

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**БРАТСКИЙ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫЙ КОЛЛЕДЖ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Специальность 13.02.02

Теплоснабжение и теплотехническое оборудование

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

По выполнению дипломного проекта на тему

Расчет отопительной котельной

Братск 2020

Содержание

Введение	4
1 Организационно-технический раздел	6
1.1 Характеристика объекта теплоснабжения	6
1.2 Выбор способа прокладки тепловой сети	7
1.3 Выбор способа прокладки тепловой сети	7
1.4 Описание конструкции котельного агрегата	7
1.5 Эксплуатация котельного агрегата	10
1.6 Автоматизация	15
2 Расчетно – конструкторский раздел	17
2.1 Определение расчетных расходов тепла	17
2.2 Годовой расход тепла	21
2.3 Определение номинальной нагрузки котельной	26
2.4 Расчет количества котлов	27
2.5 Тепловой баланс котла	28
3 Экономический раздел	40
4. Охрана труда и промышленная экология	40
4.1 Промышленная безопасность	40
4.2 Техника безопасности	44
4.3 Промышленная экология	47
Заключение	50
Список используемых источников	51

Введение

Научно-технический прогресс, интенсификация производства, повышение его технического уровня и улучшение условий труда в значительной мере определяются развитием энергетики.

В настоящее время на тепловых паротурбинных электростанциях вырабатывается более 80% электроэнергии, в качестве основных теплоносителей в промышленности и в быту используется пар и подогретая паром или продуктами сгорания горячая вода, получаемая в котельных установках. Широкое применение пара для производства электроэнергии, в технологических процессах и в быту определяет использование в котлах более 25 % всего добываемого топлива.

В зависимости от назначения на промышленных предприятиях применяются автономные производственные и отопительные котельные на органическом топливе и котлы, использующие теплоту отходящих газов и другие тепловые отходы технологических агрегатов, а также котельные установки промышленных электростанций.

В котлах используются различные виды твердого, жидкого и газообразного топлива. В промышленности в качестве источника теплоты для выработки пара котлах применяются также горючие отходы производства, теплота экзотермических реакций, выделяющихся в процессе производства некоторых видов продукции высокотемпературные газы от технологических агрегатов. Для производства водяного пара обычно используются обработанная природная вода и конденсат от паротурбинных агрегатов и технологических установок. Отходами производства пара являются охлажденные газообразные продукты сгорания, а при использовании твердого топлива также

минеральные остатки в виде шлака и золы.

Первые паровые котлы в начале XIX в. вырабатывали пар давлением 0,5-0,6 МПа и имели производительность сотни килограммов в час. В настоящее время для производства пара применяются котлы, вырабатывающие пар с давлением до 25 МПа и температурой до 570 °С и производительностью до 4000 т/ч.

Современная котельная установка является сложным сооружением, состоящим из большого количества различного оборудования и строительных конструкций, связанных в единое целое общей технологической схемой производства пара.

Топливо по системе топливоподдачи подается в топку, где происходит сжигание. Образовавшиеся продукты сгорания омывают поверхности нагрева котла и охлажденными поступают в золоуловитель и далее дымососами удаляются через дымовую трубу в атмосферу. Воздух, необходимый для горения, подается в котел дутьевым вентилятором и, пройдя через воздухоподогреватель, поступает в топку. Перегретый пар, полученный из воды в котле, по трубопроводам подводится к потребителям. Конденсат от потребителей подается в деаэрактор, служащий для удаления газов из питательной воды. Потери пара и конденсата в системе восполняются химически очищенной водой, подаваемой насосами через водоочистительные аппараты в деаэрактор. Вода после дегазации подается питательными насосами в котел.

1 Организационно – технический раздел

1.1 Характеристика объекта теплоснабжения

Система, у которой вода для горячего водоснабжения берется из горячего водопровода и подогревается теплоносителем в поверхностных теплообменных аппаратах до требуемой температуры, называется закрытой. Циркулирующая в системе теплоснабжения вода используется только как теплоноситель. Пройдя через подогреватели горячего водоснабжения, нагревательные приборы систем отопления и калориферы систем вентиляции и отдав там свою теплоту, она возвращается к источнику теплоты для очередного нагрева. Следовательно, система теплоснабжения закрыта от окружающей среды.

Основным достоинством закрытой системы теплоснабжения по сравнению с открытой системой является высокое качество горячей воды, т.к. она получается в результате нагрева водопроводной воды в поверхностных теплообменниках, располагаемых в непосредственной близости от мест ее разбора. Основной недостаток — раздробленность тепловых пунктов, где готовится горячая вода, что осложняет водоподготовку.

1.2 Выбор способа прокладки тепловой сети

Тепловая сеть - это система прочно и плотно соединенных между собой участков теплопроводов, по которым теплота с помощью теплоносителя (пара или горячей воды) транспортируется от источников к тепловым потребителям.

