

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

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУХИХ ГРАДИРЕН НА ТЭС

УДК 621.311.22.002.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б12	ПОПОВ Алексей Геннадьевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры АТЭС	Н.Н. Галашов	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель кафедры менеджмента	Н.Г. Кузьмина	-		

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
ассистент кафедры атомных и тепловых электростанций	В.Н. Мартышев	-		

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.

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

Институт Энергетический
Направление подготовки **140100 Теплоэнергетика и теплотехника**
Кафедра «Атомных и тепловых электростанций»

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой АТЭС ЭНИН
А.С. Матвеев

(Подпись)

(Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы
(бакалаврской работы, /работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б12	Попову Алексею Геннадьевичу

Тема работы:

Использование сухих градирен на ТЭС	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

10 июня 2015 года

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	В работе рассматриваются вопросы использования сухих градирен на ТЭС для охлаждения циркуляционной воды. Исходные данные – материалы учебной и научной литературы и интернет.
---	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Краткая характеристика и анализ систем водоснабжения электростанций. 2. Анализ систем водоснабжения электростанций с сухими градирнями. 3. Виды сухих градирен и их характеристика. 4. Расчет сухой градирни. 5. Анализ капитальных вложений и изменения эксплуатационных затрат при модернизации схемы водоснабжения. 6. Анализ влияния на надежность ТЭС предлагаемой модернизации. 7. Влияние модернизации на экологию. 8. Социальная ответственность при проведении работ модернизации. 9. Заключение
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Схемы установок, характеристики и показатели работы
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Потехина Н.В., старший преподаватель кафедры менеджмента
Социальная ответственность	Сечин А.А., доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
уточнить	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	28 января 2015 года
--	-----------------------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры АТЭС	Галашов Н.Н.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-5Б12	Попов А.Г.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б12	Попов Алексей Геннадьевич

Институт	Электронного обучения	Кафедра	АТЭС
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	1. Использование сухих градиентов на ТЭС.. Проектировщик – инженер Руководитель – доцент.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	2. Принять на основании произведенных расчетов и из анализа отчетов объекта исследования.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	3. Отчисления на социальные нужды - 30% Районный коэффициент – 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	1. Перечень работ и оценка времени их выполнения. 2. Расчёт затрат на проектирование.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель кафедры менеджмента	Кузьмина Наталья Геннадьевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б12	Попов Алексей Геннадьевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б12	Попов Алексей Геннадьевич

Институт	Электронного обучения	Кафедра	АТЭС
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шум, вибрация, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)	<i>Рабочее место оператора находится в производственном помещении.</i> <i>При эксплуатации оборудования могут иметь место вредные и опасные проявления факторов производственной среды для человека.</i>
<i>2. Перечень законодательных и нормативных документов по теме</i>	<i>Федеральный закон № 123-ФЗ от 22.07.2008г (ред. от 10.07.2012г) «технический регламент о требованиях к пожарной безопасности».</i> <i>Федеральный закон №184-ФЗ "О техническом регулировании" от 27 декабря 2002 года.</i> <i>Федеральный закон N 426-ФЗ от 28 декабря 2013 года «о специальной оценке условий труда»</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i> - физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем - индивидуальные защитные средства) <i>Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</i> - механические опасности (источники, средства защиты); - термические опасности (источники, средства защиты); - электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты);	<i>1. Производственная безопасность.</i> <i>Вредные факторы:</i> - повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; - недостаточная освещенность; - разность температур окружающей среды; - повышенный уровень шума и вибрации. - электрический ток; - пожароопасность.
<i>2. Охрана окружающей среды:</i> - защита селитебной зоны - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	<i>2. Экологическая безопасность:</i> - загрязнение почвы; - загрязнение атмосферного воздуха;

3. Защита в чрезвычайных ситуациях: - перечень возможных ЧС на объекте; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: - аварийные ситуации.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: - специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Нормативно правовые и технические документы.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	10.03.16
---	----------

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Гусельников М.Э.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б12	Попов Алексей Геннадьевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа _____ 69 _____ с., _____ 15 _____ рис., _____ 7 _____ табл.,
_____ 16 _____ источников, _____ прил.

Ключевые слова: ГРАДИРНЯ, ЦИРКУЛЯЦИОННАЯ ВОДА, ВОЗДУХ,
ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ТЕПЛООБМЕННИК

·

Объектом исследования является (ются): _____

Цель работы – Исследование использования сухих градирен на ТЭС

В процессе исследования проводились анализ систем водоснабжения, описание
работы водоснабжения с сухими градирнями, расчет вентиляторной градирни,

В результате пришли к выводу, что использование сухих градирен при экономии
водоресурсов очень выгодно

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные
характеристики: Частично был взят пример с Адлерской ПГУ _____

Степень внедрения: реальна

Область применения: Отвод тепла от пара

Экономическая эффективность/значимость работы _____ Рассчитаны затраты на
исследование _____

В будущем планируется развитие этого направления и использования их на ТЭС _____

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	7
1 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И АНАЛИЗ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ	8
2 АНАЛИЗ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ С СУХИМИ ГРАДИРНЯМИ	16
3 РАСЧЕТ ВЕНТИЛЯТОРНОЙ ГРАДИРНИ	32
4 АНАЛИЗ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ И ИЗМЕНЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ И ВЛИЯНИЕ НА НАДЕЖНОСТЬ ТЭС СУХИХ ГРАДИРЕН	37
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	39
6 ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	52
7 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	61
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	67
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	68

ВВЕДЕНИЕ

В энергетике постоянно возникает необходимость в экономичном отводе тепла от пара. В связи с ростом стоимости электрической энергии и водосбережения – применение и перспективы развития сухих градирен становится очень актуальным. Градирня (теплообменник) это оборудование, которое используется для охлаждения воды или другой жидкости, как в промышленности, так и в различных системах кондиционирования.

«Сухие» градирни системы Геллера с поверхностным воздушным охлаждением очищенной воды в сочетании со смешивающим струйным конденсатором сводят к минимуму неблагоприятное воздействие на окружающую среду технических систем отвода сбросного тепла от ТЭС. В этих системах очищенная вода проходит и охлаждается в градирне внутри поверхностных алюминиевых охладителей, которые снаружи омываются воздухом. Охлаждающие колонки располагаются по периметру в нижней части башни в окнах для входа охлаждающего воздуха. Если движение воздуха в градирне должно происходить за счет естественной тяги, то для этого градирня создается в виде башни гиперболической формы высотой 100 м и более, выполненной из монолитного железобетона или изготовленной на основе обшитого алюминием каркаса из конструкционной стали. Охлажденная вода подается в смешивающий струйный конденсатор, в котором конденсируется отработавший в турбине пар, а затем часть общего потока на выходе из конденсатора подается в контур питательной воды парогенератора, а другая часть возвращается на охлаждение в градирню.

1 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И АНАЛИЗ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

1.1 Системы охлаждения

Сейчас на тепловых электрических станциях используются системы охлаждения прямоточного типа и системы охлаждения оборотного типа.

При системе охлаждения прямоточного типа вода берется из природного источника и после охлаждения в конденсаторе происходит сброс в тот же источник, что приводит к нагреванию воды [2]. В России сейчас при строительстве новых тепловых электрических станций применять прямоточные системы запрещается. Схема системы с прямоточным охлаждением конденсатора изображена на рисунке 1.

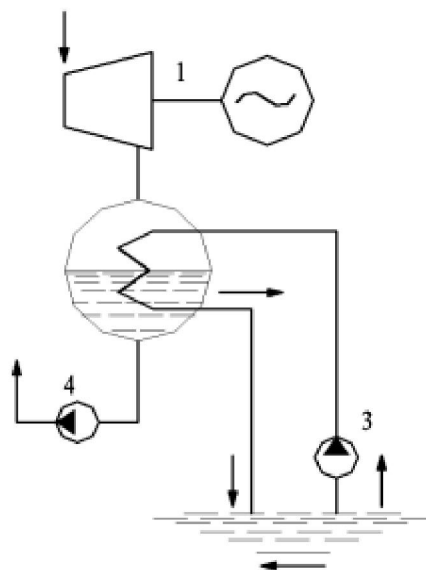


Рисунок 1 - Принципиальная схема прямоточного охлаждения конденсаторов. 1 – турбина; 2- конденсатор турбины; 3 – циркуляционный насос; 4 – конденсатный насос.

