

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Энергетический
Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Кафедра Атомных и тепловых электростанций

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Анализ эффективности работы ПГУ

УДК 621.18:621:438.001.24

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б2А	Макрушин Максим Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой атомных и тепловых электростанций	А.С. Матвеев	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры менеджмента	С.Н. Попова	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	М.Э. Гусельников	к.т.н., доцент		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель кафедры атомных и тепловых электростанций	М.А. Вагнер	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
атомных и тепловых электростанций	А.С. Матвеев	к.т.н., доцент		

Томск – 2016 г.

Запланированные результаты обучения выпускника образовательной программы бакалавриата по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Универсальные компетенции</i>	
Р1	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе <i>на иностранном языке</i> , разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты <i>комплексной</i> инженерной деятельности.
Р2	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе междисциплинарном, с делением ответственности и полномочий при решении <i>комплексных</i> инженерных задач.
Р3	Демонстрировать <i>личную</i> ответственность, приверженность и следовать профессиональной этике и нормам ведения <i>комплексной</i> инженерной деятельности с соблюдением правовых, социальных, экологических и культурных аспектов.
Р4	Анализировать экономические проблемы и общественные процессы, участвовать в общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм.
Р5	К достижению должного уровня экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережения на производстве, безопасности жизнедеятельности и физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
Р6	Осознавать необходимость и демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни</i> , непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии, организации обучения и тренинга производственного персонала.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
Р7	Применять <i>базовые</i> математические, естественнонаучные, социально-экономические знания в профессиональной деятельности <i>в широком</i> (в том числе междисциплинарном) контексте в <i>комплексной</i> инженерной деятельности в производстве тепловой и электрической энергии.
Р8	Анализировать научно-техническую информацию, ставить, решать и публиковать результаты решения задач <i>комплексного</i> инженерного анализа с использованием <i>базовых и специальных</i> знаний, нормативной документации, современных аналитических методов, методов математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования.
Р9	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок объектов производства тепловой и электрической энергии, выполнять <i>комплексные</i> инженерные проекты с применением <i>базовых и специальных</i> знаний, <i>современных</i> методов проектирования для достижения <i>оптимальных</i> результатов, соответствующих техническому заданию <i>с учетом</i> нормативных документов, экономических, экологических, социальных и других ограничений.
Р10	Проводить <i>комплексные</i> научные исследования в области производства тепловой и электрической энергии, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных, и их подготовку для составления обзоров,

	отчетов и научных публикаций с применением <i>базовых и специальных</i> знаний, и <i>современных</i> методов.
P11	Использовать информационные технологии, использовать компьютер как средство работы с информацией и создания новой информации, осознавать опасности и угрозы в развитии современного информационного общества, соблюдать основные требования информационной безопасности.
P12	Выбирать и использовать необходимое оборудование для производства тепловой и электрической энергии, управлять технологическими объектами, использовать инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
<i>Специальные профессиональные</i>	
P13	Участвовать в выполнении работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов теплоэнергетического производства, контролировать организацию метрологического обеспечения технологических процессов теплоэнергетического производства, составлять документацию по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках.
P14	Организовывать рабочие места, управлять малыми коллективами исполнителей, к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений, планированию работы персонала и фондов оплаты труда, организовывать обучение и тренинг производственного персонала, анализировать затраты и оценивать результаты деятельности первичных производственных подразделений, контролировать соблюдение технологической дисциплины.
P15	Использовать методики испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования теплоэнергетического производства в соответствии с профилем работы, планировать и участвовать в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологических процессов.
P16	Организовывать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования теплоэнергетического производства, контролировать техническое состояние и оценивать остаточный ресурс оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущие ремонты, составлять заявки на оборудование, запасные части, готовить техническую документацию на ремонт, проводить работы по приемке и освоению вводимого оборудования.