Направление теплопроводов (трасса) выбирается по тепловой карте района с учетом материалов геодезической съемки, плана существующих и намечаемых надземных и подземных сооружений, данных о характеристике грунтов и высоте стояния грунтовых вод.

При прокладке каналов и технических подполий зданий, теплопровод защищен от всех механических воздействий и нагрузок, а в некоторой степени и от грунтовых вод.

Глубина заложения теплопровода от верхнего уровня канала или изоляционной конструкции до поверхности земли составляет $0,5 \div 0,7$ м. При высоком уровне грунтовых вод, сооружают устройства попутного дренажа. Каналы в настоящее время изготавливают из унифицированных сборных железобетонных деталей.

Для данного города выбираем канальный непроходной подземный способ прокладки трубопроводов с изоляцией из битумоперлита. Подземный способ является основным в жилых районах, т.к. при этом не загромождается территория и не ухудшается архитектурный облик города.

1.3 Описание конструкции котельного агрегата

Котел БКЗ-220-100-9с предназначен для работы на болгарских бурых углях.

Котел вертикально-водотрубный, однобарабанный, с естественной циркуляцией, однокорпусный, башенной открытой компоновки в газоплотном исполнении.

Котел имеет твердое шлакоудаление, выполненное шнековыми транспортерами и дробилками. Котел спроектирован для использования в районах с сейсмичностью 8 баллов.

Топочная камера призматической формы, открытого типа с размерами в плане по осям труб 7,9x8,0 м.

Топочная камера полностью экранирована цельносварными газоплотными панелями из труб 60x5мм с вваренной полосой (сталь 20). Шаг труб составляет 80мм. В верхней части топки экраны образуют сужение или пережим. Верхняя часть ограждений газохода выполнена также газоплотной из труб 42x5 мм с вваренной полосой (сталь 20). Сопряжения между трубами диаметром 60 и 42 мм осуществляются через переходы.

Топка оборудована четырьмя угловыми вихревыми горелками, расположенными по касательной к условному цилиндру диаметром 1000 мм, ось которого совпадает с осью топки.

В верхней части топки в экранированном газоходе между первой и третьей ступенями пароперегревателя по углам газохода расположены четыре газозаборных окна.

Блоки топочной камеры подвешены на тягах к потолочному перекрытию каркаса котла и свободно расширяются вниз. Жесткость и прочность стен топочной камеры обеспечиваются поясами жесткости.

Топочные экраны разделены на 14 независимых циркуляционных контуров.

Барабан котла сварной конструкции, имеет внутренний диаметр 1600 мм и толщину стенки 88 мм и изготавливается из листовой стали 22К.

Вода из барабана к испарительным экранам подается по двум стоякам диаметром 426 мм (сталь 20). Подвод воды из барабана к стоякам и отвод из стояков к нижним камерам экранов идет по трубам 219x18 мм (сталь 20).

Схема испарения воды двухступенчатая с промывкой пара питательной водой. Первая ступень испарения включена непосредственно в барабан котла и представляет собой сочетание внутрибарабанных циклонов и промывочных устройств.

В первую ступень испарения включены 12 независимых циркуляционных контуров.

Два контура совместно с выносными сепарационными циклонами, водоопускной и пароотводящей системами образуют вторую ступень испарения.

Пароперегреватель радиационно-конвективного типа расположен в вертикальном газоходе. Он состоит из четырех ступеней.

Первая ступень пароперегревателя из труб 32x4 мм (сталь 20) выполнена в виде пакетов руб.

Вторая ступень представляет собой горизонтальные ширмы, расположенные на выходе из топки. Ширмы выполнены из труб 38x4 мм (сталь 12X1МФ).

Третья ступень, расположенная между первой и второй ступенями, выполнена из труб 32x4 мм и 32x5 мм (сталь 12X1МФ).

Трубы, экранирующие верхнюю часть котла, расположенные над пережимом топки, включены в испарительные поверхности.

Тракт пара пароперегревателя состоит из двух независимых потоков.

Температура перегретого пара регулируется впрыском питательной воды в двух ступенях впрыскивающих пароохладителей.

За пароперегревателем по ходу газов в верхней части экранированного газохода расположен экономайзер, который разделен на две ступени. Выполнен экономайзер из труб 32x4 мм (сталь 20).

Для подогрева воздуха котел оборудован регенеративным вращающимся воздухоподогревателем, вынесенным за пределы котла.

Регенеративный воздухоподогреватель поставляется Болгарией.

Пароперегреватель и экономайзер подвешены к балкам собственного каркаса.

Благодаря тому, что все наружные поверхности нагрева котла полностью экранированы газоплотными панелями, отпадает необходимость в обмуровке наружных поверхностей котла, они только изолируются.

Изоляция котла является натрубной изоляцией, состоящей из вулканитовых плит или волокнистых рулонных материалов, поверх которых наносится газоплотное влагоустойчивое покрытие.

