

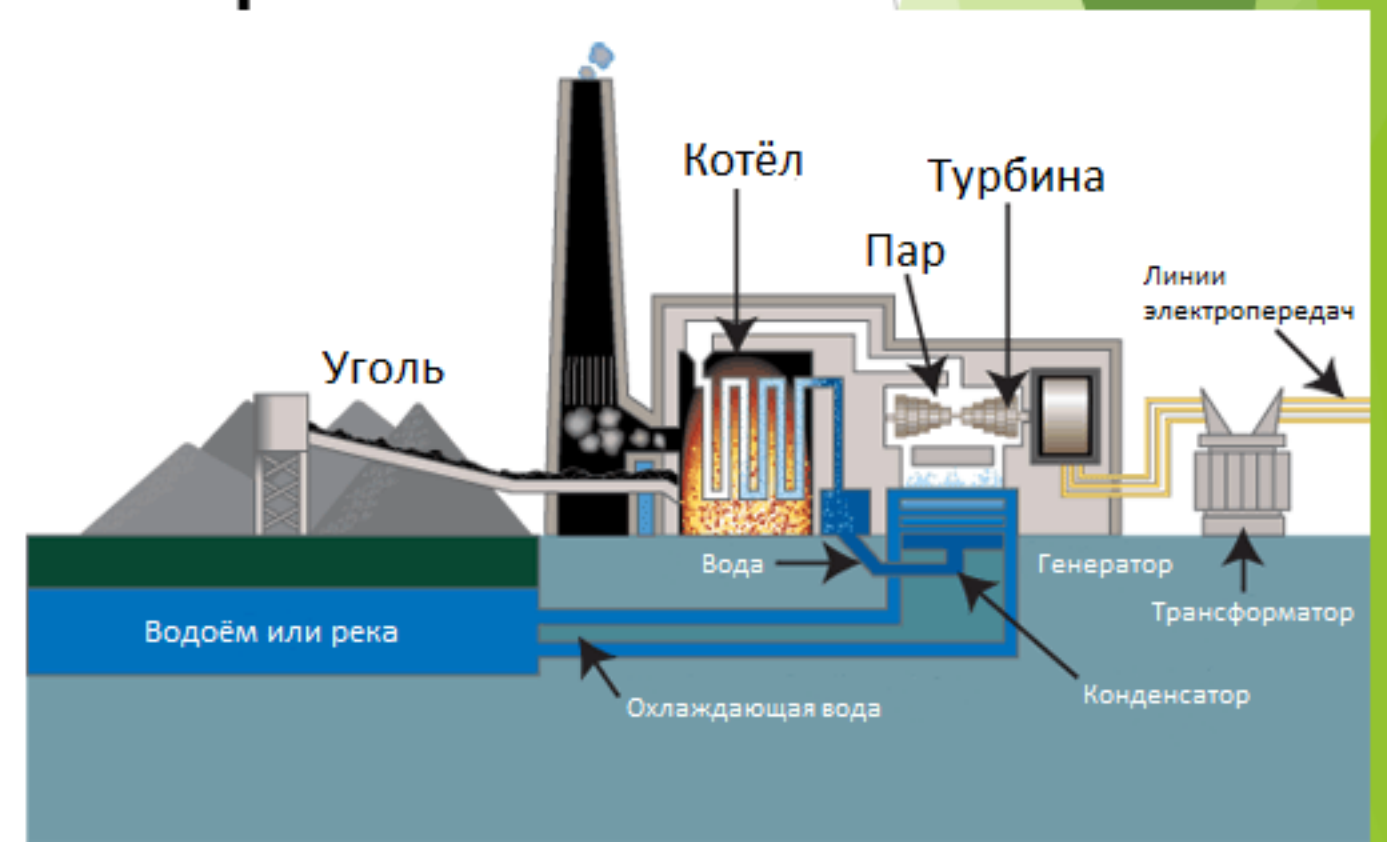
Дисциплина «Котельные установки и парогенераторы»

Два семестра

Лекции

Практики

Курсовой проект во втором семестре.



Дисциплина «Котельные установки и парогенераторы»

Целью изучения дисциплины является подготовка студента к выполнению эксплуатационной, научно-исследовательской, монтажно-наладочной и организационно-управленческой деятельности в области котельных установок и парогенераторов для ТЭС и АЭС.