Системы охлаждения оборотного типа бывают следующих видов:

- с брызгальными бассейнами;
- с прудами-охладителями;
- с градирнями;

В системах оборотного охлаждения с прудами-охладителями вода охлаждается с зеркально поверхности воды, которая участвует в теплообмене. Такая обратная система водоснабжения применяется при расположении ТЭС на очень близком расстоянии от озер и рек, где есть отличные условия для их сооружения. Прудам-охладителям нужны большие площади и большие капитальные затраты на гидротехнические сооружения. В системах с брызгальными бассейнами вода охлаждается с поверхности капель воды, которые разбрызгиваются при помощи сопел. Таким сооружениям нужно меньше места, чем прудам-охладителям, но при этом у них сравнительно низкая и неустойчивая охлаждающая способность, зависящая от скорости ветра и направления. Помимо этого, водяные потери в системах с брызгальными бассейнами больше, чем в прудах-охладителях и градирнях из-за уноса воды ветром, что ведет к образованию тумана и обмерзшим окружающим зданиям [3,4,5].

Больше всего в России применяют системы охлаждения оборотного типа с градирнями. По принципу охлаждения Градирни бывают испарительного и поверхностного типа.

В градирнях испарительного типа вода охлаждается происходит из-за конвективного теплообмена с воздухом и испарения. Градирни такого типа делятся на три типа:

- Градирни открытого типа- это устройства брызгальные с соплами, которые направлены вниз, и имеют жалюзийные ограждения. В энергетике такой тип, не получил распространения.
- градирни башенного типа имеют вытяжные башни профиль которых прямоугольный и гиперболоидный профиля. В России Данный вид наиболее распространен. Тип такой градирни изображен на рисунке 2.

- градирни вентиляторного типа. Такие градирни имеют небольшую площадь, чем градирни башенного типа, но при этом у них выше затраты на

эксплуатацию (из-за того, что применяют вентиляторы). Они обеспечивают более глубокое охлаждение, чем охладители другого типа. [6,7,8].

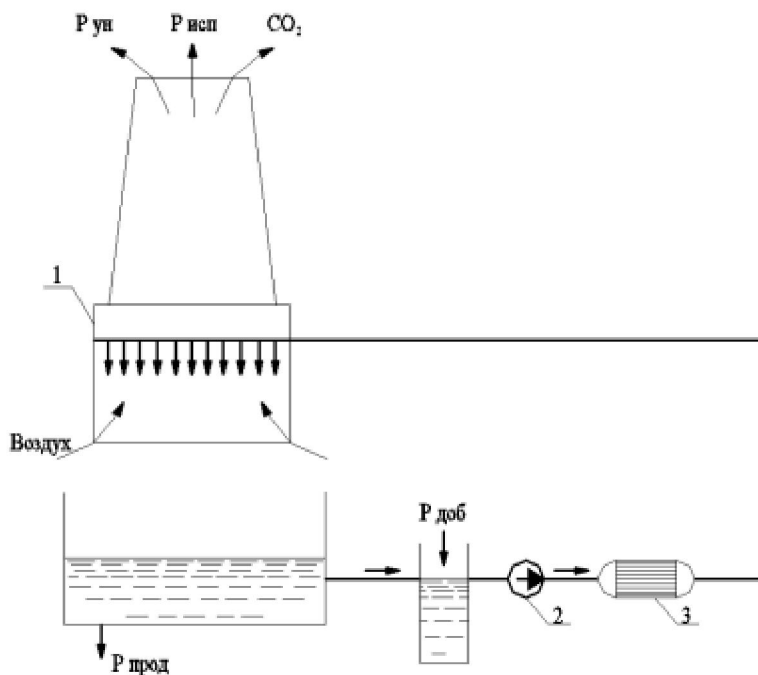


Рисунок 2- Схема системы оборотного охлаждения с градирнями.

1-градирня; 2- циркуляционный насос; 3 – конденсатор

К градирням поверхностного типа относятся радиаторные градирни, которые называются также сухие. Такой тип градирен состоит из теплообменников поверхностно типа , по которым присходит циркуляция охлаждаемой воды. Такой вид градирен применяется как с создаваемой тягой воздуха , так и с тягой, которая создается башней. Такая схема впервые начала применяться для конденсаторов паровых турбин. Данная была разработана Геллером в сочетании с конденсатором смешивающего типа (изображена на рисунке 3) [3]. Сейчас в данной схеме, как правило, применяют конденсатор поверхностного типа.

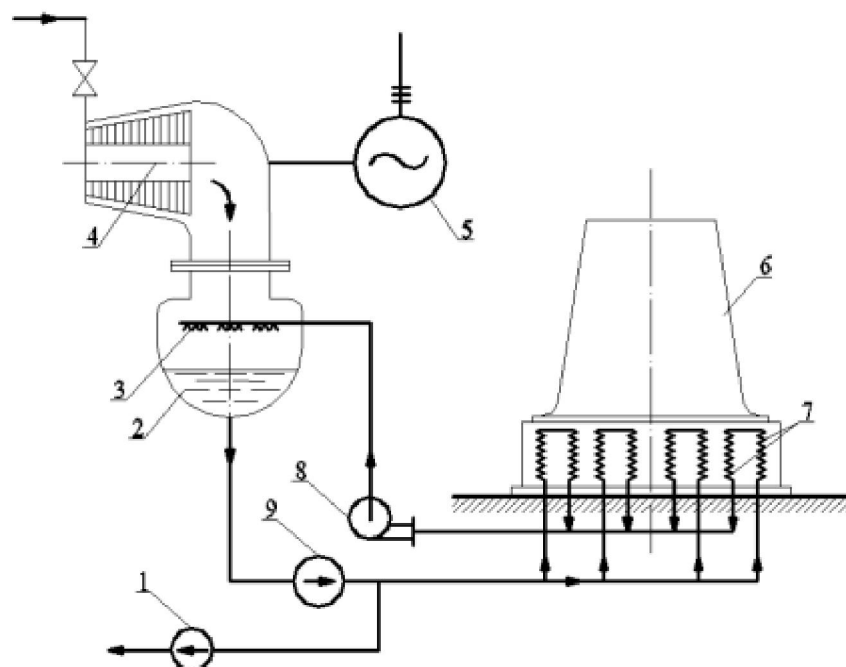


Рисунок 3- Конденсационная установка Геллера. 1 – циркуляционный насос; 2 – смешивающий конденсатор; 3 – распылители воды; 4 – паровая турбина; 5 – генератор; 6 – башня градирни; 7 – теплообменник; 8 – гидротурбина; 9 – конденсационный насос.

Также необходимо упомянуть о конденсаторах воздушного типа [1], схема представлена на рисунке 4

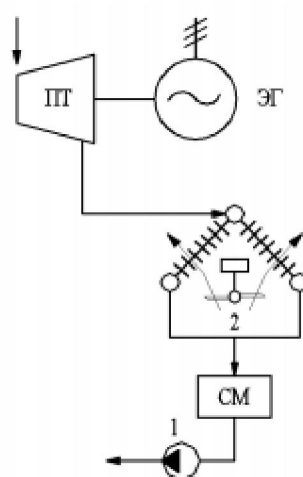


Рисунок 4- Схема воздушного конденсатора. 1- конденсатный насос, 2 – вентилятор, СМ – смеситель

Пар, который выходит из турбины, конденсируется в конденсаторе, который охлаждается воздухом за счет принудительного обдувания воздухом из окружающей среды. Такой цикл полностью замкнут, в нем не надо использовать воду и в нем нет потерь конденсата. Бытует мнение, что воздушные конденсаторы имеют преимущества в сравнении с градирнями сухого типа: у них более низкая стоимость, они занимают меньшую площадь, при этом не требуют установки конденсатора, потребляемая энергия вентиляторов принудительного охлаждения в 2-2,5 раза ниже.