Огнеупорные материалы применены в амбразурах горелок, гарнитуре, а также для шлаковых бункеров, размещенных под топкой;

Для очистки поверхностей нагрева котла предусмотрена паровая обдувка, для очистки поверхностей нагрева регенеративного воздухоподогревателя - аппараты паровой обдувки.

Котел спроектирован с учетом возможности ремонта всех поверхностей нагрева.

Котел снабжен необходимой арматурой, устройствами отбора проб пара и воды, контрольно-измерительными приборами. Процессы питания котла, регулирования температуры перегретого пара и горения автоматизированы. Предусмотрены средства тепловой защиты.

1.4 Эксплуатация котельного агрегата

Эксплуатация котлов должна обеспечивать надежную и эффективную выработку пара требуемых параметров и безопасные условия труда персонала. Для выполнения этих требований эксплуатация должна вестись в точном соответствии с законоположениями, правилами, нормами и руководящими указаниями, в частности, в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов» Госгортехнадзора, «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей»,

«Правилами технической эксплуатации теплоиспользующих установок и тепловых сетей» и др.

На основе указанных материалов для каждой котельной установки должны быть составлены должностные и технологические инструкции по обслуживанию оборудования, ремонту, технике безопасности, предупреждению и ликвидации аварий и т.п. Должны быть составлены технические паспорта на оборудование, исполнительные, оперативные и технологические схемы трубопроводов различного назначения. Знание инструкций, режимных карт работы котла и указанных материалов является обязательным для персонала. Знания обслуживающего персонала должны систематически проверяться.

Эксплуатация котлов производится по производственным заданиям, составляемым по планам и графикам выработки пара, расхода топлива, расхода электроэнергии на собственные нужды, обязательно ведется оперативный журнал, в который заносятся распоряжения руководителя и записи дежурного персонала о работе оборудования, а также ремонтную книгу, в которую записывают сведения о замеченных дефектах и мероприятиях по их устранению.

Должны вестись первичная отчетность, состоящая из суточных ведомостей по работе агрегатов и записей регистрирующих приборов и вторичная отчетность, включающая обобщенные данные по котлам за определенный период. Установка котлов в помещении должна соответствовать правилам Госгортехнадзора, требованиям техники безопасности, санитарно-техническим нормам, требованиям пожарной безопасности.

1.5 Эксплуатация тепловых сетей

Системы теплофикации и централизованного теплоснабжения являются важным звеном энергетического хозяйства и инженерного оборудования городов и промышленных районов. Для организации эксплуатации этих систем в крупных городах и промышленных районах создаются специальные предприятия - Тепловые сети (Теплосеть) . В населенных пунктах, в которых объем работ по эксплуатации тепловых сетей недостаточен для создания специальной организации Теплосети, эта работа осуществляется одним из цехов источника теплоснабжения на правах самостоятельного подразделения.

Основной задачей эксплуатации является организация надежной, бесперебойной подачи тепловым потребителям теплоты требуемых параметров.

Для этого необходимы:

- согласованная работа источников теплоты, тепловых сетей и теплопотребляющих установок абонентов;
- правильное распределение теплоносителя по потребителям и приборам теплопотребления и учет отпущенной теплоты;
- тщательное наблюдение за оборудованием теплоподготовительных установок источников теплоты и тепловых сетей, своевременное выявление слабых участков, их исправление или замена, систематическое проведение ревизии и ремонта оборудования, обеспечение быстрой локализации и ликвидации аварий и отказов;
- организация систематического контроля за состоянием оборудования теплопотребляющих установок и за режимом их работы.

Постоянное внимание должно уделяться совершенствованию оборудования системы теплоснабжения, методов его эксплуатации, обеспечению условий для своевременной тепловой загрузки ТЭЦ, лучшего

использования теплоносителя у абонентов, увеличение комбинированной выработки электрической энергии.

Эксплуатационный персонал Теплосети должен руководствоваться в своей работе Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей, Правилами техники безопасности при обслуживании тепловых сетей, противопожарными требованиями и другими действующими правилами, инструкциями и руководящими указаниями.

Сфера деятельности предприятия Теплосеть регламентируется границами обслуживания и балансовой принадлежностью участков тепловой сети. Такими границами обычно являются, с одной стороны, запорные выходные задвижки магистрали на коллекторе источника теплоты (ТЭЦ или котельной), с другой стороны, входные задвижки теплосети на групповых или местных тепловых подстанциях промышленных предприятий и жилых микрорайонов или на абонентских вводах. Основным производственным цехом предприятия является сетевой район, проводящий обычно эксплуатацию тепловых сетей от одной, в редких случаях от двух ТЭЦ.

Сетевые районы осуществляют всю эксплуатацию сетей, выполняют распределение и учет теплоты, проводят тепловой надзор за потребителями. В соответствии с этим сетевые районы располагают штатом обходчиков сетей и тепловых пунктов, ремонтным персоналом и прибористами. Оперативную деятельность районов по взаимоотношению с потребителями осуществляет дежурный персонал районов, работающих круглосуточно.

