

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

Балахнинский филиал

Л.Л. Крикунова

**Методические указания
по организации самостоятельной работы студентов
профессионального модуля
КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА
ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ И УПРАВЛЕНИЕ ИМИ**

Рекомендовано Объединённой методической комиссией Института открытого образования и филиалов университета для студентов программы подготовки специалистов среднего звена, обучающихся по специальности 13.02.01 «Тепловые электрические станции»

Балахна
2017

Пояснительная записка

Самостоятельная работа студентов – это деятельность студентов в процессе обучения на занятиях и во внеаудиторное время, выполняемая по заданию преподавателя, под его руководством, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений.

Самостоятельная работа для студентов, изучающих МДК 04.01. Основы контроля технологических процессов и управление ими ПМ 04. «Контроль технологических процессов производства тепловой энергии и управление ими» по специальности 13.02.01 «Тепловые электрические станции» рассчитана на 148 часов.

Для самостоятельной (внеаудиторной) работы используются следующие виды заданий:

- для овладения знаниями: повторение материала по учебникам, первоисточникам, дополнительной литературе; конспектирование текста; выписки из текста; работа со справочниками, технической литературой, ознакомление с нормативными документами; учебно-исследовательская работа; использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернета и др.;
- для закрепления и систематизации знаний: работа с конспектом лекции (обработка текста); повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио- и видеозаписей); составление плана и тезисов ответа; составление таблиц для систематизации учебного материала; изучение нормативных материалов; ответы на контрольные вопросы;
- для формирования умений: решение ситуационных производственных (профессиональных) задач; подготовка дипломных проектов.

Виды заданий для самостоятельной работы имеют дифференцированный характер, учитывают специфику специальности, индивидуальные особенности студента.

В результате выполнения самостоятельной работы студенты закрепляют пройденный материал и приобретают дополнительные знания по выбору теплоэнергетического оборудования. Внеаудиторная самостоятельная работа способствует формированию у студентов технического мышления.

Контроль за результатами самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на учебные занятия и внеаудиторную работу по дисциплине.

Виды контроля за ходом и качеством самостоятельной работы студентов могут быть следующие: контрольные вопросы, тесты, зачетные задания, обязательная контрольная работа.

Методическая разработка содержит ряд приложений к каждому из типов заданий для самостоятельной работы студентов. Они помогают студенту, используя минимальное количество литературы, быстро повторить материал и составить отчет по имеющейся к каждому заданию форме. Это в значительной мере облегчает работу студента по повторению материала, изученного ранее по различным специальным дисциплинам.

Методические указания по выполнению самостоятельной работы №1

Тема: Изучение классификации тепловых электростанций

Задание: Составить схему классификации электростанций.

Цель: систематизировать теоретические знания студентов по разновидностям электростанций

Содержание задания: Используя полученные знания теории, составить схему классификации электростанций.

Ориентировочный объем работы: 6 часов

Предварительная подготовка.

Классификация электростанций:

I. По виду используемой природной энергии:

1. ТЭС-тепловые электростанции (используют для работы органическое топливо)
2. ГЭС-гидравлические электростанции (используют механическую энергию воды)
3. АЭС-атомные электростанции (используют ядерное топливо)
4. ПрЭС-приливные электростанции (используют энергию приливов и отливов)
5. ВЭС-ветровые электростанции (используют ветровую энергию ветра)
6. СЭС-солнечные электростанции (используют энергию солнца)
7. ГеоЭС-геотермальные электростанции (используют тепло подземных горячих источников)

II. По виду отпускаемой потребителям энергии:

1. КЭС-конденсационные электростанции
(основным видом отпускаемой энергии является электрическая энергия)
2. ТЭЦ-теплоэлектроцентрали
(осуществляют комбинированную выработку электрической и тепловой энергии)

III. По виду теплового двигателя турбины:

1. Паротурбинные электростанции (двигатель- паровая турбина - ПТУ)
2. Газотурбинные электростанции (двигатель- газовые турбины - ГТУ)
3. Комбинированные **паро-газовые** электростанции
(двигатель- паро-газовые турбины - ПГУ)

IV. По назначению:

1. Станции общего пользования –

Государственные районные электростанции (ГРЭС)

2. Станции местного пользования - бытовые или промышленные котельные

Форма отчета: Структурная схема классификации электростанций.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение тепловой электрической станции
2. Назовите назначение электростанции с конденсационными турбинами
3. Назовите назначение электростанции с теплофикационными турбинами
4. Назовите назначение электростанции с производственно-теплофикационными турбинами
5. Назовите разницу между Государственными районными электростанциями и промышленными котельными
6. Перечислите виды теплового двигателя турбины
7. Перечислите виды используемой природной энергии на электростанциях.
8. Перечислите виды отпускаемой с электростанции энергии

Методические указания по выполнению самостоятельной работы №2

Тема: Технологическая схема тепловой электрической станции

Задание: Составить таблицу с наименованием оборудования технологических процессов электростанции с указанием их назначения

Цель: систематизировать теоретические знания студентов по изучению оборудования тепловых электрических станций

Содержание задания:

Вставить в нижеприведенный текст номера элементов технологической схемы

Используя полученные знания по описанию технологических процессов по выработке электрической и тепловой энергии на ТЭС составить таблицу с наименованием элементов схемы и их назначением на ТЭС.

Ориентировочный объем работы: 8 часов

Предварительная подготовка.

ТЭС представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных трактов и систем: топливный тракт, газовоздушный тракт, шлакозолоудаление, электрическая часть, система приготовления питательной воды, система технического водоснабжения.

Доставка твердого топлива осуществляется по железной дороге в специальных полувагонах. Полувагоны с углем взвешивают на железнодорожных весах. В зимнее время полувагоны с углем пропускают через размораживающий тепляк.

Далее полувагон заталкивается в разгрузочное устройство – **вагонопрокидыватель** (), в котором он поворачивается на угол 180°; уголь сбрасывается на решетки перекрывающие **приемные бункера** (). Уголь из бункеров подается питателями на транспортер, по которому поступает в **узел пересыпки** ().

Отсюда уголь подается транспортерами либо на **угольный склад** (), либо через **дробильное отделение** ()

в **бункера сырого угля** () котельной в которые может также доставляться с угольного склада.

Размол дробленого угля осуществляется в **мельнице** () с непосредственным вдуванием пылеугольной смеси через горелки в топку. Предварительно прогретый в **воздухоподогревателе** () воздух, нагнетаемый **дутьевым вентилятором** (), подается частично в мельницу (первичный воздух) и частично – непосредственно к горелкам (вторичный воздух). Дутьевой вентилятор засасывает воздух через воздухозаборный короб либо из верхней части котельного отделения (летом), либо извне главного корпуса (зимой). Широко распространен калориферный подогрев воздуха паром или горячей водой перед подачей его в воздухоподогреватель.

Пылеугольные котлы обязательно имеют также растопочное топливо, обычно мазут. Мазут доставляется в железнодорожных цистернах(), в который он перед сливом разогревается паром. Разогретый мазут сливается по обогреваемому межрельсовому лотку() в приемный резервуар (), из которого перекачивающими насосами() подается основной резервуар(). Насосом первого подъема() мазут прокачивается через подогреватели(), обогреваемые паром, после которых насосом второго подъема() подается к мазутным форсункам. Растопочным топливом может быть также природный газ, поступающий из газопровода через газо-регулирующий пункт() в котельную.

На ТЭС, сжигающих газо-мазутное топливо, топливное хозяйство значительно упрощается по сравнению с пылеугольными ТЭС, отпадают угольный склад, дробильное отделение, система транспортеров, бункера сырого угля и пыли, а также система золоулавливания и золошлакоудаления.

На ТЭС, сжигающих твердое топливо в котлах с жидким шлакоудалением, зола сожженного в топке котла() топлива частично вытекает в виде жидкого шлака через летку пода топки, а частично уносится дымовыми газами из котла, улавливается затем в электрофильтре() и собирается в бункерах летучей золы. Посредством смывных устройств шлак и летучая зола подаются в самотечные каналы

гидрозолоудаления(), из которых гидрозолошлаковая смесь, пройдя предварительно металлоуловитель и шлако-дробилку, поступает багерный насос(), транспортирующий ее по золопроводам на золоотвал. Наряду с гидрозолоудалением находит применение пневмозолоудаление, при котором зола не смачивается и может использоваться для приготовления строительных материалов.

Дымовые газы после золоуловителя дымососом() подаются дымовую трубу().

При работе котла под наддувом необходимость установки дымососов отпадает.

Подогретый пар из выходного коллектора пароперегревателя по паропроводу свежего пара() поступает в цилиндр высокого давления ЦВД () паровой турбины . После ЦВД пар по “холодному” паропроводу промежуточного перегрева() возвращается в котел и поступает в промежуточный перегреватель (), в котором перегревается вновь до температуры свежего пара или близкой к ней. По “горячей” линии промежуточного перегрева пар поступает к цилиндру среднего давления ЦСД(), затем - в цилиндр низкого давления ЦНД() из него – в конденсатор турбины ().

Из конденсатосборника конденсатора конденсатные насосы I ступени () подают конденсат на фильтры установки очистки конденсата (), после которой конденсатным насосом второй ступени () конденсат прокачивается через группу подогревателей низкого давления (ПНД)() в деаэратор(). В деаэраторе вода доводится до кипения и при этом освобождается от растворенных в ней агрессивных газов O₂ и CO₂, что предотвращает коррозию в пароводяном тракте. Деаэрированная питательная вода из аккумуляторного бака деаэратора, питательным насосом (), подается через группу подогревателей высокого давления (ПВД) () в экономайзер (). Тем самым замыкается пароводяной тракт, включающий в себя пароводяные тракты котла и турбинной установки.

В последние годы находит применение нейтральный водный режим с дозированием газообразного кислорода во всасывающий коллектор **конденсатных насосов II ступени**. этом прекращается дозировка в конденсат или питательную воду гидразина и аммиака, пары деаэратора закрываются.

Концентрация кислорода в воде 200-400 мкг/кг при высоком качестве обессоленного конденсата и отсутствии органических соединений обеспечивает образование пассивирующих окисных пленок в конденсатно – питательном тракте, на поверхностях нагрева **ПВД** и парового котла. Применение этого метода на новых энергоблоках приведет к бездеаэрационной схеме.

Пароводяной тракт **ТЭС** является наиболее сложным и ответственным, ибо в этом имеют место наиболее высокие температуры металла и наиболее давления пара и воды. Для обеспечения функционирования пароводяного тракта необходимы еще *система приготовления и подачи добавочной воды* на восполнение потерь рабочего *система технического водоснабжения ТЭС* для подачи охлаждающей воды в конденсатор турбины.

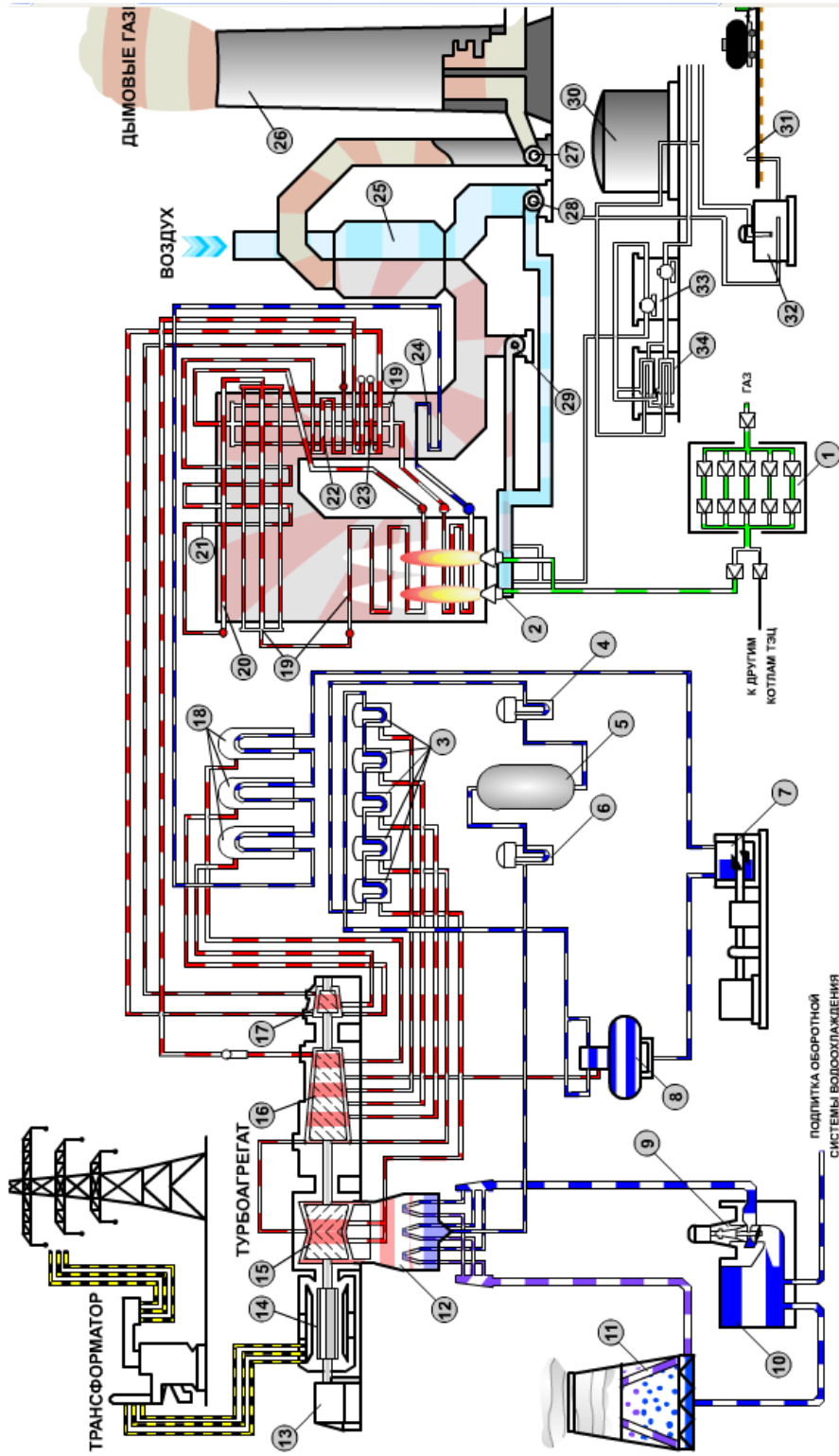
Добавочная вода получается в результате химической очистки сырой воды, осуществляемой в специальных ионообменных фильтрах **химводоочистки** ().

