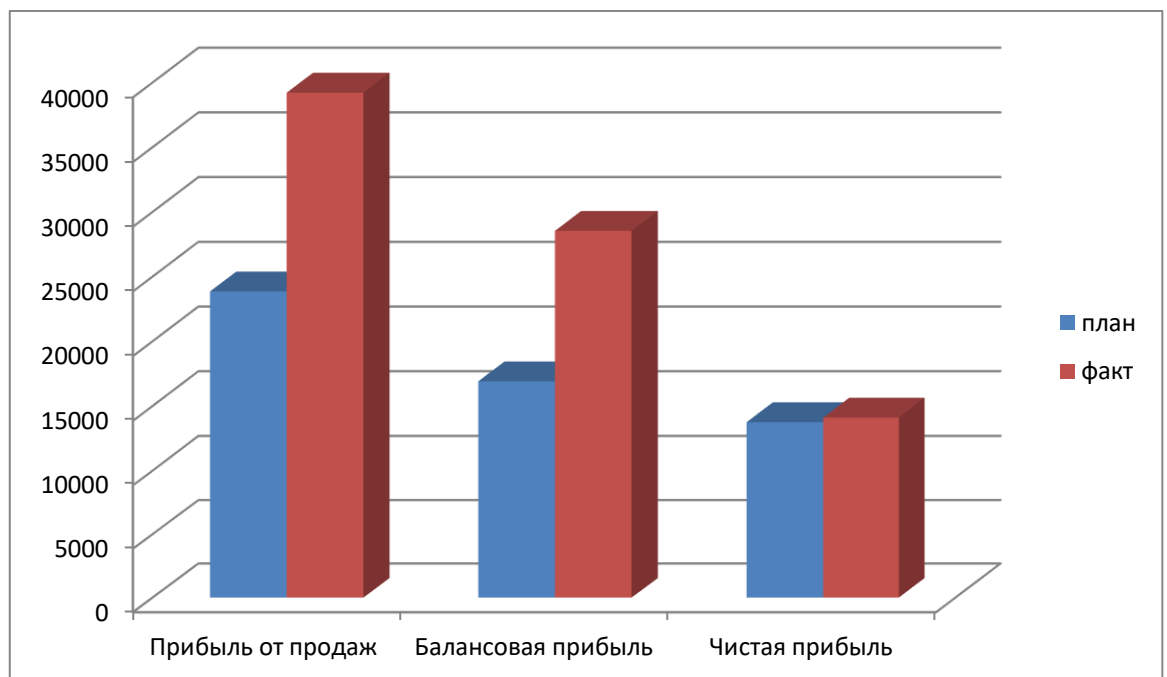


Рисунок 8 – Прибыль от отгруженной продукции за 2018г.



Рисунок 9 – Структура затрат по основной деятельности за 2017г – план



Рисунок 10 – Структура затрат по основной деятельности за 2017г – факт



Рисунок 11 – Структура затрат по основной деятельности за 2018г – план



Рисунок 12 – Структура затрат по основной деятельности за 2018г – факт



Рисунок 13 – Структура себестоимости теплоэнергии за 2017г. – план



Рисунок 14 – Структура себестоимости теплоэнергии за 2017г. – факт



Рисунок 15 – Структура себестоимости теплоэнергии за 2018г. – план



Рисунок 16 – Структура себестоимости теплоэнергии за 2018г. – факт



Рисунок 17 – Структура себестоимости электроэнергии за 2017г. – план



Рисунок 18 – Структура себестоимости электроэнергии за 2017г. – факт



Рисунок 19 – Структура себестоимости электроэнергии за 2018г. – план



Рисунок 20 – Структура себестоимости электроэнергии за 2018г. – факт

2.3 Внедрение мероприятий и их эффективность

Возрастающая с каждым годом выработка и потребление энергии в мире создают необходимые условия для ускорения научно-технического процесса, который позволяет улучшать благосостояние людей планеты. Но вместе с тем возрастающие объёмы потребления энергии требуют всё больших и больших объёмов углеводородного сырья, запасы которого не безграничны. Мировой энергетический кризис 1973–1974 гг. заставил многие страны пересмотреть своё отношение к потреблению топливно-энергетических ресурсов и принять необходимые меры к снижению энергоёмкости ВВП и увеличению обеспеченности топливно-энергетическими ресурсами за счёт своих внутренних резервов и возобновляемых источников энергии. Актуальны эти вопросы и для РФ.

Подготовка нормативной базы в области энергосбережения строится на принятом, в целях реализации федерального закона № 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации", плане мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в РФ. Работа правительства РФ в этой сфере: создание правовой базы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности и реализация пилотных проектов.

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

Ежегодно, Абаканская ТЭЦ разрабатывает пути повышения энергоэффективности и разрабатывает мероприятия для их реализации. Мероприятия ведут к эффективному рациональному использованию энергоресурсов и направлены на использование меньшего количества энергии для обеспечения того же уровня производств или технологических процессов

на производстве. Главным образом, направлены на уменьшение энергопотребления и увеличение энергоэффективности (полезность энергопотребления), другими словами полезное эффективное расходование энергии.

Разработка мероприятий повышения энергоэффективности Абаканская ТЭЦ занимается уже длительный период. В последние годы были реализованы мероприятия по энергоэффективности, описанные ниже.

1.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».

Энергетическое обследование было проведено на Абаканской ТЭЦ в 2017 году.

2.Разработка научно – технической документации по топливоиспользованию

В соответствии с пунктом 1.4.1. «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» на каждой электростанции мощностью 10 МВт и более должны быть разработаны энергетические характеристики оборудования, устанавливающие зависимость технико-экономических показателей его работы в абсолютном или относительном значении от электрических и тепловых нагрузок. Кроме того, должны быть разработаны графики исходно-номинальных удельных расходов топлива на отпущенную электрическую и тепловую энергию.