Дисциплина «Котельные установки и парогенераторы»

Задачами дисциплины являются подготовка студента к решению следующих профессиональных задач:

- исследование рабочих процессов в элементах паровых котлов и парогенераторов;
- разработка узлов и элементов котельных установок и их связь с эксплуатацией;
- расчет элементов парогенераторов, разработка вариантов решения и их анализ;
- использование информационных технологий при расчете и конструировании паровых котлов;
- использование компьютерных технологий моделирования и обработки результатов;
- осуществление технического контроля, испытаний и управления качеством в процессе производства и эксплуатации котельных установок и парогенераторов.

Дисциплина «Котельные установки и парогенераторы»

Литература

1. Липов, Юрий Михайлович. Компонировка и тепловой расчет парового котла: учеб. пособие / Липов Юрий Михайлович, Самойлов Юрий Федорович, Виленский Теодор Владимирович. - Москва : Энергоатомиздат, 1988. - 208с. : ил.
2. Резников, Матвей Исаакович. Котельные установки электростанций: учебник / Резников Матвей Исаакович, Липов Юрий Михайлович. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Энергоатомиздат, 1987. - 288с : ил.
3. Сидельковский, Лазарь Наумович. Котельные установки промышленных предприятий: учебник / Сидельковский Лазарь Наумович, Юренев Владимир Николаевич. - 4-е изд., репринтное. - Москва : БАСТЕТ, 2009. - 528 с. : ил.

Дисциплина «Котельные установки и парогенераторы»

Литература

4. Штым, Анатолий Николаевич. Котельные установки с циклонными предтопками: моногр. / Штым Анатолий Николаевич, Штым Константин Анатольевич, Дорогов Евгений Юрьевич. Владивосток: ДФУ, 2012. - 421 с.
5. Соколов, Борис Александрович. Вспомогательное оборудование котлов. Водоподготовка: учеб. пособие / Соколов Борис Александрович. - Москва: Академия, 2009. - 64 с.: ил.
6. Котлер, В.Р. Промышленно-отопительные котельные: сжигание топлив и защита атмосферы / В. Р. Котлер, С. Е. Беликов. - Санкт-Петербург: Энерготех, 2001. - 272 с.
7. Роддатис, Константин Федорович. Справочник по котельным установкам малой производительности / Роддатис Константин Федорович, Полтарецкий Анатолий Николаевич; под ред. К.Ф. Роддатиса. Москва : Энергоатомиздат, 1989. - 488 с.: ил.

Основные термины и определения в котельной технике

Котел - устройство, в котором для получения пара или нагрева воды с давлением выше атмосферного, потребляемых вне этого устройства, используется теплота, выделяющаяся при сгорании органического топлива, а также теплота отходящих газов. Котел состоит из топки, поверхностей нагрева, каркаса, обмуровки. В котел могут также входить: пароперегреватель, поверхностный экономайзер и воздухоподогреватель.

Основные термины и определения в котельной технике

Котельная установка - совокупность котла и вспомогательного оборудования, включающего: тягодутьевые машины, сборные газоходы, дымовую трубу, воздухопроводы, насосы, теплообменные аппараты, автоматику, водоподготовительное оборудование.

Основные термины и определения в котельной технике

Топка (топочная камера) - устройство, предназначенное для преобразования химической энергии топлива в физическую теплоту высокотемпературных газов с последующей передачей теплоты этим газам поверхностям нагрева (рабочему телу).

Основные термины и определения в котельной технике

Поверхность нагрева - элемент котла для передачи теплоты от факела и продуктов сгорания теплоносителю (вода, пар, воздух). Радиационная поверхность - поверхность нагрева котла, получающая теплоту в основном излучением. Конвективная поверхность - поверхность нагрева котла, получающая теплоту в основном конвекцией.

Основные термины и определения в котельной технике

Экраны - поверхности нагрева котла, расположенные на стенках топки и газоходов и ограждающие эти стенки от воздействия высоких температур.

Фестон - испарительная поверхность нагрева, располагаемая в выходном окне топки и образованная, как правило, трубами заднего экрана, разведенными на значительные расстояния путем образования многорядных пучков. Назначение фестона заключается в организации свободного выхода из топки топочных газов в поворотный горизонтальный газоход.