<p>исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<p>5. Социальная ответственность 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 7. Заключение 8. Список литературы</p>
--	--

<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>отсутствует</p>
---	--------------------

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент</p>	<p>Попова С.Н. доцент кафедры менеджмента</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Гусельников М.Э. доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p> </p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>10.01.16</p>
--	------------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Зав. кафедрой атомных и тепловых электростанций</p>	<p>Матвеев А.С.</p>	<p>к.т.н. доцент</p>	<p> </p>	<p> </p>

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>5Б2А</p>	<p>Макрушин Максим Александрович</p>	<p> </p>	<p> </p>

Реферат

Дипломный проект –55 страниц, 8 таблиц, 7 рисунков, 4 графика, 5 источников.

Ключевые слова: парогазовая установка, газотурбинная установка, котел-утилизатор, компрессор, конденсатор.

Целью работы является расчет показателей ПГУ при разных значениях внешних факторов, таких как: теплота сгорания, расхода газа, температуры охлаждающей воды, давление в конденсаторе, электрическая мощность ПГУ, КПД КУ, мощности ПГУ, КПД ПГУ.

Рассмотрена двухконтурная утилизационная ПГУ, состоящая из двух газовых турбин марки ALSTOM GT26, обеспечивающая экономичное производство электроэнергии в диапазоне до 288 МВт, одного котла-утилизатора и одной паровой турбины. Критерием выбора данной тепловой схемы послужили высокая надежность, простота схемы и конструкции.

Выполнен расчет показателей тепловой экономичности ПГУ при различных внешних факторов, таких как: температура наружного воздуха, используемое топливо, температура охлаждающей воды. Построена тепловая диаграмма КУ, процесс расширения пара в турбине, графики исследуемых зависимостей.

Оглавление

Введение	9
1. Назначение и преимущества ПГУ	10
2. Анализ влияния внешних факторов на работу ПГУ	12
2.1. Влияние качества воды	12
2.2. Влияние качества топлива	13
2.3. Влияние температуры воздуха в компрессоре	13
3. Расчет показателей ПГУ при разных значениях внешних факторов.....	17
3.1. Пример расчета одноконтурной ПГУ	17
3.1.1. Определение теплофизических характеристик выхлопных газов..	17
3.2. Описание газовой турбины	19
3.3. Расчет одноконтурной ПГУ	20
3.3.1. Описание тепловой схемы	20
3.3.2. Определение паропроизводительности, КПД, тепловых мощностей поверхностей нагрева КУ, параметров пара и дымовых газов.....	21
3.3.3. Тепловая диаграмма котла-утилизатора	26
3.3.4. Определение КПД, мощности паровой турбины, процесс расширения.....	26
3.3.5. Расчет показателей тепловой экономичности.....	31
3.4. Показатели тепловой экономичности при изменении температуры наружного воздуха	32
3.5. Показатели ПГУ при использовании другого топлива	32
3.6. Показатели ПГУ при изменении температуры охлаждающей воды	33
3.7. Сравнительный анализ показателей тепловой экономичности.....	33
4. Социальная ответственность.....	37
4.1. Производственная безопасность.....	40
4.1.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при эксплуатации оборудования на предприятии	40
4.1.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте	42

4.2. Экологическая безопасность	44
4.2.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	44
4.2.2. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.....	45
4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	45
4.3.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований	45
4.3.2. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.....	46
4.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	47
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ..	48
5.1. Назначение исследования.....	49
5.2. Классификация и область применения ПГУ	49
5.3. Трудоемкость выполнения работ.....	50
5.4. Разработка графика выполнения технического проекта	51
5.5. Составление сметы работ	52
5.6. Расчет затрат на специальное оборудывание	52
5.7. Зарплата и отчисление на социальные нужды	53
5.8. Накладные расходы.....	53
6. Заключение.....	55
Список литературы.....	56

Введение

Основу современной энергетики составляют тепловые электрические станции. На них производится более 65% всей электроэнергии в мире. Традиционные энергоблоки исчерпали свой ресурс совершенствования. Были разработаны, изучены и введены в эксплуатацию схемы работы энергоблока на критических и сверхкритических характеристиках с применением вторичного и третичного перегрева с регенерацией тепла. Кроме того, КПД передовых ТЭС приблизился к своему максимальному пределу и дальнейшее его увеличение связано с большими вложениями и усложнением самой тепловой схемы.