Из **бака обессоленной воды** () добавочная вода перекачивающим насосом подается в конденсатор турбины.

Охлаждающая вода прокачивается через трубки конденсатора **циркуляционным насосом** () и затем поступает в **башенный охладитель (градирню)** (), где за счет испарения вода охлаждается на тот же перепад температур, на который она нагрелась в конденсаторе. Система водоснабжения с градирнями применяется преимущественно на **ТЭЦ**. На **КЭС** применяются системы водоснабжения с прудами- охладителями. При испарительном охлаждении воды выпар примерно равен количеству конденсирующегося в конденсаторах турбин пара. Поэтому требуется подпитка систем водоснабжения, обычно водой из реки.

Электрический генератор (), вращаемый паровой турбиной, вырабатывает переменный электрический ток, который через повышающий **трансформатор** () идет на **сборные шины** () открытого распределительного устройства (**ОРУ**) **ТЭС**. К выводам генератора через **трансформатор собственных нужд** () присоединены также **шины собственного расхода** (). Таким образом, собственные нужд

ы энергоблока (электродвигатели агрегатов собственных нужд- насосов, вентиляторов, мельниц и т.п.) питаются от генератора энергоблока. В особых случаях (аварийные ситуации, сброс нагрузки, пуски и остановки) питание собственных нужд обеспечивается через резервный трансформатор с шин **ОРУ**. Надежное электропитание электродвигателей агрегатов собственных нужд обеспечивает надежность функционирования энергоблоков и **ТЭС** в целом. Нарушения электропитания собственных нужд приводят к отказам и авариям.



- 1 - газораспределительный пункт; 2 - подовые горелки; 3 - группа ПВД; 4 - конденсатные насосы II подъема; 5 - БОУ; 6 - конденсатные насосы I подъема; 7 - питательный электронасос; 8 - деаэрагор; 9 - циркуляционный насос; 10 - аванкамера; 11 - градирня; 12 - конденсатор турбины; 13 - возбудитель электрогенератора; 14 - электрогенератор; 15 - ЦВД; 16 - ЦСД; 17 - ЦВД; 18 - ЦВД; 19 - ЦВД; 20 - потолочный пароперегреватель; 21 - ширмовый пароперегреватель; 22 - конвективный пароперегреватель; 23 - промежуточный пароперегреватель; 24 - экономайзер; 25 - вращающийся регенеративный воздухоподогреватель; 26 - дымовая труба; 27 - дымосос; 28 - дутьевой вентилятор; 29 - дымосос рециркуляции дымовых газов; 30 - мазутный резервуар; 31 - железнодорожный состав цистерн с мазутом; 32 - полевая емкость мазута; 33 - насосы перекачки мазута; 34 - подогреватели мазута

Форма отчета:

Номер элемента	Наименование элемента	Назначение элемента

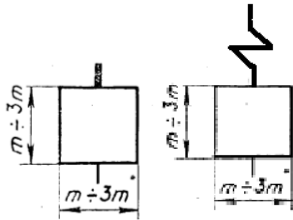
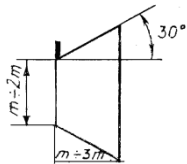
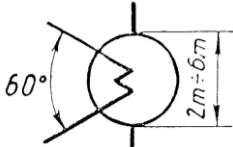
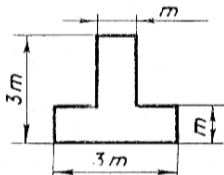
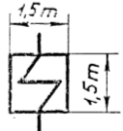
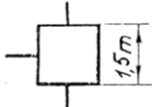


Методические указания по выполнению самостоятельной работы №3

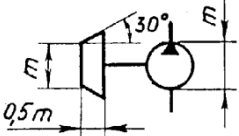
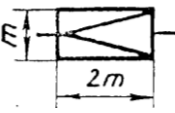
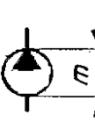
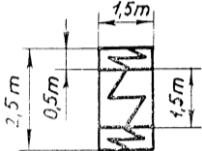
Тема: Обозначение элементов принципиальной тепловой схемы ТЭС

Задание: Составить в табличной форме перечень элементов и трубопроводов пароводяного тракта ТЭС с указанием их обозначения по ЕСКД.




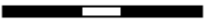







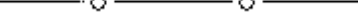

Цель: Закрепление теоретического материала по пройденной теме.

Ориентировочный объем работы: 48 часов

Графическое изображение элемента схемы	Наименование элемента схемы	Назначение элемента схемы
	<p>Котел паровой</p> <p>Котел паровой с пароперегревателем</p>	Для испарения воды, образования пара и его перегрева
	Цилиндр турбины	Для превращения тепловой энергии пара в механическую работу вращения ротора турбины
	Конденсатор поверхностный	Для конденсации отработавшего в турбине пара
	Деаэратор	Для удаления из воды растворенных газов путем доведения ее до кипения
	Подогреватель поверхностный	Для подогрева конденсата, питательной и сетевой воды
	Теплообменник смешивающий	Для подогрева основного конденсата
	Бытовой потребитель горячей воды	Для использования тепла воды для отопления и горячего водоснабжения
	Производственный потребитель	Для использования тепла пара из отбора турбины для технологических целей предприятия

	Турбонасос	Для подачи питательной воды в группу ПВД
	Редукционно-охладительная установка	Для снижения параметров пара (давления и температуры) от их значения в отборе до значений, необходимых для работы деаэратора.
	Насос	Насос с электроприводом для подачи рабочей среды
	Подогреватель высокого давления	Для подогрева питательной воды

Обозначение трубопроводов по ЕСКД.

Графическое изображение трубопровода	Назначение трубопровода в тепловой схеме
	Паропровод свежего пара
	Паропровод с давлением пара выше 20 МПа
	Паропровод низкого давления (отборы из турбины и др.)
	Паропровод горячего промежуточного перегрева пара
	Паропровод холодного промежуточного перегрева пара
	Паровоздушная смесь
	Трубопровод питательной воды
	Трубопроводы конденсата
	Трубопровод сырой воды
	Трубопровод сетевой воды
	Трубопроводы дренажные
	Трубопроводы растопочные
	Трубопроводы обессоленной воды

Форма отчета.

Составление и заполнение таблиц в рабочей тетради

Методические указания по выполнению самостоятельной работы №4

Тема: Изучение схем пароводяного тракта ТЭС

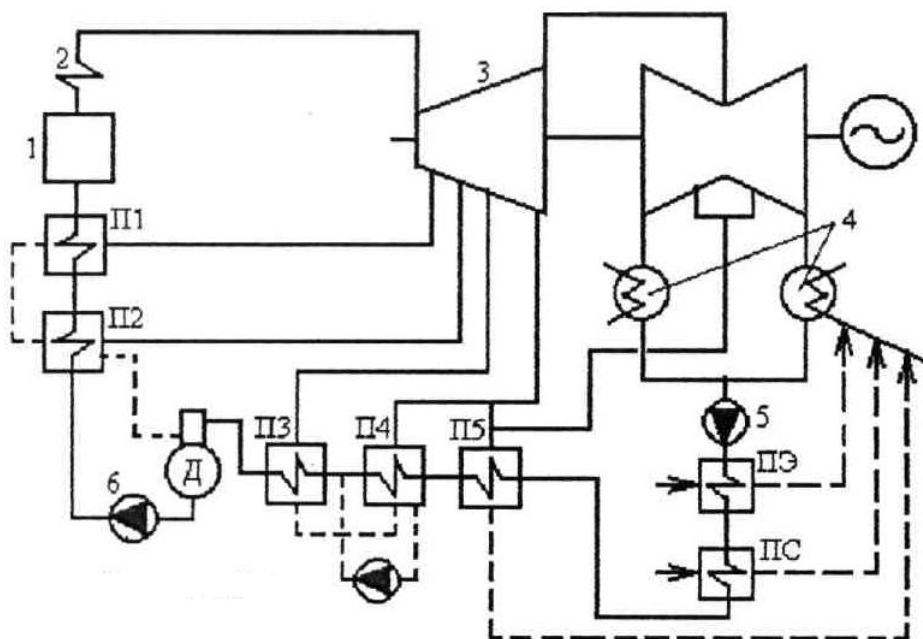
Цель: Закрепление теоретического материала по пройденной теме.

Содержание задания:

Изобразить схему пароводяного тракта (КЭС или ТЭС), составить перечень элементов схемы и их назначение, описание схемы с указанием в тексте обозначений элементов.

Ориентировочный объем работы: 6 часов

Пример принципиальной тепловой схемы КЭС с барабанным котлом и без промежуточного перегрева пара с турбиной К-100-90, которая представлена на



Пар из парового котла 1 по паропроводу свежего пара 2 поступает в ЦВД паровой турбины 3. Из конденсатора 4 конденсат откачивается конденсатным насосом 5, который прокачивает его последовательно через подогреватель эжекторов (ПЭ), сальниковый подогреватель (ПС) и далее через группу ПНД в деаэратор. После деаэратора питательная вода поступает в питательный насос 6, который подает ее через группу ПВД в экономайзер парового котла

Из рассмотренного примера вытекают следующие основные положения построения тепловой схемы:

- деаэратор и питательный насос делят схему регенеративного подогрева на группы ПВД и ПНД
- группа ПВД, как правило, состоит из двух-трех подогревателей с каскадным сливом дренажей вплоть до деаэратора.

- деаэратор питается паром от того же отбора, что и первый по ходу питательной воды ПВД. Такая схема включения деаэратора по пару называется предвключенной - группа ПНД состоит из четырех-пяти регенеративных и двух-трех вспомогательных (ПЭ, ПС) подогревателей. При наличии испарительной установки конденсатор испарителя включается между ПНД.

Для мощных энергоблоков характерно использование паротурбинных приводов питательных насосов.

Принципиальная тепловая схема КЭС ввиду блочной структуры электростанции является, как правило, ПТС энергоблока.

Основные элементы и условные обозначения:

К- (конденсатор)	ТП - тепловой потребитель
КУ- котельная установка	СН - сетевой насос
ПК – паровой котел	КН – конденсатный насос
ЦВД- цилиндр высокого давления	ДН – дренажный насос
ЦСД – цилиндр среднего давления	ПН – питательный насос
ЦНД- цилиндр низкого давления	ПНД – подогреватель высокого давления
ЭГ – электрический генератор	ПВД – подогреватель низкого давления
ОЭ – охладитель эжектора	ХОВ – хим. очищенная вода
ПУ- пар с уплотнений	БН - бустерный насос
ПС – подогреватель сетевой	Д - деаэратор
ПВК – пиковый водогрейный котел	

Форма отчета о проделанной работе № практической работы.

Изображение схемы пароводяного тракта ТЭС , перечень элементов схемы и их назначение, описание схемы с указанием в тексте обозначений элементов .

Методические указания по выполнению самостоятельной работы №5

Тема: Изучение схем топливоподачи ТЭС

Цель: Закрепление теоретического материала по пройденной теме.