Основные термины и определения в котельной технике

Барабан - устройство, в котором осуществляется сбор и раздача рабочей среды, обеспечение запаса воды в котле, разделение пароводяной смеси на пар и воду. Для этой цели используются размещенные в нем паросепарационные устройства.

Основные термины и определения в котельной технике

Котельный пучок - конвективная поверхность нагрева котла, представляющая собой группу труб, соединенных общими коллекторами или барабанами.

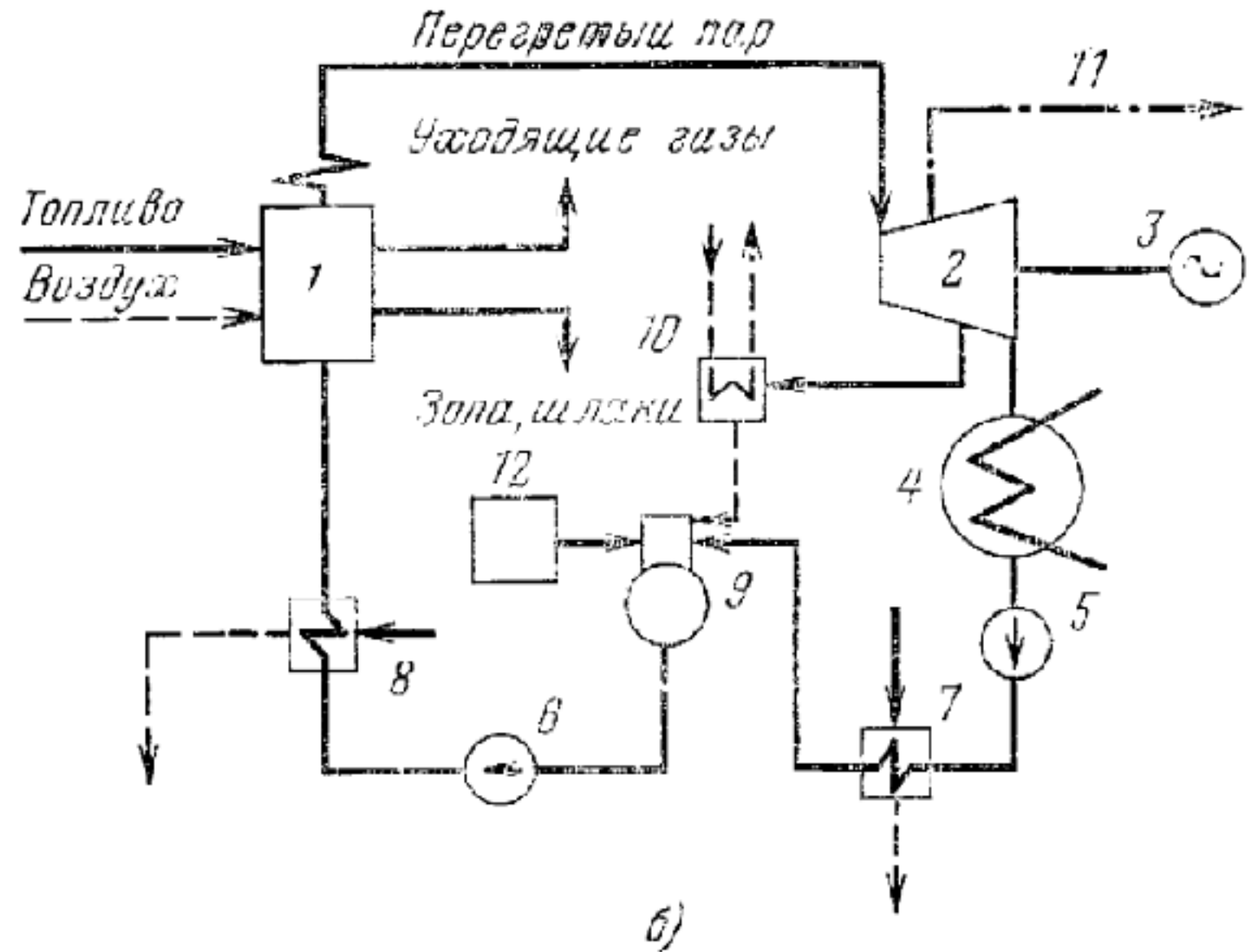
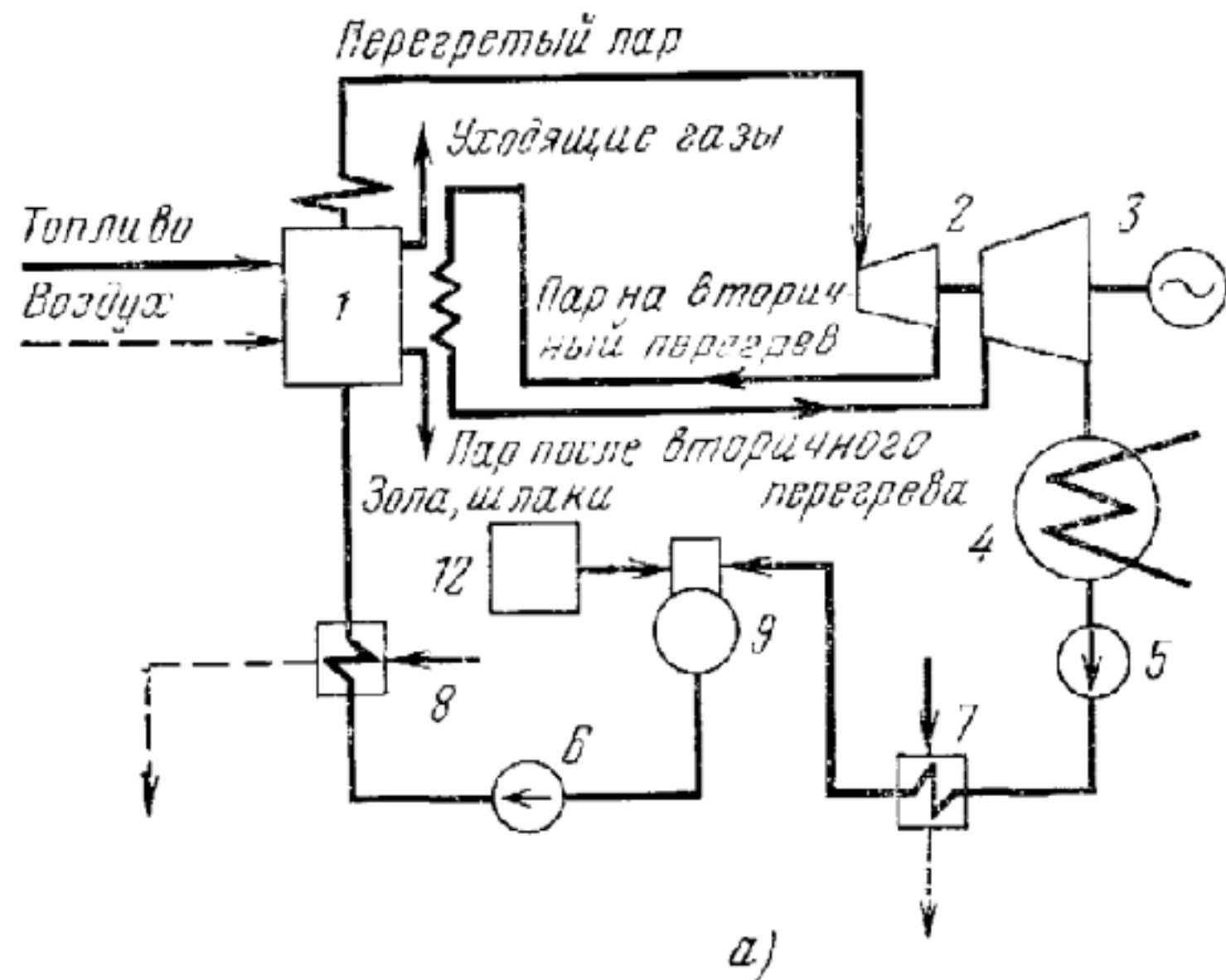
Пароперегреватель - устройство для повышения температуры пара выше температуры насыщения, соответствующей давлению в котле.