В мире прогресс в теплоэнергетике стал связан с решением задач рационального соотношения эффективности, экономичности, надежности, капиталоемкости и экологичности. Одним из лучших направлений для выполнения поставленных задач стало внедрение в энергетике парогазовых установок с высокоэффективным производством электроэнергии.

С появлением первых ПГУ-200 в 60-е годы с высоконапорным парогенератором раскрыли выгоду своего применения по сравнению с традиционными паросиловыми установками К-160-130 в снижение затрат:

- расход топлива
- металлоемкости
- удельных капитальных затрат

В данной работе рассматривается расчет показателей для проектируемой электростанции. Определение энергетических показателей необходимо для анализа эффективности работы парогазовой установки.

1. Назначение и преимущества ПГУ

По назначению ПГУ можно разделить на конденсационные и теплофикационные. Конденсационные вырабатывают только электроэнергию, хотя отдают небольшое количество тепловой энергии для отопления небольшого поселка и мелких тепловых потребителей. Теплофикационные отдают тепловую энергию наряду с электрической, служат и для нагрева сетевой воды в подогревателях, подключаемых к паровой турбине.

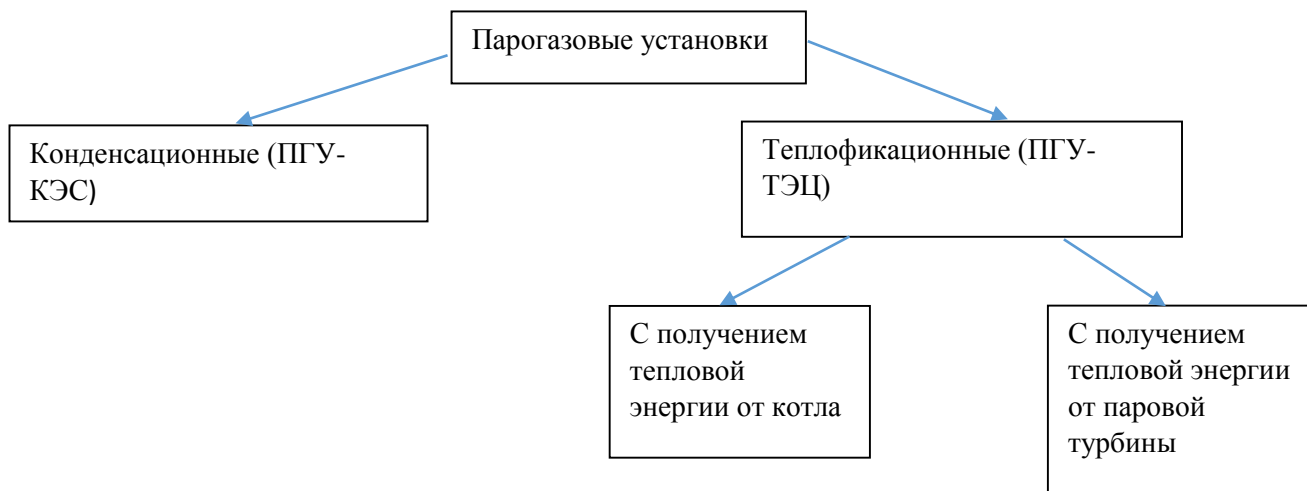


Рисунок 1- Классификация ПГУ по назначению

По количеству рабочих тел их делят на бинарные и монарные. В бинарных установках рабочие тела газотурбинного цикла и паротурбинной установки разделены. В монарных рабочим телом для турбины является смесь продуктов сгорания и водяного пара.

Основные преимущества ПГУ:

- Самый экономичный двигатель, используемый для получения электроэнергии. На рис.1 показано как изменялся КПД ПГУ по мере развития. Кривая 1 так называемый теоретический КПД, т.е. максимальный КПД перед газовой турбиной при достигнутом уровне температуры. Одноконтурная ПГУ, при начальной температуре примерно 1000 °С, примерно имеет абсолютный КПД 43%, что составит

63% от теоритического. Коэффициент полезного действия трехконтурной ПГУ с промежуточным перегревом пара, в которой температура газов перед газовой турбиной 1450 °С, на сегодняшний день достигает 60 %, что составляет 82 % от теоретически возможного уровня. Нет сомнений в том, что КПД можно увеличить еще больше. Вопрос в том, какой ценой будет достигаться это повышение.