В соответствии с пунктом 1.13. «Положения о нормировании расходов топлива на электростанциях» РД 153-34.0-09.154-99 (утв. Минтопэнерго РФ 21.07.1999), срок действия НТД по топливоиспользованию не может превышать 5 лет. [14]

Срок действия ранее разработанных энергетических характеристик истекает 31.12.2021 г.

3. Экспертиза нормативных удельных расходов (НУР) топлива

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]

4. Пароводокислородная пассивация и очистка котельных агрегатов

4.1. Краткая характеристика мероприятия

Мероприятие производится в соответствии с «Правилами технической эксплуатации станций» с целью защиты трубопроводов от коррозии. [15]

Внутренние отложения (в том числе железистоокисные, железо-фосфатные, железосиликатные, медные, кальциевофосфатные и их композиции), образуемые на поверхностях нагрева котельных агрегатов подлежат удалению посредством водных отмывок во время их растопок и остановов, а также при проведении соответствующих химических очисток. Однако все методы химической очистки котлов от внутренних отложений связаны с использованием большого количества различных кислот и химических реагентов, что приводит к их большому расходу и требует строгого соблюдения правил техники безопасности при работе с данными веществами. В этой связи на практике особый интерес для очистки внутренних поверхностей нагрева котлов представляет использование способа по обеспечению их пароводокислородной пассивации.

Рекомендуемый для реализации метод основан на одновременном воздействии на загрязненную поверхность перегретого пара и кислорода, что ведет к окислению продуктов коррозии, уменьшению сцепления оксидов железа с поверхностью металла и их выносу из очищаемого тракта перегретым паром с достаточной для этого кинетической энергией.

В данном случае на обрабатываемых поверхностях под воздействием кислорода и пара образуются защитные пленки, которые на длительный период увеличивают защищенность металла от коррозии при стабильных, переменных и пусковых режимах эксплуатации котлов, что обеспечивает экологическую чистоту и существенно уменьшает время пуска энергетического оборудования за счет сокращения периода отмывки его поверхностей нагрева. Получаемые при этом оксидные пленки являются более стойкими по сравнению с пленками, имеющими место в результате проведения пассивации нитритно-аммиачным или гидразинно-аммиачным способом.

4.2. Расчет экономического эффекта [12]

Фактический отпуск электроэнергии с шин в 2017г. составил – 2 259 124 464 кВт.ч

Численное значение экономии, т.у.т:

$$- V_{\text{тут.}} = ((2\ 259\ 124\ 464 \times 0,35) / 10^6) / 7,00 = 112,956 \text{ т.у.т,}$$

где 0,35 г/кВтч – ожидаемое изменение величины удельного расхода топлива на выработку электроэнергии после проведения пароводокислородной пассивации;

0,700 млн. руб. – затраты на выполнение пароводокислородной пассивации и очистки;

Стоимость сэкономленного топлива (тыс. руб.):

$$Ц_{\text{т}} = 1998,22 \text{ руб. – цена 1 т.у.т (за 2017г.);}$$

$$С_{\text{т}} = V_{\text{тут.}} \times Ц_{\text{т}} \times 10^{-3} = 112,956 \times 1998,22 \times 10^{-3} = 225,710 \text{ тыс. руб.}$$

5. Устранение неплотностей вакуумной системы, очистка трубного пучка конденсатора

5.1. Краткая характеристика мероприятия

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

5.2. Расчет составляющих экономического эффекта

Снижение вакуума на $0,01 \text{ кгс/см}^2$ ведёт к увеличению удельного расхода топлива на $2,86 \text{ г/кВтч}$. (из поправок к удельным расходам топлива, НТД по топливоиспользованию).

Изменение $\Delta W = -0,1 \text{ кгс/см}^2$ приведёт к $\Delta e_3 = 2,86 \times 0,1 = 0,286 \text{ г/кВтч}$;
удельный расход топлива на выработку эл.эн. 2017г. составил – $327,935 \text{ г/кВтч}$;

фактическая выработка ЭЭ в 2017г. составила – $2\,259\,124,464 \text{ тыс. кВт.ч}$.

Изменение удельный расход топлива при снижении вакуума на $0,01 \text{ кгс/см}^2$:

$$327,935 + 0,286 = 328,221 \text{ г/кВтч}$$

$$V_{\text{тут1}} = 2259,12 \times 327,935 = 740845 \text{ т.у.т};$$

$$V_{\text{тут2}} = 2259,12 \times 328,221 = 741492 \text{ т.у.т};$$

Численное значение экономии, т.у.т:

$$\Delta V_{\text{тут}} = 741492 - 740845 = 647 \text{ т.у.т};$$

Стоимость сэкономленного топлива (тыс. руб):

– Цт - $1998,22 \text{ руб.}$ – цена 1т.у.т (факт 2017г.)

$$- C_{\text{т}} = V_{\text{тут}} \times C_{\text{т}} \times 10^{-3} = 647 \times 1998,22 \text{ руб} \times 10^{-3} = 1292 \text{ тыс. руб.}$$

6. Доведение до нормативного значения сопротивления хвостовых поверхностей нагрева котлоагрегатов (очистка поверхностей нагрева)

6.1. Краткая характеристика мероприятия

Выполнение данного мероприятия позволит:

– снизить расход электроэнергии на тягу и дутье;

– снизить температуру уходящих газов, что позволит устранить пережоги топлива;

– повысить КПД котлоагрегатов.

6.2. Расчет составляющих экономического эффекта

В настоящее время средне расчетный КПД котлов составляет около $91,198 \%$ (факт 2017 года).

При доведении до нормативного значения сопротивления поверхностей нагрева путём очистки наиболее загрязнённых конвективных поверхностей нагрева (ВЭЖ) от золовых отложений, ожидается увеличение КПД котлов на 0,05% за счёт снижения температуры уходящих газов на 1-2⁰С и уменьшения потери тепла с уходящими газами.