Основные термины и определения в котельной технике

Экономайзер - устройство для предварительного нагрева воды продуктами сгорания до подачи ее в барабан котла.

Воздухоподогреватель - устройство для подогрева воздуха продуктами сгорания до подачи его в горелки.

Основные термины и определения в котельной технике



Принципиальная тепловая схема КЭС (а) и ТЭЦ (б).

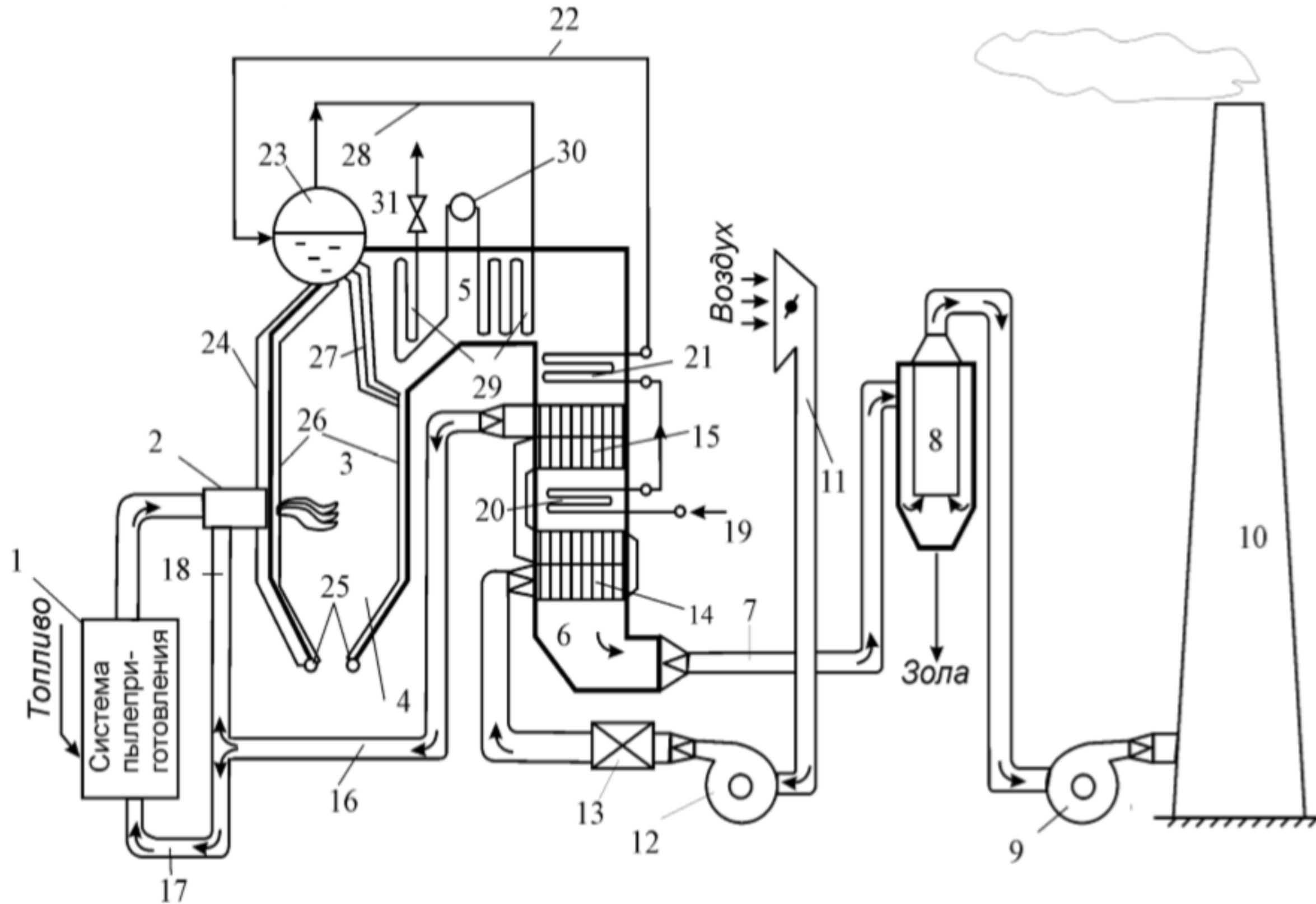
1 — паровой котел; 2 — паровая турбина; 3 — электрический генератор; 4 — конденсатор; 5 — конденсатный насос; 6 — питательный насос; 7 — подогреватель низкого давления; 8 — подогреватель высокого давления; 9 — деаэратор; 10 — подогреватель сетевой воды; 11 — промышленный отбор пара; 12 — водоподготовительная установка.