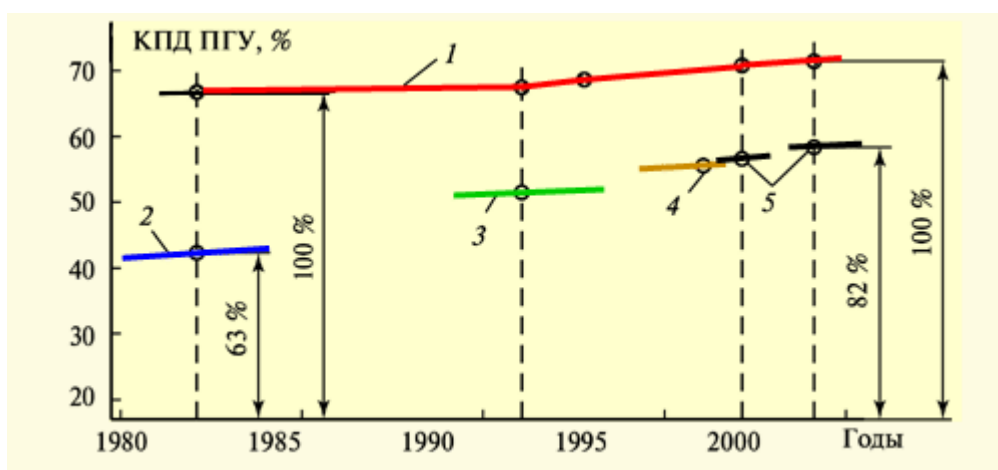


Рисунок 2- Сравнение экономичности ПГУ

- Самый экологически чистый двигатель. Объясняется это высоким КПД - вся та теплота, содержащаяся в топливе, которую не удалось преобразовать в электроэнергию, выбрасывается в окружающую среду. Поэтому уменьшение тепловых выбросов от ПГУ по сравнению с паросиловой будет ровно в той степени, на сколько меньше расход топлива на производство электроэнергии.

ПГУ дают меньше выбросов оксидов азота (NO_x).

- Очень маневренный двигатель, сравниться с ним может только автономная ГТУ.
- Потребление охлаждающей воды у ПГУ втрое меньше, чем у паросиловой.
- ПГУ имеет небольшую цену установленной единице мощности.
- Короткие сроки возведения.

2. Анализ влияния внешних факторов на экономичность и надежность работы ПГУ

2.1 Влияние качества воды.

В настоящее время идет широкая реконструкция существующих водоподготовительных установок и строительство новых. Новые мощности призваны как к замещению старых, исчерпавших свой ресурс систем, так и к обеспечению вновь вводимых энергоустановок. В последнем случае все чаще приходится иметь дело с парогазовыми установками (ПГУ), предъявляющими наиболее высокие требования к качеству подпиточной воды. Требования устанавливаются производителем оборудования и могут несколько отличаться (см. табл. 1). Основным методом, используемым в настоящее время для обессоливания на большинстве станций является ионный обмен.

Таблица 1. Типичные требования к качеству подпиточной воды ПГУ

Показатель	Предельное значение
Удельная электропроводность	0,1–0,2 мкСм/см
Натрий	3–10 мкг/л
Кремнекислота (по SiO ₂)	0,1–0,2 мкг/л
Хлориды	3 мкг/л
Общий органический углерод	100–300 мкг/л
Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	3 мкг/л
Жесткость	5 мкг-экв/л

2.2 Влияние качества топлива

На ПГУ всегда должно иметься в наличии три вида топлива: основное, резервное и аварийное. В качестве основного и резервного топлива обычно используют природный газ, отбираемый из различных ниток магистрального

газопровода. Аварийным топливом служит жидкое (дизельное) топливо, запас которого хранится в специальном резервуаре и рассчитан на 5 суток непрерывной работы.