Для обеспечения согласованной работы всех звеньев системы теплоснабжения создается диспетчерская служба. В зависимости от масштабов системы теплоснабжения диспетчерская служба имеет разную структуру : в малых системах – одноступенчатую, в крупных системах – двухступенчатую, состоящую из центрального диспетчерского пункта (ЦДП) и районных диспетчерских пунктов (РДП).

Для успешного выполнения своих функций диспетчерские пункты должны располагать информацией о параметрах теплоносителя в характерных точках системы теплоснабжения, находящихся на значительном расстоянии от диспетчерского пункта. При создании телеметрических каналов связи обычно используют жилые кабели городской телефонной сети или же самостоятельные кабельные линии.

Основными объектами телеизмерения, телеконтроля и телеуправления обычно являются: теплофикационные установки ТЭЦ, сетевые насосные станции и подстанции, дренажные насосные установки, тепловые подстанции крупных тепловых потребителей, секционирующие камеры магистральных тепловых сетей.

Основным оборудованием диспетчерского пункта являются диспетчерский щит пульт. На щите воспроизводится схема магистральных теплопроводов с положением запорных органов, соответствующим реальному состоянию сети в данный момент времени.

Пульт является основным местом приема и воспроизведения телеметрической информации, передачи команд телеуправления и вызова телеизмерения.

Автоматизация теплоподготовительных установок, насосных и тепловых подстанций и крупных секционирующих камер магистральных тепловых сетей в сочетании с их телеконтролем и телеуправлением позволяет существенно сократить количество обслуживающего персонала при одновременном улучшении качества теплоснабжения.

С помощью автоматизированных систем управления (АСУ) диспетчерские пункты выполняют многие важные задачи эксплуатации систем теплоснабжения, в том числе:

- разработку и оптимизацию режимов регулирования и отпуска теплоты и контроль за их выполнением источниками теплоснабжения (ТЭЦ и котельными) ;

- разработку и оптимизацию гидравлического и теплового режимов системы теплоснабжения и контроль за их выполнением ;
- телеконтроль и телеуправление насосными подстанциями, магистральными задвижками и блокировочными связями ;
- руководство операциями по обнаружению, локализации и ликвидации аварий и брака в тепловых сетях, на групповых и местных подстанциях ;
- контроль за локализацией и ликвидацией аварий и брака на теплоподготовительном оборудовании источников теплоснабжения.

Важными задачами являются совершенствование оборудования и режимов его эксплуатации, разработка противоаварийных профилактических мероприятий, составление инструкций по обслуживанию тепловых сетей, насосных и тепловых подстанций, постановка учета и анализа аварий и неполадок, составление технической отчетности. Выполнение всех этих функций занимается производственно – технический отдел (служба) предприятия.

1.6 Автоматизация

Система автоматики современных котлов выполняют следующие функции:

Автоматическое регулирование давления пара в барабане паровых котлов или температуры горячей воды для водогрейных; расхода воздуха на горение (соотношение расходов топлива и воздуха); разрежения в топке; температуры перегрева пара; уровня воды в барабане (для паровых котлов);

Автоматическая защита котла (автоматика безопасности), которая срабатывает на основании таких предаварийных параметров, как повышение давления пара для паровых котлов и температуры горячей воды для водогрейных; понижение давления воздуха; понижение разрежения в топке;

повышение или понижение уровня воды в барабане парового котла и отключение электроэнергии;

Световая и звуковая сигнализация при срабатывании автоматики безопасности;

Дистанционный контроль параметров, выносимых на щиты управления и контроля, в том числе разрежение в топке; давление воздуха за вентилятором; температура ДГ по дымовому тракту; сила тока электродвигателей дымососа и вентилятора и др.;

Дистанционное управление направляющими аппаратами дымососа и вентилятора, питательным клапаном.

2 Расчетно-конструкторский раздел

2.1 Определение расчетного расхода тепла на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и технологические процессы

При отсутствии данных о типе зданий, намечаемых к сооружению, расходы теплоты на отопление должны в соответствии со СНиП 11-36-73 определяются по укрупненным показателям в зависимости от численности и размеров жилой площади в следующем порядке:

2.1.1 Расчетный максимальный расход теплоты на отопление жилых зданий (для рабочего поселка, для микрорайона города). Расчеты вести параллельно, мВт

а) рабочий поселок

б) микрорайон

$$Q'_{\text{ож}} = q'_{\text{ож}} \cdot F \quad (1)$$

где $Q'_{\text{ож}}$ – расчетный максимальный расход теплоты на отопление жилых зданий, мВт,

$q'_{\text{ож}}$ – укрупненный показатель расчетного (максимального) расхода на отопление 1 м^2 жилой площади, приведен в таблице 1,

F – жилая площадь, м^2

Таблица 1 - укрупненный показатель расхода на отопление

Расчетная наружная температура для отопления $t_{\text{но}}, \text{ }^\circ\text{C}$	0	-10	-20	-30	-40
$q'_{\text{ож}}, \text{ Дж/с}\cdot\text{м}^2$					

2.1.2 Расчетный расход теплоты на отопление общественных зданий, мВт

$$Q'_{o.ob} = R \cdot Q'_{ож} \quad (2)$$

где $Q'_{o.ob}$ - расчетный расход теплоты на отопление общественных зданий, мВт,

R – коэффициент, учитывающий расход теплоты на отопление общественных зданий (при отсутствии данных принимают $R=0,25$).