Содержание задания:

Произвести описание выбранной схемы топливоподачи с указанием обозначения оборудования на схеме .

Ориентировочный объем работы: 6 часов

Форма отчета о проделанной работе.

Изображение схемы топливоподачи ТЭС , перечень элементов схемы и их назначение, описание схемы с указанием в тексте обозначений элементов

Номер элемента схемы	Наименование оборудования	Назначение оборудования
1	Запорная задвижка	... и т.д.

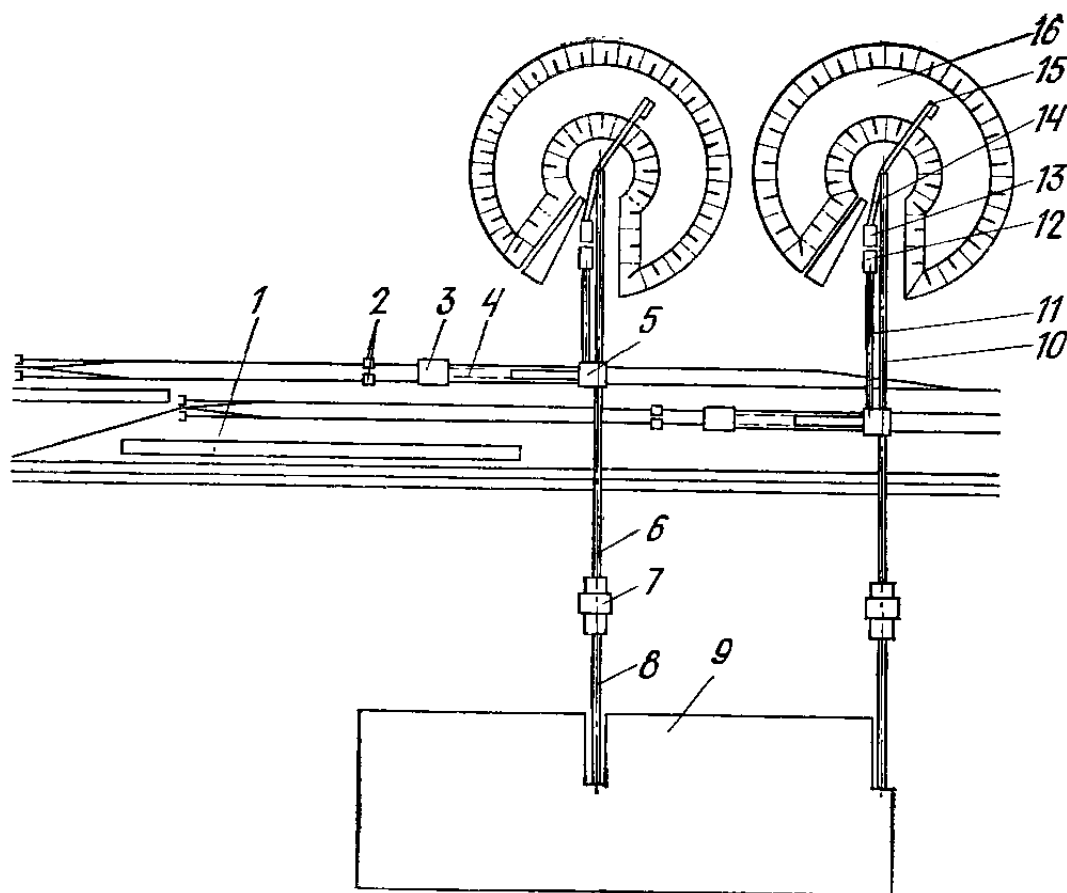


Схема топливоподачи пылеугольной ТЭС:

1 — размораживающее устройство; 2 — электротележка-толкатель; 3 — разгрузочное устройство; 4 — конвейеры от разгрузочного устройства; 5 — узел пересыпки; 6 — конвейеры в дробильный корпус; 7 — дробильный корпус; 8 — конвейеры в главный корпус; 9 — главный корпус; 10 — конвейер на склад; 11 — конвейер со склада; 12 — загрузочный бункер; 13 — узел пересыпки; 14 — конвейер в узел пересыпки; 15 — роторная погрузочная машина-штабелер; 16 — склад топлива

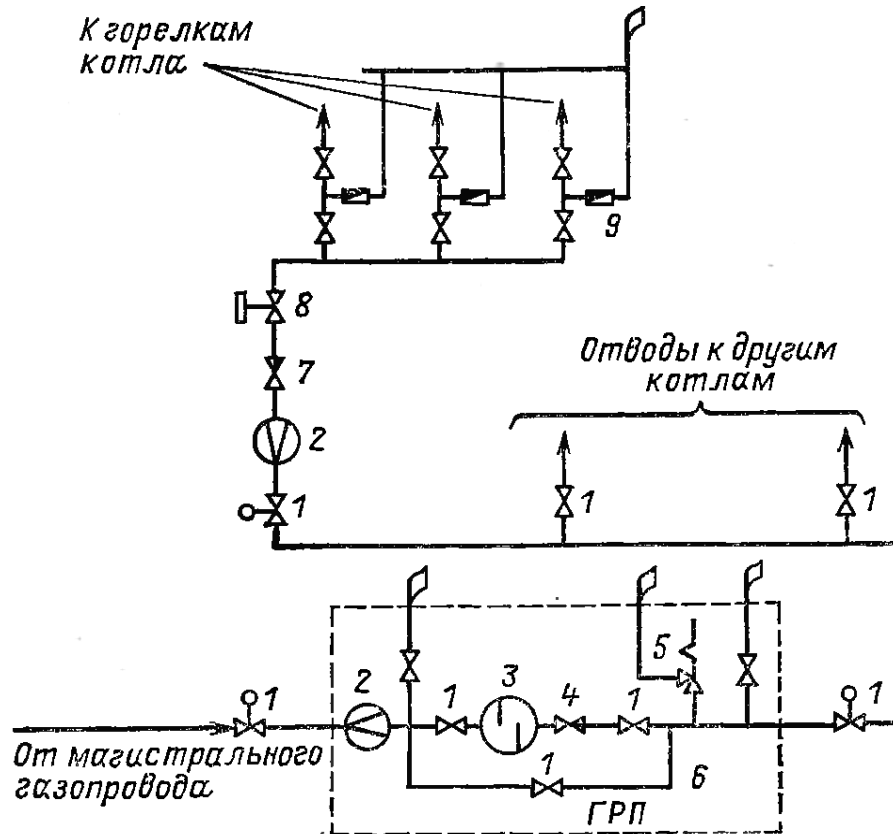
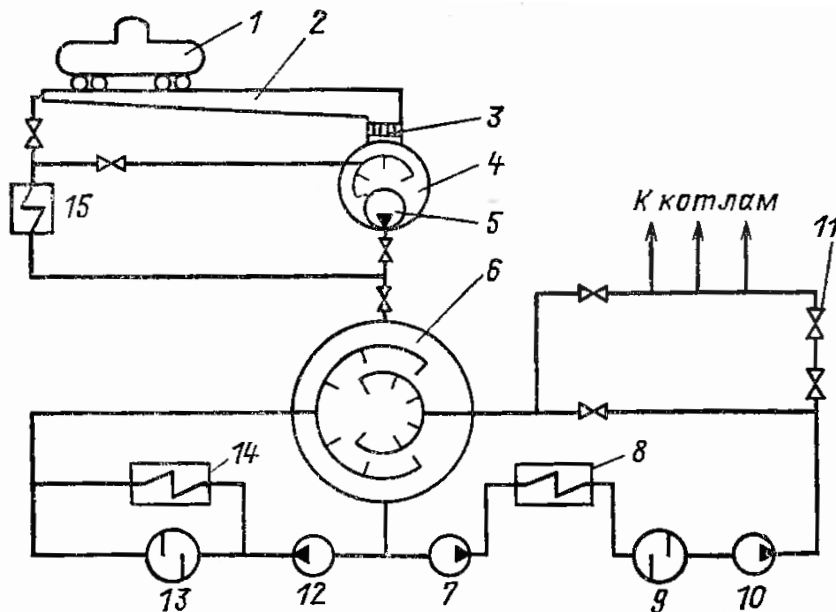


Схема газового хозяйства ТЭС:

1 — запорная задвижка; 2 — расходомер; 3 — фильтр; 4 — регулятор давления; 5 — предохранительный клапан; 6 — байпасная линия; 7 — регулятор расхода газа; 8 — импульсный отсечный быстродействующий клапан; 9 — пробковый край



Принципиальная схема мазутного хозяйства тепловой электростанции:

1 — цистерна; 2 — лоток приемно-сливного устройства; 3 — фильтр-сетка; 4 — приемный резервуар; 5 — перекачивающий насос (погружного типа); 6 — основной резервуар; 7 — насос первого подъема; 8 — основной подогреватель мазута; 9 — фильтр тонкой очистки мазута; 10 — насос второго подъема; 11 — регулирующий клапан подачи мазута к горелкам; 12 — насос рециркуляции; 13 — фильтр очистки резервуара; 14 — подогреватель мазута на рециркуляцию основного резервуара; 15 — подогреватель мазута на рециркуляцию приемного резервуара и лотка

Методические указания по выполнению самостоятельной работы №6

Тема: Изучение схем технического водоснабжения ТЭС

Цель Закрепление и систематизация теоретических знаний студентов.

Содержание задания:

В табличной форме отобразить элементы одной из схем системы водоснабжения и произвести описание выбранных схем.

Ориентировочный объем работы: 6 часов

Форма отчета: заполнить таблицу

Номер элемента	Наименование элемента	Назначение элемента

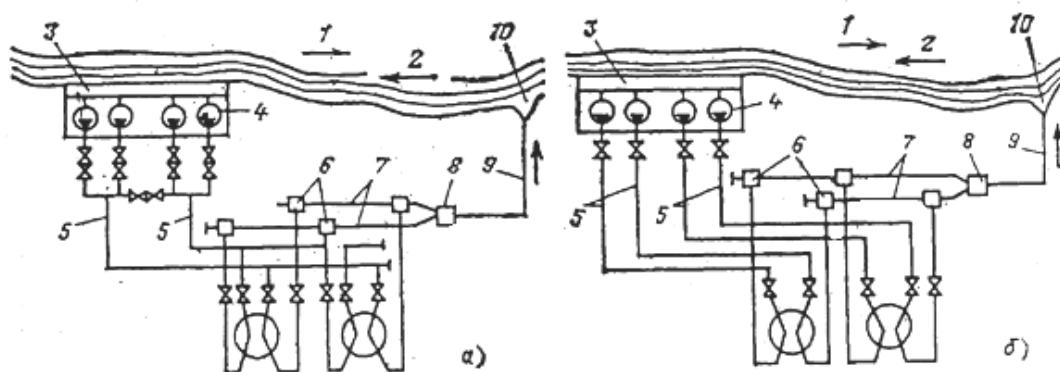
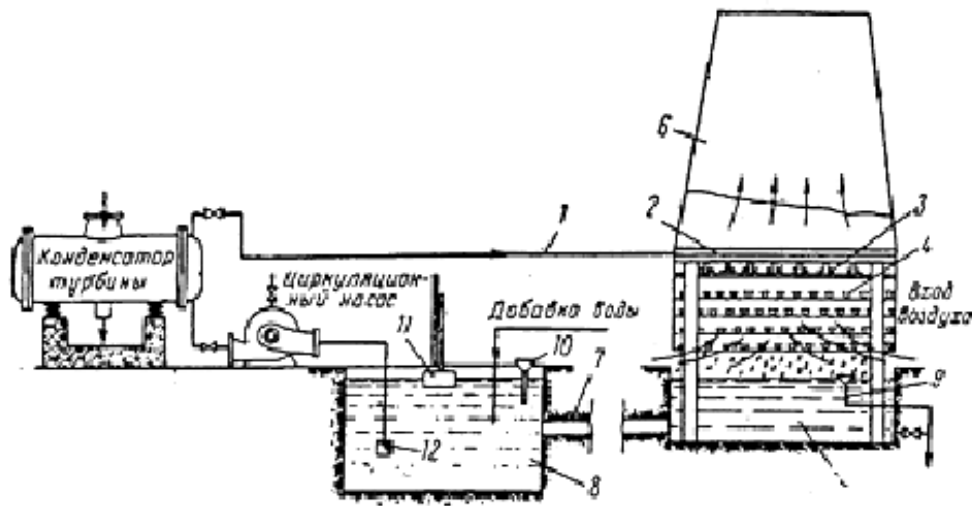


Схема водоснабжения с использованием рек и водоемов:

а — централизованная; б — блочная; 1 — течение в реке при прямоточной схеме; 2 — течение в пруде-охладителе при оборотной схеме; 3 — сетки; 4 — циркуляционные насосы; 5 — напорные водоводы; 6 — сливные сифонные колодцы; 7 — отводящие водоводы; 8 — переключательный колодец; 9 — отводящий канал; 10 — водоотвод.