На ТЭС природный газ приходит с температурой 0-20 °С, а в камеру сгорания он должен подаваться с температурой 10-130 °С. Требуемое давление газа, подаваемого к КС, зависит от отношения давления в компрессоре, и оно должно быть примерно в 1,5 – 2 раза выше давления в КС. Давление газа, поступающего на ТЭС, зависит от двух факторов: ее расположения и сезона. Если ТЭС находится в черте города, то обычно газ подается не из магистрального газопровода, а после газораспределительной станции, давление в трубопроводе за которой находится на уровне 1,1-1,2 Мпа. Если питание ТЭС осуществляется от магистрального газопровода, то давление в нем зависит от потребления газа в районе. В летнее время оно может составлять 3-3,5 Мпа, а в зимнее – втрое меньше. Точно так же летом температура природного газа, поступающего к ТЭС, в среднем составляет 15-17 °С, а зимой она равна 1-2 °С. Этот газ может содержать влагу и твердые частицы, которые должны быть удалены перед его подачей в КС.

Для того чтобы удовлетворить все эти требования, на ПГУ-ТЭС сооружают блочный пункт подготовки газа – отдельное здание или огороженную площадку на открытом воздухе (в теплом климате), в котором размещают оборудование, обеспечивающее очистку газа от механических и жидких примесей, измерение расхода газа и его теплоты сгорания, редуцирование или компримирование, осушку, подогрев или охлаждение. Эти операции проводятся в автоматическом режиме с выдачей данных на блочный щит управления.

2.3 Влияние температуры воздуха в компрессоре.

Атмосферный воздух является рабочим телом компрессора и основным компонентом продуктов сгорания, поступающих в ГТ. И подобно тому, как на

паросиловой электростанции имеется сложнейшая специальная система подготовки циклоновой воды и ее постоянной очистки, на электростанции, использующей ГТУ, имеется установка, постоянно и в большом количестве готовящая качественный воздух для компрессора и КС. Эта установка выполняет четыре основные функции:

- Очистку атмосферного воздуха, направляемого в компрессор, исключаящую преждевременный абразивный износ проточной части компрессора и газовой турбины частицами песка и минеральной пыли;
- Защиту компрессора от неблагоприятных погодных воздействий;
- Защиту от попадания в компрессор посторонних предметов;
- Подавление шума;



Рисунок 3- Комплексная воздухоочистительная установка (КВОУ) [5]

В холодных климатических условиях большое количество снега или замерзающих дождевых капель может вызывать обледенение фильтрующих

элементов, глушителей и даже лопаток входного направляющего аппарата компрессора. Обледенение резко снижает расход воздуха через компрессор, а так же мощность и экономичность всей ГТУ. Кроме того, попадание кусков льда в проточную часть компрессора может вызывать его физическое разрушение.

Для защиты от погодных воздействий, в частности дождя и снега, на входе в КВОУ устанавливаются влагозащитные козырьки или вертикальные жалюзи, играющие роль сепараторов влаги (см. рис. 4). Жалюзи склонны к замерзанию в зимнее время и поэтому используется реже. Кардинальным методом борьбы с образованием льда в подводящих воздуховодах является ввод перед КВОУ горячего воздуха от соответствующей ступени компрессора либо от калориферов, обогреваемых паром или горячей водой.