2.1.3 Максимальный часовой расход тепла на отопление, мВт

$$Q_o^{max} = Q'_{ож} + Q'_{o.ob} \quad (3)$$

где Q_o^{max} - максимальный часовой расход тепла на отопление, мВт

2.1.4 Максимальный расход теплоты на вентиляцию общественных зданий, мВт

$$Q_{в.ob} = R_1 \cdot Q'_{o.ob} \quad (4)$$

где $Q_{в.ob}$ - максимальный расход теплоты на вентиляцию общественных зданий, мВт;

R_1 – коэффициент, учитывающий расход теплоты на вентиляцию общественных зданий (при отсутствии данных принимаем $R_1=0,4$).

2.1.5 Среднесуточный расход теплоты на горячее водоснабжение в отопительный период, мДж/сут

$$Q_{ГЗ}^{cp} = m \cdot (a + b) \cdot c \cdot (t_r - t_{хз}) \quad (5)$$

где $Q_{ГЗ}^{cp}$ - среднесуточный расход теплоты на горячее водоснабжение в отопительный период, мДж/сут;

m - расчетное количество потребителей,

a - норма потребления горячей воды, кг/сут (для жилых зданий на 1 час в сутки принимается по СНиП 11-34-76),

b - то же для всех общественных зданий района (при отсутствии данных принимают $b = 20$ кг/сут на 1 человека),

t_r - температура горячей воды, подаваемой в систему горячего водоснабжения, °С

t_{xz} - температура холодной (водопроводной) воды в отопительный период, °С

c - теплоемкость воды, $c = 4,19$ ГДж/кг·К

По СНиП 11-34-76 температуру горячей воды в местах водозабора следует принимать:

а) не ниже 60°С для систем централизованного горячего водоснабжения, присоединяемых к открытым системам теплоснабжения

б) не ниже 50°С для систем централизованного горячего водоснабжения, присоединяемых к закрытым системам теплоснабжения

в) не ниже 60°С для систем местного горячего водоснабжения

г) не ниже 75°С для систем, указанных в п. а-в

При отсутствии данных принимают $t_{xz} = 5^\circ\text{C}$

Средние значения норм потребления горячей воды, кг/чел-сут

Жилые здания квартирного типа, оборудованные:

- умывальниками, мойками и душами 85-100

- ваннами 105-120

- то же с повышенными требованиями к благоустройству 115-130

- общежития с общими душевыми, столовыми, прачечными 80

- гостиницы с душевыми в номерах 140

- гостиницы с ваннами в номерах 200

- больницы, санатории, дома отдыха 180

2.1.6 Средняя нагрузка горячего водоснабжения в отопительный период, мВт

$$Q_{ГЗ}^{cp} = \frac{Q_{ГЗ}^{cp.o}}{24 \cdot 3600} \quad (6)$$

где $Q_{ГЗ}^{cp}$ - средняя нагрузка горячего водоснабжения в отопительный период, мВт

2.1.7 Расчетная (максимальная) тепловая нагрузка горячего водоснабжения, мВт

$$Q_{ГЗ}^p = Q_{ГЗ}^{cp} \cdot \chi \quad (7)$$

где $Q_{ГЗ}^p$ - расчетная (максимальная) тепловая нагрузка горячего водоснабжения, мВт;

χ - расчетный коэффициент часовой неравномерности, ориентировочно для жилых и общественных зданий принимают $\chi = 2 \div 2,4$

2.1.8 Средние за отопительный сезон расходы теплоты на отопление и вентиляцию, МВт

$$Q_o^{cp} = Q_o^{\max} \cdot \frac{t_{вп} - t_{ср.o}}{t_{вп} - t_{н.o}} \quad (8)$$

где Q_o^{cp} - средние за отопительный сезон расходы теплоты на отопление и вентиляцию, МВт;

$t_{вп}$ - температура расчетная внутри здания

Q_o^{\max} - расчетный (максимальный) расход теплоты на отопление

$Q'_{в.об}$ - максимальный расход теплоты на вентиляцию общественных зданий

$t_{ср.o}$ - средняя наружная температура отопительного периода

$$Q_B^{cp} = Q'_{в.об} \cdot \frac{t_{вп} - t_{ср.о}}{t_{вп} - t_{н.о}} \quad (9)$$