Принципиальная схема оборотного водоснабжения с капельными градириями.

1 — напорный трубопровод; 2 — распределительный лоток; 3 — разбрызгивающие розетки; 4 — оросительная система из реек; 5 — сборный бассейн; 6 — вытяжная труба; 7 — самотечный перепускной канал; 8 — водопримный колодец; 9 — продувочная воронка; 10 — воронка для введения хлорной извести; 11 — поплавковый указатель уровня; 12 — обратный клапан.

Методические указания по выполнению самостоятельной работы №7

Тема: Изучение компоновок главного корпуса тепловых электростанций.

Задание: Изучение типовых компоновок главных корпусов ТЭС

Цель: Систематизация теоретических знаний студентов.

Приобретение навыков чтения конструкторской документации.

Содержание задания:

Выбор компоновки главного корпуса ТЭС из типовых проектов и определить основные геометрические размеры.

Ориентировочный объем работы: 4 часа

Общие сведения Для основных геометрических размеров приняты следующие названия:

Пролет - расстояние между осями колонн в поперечном направлении;

Шаг по колоннам - расстояние между осями колонн в продольном направлении;

Шаг по котлам (турбинам) - расстояние в продольном направлении между осями смежных котлов (турбин);

Ячейка котла (турбины) - часть котельного (турбинного) отделения, занятая одним котлом (турбиной) с относящимся к нему вспомогательным оборудованием;

Шаг по блокам - шаг по котлам, равный шагу по турбинам;

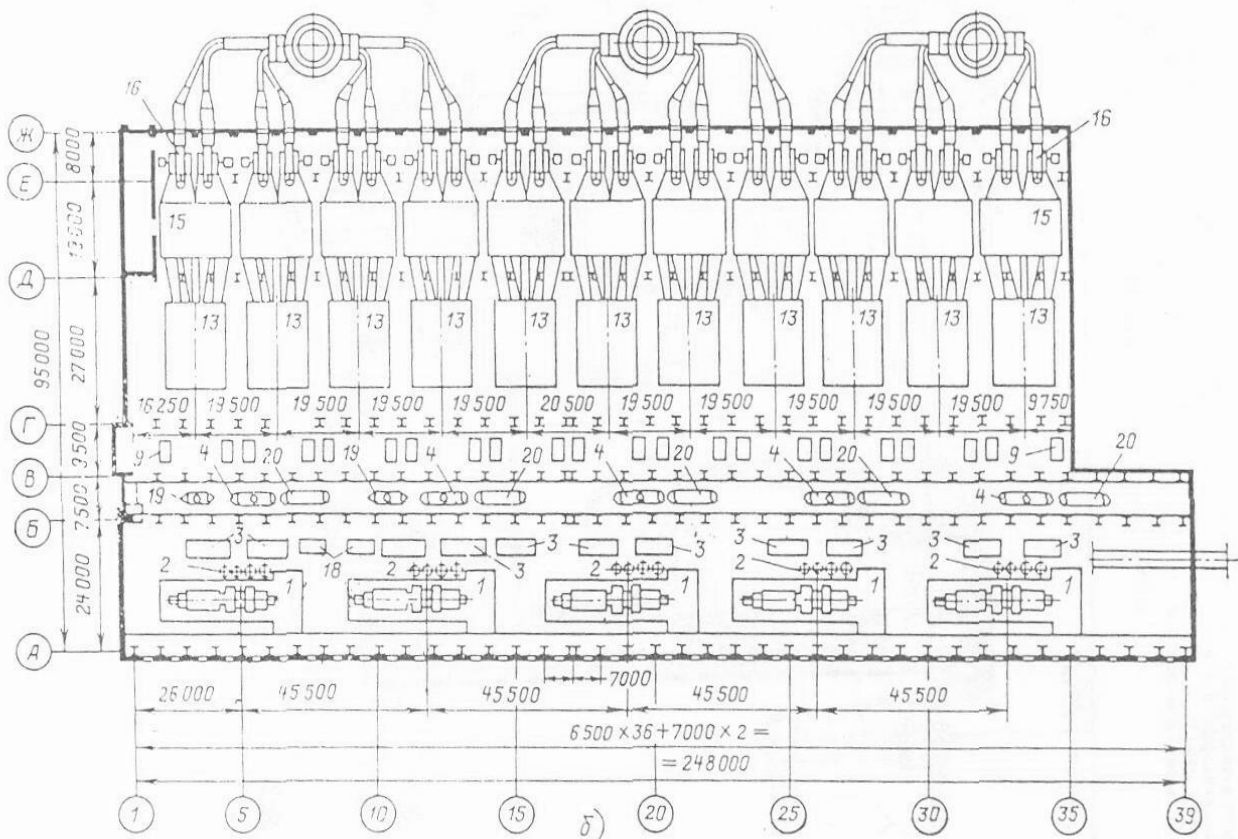
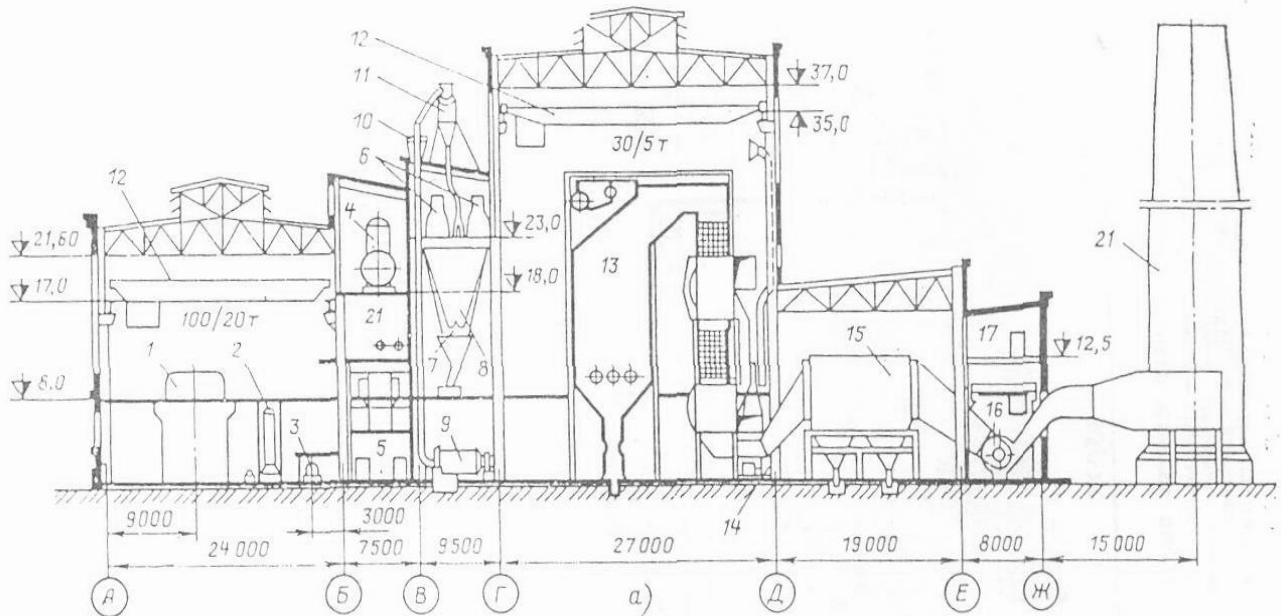
Ячейка блока - площадь, занятая всем оборудованием блока (котлом, турбиной и их вспомогательным оборудованием).

Продольные ряды колонн обозначаются буквами, а поперечные - цифрами.

Форма отчета:

Наименование отделения	Основной геометрический размер	Величина размера, м

Заполнить таблицу для каждого отделения главного корпуса ТЭС



Методические указания по выполнению самостоятельной работы №8

Тема: Изучение конструкции и работы элементов системы регенерации ТЭС

Цель: Закрепление теоретического материала по пройденной теме.

Содержание задания:

Изобразить элементы системы регенерации ТЭС :

1. Подогреватель высокого давления
2. Подогреватель низкого давления поверхностного типа.
3. Подогреватель низкого давления смешивающего типа.
4. Деаэратор.
5. Испаритель.
6. Сетевой подогреватель.
7. РОУ.БРОУ.

Произвести описание их конструкции и работы по плану:

1. Назначение.
2. Место расположения в схеме.
3. Конструкция аппарата. Особенности выполнения трубной системы.
4. Движение греющего пара.
5. Движение нагреваемой воды.
6. Марка теплообменника и ее расшифровка.

Ориентировочный объем работы: 14 часов

Методические указания по выполнению самостоятельной работы №9

Тема: Тепловой расчет принципиальной тепловой схемы конденсационного энергоблока

Цель: Закрепление теоретического материала по пройденной теме.

Содержание задания:

Составление сводных таблиц, диаграмм, описаний. Графическое изображение схем группы элементов или отдельных элементов ПТС ТЭС с обозначением величин, потоков и их направлений

Ориентировочный объем работы: 24 часа

Содержание работы:

1. Составление принципиальной тепловой схемы .и ее описания.
2. Техническая характеристика турбины и ее отборов
3. Построение процесса расширения пара в турбине на hS -диаграмме.
4. Составление сводной таблицы параметров пара и воды
5. Баланс пара и воды на ТЭС
6. Тепловой расчет группы подогревателей высокого давления (ПВД)
7. Тепловой расчет дополнительных теплообменников
8. Тепловой расчет деаэратора и питательного насоса.
9. Тепловой расчет группы подогревателей высокого давления (ПНД)
10. Материальный баланс турбоустановки
11. Энергетический баланс турбоустановки

1. Составление принципиальной тепловой схемы .и ее описания

Основные положения составления принципиальной тепловой схемы.

1. Деаэратор и питательный насос делят схему регенеративного подогрева воды на группу ПВД и группу ПНД.

2. Группа ПВД состоит из двух-трех подогревателей поверхностного типа с каскадным сливом дренажей вплоть до деаэратора.

3. Греющий пар для работы деаэратора может быть подан:

- из отдельного отбора турбины;

- из того же отбора турбины, что и на первый по ходу питательной воды ПВД (схема с предвключенным деаэратором). Эта схема является более экономичной, т.к. обеспечивает устойчивую работу деаэратора и уменьшает число отборов у турбины.

На линии подвода греющего пара к деаэратору устанавливается редуционно-охлаждающая установка (РОУ), которая служит для снижения параметров пара (давления и температуры) от их значений в отборе до значений, необходимых для работы деаэратора.

Питательные насосы (ПН):

- на ТЭС с докритическими параметрами пара ($P_{не.} \leq 130$ атм) имеют электропривод;
 - на ТЭС со сверхкритическими параметрами пара ($P_{не.} \leq 240$ атм) – турбопривод.
- В качестве приводной турбины могут использоваться конденсационные турбины и турбины с противодавлением.*

На ТЭС со сверхкритическими параметрами перед питательными насосами устанавливаются бустерные насосы (БН), которые служат для увеличения напора на всасывающей стороне ПН, чтобы исключить явление кавитации.

4. Группа ПНД может состоять из трех-пяти подогревателей :

- поверхностного типа;

- два первых по ходу основного конденсата могут быть смешивающего типа.

Слив дренажа может осуществляться как по каскадной схеме, так и по комбинированной схеме, т.е. дренаж трех подогревателей сливается каскадно, а затем при помощи дренажного насоса направляется в линию основного конденсата между ПНД, а дренаж последнего подогревателя направляется в конденсатор турбины.

К группе ПНД относятся :

-сальниковый подогреватель (СП) или охладитель (подогреватель) уплотнений (ОУ (ПУ)), в котором происходит конденсация пара из уплотнений турбины, а выделившееся тепло воспринимается потоком основного конденсата турбины;

-подогреватель (охладитель) эжектора (ПЭ (ОЭ)), в котором конденсируется пар из пароструйных эжекторов турбины, а выделившееся тепло воспринимается потоком основного конденсата турбины.

5. Сетевая установка предназначена для отпуска тепла с горячей водой на отопление и горячее водоснабжение. Воду нагревают в пароводяных теплообменниках поверхностного типа - сетевых подогревателях (СП) паром из отборов турбин и подают насосами по трубопроводам горячей воды к потребителям. После охлаждения в отопительных установках вода возвращается на ТЭЦ.