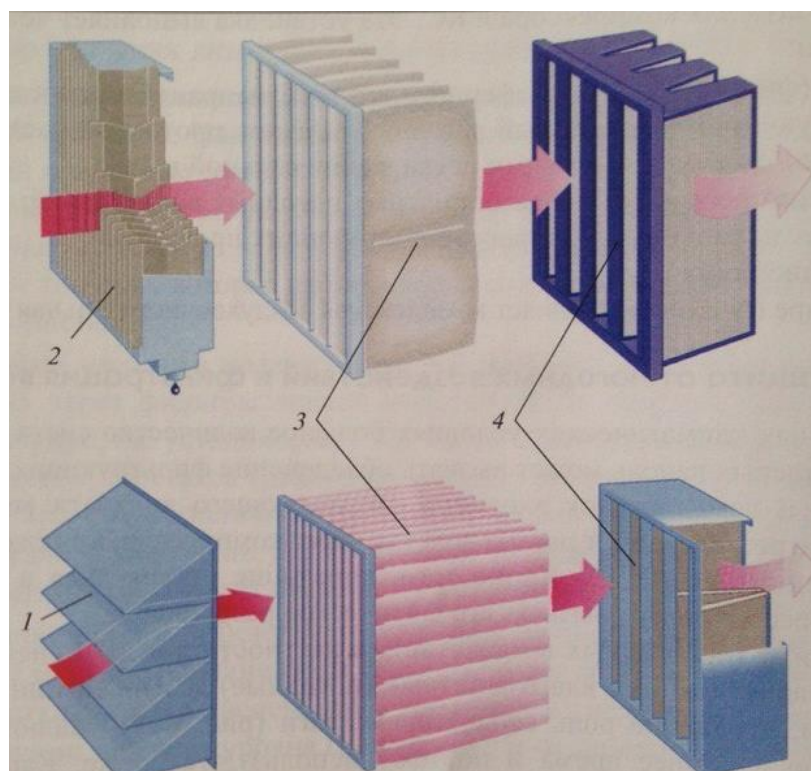


Рисунок 4- Входные элементы КВОУ:

1 – погодный козырек; 2 – жалюзи; 3 – фильтры предварительной очистки карманного типа; 4 – основные фильтры секционного типа [5]

Обычный воздух содержит твердые частицы (пыль), жидкости и газы. Воздух поступающий к компрессору, не должен содержать пыли. Главная опасность от ее воздействия – эрозия лопаточного аппарата компрессора и газовой турбины. Эрозия рабочих лопаток как компрессора, так и турбины приводит к увеличению в них напряжений растяжения и изгиба и, главное, к изменению вибрационных характеристик (собственных частот), опасности возникновения резонанса и быстрого усталостного разрушения лопаток. Для рабочих лопаток газовой турбины эти явления усугубляются износом термозащитных покрытий, приводящим к перегреву лопаток и снижению их сопротивления коррозии и термической усталости.

Изменение условий обтекания изношенных профилей лопаток приводит к изменению треугольников скоростей основного потока рабочего тела, увеличению профильных и кромочных потерь и, в конечном счете, к снижению КПД компрессора и газовой турбины. Это вызывает существенно большее снижение всей ГТУ.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
5Б2А	Макрушин Максим Александрович

Институт	Энергетический	Кафедра	Атомных и тепловых электростанций
Уровень образования	бакалавр	Направление	13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость затрат технического проекта (ТП): на специальное оборудование, зарплату, страховые отчисления, прочие и накладные расходы</i>	Затраты на специальное оборудование определяются согласно стоимости оборудования по прейскурантам или по договорной цене. Заработная плата рассчитывается исходя из тарифной ставки и коэффициентов, зависящих от различных условий: организация, регион. Страховые отчисления определяются согласно Федеральному закону от 24.07.2009 №212-ФЗ Прочие и накладные расходы определяются исходя из суммы остальных статей расходов.
2. <i>Продолжительность выполнения технического проекта</i>	Приблизительная оценка продолжительности выполнения ТП составляет 91 календарных дней

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Планирование и формирование графика работ по реализации ТП</i>	Для составления графика технико-конструкторских работ используется оценка трудоемкости работ для каждого исполнителя. По полученным данным строится график инженерных работ, позволяющий лучше спланировать процесс реализации ТП
2. <i>Формирование сметы</i>	В процессе формирования сметы ТП используется следующая группировка затрат по статьям: <ul style="list-style-type: none"> • материальные затраты ТП; • затраты на специальное оборудование; • полная заработная плата исполнителей; • отчисления во внебюджетные фонды; • накладные расходы.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Попова С.Н.	К.Э.Н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б2А	Макрушин Максим Александрович		

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью данного раздела является анализ перспективности проведенных в ВКР проектных работ, определение продолжительности работ над проектом, а также определение финансовых затрат для реализации проекта и разработку.

5.1 Назначение исследования

Данная работа предназначена для исследования эффективности работы ПГУ. Провести исследование эксплуатации ПГУ в нерасчетных режимах работы в зависимости от времени года возникает проблема набора как максимальной нагрузки, так и снижения её до технического минимума. Определить повышение эффективности сжигания топлива в камерах сгорания.