1.2 Проблемы эксплуатации систем оборотного охлаждения с башенными градирнями

Системы оборотного охлаждения с башенными градирнями наиболее сильно распространены в России [9]. Среди основных проблем, которые возникают при эксплуатации такого типа систем охлаждения, можно выделить следующие:

1. Обрастание биологического характера. В эксплуатации башенных градирен идеальные условия для развития микроорганизмов. Наличие пленки из живых микроорганизмов приводит к ухудшению теплообмена и росту гидравлического сопротивления циркуляционной системы. Для борьбы с обрастанием биологического характера применяют шариковую очистку и дозируют сильные окислители.

2. Образование отложений минерального типа. В градирнях часть воды неизбежно от потер из-за испарения и капельного уноса, при этом солесодержание повышается. В конце концов вода теряет стабильное состояние, что иногда приводит к выделению на теплообменных поверхностях карбида кальция .

Для избежания образования отложений в конденсаторах применяют:

- а) продувка системы;
- б) магнитная обработка воды;

в) стабилизация воды с помощью различных хим. реагентов.

К пункту б можно отнести малое подкисление H_2SO_4 , рекарбонизация воды уходящими газами, ингибирование (ОЭДФК, ИОМС, ПАФ- 13А) [9].

3. Конструкционные материалы подвергаются коррозии. Большинство реагентов, которые дозируются для стабилизации охлаждающей воды, приводят к снижению значения жесткости, что вкупе с периодическим дозированием сильнейших окисляемых веществ и насыщенностью охлаждающей воды O_2 , способствует коррозии элементов конструкции градирен и цирк. контура.

1.3 Сухие и вентиляторные градирни (эксплуатация и конструкция)

В градирнях сухого вентиляторного типа отсутствуют озвученные выше недостатки. У них есть определенные особенности, которые необходимо учитывать в расчете при выборе конденсаторной системы охлаждения.

Главная особенность такого типа градирнь – из-за низкого значения коэффициента теплопередачи от воды к воздуху через стенки радиаторов, радиаторы должны иметь сильно развитую поверхность охлаждения, что определяет больше затрат и большего количества металла, поэтому стоимость градирен вентиляторного типа в 1,5-2 раза выше, чем градирен испарительного типа. Помимо этого низкая теплоемкость теплоемкость воздушной массы требует осуществления циркуляции через радиаторы большого количества воздуха [10].

До настоящего времени считалось, что применять такие градирни можно ограничено, однако с развитием технологий ПГУ набирает силу установки такого типа градирен для системы охлаждения пароводяного тракта парогазовых установок.

Одно из главных обстоятельств, которые говорят о пользе такого решения есть то, что на ПТУ циклах ТЭС в конденсатор ПТ поступает до 2 кг пара на 1 кВт·ч произведенной электроэнергии. В парогазовых установках с котлом утилизатором доля отработавшего пара в конденсаторе паротурбинной установки по отношению к электрической энергии, которая вырабатывается всей парогазовой установкой, значительно ниже из-за особенностей технологического процесса и составляет 1-1,2 кг/кВт·ч [1]. Использование градирен сухого типа может упростить само проектирование и строительство ТЭС и ускоряет ввод в эксплуатацию.

Наиболее важные особенности эксплуатации градирен сухого вентиляторного типа сухих- это режимы их работы в жаркие и холодные месяцы года.

Температура воды в градирнях радиаторного типа в теплый период года выше, а зимой намного ниже, чем в обычных градирнях испарительного типа. В теплый период времени температура воды обычно на 15-20 °С больше, чем температура охлаждающего воздуха, а самая низкая температура в холодный период равна 5-6 °С, поэтому при установке градирен радиаторного типа районах с суровым климатом важной задачей является задача от промерзания воды в радиаторах. Для решения такой задачи можно предусмотреть мероприятия такого типа: отключение отдельных радиаторов, уменьшение расхода охлаждающего воздуха через закрытие радиаторов специальными жалюзи, либо использование вентиляторов с переменной производительностью, возможностью подогрева охлаждающей воды острым паром в конденсаторе [3, 10].

При работе в жаркое время года для поддержания постоянной температуры охлаждающей воды требуется увлажнять охлаждающий воздух водой определенного качества. По данным компании «GEA» при орошении только 5% от общей площади поверхности теплообмена, общий теплосъем на сухой башенной градирне с естественной тягой увеличивается почти на 11,9%. При этом, за счет снижения температуры цирк. воды на 5,4 °С и

увеличения давления в конденсаторах обеспечивается «неснижение» мощности энергетического блока (100 МВт) на 2 МВт. Потребляемость воды при этом составляет около $52 \text{ м}^3/\text{час}$. [11]. То есть, увлажнение охлаждающего воздуха является полностью оправданным.

2 АНАЛИЗ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ С СУХИМИ ГРАДИРНЯМИ

Применяемые традиционно методы охлаждения на ТЭС – это Процессы с большой водоемкостью: такому охлаждению нужно большое использование воды с больших водоемов, а тепло, которое в них сбрасывают, вызывает тепловое загрязнение окружающей среды. Градирням мокрого типа нужно значительные объемы подпиточной воды: ТЭС мощности 100 МВт нужно количество воды, в эквиваленте потребителю города с населением пятьдесят тысяч жителей. Кроме всего, градирни испарительного типа выбрасывают клубы насыщенного пара и загрязнения, сконцентрированные в охлаждающей воде, а это наносит ущерб окружающей среде.

Градирни сухого охлаждения предлагают все более осуществимые альтернативные решения. Они не оказывают плохого воздействия на окружающую среду и в то же самое время освобождает ТЭС от водного ресурса.

В регионах, с низкой обеспеченностью водой, выбор между системами охлаждения сухого и испарительного типа, кроме воздействия на окружающую среду, существенным фактором становится соображения экономического плана. В этих регионах ТЭС конкурируют за малые ресурсы воды с расширяющимися промышленными предприятиями и сельским хозяйством.

Выбор в пользу ТЭС системой охлаждения водосберегательного характера дает возможность нормального развития целого региона при одновременном сохранении воды для будущего экономического роста.

Существует два типа одинаково оправданных систем сухого охлаждения – непрямая и прямая. Некоторые разработки современности, с сухим охлаждением непрямого типа, существенно улучшают экономический эффект сухого охлаждения по сравнению с системой охлаждения испарительного типа. На долю непрямой системы

охлаждения (система ГЕЛЛЕР) приходится почти половина суммарной мощности сухого охлаждения в мире. Сейчас уже имеются ТЭС, где тепло отводится полностью сухими/орошаемыми охладителями HEAD, цель которых является увеличение мощности охлаждения в теплый период за счет использования небольшого дополнительного количества воды [12].

2.1 Системы непрямого сухого охлаждения

Несмотря на то, что имеется несколько типов систем охлаждения ТЭС, спрос на экологически выгодные, экономящие воду системы сухого охлаждения постоянно возрастает. Системы охлаждения прамоточного типа нуждаются в крупных реках, озерах и водохранилищах, а тепло, которое отводится создает проблемы экологического характера.

Для испарительных систем охлаждения нужно большое количество добавочной воды. Стоки дренажей с большой концентрацией солей способствуют загрязнению природных вод. Кроме этого, образовавшийся туман, который образуется градирнями, испарительного типа оказывают отрицательное воздействие на окружающую среду.

Охлаждение сухого типа – это великолепное решение проблем нехватки воды и чистой экологии. Такая система выбрасывает чистый и теплый воздух, который не вызывает необратимых процессов в окружающей среде и дает возможность сооружать ТЭС в отдаленных от источников воды местах. Независимость от источников воды уменьшает не только затраты на систему охлаждения. [12].

2.1.1 Система ГЕЛЛЕРА

В системе ГЕЛЛЕРА (рисунок 5) тепло отработанного пара турбин поступает в замкнутую систему циркуляции конденсатора, которая обеспечивает отвод тепла от пара и сброс тепла в окружающий воздух через систему мелкорребристых теплообменников [12].