где Q_B^{cp} - средний расход теплоты на вентиляцию, МВт

2.1.9 Средний расход теплоты на горячее водоснабжение в летний период, МВт

$$Q_{гл}^{cp} = Q_{гз}^{cp} \cdot \frac{t_r - t_{хл}}{t_r - t_{хз}} \cdot \beta \quad (10)$$

где $Q_{гл}^{cp}$ - средний расход теплоты на горячее водоснабжение в летний период, МВт,

$Q_{гз}^{cp}$ – средний расход теплоты на горячее водоснабжение в отопительный период, МВт,

$t_{хл}$ – температура холодной водопроводной воды в летний период, °С (при отсутствии данных принимают $t_{хл} = 15$ °С),

β – коэффициент, учитывающий снижение расхода на горячее водоснабжение в летний период по отношению к расходу воды в отопительный период (при отсутствии данных принимают $\beta=0,8$ за исключением предприятий, для которых $\beta=1,0$).

2.2 Годовые расходы тепла

2.2.1 Годовой расход теплоты жилыми и общественными зданиями на отопление, МДж/год

$$Q_o^{год} = Q_o^{cp} \cdot n_o \quad (11)$$

где $Q_o^{год}$ - годовой расход теплоты жилыми и общественными зданиями на отопление, МДж/год,

n_o – продолжительность отопительного периода, сек или час

2.2.2 Годовой расход теплоты жилыми и общественными зданиями на вентиляцию, МДж/год

$$Q_B^{год} = Q_B^{cp} \cdot n_B \quad (12)$$

где $Q_B^{год}$ - годовой расход теплоты жилыми и общественными зданиями на вентиляцию, МДж/год,

n_B – продолжительность работы вентиляции в течение отопительного периода, сек или час (при отсутствии данных принимают для общественных зданий $n_B = 0,75 \cdot n_o$)

2.2.3 Годовой расход теплоты жилыми и общественными зданиями на горячее водоснабжение, МДж/год

$$Q_G^{год} = Q_{ГЗ}^{cp} \cdot n_o + Q_{ГЛ}^{cp} \cdot (n - n_o) \quad (13)$$

где $Q_G^{год}$ - годовой расход теплоты жилыми и общественными зданиями на горячее водоснабжение, МДж/год,

n – продолжительность работы горячего водоснабжения в течение года (при отсутствии данных принимают $n = 8400$ час = $30 \cdot 10^6$ сек)

2.2.4 Годовой расход тепла промышленного здания на отопление, МДж/год

$$Q_O^{год} = Q_{OT}^{cp} \cdot \left[Z + n_D \cdot \frac{t_{ВД} - t_{CP.O}}{t_{BP} - t_{CP.O}} \right] \quad (14)$$

где $Q_0^{\text{год}}$ - годовой расход тепла промышленного здания на отопление, МДж/год,

$Q_{\text{от}}^{\text{cp}}$ - среднечасовой расход тепла за отопительный период, МВт

$$Q_{\text{от}}^{\text{cp}} = Q'_o \cdot \frac{t_{\text{вр}} - t_{\text{ср.о}}}{t_{\text{вр}} - t_{\text{но}}} \quad (15)$$

где $Q_{\text{от}}^{\text{cp}}$ - среднечасовой расход тепла за отопительный период, МВт

$t_{\text{вр}}$ - усредненная расчетная температура внутреннего воздуха отапливаемого помещения, $t_{\text{вр}} = 16 \text{ }^\circ\text{C}$

$t_{\text{ср.о}}$ - средняя за отопительный сезон температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$

Q'_o - расчетный часовой расход тепла на отопление, мВт (по заданию)

$t_{\text{нд}}$ - температура воздуха в помещении в период работы дежурного отопления, $t_{\text{нд}} = +5^\circ\text{C}$

$$Z = n_o - n_d \quad (16)$$

где Z - время отопления, час;

n_d – время дежурного отопления, час

$$n_d = n_o - n'_o \quad (17)$$

где n'_o – число часов работы предприятия, час

$$n'_o = \left[n_o - \left(\frac{n_o}{7} \cdot 2 \right) \right] \cdot 16 \quad (18)$$

2.2.5 Годовой расход тепла промышленного здания на вентиляцию, МДж/год

$$Q_B^{год} = Q'_B \cdot \left[n_B + \frac{t_{BP} - t_H^{cp.6}}{t_{BP} - t_{HB}} \cdot (n_O - n_B) \right] \cdot \left[1 - \frac{n_D^6}{n_O} \right] \quad (19)$$

где $Q_B^{год}$ - годовой расход тепла промышленного здания на вентиляцию, МДж/год;