Фактическая калорийность топлива в 2017г. - 4033,3159 ккал/кг;

Фактическая выработка пара котлами в 2017г.:

– $Q_{п} = 6444341$ Гкал/год;

Расход топлива при КПД = 91,198% составляет:

$B_1 = 6444341 / (4,0333 \times 0,91198) = 1751994,23$ т/год

КПД котлоагрегатов после выполнения мероприятий по доведению до нормативного значения сопротивления поверхностей нагрева, путём очистки наиболее загрязнённых конвективных поверхностей нагрева (ВЭЖ) от золовых отложений составит 91,248 %.

Расход топлива котлоагрегатами при КПД=91,248 %:

$B_2 = 6444341 / (4,0333 \times 0,91248) = 1751034,22$ т/год

Переводной коэффициент $4033,3159 / 7000 = 0,576$

Численное значение экономии, тут (экономия в топливе):

$B_{ут} = (1751994,23 - 1751034,22) \times 0,576 = 552,965$ т.у.т

Стоимость сэкономленного топлива (тыс. руб):

– $C_{т} = 1998,22$ руб. – цена 1 тут (среднее за 2017г.);

– $C_{т} = B_{ут} \times C_{т} \times 10^{-3} = 552,965 \times 1998,22 \times 10^{-3} = 1104,95$ тыс. руб

7. Замена ламп накаливания в котельном и турбинном отделении на энергосберегающие лампы

7.1. Краткая характеристика мероприятия

Замена 52 ламп накаливания ДРЛ-400 на EL-ДБУ-12-95-0297-65X в котельном отделении и турбинном будет производиться 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.

7.2. Расчет составляющих экономического эффекта представлен в таблице 2:

Таблица 2 – Экономический эффект

Показатели	усл. обозн	ед.изм ерения	2014г.	2015г.	2016г.	2017г.	2018г.	расчет
Потребление электроэнергии до проведения мероприятия	W1	тыс.кВ тч	147,144	147,144	147,144	147,144	147,144	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	171,041	171,041	171,041	171,041	171,041	$\Delta W = W1 - W2$
Удельный расход условного топлива на отпущенную электроэнергию	Вэ	г/кВтч	336,04	321,28	230,25	327,94	314,25	Отчетные данные За 2014-2018 год
Снижение расхода топлива	ΔB	тут	57476,7	54952,05	39382,2	56091,2	53749,6	$\Delta B = Bэ * \Delta W$
Цена топлива	Ц	руб/тут	1993,85	1994,02	1995,41	1996,76	1998,22	данные ФЭО
Стоимость сэкономленного топлива (без НДС)	Ст	тыс.ру б	1145999 18,3	1095754 86,7	78583635, 7	1120006 64,5	1074035 25,7	$Ст = Ц * \Delta B$

Итого: за 5 лет, в период с 2014-2018гг, экономический эффект от введения этого мероприятия составил 354 490 руб.

3 Практическая часть

3.1 Разработка мероприятий по энергосбережению

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

3.1.1 Внедрение системы шарикоочистки (СШО) конденсатора КГ-2-6200-1 турбины Т-110/120-130-5 ст.№3

Цель мероприятия:

Снижение расхода топлива на производство электрической и тепловой энергии, оплаты за снижение мощности, затрат на чистку конденсатора за счёт поддержания вакуума в конденсаторе турбины в пределах нормативных значений.

Краткое описание мероприятия:

Экономичность работы паровой турбины в значительной степени определяется давлением отработавшего пара или вакуумом в конденсаторе, зависящим от режима работы и состояния конденсационной установки. Одной из основных причин ухудшения вакуума в конденсаторе является снижение коэффициента теплопередачи трубного пучка конденсатора вследствие его загрязнения с внутренней (водяной) стороны органическими и накипными отложениями. В процессе эксплуатации на Абаканской ТЭЦ наблюдается ухудшение состояния конденсаторов паровых турбин.

В связи с полной заменой трубного пучка конденсатора турбины в 2016 году предлагается установка системы шариковой очистки (СШО). Эффективным и универсальным средством обеспечения высокого уровня

чистоты конденсаторов применяемая во всем мире является система шариковой очистки (СШО). Технология СШО основывается на поддержании в чистоте конденсаторных трубок с помощью эластичных шариков из губчатой резины. Применение мягкого шарика, диаметр которого на 1,2 мм больше внутреннего диаметра трубки, позволяет удалять с ее поверхности все виды вновь образующихся и недостаточно закрепленных отложений, поддерживая, таким образом, исходную чистоту трубки в течение всего периода эксплуатации турбоагрегата. Система шариковой очистки, являясь профилактическим и экологически безопасным средством поддержания в чистоте охлаждающей поверхности трубных систем конденсатора.

Схема СШО конденсатора состоит из двух автономных технологических подсистем:

системы предварительной очистки охлаждающей воды – подсистема «ФИЛЬТР»;

системы циркуляции шариков – подсистема «ШАРИКОВАЯ ОЧИСТКА».

Подсистема «ФИЛЬТР» состоит из:

- фильтров предварительной очистки (ФП) – 1;
- грязевых фильтров (ГФ) – 2;
- бака сбора мусора (БСМ) – 3;
- трубопроводов сброса очищенной от загрязнений в ГФ охлаждающей воды в сливные циркуляционные водоводы, трубопроводов сброса загрязнений из ГФ в БСМ, технологической арматуры, системы контроля и управления работой ФП.

- Подсистема «ШАРИКОВАЯ ОЧИСТКА» состоит из следующего оборудования:

- шарикоулавливающих устройств (ШУУ) – 4;
- насосов шариковой очистки (НШО) – 5;
- загрузочных камер (ЗК) – 6;
- калибрующих устройств (КУ) – 7;

- баков для отработавших шариков (БОШ), трубопроводов транспортировки шариков из сливных циркуловодов в напорные, технологической арматуры, системы контроля и управления работой контура циркуляции шариков.