Главными элементами такой системы являются: конденсатор смешивающего типа, гидравлические машины, охладительные дельты,

подогревающие элементы , а также оборудование для создания принудительного потока воздуха.

Конденсатор смешивающего типа для Геллеровской системы может быть выбрано или поверхностный конденсатор, либо смешивающий конденсатор смешивающего типа. Поскольку циркуляционная система полностью замкнута, в ней можно использовать питательную воду котла. Поэтому, наиболее привлекательным решением является использование смешивающего конденсатора, в котором пар конденсируется на поверхности тонкой водяной пленки и конденсат смешивается с водой.

Из-за непосредственного контакта в конденсаторе обеспечивается меньший температурный напор, а температура воды может достигать температуры насыщения сбросного пара турбины, т.е. давление, создаваемое в конденсаторе смешивающего типа, будет глубже, чем конденсаторе поверхностно типа при одинаковых условиях. Кроме атого, конденсатор смешивающего типа проще конструкцией, экономически выгоден и эксплуатировать его можно практически без ухода.

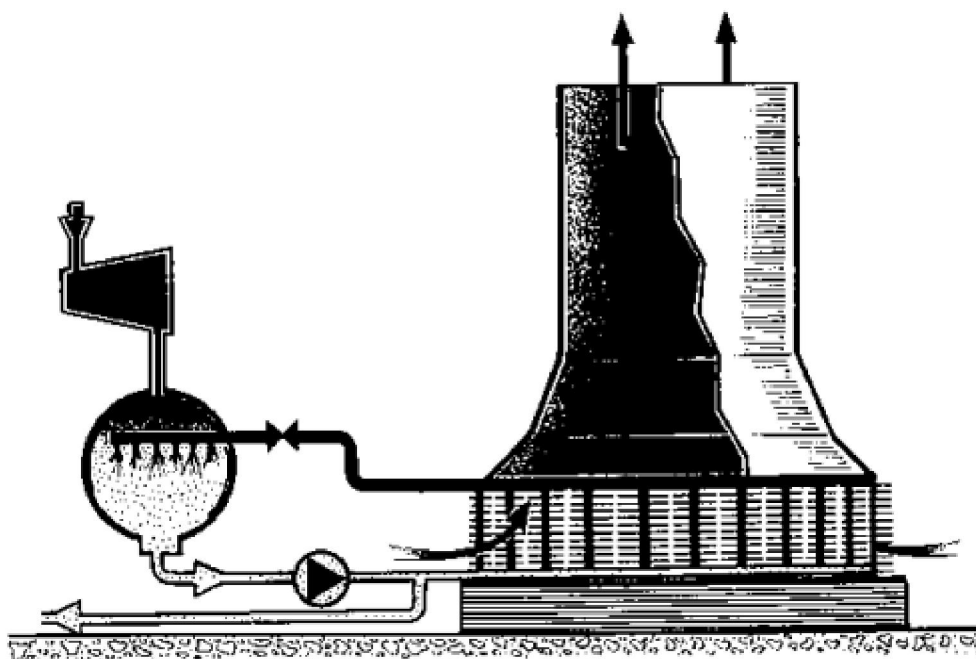


Рисунок 6 –Схема системы системы охлаждения Геллера [12]

Гидравлические машины. В поверхностном конденсаторе циркуляция воды в замкнутом контуре охлаждения создается с помощью простых насосов. Обычно отдельная группа насосов конденсатного типа используется для отвода конденсата и подачи его в систему питания котла. В контуре системы охлаждения с конденсатором смешивающего типа насосами подается смешанный конденсат и вода из конденсатора. Давление при этом поднимается до уровня, который обеспечивает в любой части системы давление не ниже атмосферного. На обратном циркуловыве установлена гидротурбинка, использующая избыточный перепад давления, что приводит к сокращению потребления электрической энергии на привод насоса.

Поверхность теплоотвода (охладительные дельты). Главные поверхности теплоотвода, так называемые дельты охлаждения могут быть расположены либо горизонтально, либо вертикально. Для градирни с естественной тягой вертикальное исполнение более благоприятно, так как оно облегчает очистку и делает поверхности доступными, снижая тем самым расходы на эксплуатацию и ремонт.

В теплообменниках системы охлаждения непрямого типа используются различные поверхности оребренного типа. Одним из видов такой поверхности являются плоские алюминиевые листовые ребра на алюминиевых трубках (дельты типа ФОРГО).

Мелкорребристая теплообменная поверхность типа ФОРГО (рисунок 7) в большинстве случаев имеет значительные преимущества по сравнению с другими поверхностями: обладает отличной теплопередачей и коррозионной стойкостью; легкая чистка такой поверхности. Каждый элемент ФОРГО подлежит обработке Al_2O_3 , в ходе которой на поверхности образуется толстая, механически и химически устойчивая оксидная пленка. Листовое оребрение теплообменника с воздушной стороны легко очищается промывкой. В градирне дельты охлаждения разбиты на секторы. Каждый сектор может самостоятельно подключаться к системе циркуляции или отключаться от нее. Такая компоновка облегчает опорожнение и

заполнение системы. Даже ремонт градирни можно проводить без прекращения циркуляции воды в системе или полного ее опорожнения.

Подогревающие охладители. В некоторых случаях эти охладители можно подключать параллельно к системе дельт охлаждения. Обычно подогревающие элементы составляют малую долю всей поверхности теплообмена. Как правило, группа ПО работает в схеме дельт охлаждения. В жаркое время подогреватели используют для повышения мощности системы через орошение их водой и включения вентиляторов. При пуске системы охлаждения в условиях низкой температуры наружного воздуха группа ПО используется для подогрева дельт охлаждения перед заполнением. В процессе пуска вращение вентиляторов осуществляется в режиме реверса, и жалюзи дельт охлаждения закрыты.

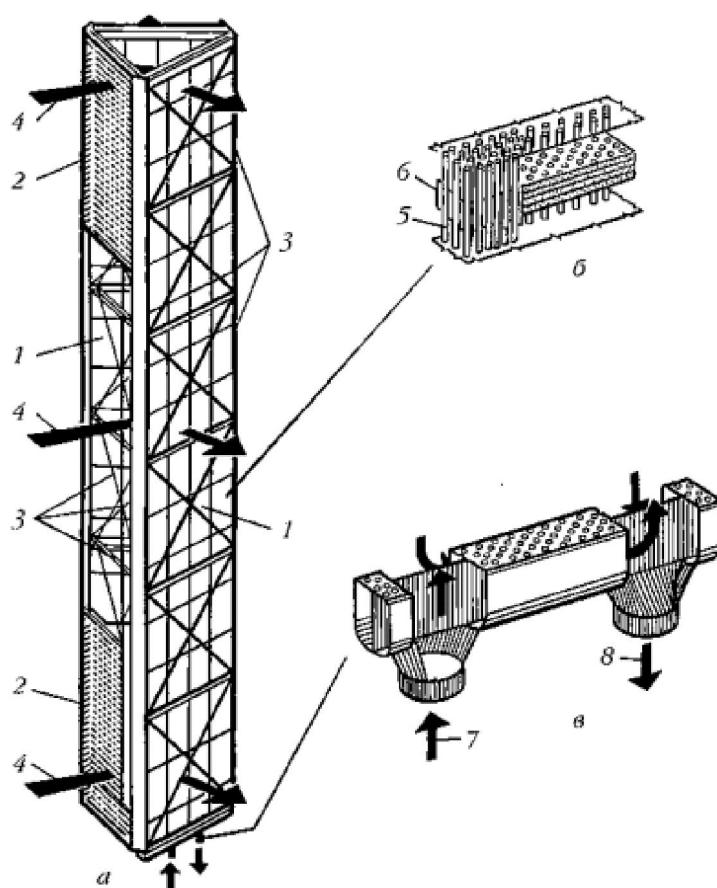


Рисунок 7- Дельта охлаждающего водо-воздушного теплообменника типа
ФОРГО [12]:

а – охлаждающая дельта; б – деталь теплообменника; в – нижняя водяная
камера; 1 – охлаждающая колонна; 2 – жалюзи; 3 – стальные конструкции; 4
– поток воздуха; 5 – труба; 6 – ребро; 7 – горячая вода; 8 – холодная вода

Оборудование для создания потока воздуха. Как принудительная, так и естественная тяга может обеспечить необходимый расход воздуха, поэтому система выбирается по экономическим соображениям. С повышением мощности вариант с естественной тягой становится предпочтительным, так как можно сэкономить на приводе вентиляторов и расход на ремонт оборудования, создающего поток воздуха. В то же время при повышении мощности возрастает стоимость каркаса градирни с принудительной тягой, поскольку при горизонтальной компоновке теплообменников, чтобы

обеспечить достаточное количество воздуха, эти теплообменники приходится располагать выше.