5.2 Классификация и область применения ПГУ

Многообразие ПГУ столь велико, что нет возможности рассмотреть их в полном объеме. Поэтому ниже рассмотрим основные типы ПГУ, интересные для нас либо с принципиальной, либо с практической точки зрения. Одновременно попытаемся выполнить их классификацию, которая, как и всякая классификация, будет условной. По назначению ПГУ подразделяют на конденсационные и теплофикационные. Первые из них вырабатывают только электроэнергию, вторые — служат и для нагрева сетевой воды в подогревателях, подключаемых к паровой турбине. По количеству рабочих тел, используемых в ПГУ, их делят на бинарные и монарные. В бинарных установках рабочие тела газотурбинного цикла (воздух и продукты горения топлива) и паротурбинной установки (вода и водяной пар) разделены. В монарных+3 установках рабочим телом турбины является смесь продуктов сгорания и водяного пара.

Несмотря на то, что преимущества парогазового цикла были впервые доказаны еще в 1950-х годах советским академиком, этот тип энергогенерирующих установок не получил в России широкого применения.

В СССР были построены несколько экспериментальных ПГУ. Примером могут служить энергоблоки мощностью 170 МВт на Невинномысской ГРЭС и мощностью 250 МВт на Молдавской ГРЭС. За последние 10 лет в России введены в эксплуатацию более 30-ти мощных парогазовых энергоблоков.

5.3 Трудоемкость выполнения работ

Трудоемкость выполнения ВКР носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Результаты расчетов ожидаемой трудоемкости представлены в таблице 3.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{p_i} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (2)$$

где T_{p_i} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Рассчитанные показатели продолжительности работ в таблице 3.

5.4 Разработка графика выполнения технического проекта

С целью наиболее четкого представления провидения научной работы над данным проектом используется диаграмма Ганта. Для ее заполнения используются следующие формулы:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (4)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные показатели заносятся в таблицу 7.

Таблица 7 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{\text{ожид}}$, чел-дни			
1. Составление и утверждение технического задания	2	3	2,4	Руководитель	2,4	4
2. Выбор оборудования	4	8	5,6	Руководитель Студент	5,6	9
3. Создание пояснительной записки	20	25	22	Студент	22	31
4. Разработка раздела финансовый менеджмент	10	15	12	Студент	12	18

Продолжение таблицы 7

5. Разработка раздела социальная ответственность	10	15	12	Студент	12	18
6. Проверка составленной документации и разработанных схем	5	7	5,8	Руководитель	5,8	9
7. Защита проекта	1	2	1,8	Студент	1,8	3
8. Реализация проекта на объекте	10	14	11,6	Специалист по наладке	11,6	17
Итого:						109

5.5 Составление сметы работ

При планировании сметы научно-технической разработки должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета используется следующая группировка затрат по статьям:

- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- полная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).

5.6 Расчет затрат на специальное оборудование

В данном подразделе определяются затраты, необходимых для приобретения технических средств, которые используются в проектной разработке. Стоимость оборудования определяется из каталогов фирм производителей данных приборов

5.7 Зарплата и отчисление на социальные нужды

Зарплата руководителя ВКР бакалавра определяется по условию часовой оплаты. Норма времени на руководство ВКР бакалавра составляет 22 часа, в соответствии с положением о порядке нормирования труда научно-педагогических работников. Тариф на почасовую оплату составляет 300 р./час для доцента. Поэтому расходы на оплату труда составят:

$$C_{з.п.} = 22 \cdot 300 = 6600 \text{ руб.}$$

Отчисление на социальные нужды:

$$S_{с.н.} = 6600 \cdot 0,3 = 1980 \text{ руб.}$$

Суммарные затраты на вознаграждение работников составляют:

$$C_{сум.} = 6600 + 1980 = 8580 \text{ руб.}$$

Таблица 8 – Затраты на единицу работы.

Наименование работ	См		Сз/п+Ссн		Суммарные затраты		Сумма, руб.
	Тариф, руб.	Объём	Тариф, руб.	Объём	Сумма материалов, руб.	Сумма з/п+сн, руб.	
Разработка научного исследования	167443,2	1	8580	1	167443,2	8580	176023,2

По полученным данным можно сделать вывод, что общая стоимость данного технического проекта составляет 176023,2 рубля, большая часть которой затрачивается на приобретение технических средств.

5.8 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не включенные в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей}) \cdot k_{нр}, \quad (5)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.