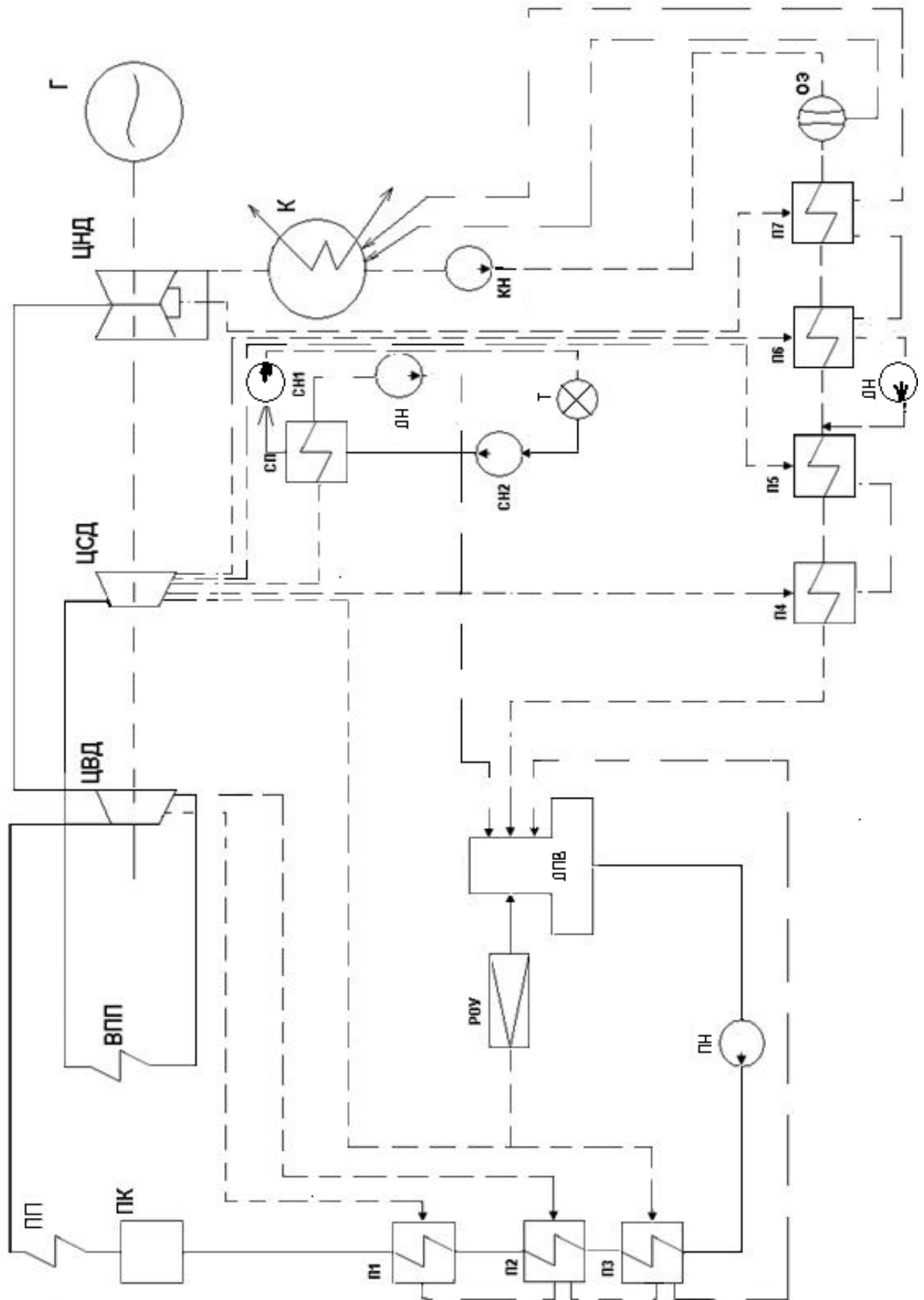
6. Добавочная вода для восполнения потерь приготавливается двумя способами:

- химическим обессоливанием ;

- термическим обессоливанием в тех случаях, когда вода имеет низкое качество (повышенное солесодержание) .

Добавочная вода вводится в линию основного конденсата тепловой схемы электростанции

Выполнить изображение принципиальной тепловой схемы с турбиной К-200-130 в соответствии с требованиями ЕСКД.



- ПК - Паровой котёл*
- ПП - Пароперегреватель*
- ЦВД - Цилиндр высокого давления*
- ЦСД - Цилиндр среднего давления*
- ЦНД - Цилиндр низкого давления*

Г - Генератор
 К - Конденсатор
 КН - Конденсатный насос
 ОЭ - Охладитель эжекторов
 ПНД7 - Подогреватель низкого давления №7
 ПНД6 - Подогреватель низкого давления №6
 ПНД5 - Подогреватель низкого давления №5
 ПНД4 - Подогреватель низкого давления №4
 ДПВ - Деаэратор питательной воды
 РОУ - Редукционно-охладительная установка
 ПН - Питательный насос
 ПВД3 - Подогреватель высокого давления №3
 ПВД2 - Подогреватель высокого давления №2
 ПВД1 - Подогреватель высокого давления №1
 ДН - Дренажный насос
 СП - Сетевой подогреватель
 СН1 - Сетевой насос первой ступени
 СН2 - Сетевой насос второй ступени
 Т - Тепловой потребитель

2 Техническая характеристика турбины и ее отборов.

Исходными данными для расчета принципиальной тепловой схемы служат значения начальных параметров (P и t) пара перед турбиной, конечного давления пара в конденсаторе турбины и другие параметры, указанные в технической характеристике турбины и ее отборов.

Таблица 1- Техническая характеристика турбины К-200-130

Основные сведения	Размерность	Значение
1	2	3
Завод изготовитель		ПО ЛМЗ
Номинальная мощность		
Максимальная мощность		
Давление свежего пара		
Температура свежего пара		
Давление пара после промежуточного пароперегревателя		
Температура пара после промежуточного пароперегревателя		
Число регенеративных отборов		
Давление отработавшего пара		
Температура охлаждающей воды		
Расход охлаждающей воды		
Максимальный расход пара через ЧВД		

ЧСД ЧНД		
Число цилиндров		
Число ступеней		
Формулы проточной части ЧВД ЧСД ЧНД		
Число выходов		
Общая масса турбины		
Полная длина турбины (с генератором/без генератора)		
Температура питательной воды		
Удельный расчёт теплоты		
Средний диаметр последней ступени		
Высота рабочих лопаток последней ступени		

Та

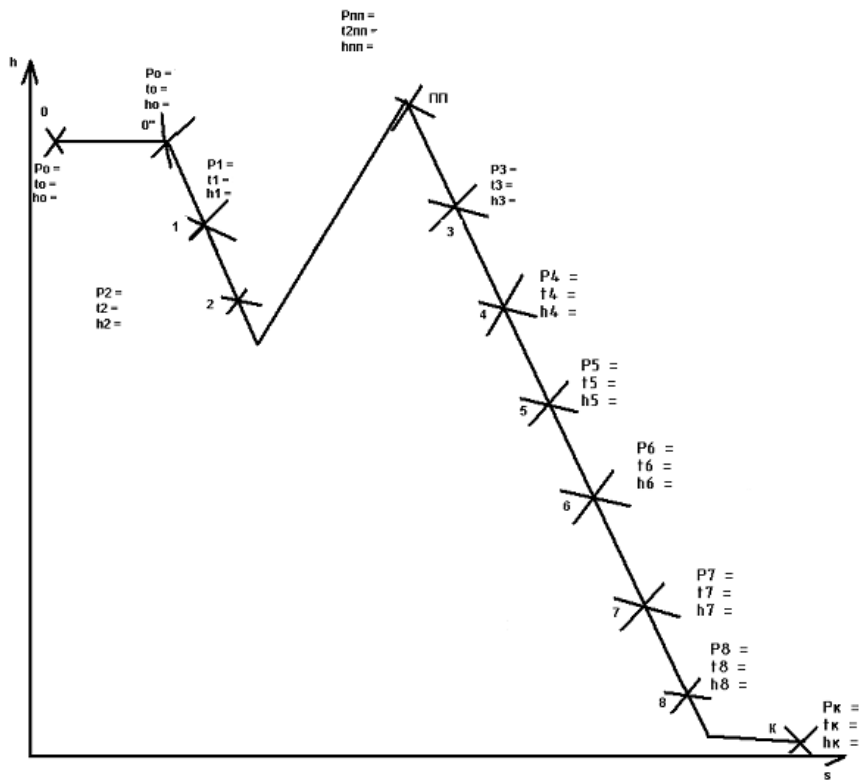
Таблица 2 - Техническая характеристика отборов турбины К-210-130

Отбор	Отбор за ступенью	Давление мПа	Температура °С	Расход т/ч
1	2	3	4	5
1отбор-ПВД№1				
2отбор-ВД№2				
3отбор-ВД№3				
Деаэратор				
4отбор-НД№4				
5отбор-ПНД№5				
6отбор-ПНД№6				
7отбор-ПНД№7				

Таблица заполняется данными из справочника под общей редакцией В.М.Зорина и А.В.Клименко «Тепловые и атомные электростанции».

3 Построение процесса расширения пара в турбине на hS-диаграмме.

Изобразить процесс расширения пара в турбине на hS-диаграмме.

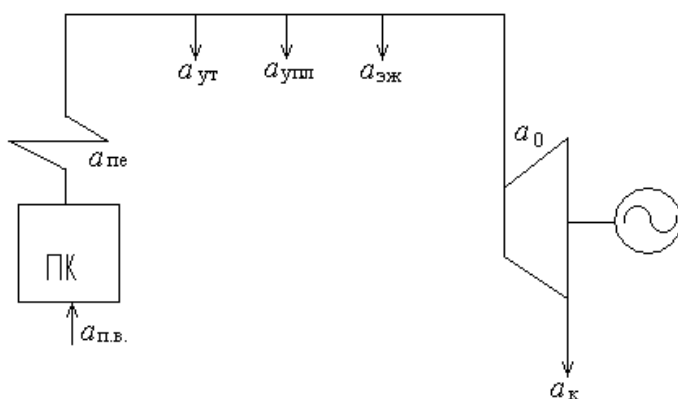


4 Составление сводной таблицы параметров пара и воды

Номер отбора	Точка отбора	Пар			Насыщенный пар			Питательная вода и основной конденсат			
		Давление в отборе	Температура в отборе	Энтальпия в отборе	Падение давления пара	Давление пара в подогревателе	Температура насыщения	Энтальпия насыщения	Недогрев воды до температуры насыщения	Температура на выходе из подогревателя	Энтальпия на выходе из подогревателя
		$P, \text{ МПа}$	$t, \text{ }^\circ\text{C}$	$h, \text{ кДж/кг}$	$\Delta p, \text{ \%}$	$P, \text{ МПа}$	$t_{\text{ис}}, \text{ }^\circ\text{C}$	$h_{\text{ис}}, \text{ кДж/кг}$	$\Delta t, \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{\text{от}}, \text{ }^\circ\text{C}$	$h_{\text{от}}, \text{ кДж/кг}$
-	0										
-	0										
1	ПВД1										
2	ПВД2										
-	ПП										
3	ПВД3										
-	ДПВ										
4	ПНД4										
5	ПНД5										
6	ПНД6										
7	ПНД7										
-	К										

5 Баланс пара и воды на ТЭС

Схема баланса пара и воды для прямоточного парового котла



Уравнение теплового баланса для ТЭС с прямоточным котлом имеет вид

$$\alpha_{п.в.} = \alpha_{пе} = \alpha_{ут} + \alpha_{упл} + \alpha_{эж} + \alpha_0$$

Принципиальную тепловую схему конденсационной электростанции удобно рассчитывать, принимая расход свежего пара на турбину равным 100 % и выражая остальные потоки пара и воды по отношению к величине D_0 , т. е.