Система охлаждения сухого типа дает возможность использовать стальные конструкции, покрытые алюминиевой обшивкой, которая хорошо защищает от коррозии, причем воздух внутри градирни всегда суше и теплее окружающего. Выбор типа оболочки градирни зависит от экономических показателей [12].

Использование системы охлаждения сухого типа требует выбора ПТ, работающих при давлении в конденсаторе выше, чем при испарительном охлаждении. Для турбин, подключаемых к Геллеровской системе, нужно выбирать точки максимальной мощности при наихудшем давлении.

Современная Геллеровская система легко подключается к циклу ТЭС и дает хорошие результаты по многим аспектам, особенно с точки зрения ремонта, маневренности и эксплуатации. В процессе эксплуатации систем водоснабжения ТЭС, как и всяких других элементов тепловой схемы и сооружений электростанций, возникает вопрос о правильном выборе схемы водоснабжения, разбора всех недостатков и преимуществ технического решения с точки зрения безопасности экологии и учетом влияния схемы водоснабжения на природу. Такой подход важен для ВКУ охлаждения воды.

В использовании на современных Российских ТЭЦ схем водоснабжения наиболее широкое распространение получили схемы с охлаждением воды испарительного характера. Главное преимущество такой системы это их технико-экономические показатели. Сейчас, однако, происходит существенная переоценка облака из пара, которое создается при некоторых погодно-климатических условиях теплым воздухом, выходящим из градирен испарительного типа. Такое облако отрицательно влияют на условия жизни и экологию [13].

2.1.2. Улучшенная Геллеровская система

В Геллеровской системе (рисунок 8) тепло, отводимое от ТЭС, отдается циркуляционной воде, которая проходит в замкнутом циркуляционном контуре охлаждения, в конденсаторе поверхностного или смешивающего типа.

Потом тепло, которое поглотилось водой передается окружающей среде [14]. В такой схеме применяют поверхностный конденсатор или конденсатор смешивающего типа. Так как циркуляционный контур является замкнутым, поэтому в нем может проходить то питательная вода высокого качества. Из-за этого все больше конденсатор смешивающего типа находит свое практическое применение, в нем конденсация пара происходит поверхности ребер в виде пленок воды, а вода смешивается с питательной водой. Из-за того что происходит прямой контакт температура воды может уравниваться с насыщенной температурой пара, который выходит тем самым в конденсаторе такого типа, вакуум получается глубже, чем в конденсаторе поверхностного типа при заданных условиях в градирне, т.е. достигается меньший температурный напор.

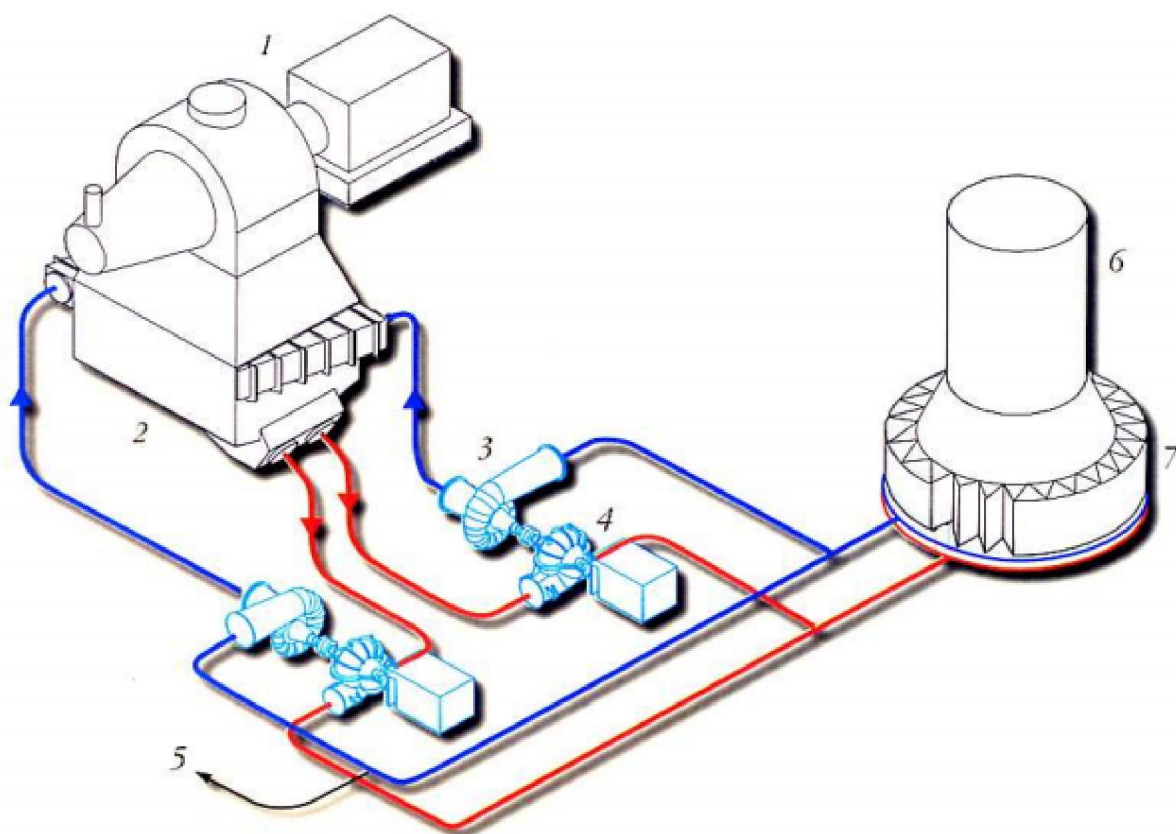


Рисунок 8- Проточная схема Геллеровской системы:

1- паровая турбина; 2 – смешивающий конденсатор; 3- утилизационная турбина; 4 – циркуляционный водяной насос; 5 – трубопровод питательной воды; 6 – градирня сухого охлаждения; 7 – водо-воздушные теплообменники

Так как в охлаждающем контуре конденсатора поверхностного типа для того чтобы вода циркулировала используются простые насосы. Для того чтобы конденсат выводился из водосборника в питательную водяную систему нужны насосы нагнетательного типа. Когда применяют конденсатор смешивающего типа насосы циркуляционной воды могут применяться не только для циркулирования воды, но и для того чтобы конденсат выводился из турбинного конденсатора. Поэтому, в этом случае можно не применять отдельную группу насосов для отвода конденсата. Циркуляционные насосы создают такое давление воды, что в контуре просто не получается точки давления меньше атмосферного, поэтому подсос воздуха практически

исключен. Напор обратной воды его малая часть можно утилизировать в турбине гидравлического типа.

Теплообменники водо-воздушного типа (охладительные дельты) выводят тепло из цикла. Для того чтобы работоспособность охладителей сохранялось нужно, чтобы они были монометаллическими. Водо-воздушные теплообменники группируют в секции параллельно, которые подключают отдельно независимо друг от друга. Такая конструкция делает теплообменник безопасным и надежным [4].