Система шариковой очистки позволяет:

- снизить давление пара в конденсаторе турбины;
- исключить ограничение максимальной электрической мощности турбоагрегата из-за ухудшения вакуума в конденсаторе;
- исключить внеплановые остановки турбины для периодической очистки охлаждающих трубок;
- снизить фактическое гидро сопротивление системы циркуляционного водоснабжения за счет отсутствия загрязнения трубок и трубных досок конденсатора;
- исключить процесс питтинговой коррозии, протекающий под слоем отложений на внутренней поверхности охлаждающих трубок;
- исключить эрозию трубок вследствие попадания крупных загрязнений;
- сократить затраты на ремонт конденсатора в период плановых остановов турбины;
- повысить надежность эксплуатации турбины;
- повысить качество основного конденсата из-за уменьшения присосов охлаждающей воды в конденсатный тракт и, тем самым улучшить водно-химический режим работы турбины.

Основной вариант реализации проекта:

Приобретение и установка на системы шариковой очистки Фильтр самоотмывающийся поворотный – ФСП-1,6 -2шт.

- Шарикоулавливающее устройство – ШУУ-1,6 -2шт.
- Камера загрузочная – ЗК-0,017 -2шт.
- Калибрующее устройство – КУ -2шт.
- Бак для отработавших шариков – БОШ -2шт.

- Технологический люк – Л-0,5- 8 шт.
- Насос шариковой очистки- 2 шт.
- Тройник для шариков со смотровым окном- 2 шт.
- Устройство ввода шариков в циркуляционный трубопровод 4 шт.
- Шкаф АСУ СШО 1 шт.
- Пористые резиновые шарики- ПРШ для конденсатора: 25 000 шт.
- Запорная арматура
- Приборы КиП, трубопроводы, кабеля и прочее

Альтернативные варианты:

Альтернативных вариантов реализации проекта нет.

Риски проекта:

Отсутствуют.

Инвестиции по проекту представлены в таблице 3:

Таблица 3 – Реализации проекта

п/п	Название этапа	Оплачено, тыс. руб. с НДС	План выполнения работ(для всех проектов)		Финансирование в планируемом периоде(с НДС)	Освоение в планируемом периоде, тыс. руб. без НДС	Ввод,(тыс. руб.)
			до 2017 г.	начало			
	ПИР				1 746	1 480	1 480
	СМР		Июнь 2017г	Август 2017г	4 543	3 850	3 850
	Оборудование				26 917	22 811	22 811
	ИТОГО:				33 206	28 141	28 141

Коммерческая часть предложения на внедрение оборудования СШО конденсатора КГ2-6200-1 турбины Т-110/120-130 ст.№3 Абаканской ТЭЦ представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Коммерческая часть на внедрение оборудования СШО

Наименование	Оплата, тыс. руб
Стоимость разработки рабочего проекта	1 480 000 (один миллион четыреста восемьдесят тысяч) рублей 00 копеек без учета НДС, включая командировочные расходы
Стоимость поставки оборудования, запасных частей, пористых резиновых шариков	22 811 000 (двадцать два миллиона восемьсот одиннадцать тысяч) рублей 00 копеек без учета НДС, включая доставку до склада грузополучателя
Стоимость строительно-монтажных работ	1 650 000 (один миллион шестьсот пятьдесят тысяч) рублей 00 копеек без учета НДС
Стоимость работ по антикоррозионной защите циркуляционных (в пределах циркуляции шариков), водяных камер, трубных досок	2 200 000 (два миллиона двести тысяч) рублей 00 копеек без учета НДС
Общая стоимость поставки	28 141 000 (двадцать восемь миллионов сто сорок одна тысяча) рублей 00 копеек без учета НДС

Производственные показатели представлены в таблице 5:

Таблица 5 – Производственные показатели

Наименование показателя	Ед. изм.	Без проекта	С проектом	дельта
Вакуум	кгс/см ²	0,9062	0,9381	0,0319
Экономия топлива в условном исчислении	т.у.т.	0	7108,41	7108,41

Экономический эффект:

При оценке экономической эффективности внедрения СШО на конденсатор турбины Т-110/120-130-5 ст.№3, был выполнен расчет срока окупаемости проекта путем определения перерасхода условного топлива по вакууму (пережоги по вакууму) Приложение 1. Предполагалось что после установки СШО фактический вакуум приравнивается к нормативу, тем самым перерасход по вакууму будет равен нулю.

- Затраты на внедрение СШО – 29611000 руб.;
- Затраты на пережоги – 12827091 руб./год;
- Окупаемость проекта составит– 2,3 лет.

3.1.2 Установка высоковольтного частотного преобразователя для управления одним из группы сетевых насосов (СЭН №3,4,6) расположенных в помещении пиковой пусковой котельной

Цель мероприятия:

- снижение пусковых токов двигателей, динамических ударных нагрузок на приводные механизмы, просадок напряжения в электросети;
- регулирование производительности насосных агрегатов электродвигателем, обеспечение бесступенчатого регулирования скорости вращения насосов;

- повышение надёжности работы оборудования станции;
- снижение эксплуатационных затрат.

Техническое описание мероприятия:

В пиковой пусковой котельной находятся семь насосных агрегатов. Постоянно в работе находятся три (номинальные параметры: мощность 1600 кВт, 3000 об/мин, $U_{ном.}$ 6,3 кВ), работающих на один коллектор со следующими технологическими параметрами:

- давление на всасе 2–4 а.т.м;
- выходное давление 10–13 а.т.м независимо от суточного темпа водоразбора конечными потребителями.

В настоящее время управление работой сетевых насосов осуществляется с центрального щита управления. Регулирование осуществляется ступенчато. Таким образом, из-за отсутствия возможности точного обеспечения требуемого давления допускается непроизводительный расход электроэнергии на создание избыточного давления, которое затем дросселируется на запорной арматуре. Кроме того, такой способ поддержания давления связан с частым включением/выключением электродвигателей, что приводит к их повышенному износу из-за высоких пусковых токов.