1 Расход пара на турбину D_0 принимаем 100%.
Долю расхода пара на турбину определяем по формуле

$$\alpha_0 = D_0 / D_0 =$$

2 Утечки пара и конденсата $D_{ут}$ принимаем 1% от D_0 .
Долю расхода пара на утечки определяем по формуле

$$\alpha_{ут} = D_{ут} / D_0 =$$

3 Расход пара на пароструйные эжекторы $D_{эж}$ принимаем 0,5% от D_0
Долю расхода пара на пароструйные эжекторы определяем по формуле

$$\alpha_{эж} = D_{эж} / D_0 =$$

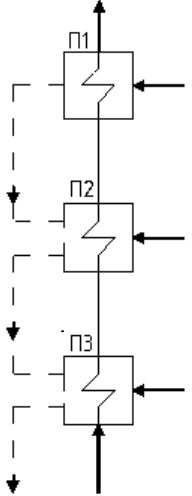
4 Доля расхода пара на уплотнения $D_{упл}$ принимаем 0,5% от D_0
Долю расхода пара на уплотнения турбины определяем по формуле

$$\alpha_{упл} = D_{упл} / D_0 =$$

5 Расход питательной воды определяем по формуле

$$\alpha_{пв} = \alpha_0 + \alpha_{ут} + \alpha_{упл} + \alpha_{эж} =$$

6 Тепловой расчёт группы подогревателей высокого давления

Теплообменник	Расчётное уравнение	Доля греющего пара
<p style="text-align: center;"><i>Группа ПВД</i></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><i>Обозначить потоки пара и воды</i></p>	<p style="text-align: center;"><i>ПВД №1</i></p> <p><i>Уравнение теплового баланса для ПВД №1</i></p> <p><i>Выражаем долю расхода пара на ПВД1, подставляя численные значения величин из сводной таблицы параметров пара и воды</i></p> <p style="text-align: center;"><i>ПВД №2</i></p> <p><i>Уравнение теплового баланса для ПВД №2</i></p> <p><i>Доля расхода пара на ПВД2 определяется аналогично ПВД1</i></p> <p style="text-align: center;"><i>ПВД №3</i></p> <p><i>Уравнение теплового баланса для ПВД №3</i></p> <p><i>Доля расхода пара на ПВД2 определяется аналогично ПВД1</i></p>	<p>$\alpha_1 =$</p> <p>$\alpha_2 =$</p> <p>$\alpha_3 =$</p>

Используем следующие буквенные обозначения величин при составлении уравнений теплового баланса подогревателей и обозначений на схеме группы ПВД:

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ - доли расхода пара соответственно на ПВД1, ПВД2, ПВД3

h_1, h_2, h_3 - энтальпии греющего пара из отборов турбины соответственно на ПВД1, ПВД2, ПВД3

$h_{1н}, h_{2н}, h_{3н}$ - энтальпии насыщения соответственно в ПВД1, ПВД2, ПВД3

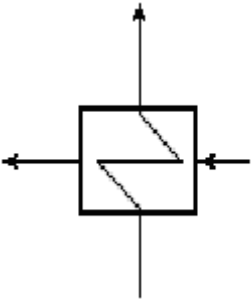
$h_{п1}, h_{п2}, h_{п3}$ - энтальпии воды соответственно на выходе из ПВД1, ПВД2, ПВД3

$\eta_n = 0.99$ - кпд подогревателя

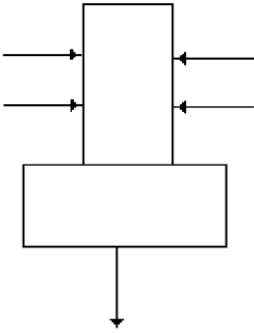
$\alpha_{пв}$ - доля расхода питательной воды

$h_{пв}$ - энтальпия на выходе из питательного насоса

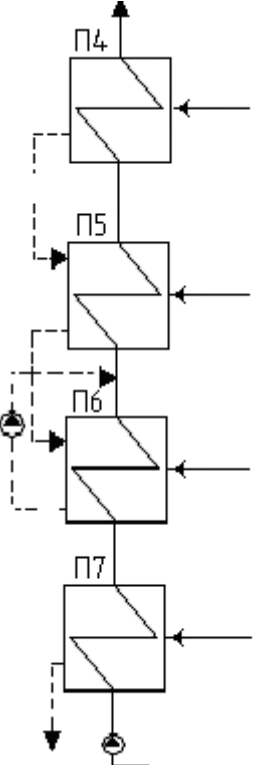
7 Тепловой расчет дополнительных теплообменников

Теплообменник	Расчетное уравнение	Численное значение
 <p data-bbox="156 712 485 786">Обозначить потоки пара и воды</p>	<p data-bbox="568 304 1206 427">Количество теплоты, отпускаемой с ТЭЦ на отопление и горячее водоснабжение,</p> $Q_{от} = \text{МВт}$ <p data-bbox="568 472 1206 551">Уравнение теплового баланса для сетевого подогревателя</p> <p data-bbox="568 600 1206 678">Выражаем расход пара из отбора турбины на СП :</p> $D_{сп} =$ <p data-bbox="568 723 1206 801">Определяем долю расхода пара из отбора турбины на СП:</p> $\alpha_{сп} = D_{сп}/D_0 =$	$\alpha_{сп} =$

8 Тепловой расчет деаэратора

Теплообменник	Расчётное уравнение	Доля греющего пара
<p data-bbox="177 1167 363 1200">Деаэратор</p>  <p data-bbox="121 1731 450 1809">Обозначить потоки пара и воды</p>	<p data-bbox="475 1167 1385 1245">Составляем уравнение материального баланса для деаэратора питательной воды:</p> <p data-bbox="475 1290 1385 1458">Выражаем долю основного конденсата $\alpha_k =$ подставляя численные значения известных величин, получим выражение $\alpha_k =$</p> <p data-bbox="475 1458 1385 1536">Составляем уравнение теплового баланса для деаэратора питательной воды:</p> <p data-bbox="475 1581 1385 1659">Вместо α_k в уравнение теплового баланса подставляем полученное выражение $\alpha_k =$</p> <p data-bbox="475 1704 1385 1850">подставляя численные значения известных величин, получим численное значение доли расхода пара из отбора турбины на деаэратор $\alpha_3^0 =$</p> <p data-bbox="475 1895 1385 2007">Подставляя полученное значение α_3^0 в выражение $\alpha_k =$, находим численное значение доли основного конденсата $\alpha_k =$</p>	$\alpha_3^0 =$ $\alpha_k =$

9 Тепловой расчет группы подогревателей низкого давления

Теплообменник	Расчётное уравнение	Доля греющего пара
<p>Группа ПНД</p>  <p>Обозначить потоки пара и воды</p>	<p>Составляем уравнение теплового баланса для ПНД №4</p> <p>Выражаем из уравнения долю греющего пара из отбора турбины, подставляем известные численные значения величин и находим</p> $\alpha_4 =$ <p>Составляем уравнение теплового баланса для ПНД №5</p> <p>Выражаем из уравнения долю греющего пара из отбора турбины, подставляем известные численные значения величин и находим</p> $\alpha_5 =$ <p>Составляем уравнение материального баланса для точки смешения СМ:</p> <p>Выражаем долю основного конденсата из конденсатосборника турбины $\alpha'_k =$</p> <p>подставляя численные значения известных величин, получим выражение $\alpha'_k =$</p> <p>Составляем уравнение теплового баланса для ПНД 6:</p> <p>Вместо α'_k в уравнение теплового баланса подставляем полученное выражение $\alpha'_k =$</p> <p>подставляя в полученное уравнение численные значения известных величин, получим численное значение доли расхода пара из отбора турбины на ПНД 6 $\alpha_6 =$</p> <p>Подставляя полученное значение α_6 в выражение $\alpha'_k =$ находим численное значение доли основного конденсата из конденсатосборника турбины $\alpha'_k =$</p> <p>Составляем уравнение теплового баланса для ПНД №7</p> <p>Выражаем из уравнения долю греющего пара из</p>	<p>$\alpha_4 =$</p> <p>$\alpha_5 =$</p> <p>$\alpha_6 =$</p> <p>$\alpha'_k =$</p>

	отбора турбины на ПНД7 $\alpha_7 =$	$\alpha_7 =$
--	--	--------------

10 Материальный баланс турбоустановки

Коэффициенты недовыработки мощности паром из отборов турбины определяем по формулам:

- до промежуточного пароперегревателя

$$y_1 = ((h_1 - h_{пн}') + (h_{пн}'' - h_k)) / ((h_o - h_k) + (h_{пн}'' - h_{пн}')) =$$

$$y_2 = ((h_2 - h_{пн}') + (h_{пн}'' - h_k)) / ((h_o - h_k) + (h_{пн}'' - h_{пн}')) =$$

- после промежуточного пароперегревателя

$$y_3 = (h_3 - h_k) / ((h_o - h_k) + (h_{пн}'' - h_{пн}')) =$$

$$y_4 = (h_4 - h_k) / ((h_o - h_k) + (h_{пн}'' - h_{пн}')) =$$

$$y_5 = (h_5 - h_k) / ((h_o - h_k) + (h_{пн}'' - h_{пн}')) =$$

$$y_6 = (h_6 - h_k) / ((h_o - h_k) + (h_{пн}'' - h_{пн}')) =$$

$$y_7 = (h_7 - h_k) / ((h_o - h_k) + (h_{пн}'' - h_{пн}')) =$$

Точка процесса	Номер подогревателя	Доля пара на подогревателя; α_i	Коэффициент недовыработки электроэнергии; y_i	Мощность потока пара; $\alpha_i y_i$
1	ПВД №1			
2	ПВД №2			
3	ПВД №3			
4	Деаэратор			
5	ПНД №4			
6	ПНД №5			
7	ПНД №6			
8	ПНД №7			
к	Конденсатор			
				$\sum \alpha_i y_i =$

11 Энергетический баланс турбоустановки

Точка процес- са	Номер подогревателя	Расход пара на подогреватель; D_i (кг/с)	Тепловой перепад в отборе; Δh_i (кДж/кг)	Мощность потока пара; $N_{эi}$ (кВт)
1	ПВД 1			
2	ПВД 2			
3	ПВД 3			
-	ДПВ			
4	ПНД4			
5	ПНД5			
-	СП			
6	ПНД6			
7	ПНД7			
К	К			
				$\sum N_{эi} =$

Методические указания по выполнению самостоятельной работы №10

Тема: Определение энергетических показателей ТЭС .

Оптимизация технологических процессов производства тепловой энергии на ТЭС (решение задач)

Задание: Повторите материал Энергетические показатели КЭС и ТЭЦ

Цель: Закрепление теоретического материала по пройденной теме.

Содержание задания:

Решение задач на определение энергетических показателей ТЭС

Ориентировочный объем работы: 24 часа

Предварительная подготовка

Энергетические показатели КЭС и ТЭС.

Любая эл.станция должна вырабатывать эл.энергию с наименьшими затратами денежных средств и энергетических ресурсов (топлива). Для оценки эффективности работы станции служат показатели тепловой экономичности или технико-экономические показатели или энергетические.

Эти показатели могут относиться, как ко всей станции в целом, так и к отдельному оборудованию: к котлу, к турбине.

Энергетические показатели КЭС.

1. КПД эл.ст “нетто”.

Он характеризует эффективность работы станции по расходу топлива, на выработку эл.э.

$$\eta_{\text{э}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{отп}}}{Q_{\text{топл}}}$$

$Q_{\text{топл}}$ – тепло израсходованного на станции топлива.

$$Q_{\text{топл}} = V * Q_{\text{н}}^{\text{р}}$$

$Q_{\text{н}}^{\text{р}}$ – низшая теплота сгорания рабочей массы топлива.

Для КЭС вырабатывающей только эл.энергию, тепловая экономичность характеризуется КПД эл.станции

$$H_{\text{кэс}} = \mathcal{E}_{\text{выр}} / V * Q_{\text{р}}^{\text{п}} \text{ – КПД эл.станции Брутто.}$$

$$\eta_{\text{кэс}} = \mathcal{E}_{\text{отп}} / V * Q_{\text{р}}^{\text{п}} \text{ – КПД эл.станции Нетто.}$$

V –расход топлива.

$Q_{\text{р}}^{\text{п}}$ – теплота сгорания натурального топлива (7000 ккал/кг, 29310 кДж/кг)

$\mathcal{E}_{\text{отп}}$ – количество эл.энергии, отпущенное потребителями за определенный промежуток времени, и называется *выработкой “нетто”*

$\mathcal{E}_{\text{выр}}$ – количество эл.эн, выработанной станцией и называется *выработкой “брутто”*

$$\mathcal{E}_{\text{выр}} = \mathcal{E}_{\text{отп}} + \mathcal{E}_{\text{сн}}$$

$\mathcal{E}_{\text{сн}}$ – количество эл.э затраченное на собственные нужды станции.

2. КПД котельного агрегата оценивает эффективность работы котла.

$$\eta_{ка} = Q_1 / Q_p^p = q_1 = 1 - \sum q_i = 1 - (q_2 + q_3 + q_4 + \dots + q_n)$$

Q_1 - полезно воспринимаемое тепло.

Q_p^p – располагаемое тепло рабочей массы топлива.

3. Абсолютный электрический КПД теплового двигателя – турбины, оценивает эффективность работы турбины.

$$\eta_{э} = \eta_t * \eta_{oi} * \eta_{эм}$$

η_t – термический КПД цикла, по которому работает турбина.

$$\eta_t = (Q_{подв} - Q_{отв}) / Q_{подв}$$

$Q_{подв}$ – тепло, подведенное с паром от котла к турбине.

$Q_{отв}$ – тепло, отведенное в конденсатор с отработавшим в турбине паром.

η_{oi} – внутренний относительный КПД турбины, характеризующий эффективность работы проточной части турбины.

$$\eta_{oi} = H_i / H_0$$

H_i - внутренний полезно-используемый тепловой перепад пара в турбине.

H_0 – располагаемый тепловой перепад пара в турбине.