Основные термины и определения в котельной технике

Основным оборудованием ТЭС является – котельный агрегат и турбина. Котельный агрегат представляет собой системы поверхностей нагрева для производства пара из непрерывно поступающей в него воды путем использования теплоты, выделяющейся при сжигании топлива, которое подается в топку вместе с необходимым для горения воздухом. Полученный в котле перегретый пар поступает в турбину, где его тепловая энергия превращается в механическую, передаваемую валу турбины. С последним связан электрический генератор, в котором механическая энергия превращается в электрическую. На современных КЭС с агрегатами единичной мощностью 200 МВт и выше применяют промежуточный перегрев пара (обычно одноступенчатый).

**1. ОБЩАЯ СХЕМА КОТЕЛЬНОЙ
УСТАНОВКИ С ЕСТЕСТВЕННОЙ
ЦИРКУЛЯЦИЕЙ, РАБОТАЮЩЕЙ НА
ПЫЛЕВИДНОМ ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ**

Общая схема котельной установки с естественной циркуляцией, работающей на пылевидном твердом топливе



Общая схема котельной установки с естественной циркуляцией, работающей на пылевидном твердом топливе

топливный тракт: 1 – система пылеприготовления; 2 – пылеугольная горелка;

газовый тракт: 3 – топочная камера; 4 – холодная воронка; 5 – горизонтальный газоход; 6 – конвективная шахта; 7 – газоход; 8 – золоуловитель; 9 – дымосос; 10 – дымовая труба;

воздушный тракт: 11 – воздухозаборная шахта; 12 – вентилятор; 13 – калорифер; 14 – воздухоподогреватель 1-й ступени; 15 – воздухоподогреватель 2-й ступени; 16 – воздуховоды горячего воздуха; 17 – первичный воздух; 18 – вторичный воздух

пароводяной тракт: 19 – подвод питательной воды; 20 – водяной экономайзер 1-й ступени; 21 – водяной экономайзер 2-й ступени; 22 – трубопровод питательной воды; 23 – барабан; 24 – опускные трубы; 25 – нижние коллекторы; 26 – экранные (подъемные) трубы; 27 – фестон; 28 – паропровод сухого насыщенного пара; 29 – пароперегреватель; 30 – пароохладитель; 31 – главная паровая задвижка (ГПЗ).

Общая схема котельной установки с естественной циркуляцией, работающей на пылевидном твердом топливе

Пароводяной тракт. Питательная вода после предварительной подготовки (умягчение, деаэрация) питательным насосом подается в коллектор экономайзера 1-й ступени. Температура ее после регенеративного подогревателя 145-220 °С. Если для регулирования температуры пара установлен поверхностный пароохладитель 30, то часть воды предварительно направляется туда, чтобы обеспечить регулирование температуры перегретого пара. Проходя последовательно 1-ю и 2-ю ступени водяного экономайзера 20, 21, вода нагревается либо до температуры кипения ($t_{пв} = t_{кип}$) – **экономайзер кипящего типа**, либо до температуры ниже температуры кипения ($t_{пв} < t_{кип}$) – **экономайзер некипящего типа**.

Общая схема котельной установки с естественной циркуляцией, работающей на пылевидном твердом топливе

Пароводяной тракт. Затем по трубопроводу 22 питательная вода подается в барабан котла 23, откуда по опускным трубам 24 вода поступает в нижние коллекторы 25 фронтального, заднего и боковых экранов топочной камеры, а из них в экранные (подъемные) трубы. За счет тепловосприятия экранами лучистого тепла от факела вода в них сначала нагревается до температуры кипения, так как в опускных трубах температура ее несколько ниже, а затем образуется пароводяная смесь, которая поступает в барабан 23. Такое движение воды называется естественной циркуляцией и происходит за счет разности плотностей воды в опускных трубах и пароводяной смеси в экранных (подъемных) трубах.

Общая схема котельной установки с естественной циркуляцией, работающей на пылевидном твердом топливе

Пароводяной тракт. В барабане котла происходит разделение пароводяной смеси на пар и воду. В паровом пространстве барабана установлены сепарационные устройства, с помощью которых происходит улавливание капелек влаги из потока пара. Полученный в барабане сухой насыщенный пар по паропроводу 28 поступает в пароперегреватель 29, сначала в его противоточную часть, затем в прямоточную, где пар перегревается до заданной температуры. Между противоточной и прямоточной частью пароперегревателя устанавливается пароохладитель 30, который служит для регулирования температуры пара. Пар с заданными параметрами через главную паровую задвижку 31 поступает в паропровод и далее – к потребителю (паровые турбины, технологические потребители).