Планируется выполнить установку высоковольтного преобразователя частоты ВПЧА-Т-06/192-УХЛ4 в помещении РУ-6 кВ пиковой пусковой котельной для управления одним из группы сетевых насосов.

В результате чего произойдет:

- снижение потребление электроэнергии двигателями насосов свыше 30 %;
- плавное регулирование режима теплосети, которое исключает оперирование задвижками, возникновение гидроударов и разрушение запорно-регулирующего оборудования;
- увеличение ресурса насосного оборудования;

- плавное включение в работу исключает повреждение электродвигателя и оборудования, так как пусковые токи сводятся к номинальным.

Основной вариант реализации проекта:

Для обеспечения регулирования технологических параметров подачи воды и поочередного плавного пуска трех сетевых насосов предлагается использовать комплекс управления сетевыми насосами (КУСН). Разместить ВПЧА предлагается в пиковой пусковой котельной над помещением КРУ, на открытой площадке. Коммутационное оборудование в помещении РУ-6 кВ.

Состав оборудования ЧРП:

- Высоковольтный преобразователь частоты ВПЧА-Т-06/192-УХЛ4 – 1 шт;
- Шкафы коммутации (ячейки КСО) – 1 к-т;
- Станция группового управления (СГУ) – 1 к-т;
- Дистанционная панель управления (ДП) – 2 шт;
- Силовой и интерфейсный кабель – 1 к-т.

Риски проекта: отсутствуют.

Инвестиции по проекту:

Технико-коммерческое предложение на выполнение работ по оснащению высоковольтной системой частотно-регулируемого привода группы сетевых насосов (СЭН-3,4,6) филиала «Абаканская ТЭЦ» представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Техничко-экономические показатели на выполнение работ

Наименование	Оплата, тыс. руб
Стоимость разработки рабочего проекта	1 275 000 (один миллион двести семьдесят пять тысяч) рублей 00 копеек
Стоимость поставки оборудования	12 242 920 (двенадцать миллионов двести сорок две тысяч девятьсот двадцать) рублей 00 копеек
Стоимость строительно-монтажных работ	1 440 000 (один миллион четыреста сорок тысяч) рублей 00 копеек
Стоимость пусконаладочных работ	900 000 (девятьсот тысяч) рублей
Общая стоимость поставки	15 857 920 (пятнадцать миллионов восемьсот пятьдесят семь тысяч девятьсот двадцать) рублей 00 копеек

Исходные данные экономического эффекта приведены в таблице 7:

Таблица 7 – Исходные данные экономического эффекта

Мощность насоса, кВт	1380
КПД насоса	0,84
Напор насоса, м.в.ст.	180
Подача насоса т/ч	2500
Мощность двигателя	1600
Ток двигателя	177
КПД двигателя	0,965
cos φ двигателя	0,89
Минимальная частота вращения насоса (n1)	2700
Номинальная частота вращения насоса (n2)	3000
I_{max}	137
I_{min}	119
U_{max}	6274
U_{min}	6288

Мощность насоса:

$$P_n = \frac{Q \cdot H \cdot k}{\eta_n} = \frac{2500 \cdot 180 \cdot 9,81}{3600 \cdot 0,84} = 1460 \text{ кВт}$$

По формулам подобия:

$$P_2 = \frac{P_1 \cdot (n_2)^3}{(n_1)^3}, \text{ кВт}$$

$$H_2 = \frac{H_1 \cdot (n_2)^2}{(n_1)^2}, \text{ м.вод.ст.}$$

$$Q_2 = \frac{Q_1 \cdot n_2}{n_1}, \text{ т/ч}$$

Таблица 8 – Зависимость производительности насоса от оборотов электродвигателя

н, об/мин	Р, кВт	Н, м.в.ст	Q, т/ч
3000	1460	180	2500
2900	1319	168	2417
2800	1187	157	2333
2700	1064	146	2250
2600	950	135	2167
2500	845	125	2083
2400	747	115	2000
2300	658	106	1917
2200	576	97	1833
2100	501	88	1750
2000	433	80	1667

Представим графически мощность, высоту и производительность насоса на рисунке 21, 22, 23:

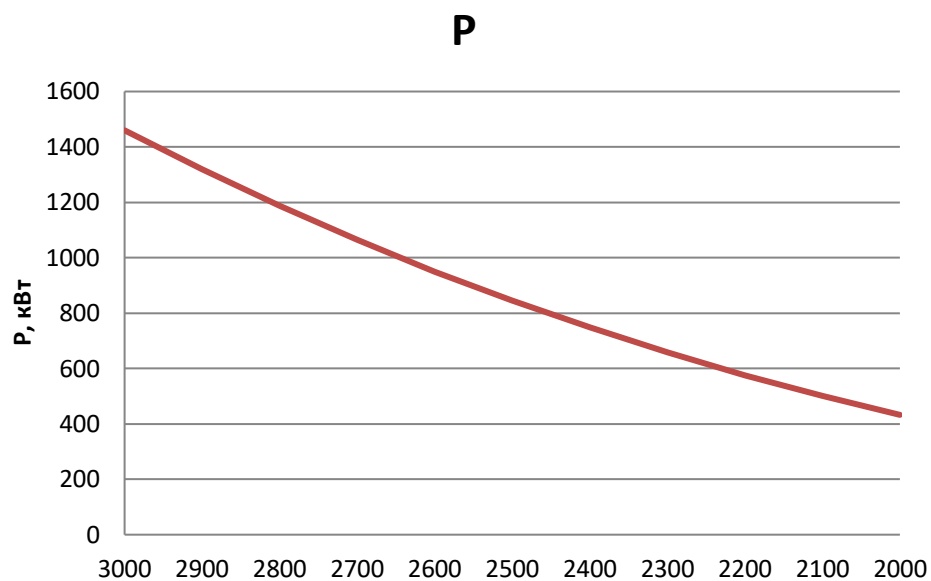


Рисунок 21 – График мощности, кВт

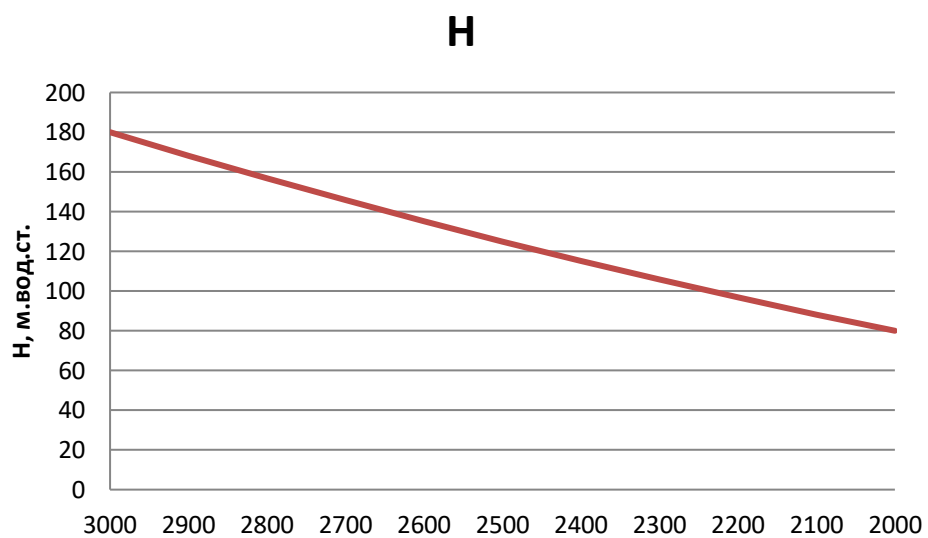


Рисунок 22 – График высоты, м.вод.ст

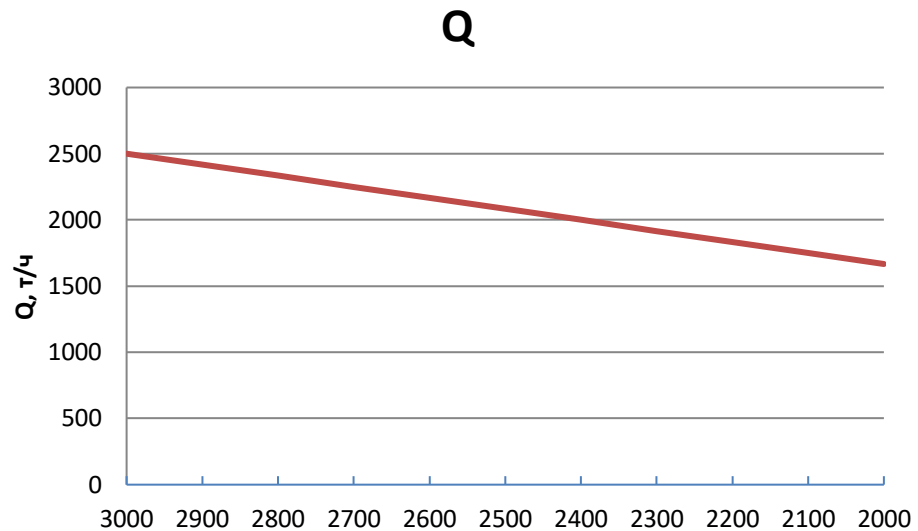


Рисунок 23 – График производительности насоса, т/ч

Исходя из давления в сети, значение N нельзя понижать ниже уровня в 130 метров водяного столба, что соответствует 2700-м оборотам в минуту и расходу в 1823 тонны в час. Это граничные значения.

Мощность двигателя:

$$P_{\partial} = \sqrt{3} \cdot I \cdot U \cdot \cos \varphi$$

$$P_{max} = \sqrt{3} \cdot I_{max} \cdot U_{max} \cdot \cos \varphi = 1323 \text{ кВт}$$

$$P_{min} = \sqrt{3} \cdot I_{min} \cdot U_{min} \cdot \cos \varphi = 1152 \text{ кВт}$$

Мощность двигателя при дросселировании:

$$P_{др} = P_{min} + (P_{max} - P_{min}) \cdot \left(\frac{Q}{Q_{max}} \right)$$

$$P_{чр} = P_{max} \cdot \left(\frac{Q}{Q_{max}} \right)^3$$

Таблица 9 – Мощность двигателя при дросселировании

Q, т/ч	$P_{др}$, кВт	$P_{чр}$, кВт
0	1152	0
625	1195	21
1250	1238	165
1875	1280	558
2500	1323	1323

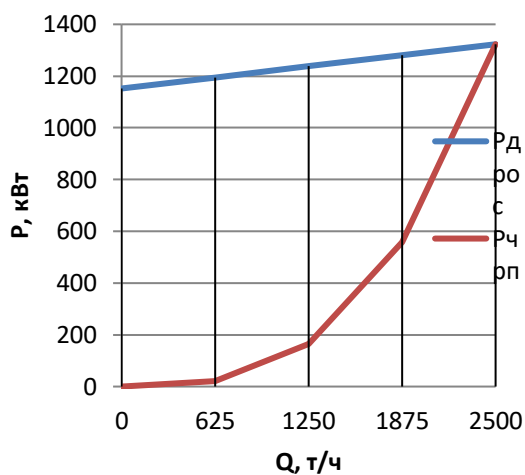


Рисунок 24 – График зависимости мощности электродвигателя от производительности насоса