$\eta_{эм}$ – электромеханический КПД, учитывающий эл. потери в генераторе и механические потери от трения в подшипниках.

$$\eta_{эм} = \eta_{г} * \eta_{м}$$

4. КПД электростанции

$$H_{э} = \eta_{ка} * \eta_{э} * \eta_{тп} * (1 - E_{сн}) * (1 - q_{сн})$$

$\eta_{тп}$ – КПД, учитывающий потери тепла, пара и воды на станции.

$E_{сн}$ – доля эл. энергии затраченная на собственные нужды станции.

$E_{сн} = \Delta_{сн} / \Delta$ – доля эл. энергии на собственные нужды.

$q_{сн} = Q_{сн} / Q_{топл}$ – доля тепла на собственные нужды.

5. Удельный расход тепла на единицу отпущенной эл. энергии

$$q_э = Q_{топл} / \Delta_{отп} = Q_{топл} / \Delta = 1 / \eta_{э}$$

6. Удельный расход топлива на единицу отпущенной эл. энергии.

$$B_э = q_э / Q_1$$

Энергетические показатели ТЭЦ.

Т.к ТЭЦ осуществляет комбинированную выработку электрической и тепловой энергии, то все тепло, подводимое с паром от котла к турбине делится на 3 составные части:

1) $Q_э$ - тепло, затраченное на производство эл.эн.

2) $Q_{п}$ - тепло, отпущенное потребителям.

3) $Q_{к}$ - потери тепла в конденсаторе с отработанным в турбине паром.

$$Q = Q_э + Q_{п} + Q_{к} - \text{характерное уравнение ТЭС (Т и ПТ-турбины)}$$

$Q = Q_3 + Q_{п}; Q_{к} = 0$ – характерное уравнение ТЭЦ (Р-турбины)

Показатели ТЭЦ определяются по 2 видам энергии и называются частным:

Частный КПД ТЭЦ по выработке эл.нэ -

характеризует эффективность работы ТЭЦ.

$$\eta_{nc} = \eta_{ка} * \eta_{Nэ} * \eta_{тр}$$

$$\eta_{ка} = Q_1 / Q_p^p = 1 - \sum q_i$$

1) $\eta_{Nэ} = \eta_r * \eta_m$ – частный эл. КПД турбин с противодавлением.

2) $\eta_{Nэ} = N_3 / Q_3 - Q_{п} / \eta_{п}$ – для турбин Т и ПТ

N_3 - эл. мощность турбины

$\eta_{п}$ – КПД учитывающий потери тепла при его отпуске со станции к потребителям (внешние тепловые потери)

$\eta_{тр}$ – КПД трубопроводов или КПД транспорта тепла, который учитывает тепловые потери внутри самой станции.

3) **Частный КПД ТЭЦ по выработке тепловой энергии.**

$$\eta_{Qc} = \eta_{ка} * \eta_{Nэ} * \eta_r$$

Форма отчета:

Решение задач из сборника задач по ТЭС под редакцией Щепетильникова

Методические указания по выполнению самостоятельной работы №11

Тема 11. Контрольно-измерительные приборы.

Цель: Закрепление теоретического материала по пройденной теме.

Систематизация пройденного материала.

Содержание задания:

1. Составить структурные схемы классификации приборов:

- основной классификации;
- дополнительной классификации;
- для измерения температуры;
- для измерения давления;
- для измерения количества и расхода;
- для измерения уровня;
- для измерения состава дымовых газов;
- для измерения качества воды и пара.

2. Подготовка к выполнению лабораторных работ.

Составление опорного конспекта с выполнением схемы измерительного прибора и описанием его работы.

3. Решение задач

Ориентировочный объем работы: 42 часа

«Измерение температуры».

Задание: Ответить письменно на контрольные вопросы
Решить задачи
Выполнить графическое изображение измерительной схемы автоматического потенциометра

Цель: 1. Закрепление знаний, полученных при изучении теоретического материала по данной теме: ответы на контрольные вопросы .

2. Формирование умений:

- выполнения графического изображения измерительной схемы автоматического потенциометра,
- использовать градуировочные таблицы,
- решения задач по определению пригодности прибора к дальнейшей эксплуатации.

« Автоматические потенциометры »

1. Назовите назначение, область применения и диапазон измерения автоматических потенциометров.
2. Назовите принцип действия потенциометра.
3. Изобразите принципиальную схему автоматического потенциометра типа КСП 4
4. Опишите работу прибора.
5. . Решите задачу.
Хромель-алюмелевая термопара градуировки ХА развивает при температуре свободных концов $t_0 = 50^\circ\text{C}$ т. э. д. с. $E_X A(t, 50^\circ) = 25,02$ мВ.
Определить температуру t рабочего конца термопары.

Форма отчета:

Письменное выполнение задания в рабочей тетради по дисциплине

« Лабораторные потенциометры »

1. Назовите назначение, область применения и диапазон измерения переносного потенциометра типа ПП- 63.
2. Назовите элементы схемы лабораторного переносного потенциометра типа ПП-63 и их назначение
3. Напишите последовательность операций при измерении т.э.д.с. потенциометром ПП-63.

«Поверка автоматических потенциометров»

- 1 В чем заключается поверка автоматических потенциометров?
2. Решите задачу:

Определить пригодность к дальнейшей эксплуатации потенциометра со шкалой $0 - 100\text{ }^{\circ}\text{C}$, если по всей шкале абсолютная погрешность измерения не превышает 2°C , а класс точности прибора - 1,0.

Форма отчета:

Письменное выполнение задания в рабочей тетради по дисциплине

«Пирометрические милливольтметры»

Задание: Ответить письменно на контрольные вопросы

Решить задачу

Выполнить графическое изображение схемы магнитоэлектрического милливольтметра

Цель: 1. Закрепление знаний, полученных при изучении теоретического материала по данной теме: ответы на контрольные вопросы .

2. Формирование умений:

- выполнения графического изображения измерительной схемы
- использовать градуировочные таблицы,
- решения задач по определению пригодности прибора к дальнейшей эксплуатации.

Содержание задания:

1. Назовите назначение, область применения и диапазон измерения пирометрических милливольтметров.
2. Назовите принцип действия пирометрического милливольтметра.
3. Изобразите принципиальную схему пирометрического милливольтметра и опишите работу прибора
4. Решите задачу.

Определить пригодность к дальнейшей эксплуатации пирометрического милливольтметра со шкалой $0 - 600\text{ }^{\circ}\text{C}$, если по всей шкале абсолютная погрешность измерения не превышает 3°C , а класс точности прибора - 1,5.

Форма отчета:

Письменное выполнение задания в рабочей тетради по дисциплине

«Автоматический электронный мост»

Задание: Ответить письменно на контрольные вопросы

Решить задачу

Выполнить графическое изображение схемы автоматического электронного моста

Цель: 1. Закрепление знаний, полученных при изучении теоретического материала по данной теме: ответы на контрольные вопросы .

2. Формирование умений:

- выполнения графического изображения измерительной схемы
- использовать градуировочные таблицы,
- решения задач по определению пригодности прибора к дальнейшей эксплуатации.

Содержание задания:

1. Назовите назначение, область применения и диапазон измерения автоматических уравновешенных мостов.
2. Назовите принцип действия автоматического уравновешенного моста.
3. Изобразите принципиальную схему автоматического уравновешенного моста типа КСМ 4 и опишите работу прибора.
4. Изучите схему и последовательность операций при поверке автоматического уравновешенного моста
5. Решите задачу.

При поверке автоматического уравновешенного моста с пределами шкалы 0 - 100°С показания прибора равны 48°С (прямой ход) и 51°С (обратный ход). Действительное значение измеряемой величины 50°С. Определить пригодность прибора к дальнейшей эксплуатации. Класс точности прибора - 1.0 .

Форма отчета:

Письменное выполнение задания в рабочей тетради по дисциплине

«Измерение давления, разности давлений и разрежения».

«Трубчато- пружинный манометр с дистанционной передачей показаний»

Задание: Ответить письменно на контрольные вопросы. Решить задачу
Выполнить графическое изображение схемы трубчато- пружинного манометра с дистанционной передачей показаний

Цель: 1. Закрепление знаний, полученных при изучении теоретического материала по данной теме: ответы на контрольные вопросы .

2. Формирование умений:

- выполнения графического изображения измерительной схемы
- решения задач по определению пригодности прибора к дальнейшей эксплуатации.

Содержание задания:

1. Назовите назначение, область применения и диапазон измерения трубчато-пружинных манометров с дистанционной передачей показаний.
2. Опишите устройство и работу МЭД

3. Назовите основные элементы электрической схемы МЭД и вторичного прибора КСД 2 и их назначение.
4. Изучите работу грузопоршневого манометра.
5. Решите задачу.

При измерении давления образцовым грузопоршневым манометром равновесие сил, действующих на поршень, наступает, когда масса лежащих на его тарелке гирь равна 7 кг. Определить давление среды, если масса поршня с тарелкой (без гирь) равна 1 кг, диаметр поршня 11,26 мм и ускорение свободного падения $9,807 \text{ м/сек}^2$.

Форма отчета:

Письменное выполнение задания в рабочей тетради по дисциплине

«Тензометрический преобразователь с дистанционной передачей показаний»

Задание: Ответить письменно на контрольные вопросы. Решить задачу.

Выполнить графическое изображение схемы тензометрического преобразователя с дистанционной передачей показаний

Цель: 1. Закрепление знаний, полученных при изучении теоретического материала по данной теме: ответы на контрольные вопросы .

2. Формирование умений:

- выполнения графического изображения измерительной схемы
- решения задач по определению пригодности прибора к дальнейшей эксплуатации.

Содержание задания:

1. Назовите назначение, область применения и диапазон измерения манометров с тензометрическим преобразователем.
2. Изобразите схему мембранного манометра типа «Кристалл» и обозначьте ее элементы.
3. Опишите работу прибора.
4. Изучите схему и последовательность поверки мембранного манометра
5. Решите задачу.

При поверке манометра со шкалой $0 - 60 \text{ кгс/ см}^2$ установлено, что по всей шкале абсолютная погрешность измерения не превышает $\pm 0,5 \text{ кгс/ см}^2$. Приведённая допустимая погрешность манометра 1,5 %. Сравнить абсолютные значения фактической и допустимой погрешностей измерения.

Определить пригодность прибора к дальнейшей эксплуатации

Форма отчета:

Письменное выполнение задания в рабочей тетради по дисциплине

«Мембранный тяго-напоромер»

Задание: Ответить письменно на контрольные вопросы. Решить задач

Выполнить графическое изображение схемы мембранного тяго-напоромера

- Цель:** 1. Закрепление знаний, полученных при изучении теоретического материала по данной теме: ответы на контрольные вопросы .
2. Формирование умений:
- выполнения графического изображения измерительной схемы
 - решения задач по определению пригодности прибора к дальнейшей эксплуатации.

Содержание задания:

1. Назовите назначение, область применения и диапазон измерения мембранных тягонапоромеров.
2. По схеме опишите работу тягонапоромера с указанием элементов схемы и их назначения.
3. Изучите последовательность операций при поверке тягонапоромеров.
4. Изобразите схему микроманометра с указанием элементов схемы и их назначения.
5. Решите задачу.

Давление газа, измеряемой микроманометром, заполненным водой, равно 40 мм. Определить длину столба воды по шкале прибора при углах наклона измерительной трубки 30, 20 и 10°

Форма отчета:

Письменное выполнение задания в рабочей тетради по дисциплине «Измерение расхода, количества, уровня жидкостей и сыпучих тел».

«Мембранный расходомер переменного перепада давления с дистанционной передачей показаний»

Задание: Ответить письменно на контрольные вопросы
Выполнить графическое изображение схем мембранного расходомера переменного перепада давления с дистанционной передачей показаний»

- Цель:** 1. Закрепление знаний, полученных при изучении теоретического материала по данной теме: ответы на контрольные вопросы .
2. Формирование умений:
- выполнения графического изображения измерительной схемы
 - решения задач по определению пригодности прибора к дальнейшей эксплуатации.

Содержание задания:

1. Назовите назначение, область применения и диапазон измерения электрических дифманометров-расходомеров.
2. Выполните графическое изображение и опишите работу дифманометра-

- расходомера с указанием элементов схемы и их назначения.
3. Изучите работу дроссельного расходомера с дистанционной передачей показаний
 - 4 Изучите последовательность операций при поверке дифманометров

Форма отчета:

Письменное выполнение задания в рабочей тетради по дисциплине

«Гидростатический уровнемер»

Задание: Ответить письменно на контрольные вопросы
Выполнить графическое изображение схем гидростатического уровнемера

- Цель:** 1. Закрепление знаний, полученных при изучении теоретического материала по данной теме: ответы на контрольные вопросы .
2. Формирование умений:
 - выполнения графического изображения измерительной схемы
 - решения задач по определению действительного уровня жидкости в резервуаре.

Содержание задания:

1. Назовите назначение, область применения и диапазон измерения гидростатических уровнемеров.
2. Изучите схему измерения уровня водомерным стеклом
3. Решите задачу.