При непрямом сухом охлаждении система между воздухом и паром имеет теплопередающую промежуточную среду – воду, то она практически нечувствительна к расстоянию от выхода из турбины до дельт охлаждения. В то же при наличии большого объема воды в контуре охлаждения в распределительных, соединительных трубопроводах и в дельтах охлаждения в целом стабилизирует работу системы охлаждения. Такой эффект проявляется при сглаживании возможных скачков температуры воды в циркуляционном контуре, которые возникают из-за резких изменений скорости ветра, и в поддержке баланса питательной воды в барабане котла даже тогда, когда возникают поломки в водоподготовительных системах.

Когда используют непрямую систему ГЕЛЛЕРа, для того чтобы обеспечить требуемый охлаждающий поток воздуха может применяться тяга принудительного характера (рисунок 8) и естественная тяга. Поэтому, конденсаторы воздушного охлаждающего типа (ВОК) могут применяться в режиме с тягой принудительного типа. Когда их используют в режимах с тягой естественного характера возрастают затраты и возникают вопросы надежности [14].



Рисунок 9- Геллеровская система с тягой принудительного характера и с водяным орошающим устройством [14]

Когда увеличивается мощность турбин, то тяга естественного характера становится все более заманчивой, так как стоимость гудирни увеличивается с тягой принудительного характера так как необходим подъем теплообменников на большую высоту для того чтобы подводилось достаточное количество воздуха. Применять их оправдано для энергоблоков мощность, которых больше 50МВт, а для энергоблоков меньшей мощностью – только когда присутствуют специальные требования, например, строгие шумовые ограничения.

2.1.3. Водно - сберегающая система – Система HEAD

Система HEAD- это улучшенная система охлаждения сухого или орошаемого типа сохраняет основные достоинства систем сухого типа, т.е. значительно сокращается потребление воды, упрощается место определения размещения станции, разрешения на строительство упрощается [14].

Система основана на цикле замкнутого типа непрямого охлаждения, в котором дельты охлаждения или их часть способны

работать как теплообменники с тремя средами, в которых применяется охлаждение на ФОРГО модулях. Система такого охлаждения почти круглый год работает как система охлаждения сухого типа, исключения составляют только во время максимальной летней температурой при пиковом потреблении электроэнергии. В это время увлажняется часть охлаждающей поверхности, что приводит к понижению противодавления турбины и мощность ТЭС увеличивается, а это приводит к снижению инвестиционных затрат при той же самой мощности.

Такая система дает возможность модернизировать ТЭС с заменой действующей системы испарительного характера систему охлаждения с водосбережением без значительной модификации ПТУ и ухудшения основных технико-экономических параметров работы ТЭС.

Эта система легко применяется в заводских системах со вспомогательным или обслуживающим водоснабжением, в которых поддерживать требуемую температуру холодной воды трудно выполнять для всех режимов сухого охлаждения. Такая системы очень эффективна также и в том случае, когда водные ресурсы неограничены, но на первое место приходят проблемы охраны окружающей среды и повышению экономичности. Такая система изображена на рисунке 10.

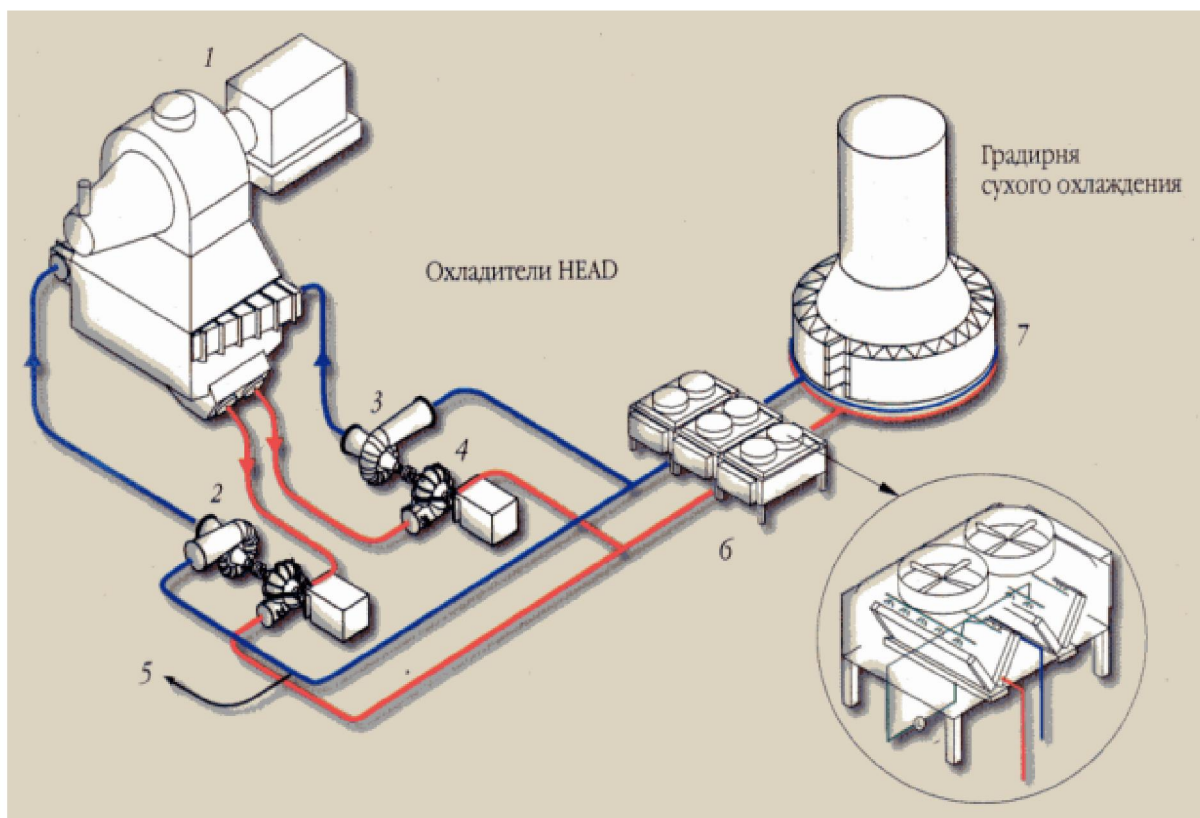


Рисунок 10- Система охлаждения с проточной схемой сухого охлаждения

Такая охлаждающая система позволяет максимальное использование преимуществ сухого охлаждения (водосбережения) и значительно снижать потери пиковой мощности летние часы. Очень жесткое экологическое регулирование может привести к непропорциональному большому повышению водяной цены, тем самым оправдывая более широкое применение охлаждения сухого типа на ТЭС

2.2. Непрямая система сухого охлаждения для современных ТЭС

Все ПТУ оборудованы определенными системами охлаждения для утилизации тепла от конденсации пара [15].

Так как выбросы тепла принимает атмосфера или природные бассейны, система охлаждения, которая передает скрытое тепло от конденсации приемнику тепла, через систему испарения до сухого охлаждения, при этом могут применяться различные комбинации.

Водяные системы, которые применяются традиционно а тем более

системы охлаждения испарительного характера как самые большие потребители воды, связанные с работой ТЭС, несомненно нуждаются в больших количествах воды в рядом с ТЭС.

Сейчас потребление воды увеличивается бытовым, сельскохозяйственным и промышленным сектором вынуждает проектировщиков идти по пути минимизации потребления воды, так как этот ценный природный ресурс сильно ограничен, и его в будущем попросту может просто не хватить, если его потребление продолжится в таком большом количестве. Необходимо признать глобальную проблему нехватки воды, если смотреть на нее в свете потребления воды, которое нужно для выработки электроэнергии ТЭС. К примеру для выработки мощности 200 МВт необходимо воды столько же, сколько потребляет город с населением 100000 человек [15].

Так как спрос на водосберегающие системы охлаждения увеличивается и к настоящему времени находят широкое применение две различных систем охлаждения сухого типа:

- непрямая сухая система охлаждения-Геллеровская система;
- прямая система – ВОК [15].

С момента ее открытия в 40-х годах и до настоящего времени геллеровская система прошла много изменений, и теперь ей находят применение во всех климатических поясах от тропиков до полюсов, а технические решения обеспечивают построение надежной, экономичной и комплексной сухой системы охлаждения.