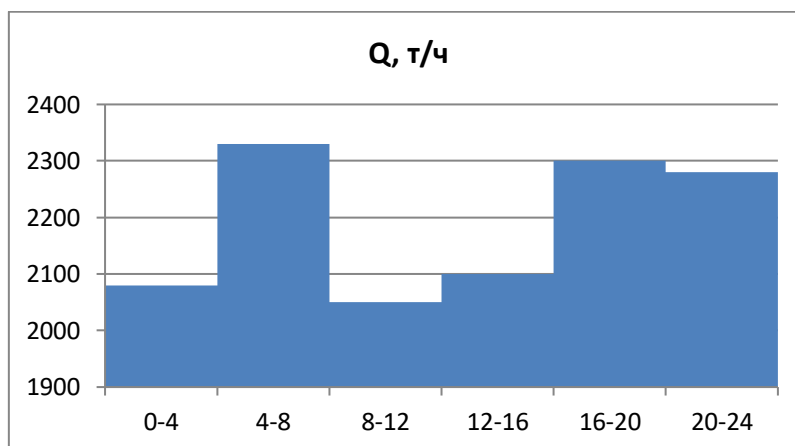


Рисунок 25 – Суточный график нагрузки СЭН

Как мы видим по графику нагрузки, расход в течение суток не падает ниже граничных значений, что допускает использование частотного преобразователя.

Производим расчет экономии электроэнергии и заносим результаты в таблицу 10:

Таблица 10 – Расчет экономии электроэнергии

Временной интервал, ч	Q,т/ч	$P_{др}$,кВт/ч	$P_{чр}$,кВт/ч	ΔP , кВт/ч
0-4	2 080	1 294	762	532
4-8	2 330	1 311	1 071	240
8-12	2 050	1 292	729	563
12-16	2 100	1 296	784	511
16-20	2 300	1 309	1 030	279
20-24	2 280	1 308	1 004	304

Итого в сутки, при применении частотного регулирования, экономится **9 722 кВт** электроэнергии.

С учётом работы СЭН-ов 7 месяцев в году, цены **1,97 руб. за кВт/ч** и вычетом затрат на техническое обслуживание нового оборудования, сумма возможной экономии за год составляет **4 376 194 руб.** Стоимость частотного преобразователя и его монтажа составляет **15 857 920 руб.**, из чего выходит срок окупаемости в **3,6 года**.

Таблица 11 – Техничко-экономические показатели на выполнение работ

Стоимость оборудования, руб	12 242 920
Проектно-изыскательские работы, руб	1 275 000
Строительно-монтажные работы, руб	1 440 000
Пуско-наладка и шеф- монтаж, руб	900 000
Техническое обслуживание, руб	450 000

Период окупаемости (РВР). Время, требуемое для покрытия начальных инвестиций за счет чистого денежного потока генерируемого проектом. Из показателей следует, что через 39 мес. поступления от производственной деятельности предприятия покроют затраты на инвестиции.

Дисконтированный период окупаемости (DPBP). Время, требуемое для покрытия начальных инвестиций за счет дисконтированного денежного потока. Этот показатель дает более точную оценку окупаемости при условии корректного выбора ставки дисконтирования.

Следующие показатели характеризуют проект как прибыльный.

Чистый приведенный доход (NPV). Величина чистой приведенной стоимости является абсолютным показателем, отражающим масштабы инвестиционного проекта и размер дохода (с учетом ожидаемого изменения стоимости денег), является величиной положительной.

Внутренняя норма доходности (IRR). Показатель внутренней нормы рентабельности характеризует рентабельность инвестиций, вложенных в реализацию проекта. Его значение, равное значительно превышает ставку дисконтирования и говорит о привлекательности инвестиционного проекта.

3.1.3 Доведение до нормативного значения величины присосов в конвективные шахты котлоагрегатов (устранение присосов по котлоагрегатам ст. №1, 2, 3, 4, 5)

Краткая характеристика мероприятия:

Замена отдельных элементов (участков компенсаторов), а также устранение мест повышенных присосов наружного воздуха (люка, лазы) в конвективные шахты котлоагрегатов приведёт к снижению удельного расхода электроэнергии на тягу и дутьё на 0,05 кВтч/Гкал (текущее среднее значение составляет 8,613 кВтч/Гкал, факт 2017 года).

Расчет составляющих экономического эффекта

Фактическая выработка пара котлами в 2017 году:

$$- Q_{\text{п}} = 10854418 \text{ т/год};$$

$$- Q_{\text{п}} = 6444341 \text{ Гкал/год.}$$

Экономия электроэнергии на тягу и дутьё при доведении величины присосов до нормативного значения составит:

$$- \text{Э}_{\text{Т+Д1}} = 6\,444\,341 \times 8,613 = 55505,1 \text{ МВтч/год}$$

$$- \text{Э}_{\text{Т+Д2}} = 6\,444\,341 \times 8,563 = 55182,89 \text{ МВтч/год}$$

$$- \text{Э}_{\text{Т+Д}} = 55505,1 - 55182,89 = 322,21 \text{ МВтч/год}$$

Численное значение экономии, т.у.т (экономия в топливе):

– Удельный расход топлива на выработку электроэнергии (факт 2017г.) – 327,935 г/кВтч;

$$- V_{\text{у.т.}} = 322,21 \times 327,935 = 105,663 \text{ т.у.т.}$$

Стоимость сэкономленного топлива (тыс. руб):

$$- \text{Ц}_{\text{т}} = 1998,22 \text{ руб. – цена 1 тут (среднее за 2017г.);}$$

$$- \text{С}_{\text{т}} = V_{\text{у.т.}} \times \text{Ц}_{\text{т}} \times 10^{-3} = 105,663 \times 1998,22 \times 10^{-3} = 211,137 \text{ тыс.руб.}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе бакалаврской работы на тему «Разработка мероприятий по энергосбережению на Абаканской ТЭЦ» были приведены и подробно описаны выполненные мероприятия по энергосбережению, приведены расчёты составляющих экономического эффекта.