В водомерном стекле и резервуаре находится вода. Средняя температура воды в стекле 50°C ($\rho = 989,4 \text{ кг/м}^3$), а в резервуаре 200°C ($\rho = 867,9 \text{ кг/м}^3$) . Давление во всей системе равно $0,3 \text{ МПа}$. Показание водомерного стекла равно 1000 мм . Определите действительный уровень воды в этом резервуаре.

4. Изобразите схему гидростатического уровнемера котлоагрегата
5. Повторите последовательность операций при поверке дифманометров

Форма отчета:

Письменное выполнение задания в рабочей тетради по дисциплине

«Измерение состава газов, воды, пара».

«Газоанализатор для определения содержания кислорода в уходящих газах»

Задание: Ответить письменно на контрольные вопросы

Выполнить графическое изображение схемы газоанализатора для определения содержания кислорода в уходящих газах

Цель: 1. Закрепление знаний, полученных при изучении теоретического материала по данной теме: ответы на контрольные вопросы .

2. Формирование умений:

- выполнения графического изображения измерительной схемы
- решения задач по определению процентного содержания кислорода в дымовых газах.

Содержание задания:

1. Назовите назначение, область применения и диапазон измерения магнитных газоанализаторов.
2. Изобразите принципиальную схему магнитного газоанализатора для измерения процентного содержания кислорода в уходящих газах с указанием элементов схемы и их назначения.
3. Изобразите электрическую схему газоанализатора типа МН5106
4. Назовите способы поверки магнитных газоанализаторов.
5. Решите задачу.

Определить объемное содержание (%) кислорода в дымовых газах, если коэффициент избытка воздуха $\alpha = 1,1$.

Форма отчета:

Письменное выполнение задания в рабочей тетради по дисциплине

«Анализатор качества воды и пара»

Задание: Ответить письменно на контрольные вопросы

Выполнить графическое изображение схемы анализатора качества воды и пара

Цель: 1. Закрепление знаний, полученных при изучении теоретического материала по данной теме: ответы на контрольные вопросы .

2. Формирование умений:

- выполнения графического изображения измерительной схемы
- решения задач по определению пригодности прибора к дальнейшей эксплуатации

Содержание задания:

1. Назовите показатели качества воды и пара, их единицы измерения и величину
2. Назовите способ автоматического определения солесодержания пара и питательной воды.
3. Дайте определение электропроводимости раствора электролита.

4. Изобразите схему чувствительного элемента кондуктометра с указанием элементов схемы и их назначением.
5. Ознакомьтесь со схемой солемера и работой прибора

Форма отчета:

Письменное выполнение задания в рабочей тетради по дисциплине

«Щиты управления и схемы теплотехнического контроля».

Задание: Произвести повторную работу над учебным материалом;
ответить на контрольные вопросы;
выполнить схему теплотехнического контроля агрегата.

Цель: 1. Закрепление знаний, полученных при изучении теоретического материала по данной теме: ответы на контрольные вопросы .
2. Формирование умений:
- выполнения графического изображения схемы теплотехнического контроля

Содержание задания:

1. Дайте определение принципиальной схемы теплотехнического контроля.
2. Назовите назначение и область применения схем ТТК.
3. Назовите информацию, которая указывается на схемах ТТК агрегата.
4. Изобразите схему ТТК и опишите ее..

Форма отчета:

Письменное выполнение задания в рабочей тетради по дисциплине

Тема: «Основные понятия управления и автоматизации.
Автоматизированные системы регулирования».

Задание: Ответить письменно на контрольные вопросы. Решить задачи
Выполнить графическое изображение схемы

Цель: 1. Закрепление знаний, полученных при изучении теоретического материала по данной теме: ответы на контрольные вопросы .

2. Формирование умений:

- выполнения графического изображения измерительной схемы
- решения задач по определению характеристик объекта регулирования

Содержание задания:

1. Дайте определение объекта регулирования.
2. Дайте определение автоматической системы регулирования.
3. Назовите задачи автоматизированных систем управления.
4. Дайте определение статической характеристики регулирования.
5. Дайте определение динамической характеристики регулирования
6. Изобразите схему экспериментального определения кривой разгона объекта с указанием элементов и их назначения.
7. Изобразите кривые разгона с указанием условий построения.
8. Перечислите основные законы регулирования и их характеристики
9. Решите задачу..

Определите коэффициент усиления хромель-копелевой термопары (крутизну характеристики) на участке 400-600 °С, если $E_{600\text{ °С}} = 49,02\text{ мВ}$;
 $E_{400\text{ °С}} = 31,49\text{ мВ}$

10. Решите задачу.

При изменении количества воды, идущей на впрыск пароохладителя, с 5 до 8 т/ч температура пара за котлом понизилась на 30°С. Каков передаточный коэффициент усиления °С на т/ч исследуемого участка котла?

Форма отчета:

Письменное выполнение задания в рабочей тетради по дисциплине

Тема: «Технические средства автоматизированных систем ».

«Схема АСР с электрическим (электронным) автоматическим регулятором»

Задание : Ответить письменно на контрольные вопросы

Выполнить графическое изображение схемы АСР с электрическим (электронным) автоматическим регулятором
(Компьютерная версия изучения аппаратуры «КАСКАД-2»);

- Цель:** 1. Закрепление знаний, полученных при изучении теоретического материала по данной теме: ответы на контрольные вопросы .
2. Формирование умений:
- выполнения графического изображения измерительной схемы
- решения задач по определению параметров настройки регулятора.

Содержание задания

1. Назовите назначение регулирующей аппаратуры «Каскад – 2».
2. Перечислите отличительные особенности аппаратуры «Каскад-2».
3. Назовите назначение регулирующих модулей.
4. Назовите назначение модулей формирования сигнала отклонения.
5. Назовите назначение модулей статического и динамического преобразования.
6. Изобразите функциональную схему регулирующего модуля Р017 и укажите параметры его настройки.
7. Изобразите функциональную схему регулирующего модуля Р027 и укажите параметры его настройки.

Форма отчета:

Письменное выполнение задания в рабочей тетради по дисциплине

«Схема АСР с микропроцессорным автоматическим регулятором».

Задание : Ответить письменно на контрольные вопросы
Выполнить графическое изображение схемы АСР с микропроцессорным автоматическим регулятором. (Компьютерная версия изучения аппаратуры «ПРОТАР»)

- Цель:** 1. Закрепление знаний, полученных при изучении теоретического материала по данной теме: ответы на контрольные вопросы .
2. Формирование умений:
- выполнения графического изображения измерительной схемы
- решения задач по определению параметров настройки регулятора.

Содержание задания:

1. Назовите назначение аппаратуры «ПРОТАР».
2. Перечислите основные отличительные особенности приборов «ПРОТАР».
3. Изобразите функциональную схему аппаратуры «ПРОТАР».
4. Укажите основные узлы приборов и их назначение.
5. Перечислите задачи статической и динамической настройки АСР на базе приборов «ПРОТАР».

6. Изобразите схему АСР температуры перегретого пара и перечислите операции по наладке регулятора.

Форма отчета:

Письменное выполнение задания в рабочей тетради по дисциплине

Тема: «Автоматическое регулирование барабанных и прямоточных паровых котлов».

Задание: Ответить письменно на контрольные вопросы

Выполнить графическое изображение функциональной схемы автоматического регулирования барабанных паровых котлов»

Цель: 1. Закрепление знаний, полученных при изучении теоретического материала по данной теме: ответы на контрольные вопросы .

2. Формирование умений:

- выполнения и чтения графического изображения схем автоматического регулирования параметров технологических процессов

Содержание задания:

1. Изобразите принципиальную технологическую схему барабанного парового котла и опишите технологические процессы его работы.

(Л. 3, стр. 198).

2. Перечислите системы автоматического регулирования барабанного парового котла.

3. Изобразите схему взаимосвязей между выходными и входными величинами в барабанном котле указанием величин и способами их регулирования.

Форма отчета:

Письменное выполнение задания в рабочей тетради по дисциплине

Задание : Ответить письменно на контрольные вопросы

Выполнить графическое изображение функциональной схемы автоматического регулирования прямоточных паровых котлов»

Цель: 1. Закрепление знаний, полученных при изучении теоретического материала по данной теме: ответы на контрольные вопросы .

2. Формирование умений:

- выполнения и чтения графического изображения схем автоматического регулирования параметров технологических процессов работы котла

Содержание задания:

1. Изобразите принципиальную технологическую схему прямоточного парового котла и опишите технологические процессы его работы.

2. Перечислите системы автоматического регулирования прямоточного парового котла.
3. Изобразите схему взаимосвязей между выходными и входными величинами в прямоточном котле с указанием величин и способами их регулирования.

Форма отчета:

Письменное выполнение задания в рабочей тетради по дисциплине

Тема: «Автоматизация регулирования вспомогательного оборудования тепловых электростанций»

Задание : Ответить письменно на контрольные вопросы

- Цель:**
1. Закрепление знаний, полученных при изучении теоретического материала по данной теме: ответы на контрольные вопросы .
 2. Формирование умений:
 - графического изображения структуры текста
 - чтения схем автоматического регулирования.

Содержание задания:

1. Составьте структурную таблицу АСР вспомогательного оборудования котла.
2. Назовите объекты и способы регулирования АСР топливоподачи.
3. Назовите объекты и способы регулирования установок пылеприготовления.
4. Назовите объекты и способы регулирования подачи газа.
5. Назовите объекты и способы регулирования установок химической очистки воды.
6. Составьте структурную таблицу АСР вспомогательного оборудования турбины.
7. Назовите объекты и способы регулирования деаэрационных установок.
8. Назовите объекты и способы регулирования редуционно-охладительных установок
9. Назовите объекты и способы регулирования теплофикационных установок.
10. Назовите объекты и способы регулирования вспомогательных установок паровых турбин

Форма отчета:

Письменное выполнение задания в рабочей тетради по дисциплине

Тема: «Автоматические тепловые защиты и схемы логического управления»

Задание : Ответить письменно на контрольные вопросы
Выполнить графическое изображение схемы

Цель: 1. Закрепление знаний, полученных при изучении теоретического материала по данной теме: ответы на контрольные вопросы .
2. Формирование умений:
- графического изображения структуры текста
- чтения схем автоматических защит

Содержание задания:

1. Напишите назначение автоматических тепловых защит.
2. Составьте структурную схему защитных устройств.
3. Перечислите автоматические защиты барабанных паровых котлов и укажите принцип их действия.
4. Перечислите автоматические защиты прямоточных паровых котлов и укажите принцип их действия.
5. Напишите назначение автоматических тепловых защит.
6. Составьте структурную схему защитных устройств паровой турбины.
7. Перечислите автоматические защиты паровых турбин и укажите принцип их действия.
8. Изобразите логическую схему автоматической защиты питательного электронасоса и опишите ее работу.

Форма отчета:

Письменное выполнение задания в рабочей тетради по дисциплине

Тема: «Автоматизированные системы управления на ТЭС»

Цель: 1. Углубление и расширение теоретических знаний
2. Развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности.

Задание : Подготовка докладов на темы

1. Организация управления теплоэнергетическими установками.
2. Назначение и функции АСУ ТП по энергоблоку.
3. Общестанционные функции АСУ ТП.
4. Функциональная структура АСУ ТП.
5. Реализация АСУ ТП ТЭС.

Общие методические указания по подготовке доклада (сообщения).

Доклад является одной из форм углубленного изучения литературных источников (учебника, первоисточника, дополнительной литературы и т.д.), применения полученных знаний к анализу процессов и явлений общественной жизни, деятельности специалиста – производственника.

Подготовка доклада способствует всестороннему знакомству с литературой по избранной теме, создает возможность комплексно использовать приобретенные навыки работы с книгой, развивает самостоятельность мышления, умение на научной основе анализировать явления действительности и делать выводы для практической работы.

Учитывая важность подготовки доклада, предлагаются поэтапные методические рекомендации работы над ним:

1. Выбор темы.
2. Подбор литературы.
3. Изучение литературы.
4. Подготовка доклада по плану:
 - вступление (обоснование темы, ее актуальность);
 - основная часть (теоретическая часть и ее практическое применение)
 - заключение (краткие выводы, предложения);
 - список литературы, использованной в ходе написания доклада.

Форма отчета:

Оформление и изложение доклада на бумаге формата А-4.

Методические указания по организации самостоятельной работы студентов составлены в соответствии с требованиями ФГОС СПО по специальности 13.02.01 Тепловые электрические станции

Автор:

Л.Л. Крикунова

Методические указания по организации самостоятельной работы студентов одобрены на заседании объединенной методической комиссии (ОМК)

Института открытого образования и филиалов университета
от «__» _____ 20__ года, протокол № ____.

Председатель ОКМ

Н.Е. Назарова