Общая схема котельной установки с естественной циркуляцией, работающей на пылевидном твердом топливе

Газовый тракт. Угольная пыль из системы пылеприготовления 1 через горелку 2 поступает в топочную камеру 3, сгорает во взвешенном состоянии, образуя факел, температура которого составляет 1600-2200 °С (в зависимости от вида сжигаемого топлива). Шлак, образующийся в процессе горения топлива, через так называемую холодную воронку 4 поступает в специальный бункер, оттуда водой смывается в шлакопроводы, а затем багерными насосами шлак направляется на золоотвал. От факела тепло излучением передается топочным экранам, при этом дымовые газы охлаждаются и температура их на выходе из топки составляет 900-1100 °С. Проходя последовательно через поверхности нагрева (фестон 27, пароперегреватель 29, расположенный в горизонтальном газоходе 5, водяные экономайзеры 20, 21 и воздухоподогреватели 14, 15, расположенные в конвективной шахте 6), дымовые газы отдают свое тепло рабочему телу (пар, вода, воздух) и охлаждаются до температуры 120-170 °С за первой ступенью воздухоподогревателя.

Общая схема котельной установки с естественной циркуляцией, работающей на пылевидном твердом топливе

Газовый тракт. Затем дымовые газы по газоходу 7 поступают в золоуловитель 8, где происходит улавливание золовых частиц из потока дымовых газов. Зола, уловленная из дымовых газов в золоуловителе воздухом или водой, транспортируется на золоотвал. Очищенные от золы дымовые газы дымососом 9 направляются в дымовую трубу 10. С помощью дымовой трубы происходит рассеивание вредных пылегазовых выбросов в атмосфере.

**Общая схема котельной установки с естественной циркуляцией,
работающей на пылевидном твердом топливе**

Воздушный тракт. Холодный воздух из верхней части помещения котельного цеха с температурой 20-30 °С забирается вентилятором 12 через воздухозаборную шахту 11 и направляется в воздухоподогреватель 1-й ступени 14. В некоторых случаях холодный воздух может подогреваться до температуры 50-90 °С. При этом подогрев воздуха до 50 °С осуществляется за счет рециркуляции части горячего воздуха во всасывающий патрубок вентилятора, а до температуры 85-90 °С - в паровом или водяном калорифере 13. Проходя последовательно 1-ю и 2-ю ступени воздухоподогревателя (14, 15), воздух нагревается до температуры 300-350 °С. После воздухоподогревателя 2-й ступени воздух поступает в воздухопровод горячего воздуха 16 и часть его (первичный воздух) по воздухопроводу 17 направляется на мельницу для сушки и транспортировки угольной пыли. Другая часть (вторичный воздух) по воздухопроводу 18 направляется к пылеугольным горелкам. Вторичный воздух служит для регулирования топчного процесса с целью поддержания оптимального режима горения в топке. Количество первичного и вторичного воздуха определяется характеристиками топлива.

Общая схема котельной установки с естественной циркуляцией, работающей на пылевидном твердом топливе

Обмуровка и обшивка котла. Котел с внешней стороны имеет наружное ограждение – обмуровку, которая включает в себя обшивку из стального листа 3-4 мм со стороны помещения котельной, вспомогательный каркас, и собственно огнеупорную обмуровку – тепловую изоляцию толщиной 50-200 мм. Основное назначение обмуровки и обшивки заключается в уменьшении тепловых потерь в окружающую среду и обеспечении газовой плотности.

Общая схема котельной установки с естественной циркуляцией, работающей на пылевидном твердом топливе

Гарнитура и арматура котла. Каждый паровой котел снабжается гарнитурой и арматурой.

К гарнитуре относятся все приспособления и устройства - лючки, лазы, шиберы, обдувочные устройства и т. п.;

к арматуре - все приборы и устройства, связанные с измерением параметров и регулированием рабочего тела (манометры, водоуказатели, задвижки, вентили, предохранительные и обратные клапаны и др.), обеспечивающие возможность и безопасность обслуживания агрегата. Конструкции котла опираются на несущий стальной каркас, основными элементами которого являются стальные балки и колонны.