Геллеровская система работает с градирнями с естественной тягой (рисунок 11) и принудительной тягой (рисунок 12), при этом эффективнее и экономичнее вариант градирни с тягой естественного характера.

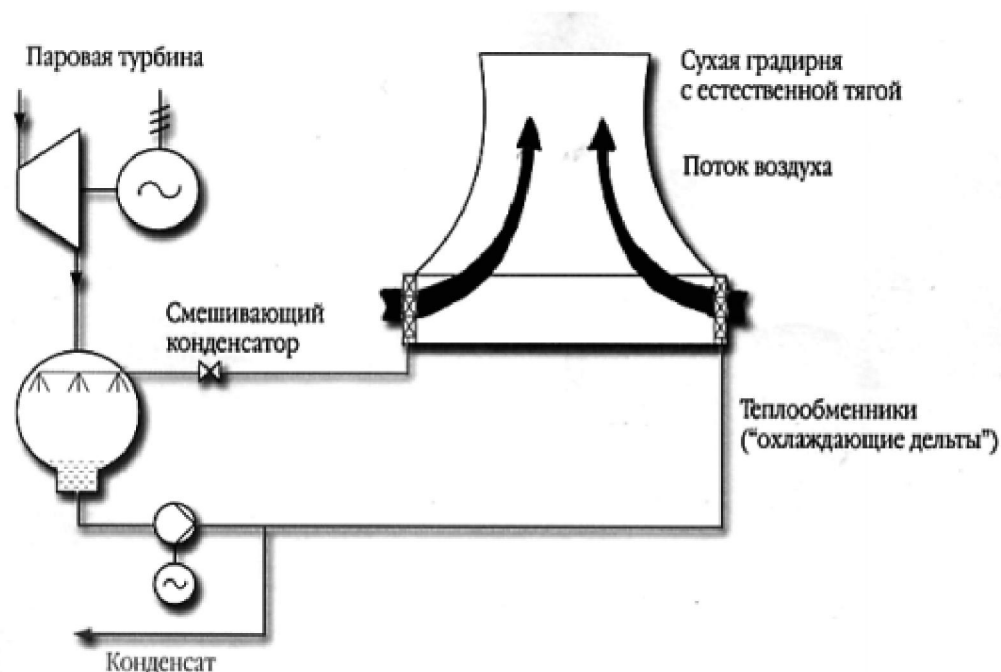


Рисунок 11- Геллеровская система с естественной тягой

У этой системы есть уникальнейшие преимущества в сравнении с системой сухого охлаждения с тягой принудительного характера, которые состоят в следующем:

- применение градирни с тягой естественного характера для сухого охлаждения сильно снижают «паразитные» потери энергии (нет нужды применять вентиляторы), тем самым повышая эффективность генерации энергии на 1,5-2 % по сравнению с градирнями с тягой принудительного характера;
- единственные вращающиеся компоненты системы являются насосы для циркуляции охлаждающей воды, потребность в техническом обслуживании которых мала в сравнении с градирнями с тягой принудительного характера;
- эмиссия звука ничтожна мала по сравнению с градирней с тягой принудительного характера;
- рециркуляция теплого воздуха от устья градирни к ее входу, которая наблюдается в ветреную погоду у градирни с принудительной тягой, исключена в геллеровской системы с тягой естественного характера [15].

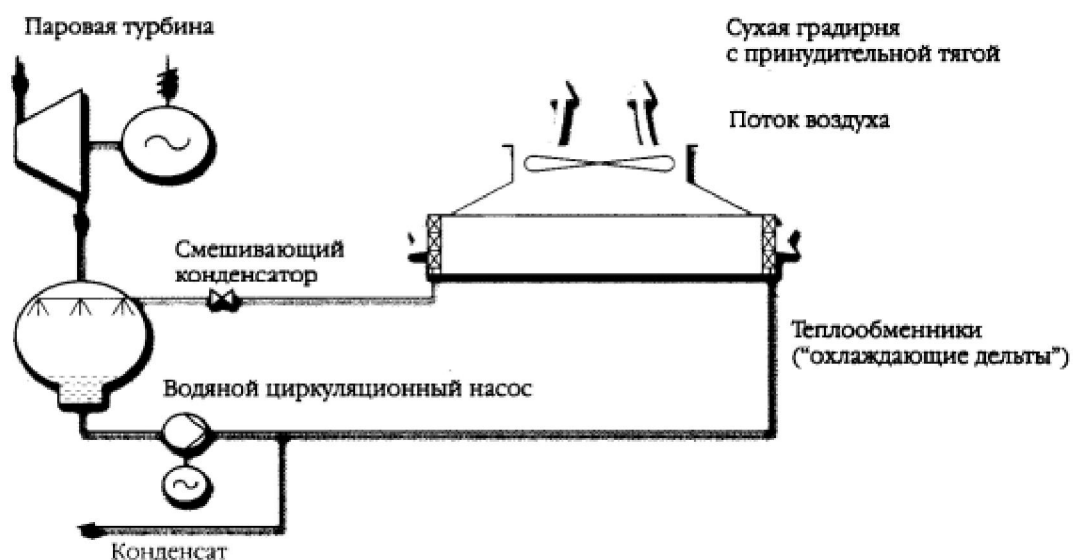


Рисунок 12- Геллеровская система с тягой принудительного характера

Охлаждение происходит в дельтах охлаждения, которые выполнены выполненными в виде треугольников, разделенных на параллельные сектора, через которые за счет тяги естественного характера градирни поднимается поток охлаждающего воздуха.

4 АНАЛИЗ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ И ИЗМЕНЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ И ВЛИЯНИЕ НА НАДЕЖНОСТЬ ТЭС СУХИХ ГРАДИРЕН

По оценке специалистов [16], капитальные затраты на «сухое» охлаждение в 1,5; 2 раза выше затрат на испарительное охлаждение. При сухом охлаждении вакуум в поверхностном конденсаторе на 3-4% хуже, чем при охлаждении технической воды в испарительной градирне.

При этом, компенсацией роста затрат на единицу мощности при применении сухой СИСТЕМЫ ГЕЛЛЕРА на примере турбин большой мощности типа ЛМЗ 1000МВт / 3000об/мин, станет:

- применение смешивающего конденсатора, способного увеличить мощность турбины на 1,0-1,5%;
- исключение систематических затрат, связанных с оплатой водопользования в условиях прогрессирующего ужесточения природоохранных нормативов и роста цены водопользования;
- отсутствие необходимости строительства гидротехнических сооружений;
- исключение проблем, связанных с обработкой продувочной воды из чаши бассейна испарительной градирни и проблем засоления почвы;
- улучшение водно-химического режима в закрытом контуре «градирня-конденсатор», что предотвращает загрязнение трубок конденсатора при применении поверхностных конденсаторов и обеспечивает проектный теплосъем в течение всего срока службы оборудования при применении смешивающих конденсаторов;
- сокращение капитальных затрат на турбоустановку: при сухих градирнях турбине достаточно три цилиндра низкого давления, вместо четырех при испарительных градирнях;
- укорочение турбины обеспечит сокращение длины машзала на 1 пролет (12 м);

- экономия на разности стоимостей смешивающих конденсаторов и поверхностных с нержавеющими трубками;
- отсутствие капитальных затрат на восстановление башни сухой градирни работающей в комфортных условиях сухого воздуха, при больших капитальных затратах на восстановление мокрых башен испарительной градирни, особенно в условиях увеличения проектного срока службы оборудования до 60 лет

В последнее время увеличение бытового, сельскохозяйственного и промышленного потребления воды вынуждает проектировщиков минимизировать потребление воды, так как этого ценного природного ресурса скоро не будет хватать, если его потребление продолжится в таком неограниченном количестве. Необходимость признания глобальной проблемы недостатка воды становится еще более очевидной, если посмотреть на нее в свете потребления воды, типичного для производства электроэнергии. Это означает, что потребление воды блоком мощностью 200 МВт эквивалентно непрерывному потреблению воды средним городом с население 100 000 человек [17].