Были представлены мероприятия, планируемые к реализации 2019-2023 гг. с описанием экономического эффекта и расчетами энергоэффективности:

- Внедрение системы шарикоочистки (СШО) конденсатора КГ-2-6200-1 турбины Т-110/120-130-5 ст.№3;
- Установка высоковольтного частотного преобразователя для управления одним из группы сетевых насосов (СЭН №3,4,6) расположенных в помещении пиковой пусковой котельной;
- Доведение до нормативного значения величины присосов в конвективные шахты котлоагрегатов (устранение присосов по котлоагрегатам ст. №1, 2, 3, 4, 5).

Основные результаты исследований были представлены на международной студенческой конференции «Перспектив свободный – 2019»

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Термодинамические свойства воды и водяного пара. (из справочника: Александров А.А, Орлов К.А., Очков В.Ф. Теплофизические свойства рабочих веществ теплоэнергетики. М.: Издательский дом МЭИ, 2009.
2. Арутюнян, А. А. Основы энергосбережения: моногр. / А.А. Арутюнян. - М.: Энергосервис, 2014. - 600 с.
3. Зиганшина Светлана Камиловна. Совершенствование работы котельных установок ТЭС путем использования вторичных энергоресурсов : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук : 05.14.14.- Казань, 2006.- 199 с.: ил. РГБ ОД, 61 06-5/2250.
4. Безопасность тепломеханического оборудования и тепловых сетей в вопросах и ответах. - М.: Энергосервис, 2015. - 880 с.
5. Сибикин М.Ю. Технология энергосбережения : учебник для вузов / М.Ю. Сибикин, Ю.Д. Сибикин. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Форум, 2012.- 352 с.
6. Ерофеев В.Л., Семенов П.Д., Пряхин А.С. Теплотехника: Учебник для вузов. – М.: Академкнига, 2006. – 488 с.
7. Справочник по теплообменным аппаратам паротурбинных установок / Ю.М. Бродов[и др.]; под общ. ред. Ю.М. Бродова. – М.:Издательский дом МЭИ, 2008. – 480 с.
8. Анцев, И. Б. Основы проектирования внутренних электрических сетей / И.Б. Анцев, В.Н. Силенко. - М.: Проспект Науки, 2010. - 272 с.
9. Сидельковский Л.Н. Котельные установки промышленных предприятий. Учебник для вузов/ Л.Н. Сидельковский, В.Н. Юренев (стереотипно с 1988 г). – М.: Изд-во ООО «БАСТЕТ», 2009.
10. Киреева, Э.А. Электроснабжение и электрооборудование организаций и учреждений (для бакалавров). Учебное пособие / Э.А.Киреева. – М.: КноРус, 2017. – 272 с.

11. Лисенко, В.Г. Хрестоматия Энергосбережения / В.Г. Лисенко, Я.М. Щелоков, М.Г. Ладышев. - М.: Теплоэнергетик, 2012. – 699 с.

12. Оценка экономической эффективности энергосбережения. Теория и практика. - М.: Теплоэнергетик, 2015. - 400 с.

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://legalacts.ru/doc/prikaz-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://legalacts.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., Лавыгин В.М., Тишин С.Г. «Тепловые и атомные электрические станции». Учебник для вузов. М.: Издательство МЭИ, 2004 г.

17. Середкин Александр Алексеевич. Разработка энергосберегающих мероприятий для комплекса «ТЭЦ-потребитель»: 05.14.14 Середкин, Александр Алексеевич Разработка энергосберегающих мероприятий для комплекса "ТЭЦ-потребитель" (На примере города Читы) : Дис. канд. техн. наук : 05.14.14 Улан-Удэ, 2003 131 с. РГБ ОД, 61:04-5/2037.

18. «Тепловые и атомные электрические станции». Справочник. Под ред. А.В. Клименко и В.М. Зорина. М.: МЭИ, 2003. (Теплоэнергетика и теплотехника, Кн.3).

19. Трояновский Б. М., Филиппов Г. А., Булкин А. Е. Паровые и газовые турбины атомных электростанций. М.: Энергоатомиздат, 1985. - 255 с.

20. Трухний А.Д., Ломакин Б.В. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки.-М.: Издательство МЭИ, 2002. -540 с.

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_doc_LAW_93978/

22. Воробьев, Р. Н. Безлопаточные паровые турбины Воробьева для электроэнергетики малых мощностей / Р.Н. Воробьев. - М.: Маска, 2013. - 152 с.

23. 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»; [Гаряев А. Б. и др.]; под ред. Ю.М. Павлова. - Москва: МЭИ, 2012. - 63 с

24. Ярошенко П.А. Краснов И.Н. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности // ИСУП. – 2011. – № 6 (30). – С. 15-20.

25. СТО 4.2–07–2014. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Красноярск : ИПК СФУ, 2014. – с.59

Бакалаврская работа выполнена мной самостоятельно. Используемые в работе материалы и концепции из опубликованной научной литературы и других источников имеют ссылки на них.

Отпечатано в 1 экземпляре.

Библиография 25 наименований.

Электронный экземпляр сдан на кафедру.

« » _____
(дата)

(подпись)

Шабалин И.А.
(ФИО)

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. Г.Н.Чистяков
подпись инициалы, фамилия
«14» 06 2019г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(код и наименование специальности)

Разработка мероприятий по энергосбережению на Абаканской ТЭЦ
(наименование темы)

Руководитель Дулесова 03.06.19г. доцент каф. ЭЭ,к.э.н
подпись дата должность, ученая степень

Н.В. Дулесова
инициалы, фамилия

Выпускник Шабалин 3.06.2019
подпись дата

И.А.Шабалин
инициалы, фамилия

Нормоконтролер Кычакова 10.06.2019г.
подпись, дата

И.А.Кычакова
инициалы, фамилия

Абакан 2019