7 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Цель этого раздела показать все затраты на исследовательскую работу
Использование сухих градирен на ТЭС.

7.1. Расчет затрат на проектирование.

Поэтапный список работ, работающие исполнители, оценка объема
трудоемкости отдельных видов работ сведена в таблице № 7.1

Таблица № 7.1 - Перечень работ и оценки времени их выполнения

	Наименование работ	Время для выполнения задания в днях	
		Инженер	Руководитель
1	Составление задания		1
2	Краткая характеристика и анализ систем водоснабжения электростанций	17	
3	Анализ систем водоснабжения электростанций с сухими градирнями.	10	
4	Расчет сухой градирни	15	
5	Проверка руководителем проделанной работы		2
6	Анализ влияния на надежность ТЭС предлагаемой модернизации. Влияние	16	

	модернизации на экологию		
7	Проверка исправлений и замечаний		1
8	Утверждение ВКР руководителем		1
9	Итого	58	5

7.2 Расчет сметы затрат на разработку проекта.

Затраты на расчет проект

$$K_{np} = I_{mat} + I_{am} + I_{zn} + I_{co} + I_{np} + I_{nr}$$

Где :

I_{mat} – материальные затраты, руб.;

I_{am} – затраты на амортизацию, руб.;

I_{zn} – затраты на заработанную плату, руб.;

I_{co} – затраты на социальные отчисления, руб.;

I_{np} – прочие затраты, руб.;

I_{nr} – накладные расходы, руб.

7.2.1. Материальные затраты при проведении работы

В ходе работы была истрачена: бумага формата А-4, А-1 для принтеров, краска на принтере, канцелярские товары.

Материальные затраты принимаем 800руб.

7.2.2. Амортизация основных фондов и нематериальных актив.

К основным фондам при выполнении проекта относятся электронная вычислительная техника (компьютер, ноутбук) и печатающее устройство (принтер), данные приведены в таблице №7.2

Таблица №7.2

Вид техники	Количество	Стоимость техники, Цк.т.	Норма амортизации, Там.	Иам.
Компьютер	1	55000руб.	20%	18008руб.
ноутбук	1	28000руб.	20%	920руб.
Принтер	1	8000руб.	20%	263 руб.

Амортизационные отчисления найдем по формуле:

$$И_{ам} = \frac{T_{исп.к.п.}}{T_{кал.дней}} \cdot Ц_{к.т.} \cdot \frac{1}{T_{ам.}}$$

Где:

$Ц_{к.т.}$ - цена компьютерной техники;

$T_{ам.}$ – срок службы;

принимаем $T_{ам.} = 5$ лет (компьютер, принтер, ноутбук);

T - время использования основных фондов (в днях).

$$И_{ам. Комп} = \frac{T_{исп.к.т.}}{T_{кал.дней}} \cdot Ц_{к.т.} \cdot \frac{1}{T_{ам.}} = \frac{60}{365} \cdot 55000 \cdot \frac{1}{5} = 1808 \text{ руб.}$$

$$И_{ам. Ноут} = \frac{T_{исп.к.т.}}{T_{кал.дней}} \cdot Ц_{к.т.} \cdot \frac{1}{T_{ам.}} = \frac{60}{365} \cdot 28000 \cdot \frac{1}{5} = 920 \text{ руб.}$$

$$И_{ам. Прин.} = \frac{T_{исп.к.т.}}{T_{кал.дней}} \cdot Ц_{к.т.} \cdot \frac{1}{T_{ам.}} = \frac{60}{365} \cdot 8000 \cdot \frac{1}{5} = 263 \text{ руб.}$$

Сумма амортизационных отчислений по основным фондам:

$$I_{ам.осн}^{\Sigma} = I_{ам.комп} + I_{ам.ноут} + I_{ам.прин} = 1808 + 920 + 363 = 2991 \text{руб.}$$

$$I_{ам.осн} = 1808 + 920 + 263 = 2991 \text{руб.}$$

7.3.1 Расчет фактической заработной платы

Фактическая заработная плата рассчитывается по формуле

$$I_{факт.зн} = \frac{I_{мес.пл}}{T} \cdot n$$

Где:

T – число рабочих дней в месяце = 21 день;

n – количество фактически затраченных дней,

для инженера n = 60 дней, а для руководителя n = 6 дней. Данные берем согласно таблицы №

Расчет средней заработной платы в месяц

Зарплата инженера

$$I_{мес.з.п.ин} = ЗПо \cdot K1 \cdot K2$$

Зарплата руководителя

$$I_{мес.зн.рук} = (ЗПо \cdot K1 + Д) \cdot K2$$

Где:

Зпо – заработная плата в месяц;

K1=1,1(10%) –коэффициент, учитывающий отпуск;

K2=1,3(30%) – районный коэффициент;

Инженер – ЗПо = 14500руб.;

Д - доплата за инженера = 2200руб.;

Доцент ЗПо = 23300руб.

Расчет зарплаты инженера и руководителя:

$$I_{мес.зн.ин} = 14500 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 20735 \text{руб.}$$

$$И_{мес.зн.рук} = (23300 \cdot 1,1 + 2200) \cdot 1,3 = 27830 \text{ руб.}$$

Расчет фактической заработной платы

$$И_{факт.зн.ин} = \frac{И_{мес.зн.ин}}{T} \cdot n = \frac{20735}{21} \cdot 58 = 57268 \text{ руб.}$$

$$И_{факт.зн.рук} = \frac{И_{мес.зн.рук}}{T} \cdot n = \frac{27830}{21} \cdot 5 = 6626 \text{ руб.}$$

7.4 .Социальные отчисления

Социальные отчисления рассчитываются как 30% от затрат на оплату труда ФЗП.

$$\text{ФЗП} = И_{факт.зн.ин} + И_{факт.зн.рук} = 57268 + 6626 = 63894 \text{ руб.}$$

$$И_{соц.} = 30\% \cdot \text{ФЗП} = 0,3 \cdot 63894 = 19168,2 \text{ руб.}$$

7.5. Прочие затраты

Прочие затраты это $10\% \cdot \sum$ всех предыдущих затрат.

$$И_{пр} = 10\% \cdot (И_{мат} + И_{ам} + И_{зн} + И_{соц}) =$$

$$0,1 \cdot (800 + 2991 + 63894 + 19168,2) = 8685,3 \text{ руб.}$$

7.6 Накладные расходы

При выполнении проекта на базе НИТПУ, в стоимости проекта учитываются накладные расходы, включающие в себя затраты на аренду помещений, оплату тепловой и электрической энергии, затраты на ремонт

зданий и сооружений, заработную плату административных сотрудников и т.д. Накладные расходы рассчитываются как 200% от затрат на оплату труда.

$$I_{HP} = 2 \cdot I_{ЗП}^{\Sigma} = 2 \cdot 63894 = 127788 \text{ руб.}$$

Затраты на расчет проекта

$$K_{np} = 800 + 2991 + 63894 + 19168,2 + 8685,3 + 127788 = 223326 \text{ руб.}$$

Перспективы развития газотурбинных установок для энергетики.

Затраты	Сумма, руб
Затраты на расчет проекта	223326
Из них:	
Накладные расходы	127788
Прочие затраты	8685,3
Социальные отчисления:	19168,2
Фактическая заработная плата	63894
Амортизационные отчислений по основным фондам	2991
Материальные затраты	800

Вывод: в ходе данной работы были показаны затраты на исследование сухих градирен на ТЭЦ, которое эффективно будет работать при внедрении на ТЭЦ. Это скажется не только на экологию, но и уменьшатся энергия на собственные нужды станции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Выполнен анализ типов технических систем систем охлаждения конденсаторов турбин.
2. Рассмотрены особенности конструкции и эксплуатации градирнь сухого типа.
3. Рассмотрен преимущества и недостатки сухого охлаждения
4. Рассмотрен вопрос влияния градирен сухого типа на капиталовложения и издержки, а также экологию и надежность станции.

Сейчас в пик промышленного водопользования переход с мокрых систем охлаждения на сухое становится очень перспективным направлением. В России такая схема реализована на Адлерской ПГУ