Q'_B - расчетный расход теплоты на вентиляцию, мВт (по заданию)

n_B - продолжительность отопительного периода с температурой наружного воздуха $t_H < t_{HB}$

n_D^B - длительность отопительного периода, когда вентиляция не работает

$$n_D^B = n_D \quad (20)$$

2.2.6 Годовой расход тепла промышленного здания на горячее водоснабжение, мДж/год

$$Q_{ГВ}^{год} = Q'_{ГВ} \cdot \left[n'_O + \beta \cdot \frac{t_\Gamma - t_{ХЛ}}{t_\Gamma - t_{ХЗ}} \cdot (n_\Gamma - n'_O) \right] \quad (21)$$

где $Q_{ГВ}^{год}$ - годовой расход тепла промышленного здания на горячее водоснабжение, мДж/год;

$$\beta = 0,8$$

$$t_\Gamma = \tau_2 \text{ (по заданию)}$$

$$n_\Gamma = 8760 \text{ час}$$

$Q'_{ГВ}$ - расчетный расход теплоты на горячее водоснабжение, мВт (по заданию)

2.2.7 Суммарный годовой расход тепла района на отопление, МДж/год

$$\sum Q_O^{\text{год}} = Q_{O1}^{\text{год}} + Q_{O2}^{\text{год}} + Q_{O3}^{\text{год}} \quad (22)$$

2.2.8 Суммарный годовой расход тепла района на вентиляцию, МДж/год

$$\sum Q_V^{\text{год}} = Q_{V1}^{\text{год}} + Q_{V2}^{\text{год}} + Q_{V3}^{\text{год}} \quad (23)$$

2.2.9 Суммарный годовой расход тепла района на горячее водоснабжение, МДж/год

$$\sum Q_{ГВ}^{\text{год}} = Q_{ГВ1}^{\text{год}} + Q_{ГВ2}^{\text{год}} + Q_{ГВ3}^{\text{год}} \quad (24)$$

2.2.10 Годовой расход тепла на технологические нужды, МДж/год

$$\sum Q_T^{\text{год}} = Q'_T \cdot n_T \quad (25)$$

2.2.11 Общий годовой расход тепла района, МДж/год

$$\sum Q_P = \sum Q_O^{\text{год}} + \sum Q_V^{\text{год}} + \sum Q_{ГВ}^{\text{год}} + \sum Q_T^{\text{год}} \quad (26)$$

2.3 Определение номинальной нагрузки котельной

2.3.1 Расчетная теплопроизводительность источника теплоснабжения, МВт

$$Q = (\sum Q_O + \sum Q_V + \sum Q_{ГВ} + \sum Q_T \cdot K_H) \cdot K \quad (27)$$

где Q - Расчетная теплопроизводительность источника теплоснабжения, МВт;

K_H - коэффициент неравномерности, учитывающий несовпадение по времени максимальных тепловых нагрузок отдельных потребителей ($K_H = 0,9$);

K - коэффициент, учитывающий расход тепла на собственные нужды и потерь тепла в источнике теплоснабжения и тепловых сетях ($K = 1,08 \div 1,1$);

Q_T - расчетный расход теплоты на технологические процессы, мВт (по заданию)

$$\sum Q_o = Q_{o1} + Q_{o2} + Q_{o3} \quad (28)$$

$$\sum Q_B = Q_{B1} + Q_{B2} + Q_{B3} \quad (29)$$

$$\sum Q_{ГВ} = Q_{ГВ1} + Q_{ГВ2} + Q_{ГВ2} \quad (30)$$

2.3.2 Составляем сводную таблицу среднечасовых расходов тепла потребителями

Таблица 2 - Сводная таблица среднечасовых расходов тепла потребителями

Потребители	Виды нагрузок			
	Отопление Q_o , мВт	Вентиляция Q_B , мВт	Горячее водоснабжение $Q_{ГВ}$, мВт	Технологические процессы Q_T , мВт
Рабочий поселок				

Микрорайон				
Промышленные предприятия				
Суммарные расходы тепла				

2.3.3 Суммарная нагрузка промышленного и жилого района, МВт

$$\sum Q_p = Q_o + Q_b + Q_{ГВ} + Q_T \quad (31)$$

2.3.4 Потери в тепловых сетях, МВт

$$Q_{\Pi} = 0,05 \cdot \sum Q_p \quad (32)$$

2.3.5 Расчетный расход тепла от источника теплоснабжения, МВт

$$Q_{И} = \sum Q_p + Q_{\Pi} \quad (33)$$

2.4 Расчет количества котлов

2.4.1 Определяем годовую нагрузку котельного цеха

$Q_{И}$,МВт

2.4.2 Определяем мощность котельного агрегата

$Q_{ка}$,МВт

2.4.3 Принимаем расход тепла на собственные нужды котельной 20% от мощности котельного агрегата, МВт

$$Q_{сн} = 0,2 \cdot Q_{ка} \quad (31)$$

2.4.4 Определяем полный расход тепла от котельного цеха, МВт

$$\Sigma Q = Q_{и} + Q_{сн} \quad (32)$$

2.4.5 Определяем количество котлов

$$n = \frac{\Sigma Q}{Q_{ка}} \quad (33)$$

2.5 Тепловой баланс котла

Составляем сходные данные:

Котлоагрегат (вид)

Основное топливо (вид)

Давление пара на выходе, МПа

Температура перегретого пара, °С

Паропроизводительность, т/ч

Температура питательной воды, °С

Температура уходящих газов, °С

Продувка, %

Состав рабочего топлива:

Топливо(вид)

Марка

Класс

Состав рабочей массы топлива:

W^p – влажность топлива;

A^p – содержание минеральных примесей в топливе;
 S^p – содержание сернистых соединений в топливе;
 C^p – содержание углевода в топливе;
 H^p – содержание водорода в топливе;
 N^p – содержание азота в топливе;
 O^p – содержание кислорода в топливе;
 Q_n^p – низшая теплота сгорания топлива;
 t – температура плавления золы.

2.5.1 Расчет коэффициента избытка воздуха по газходам котла

2.5.1.1 Выбираем коэффициент избытка воздуха на выходе из топки

α_T

2.5.1.2 Выбираем присосы воздуха по газходам котла

$\Delta\alpha_T$

$\Delta\alpha_{п.п.}$

$\Delta\alpha_{вэж.}$

где $\Delta\alpha_T$, $\Delta\alpha_{вэж.}$, $\Delta\alpha_{п.п.}$ – присосы воздуха в топке, пароперегревателе и водяном экономайзере

2.5.1.3 Определяем коэффициенты избытка воздуха за каждой поверхностью нагрева

$$\alpha_{T.} = \alpha_T + \Delta\alpha_T.$$

$$\alpha_{пш.} = \alpha_T + \Delta\alpha_{пш}$$

$$\alpha_{вэж.} = \alpha_{пш.} + \Delta\alpha_{вэж}$$

2.5.2 Расчет объемов воздуха и продуктов сгорания

2.5.2.1 Определяем теоретический объем воздуха необходимого для полного сгорания при сжигании 1 кг твердого топлива, м³/кг

$$V^{\circ}_B = 0,0889 \cdot (C^P + 0,375 \cdot S^P_{op+k}) + 0,265 \cdot H^P - 0,0333O^P \quad (34)$$

где V°_B - теоретический объем воздуха необходимого для полного сгорания при сжигании 1 кг твердого топлива, м³/кг

2.5.2.2 Определяем объем азота, выделившийся при сжигании твердого топлива, м³/кг

$$V^{\circ}_{N_2} = 0,79V^{\circ}_B + \frac{0,8 \cdot N^P}{100} \quad (35)$$

где $V^{\circ}_{N_2}$ - объем азота, выделившийся при сжигании твердого топлива, м³/кг

2.5.2.3 Определяем объем трехатомных газов, м³/кг

$$V_{RO_2} = 1,866 \left(\frac{C^P + 0,375 \cdot S^P_{op+k}}{100} \right), \quad (36)$$

где V_{RO_2} - объем трехатомных газов, м³/кг

2.5.2.4 Определяем теоретический объем водяных паров, м³/кг

$$V^{\circ}_{H_2O} = 0,111 \cdot H^P + 0,0124 \cdot W^P + 0,0161 \cdot V^{\circ}_B \quad (37)$$

где $V^{\circ}_{H_2O}$ - теоретический объем водяных паров, м³/кг

2.5.2.5 Определяем действительный объем водяных паров продуктов сгорания по отдельным газоходам, м³/кг

$$V_{H_2O}^i = V_{H_2O}^o + 0,0161 \cdot (\alpha_i - 1) \cdot V_b^o \quad (38)$$

где $V_{H_2O}^i$ - действительный объем водяных паров продуктов сгорания по отдельным газоходам, м³/кг

2.5.2.6 Определяем действительный объем продуктов сгорания по отдельным газоходам, м³/кг

$$V_{\Gamma}^i = V_{H_2O}^i + V_{N_2}^o + V_{RO_2}^o + V_b^o \cdot (\alpha_i - 1) \quad (39)$$

где V_{Γ}^i - действительный объем продуктов сгорания по отдельным газоходам, м³/кг

2.5.2.7 Определяем объемные доли трехатомных газов и продуктов сгорания

$$R_{RO_2}^i \quad (40)$$

$$R_{RO_2}^T$$

$$R_{RO_2}^{III}$$

$$R_{RO_2}^{BЭК}$$

$$R_{H_2O}^i = \frac{V_{H_2O}^i}{V_{\Gamma}^i} \quad (41)$$

$$R_{H_2O}^T$$

$$R_{H_2O}^{III}$$

$$R_{H_2O}^{BЭК}$$

2.5.2.8 Определяем сумму объемных долей трехатомных газов

$$R^i_n = R^i_{RO_2} + R^i_{H_2O} \quad (42)$$

где R^i_n - сумма объемных долей трехатомных газов

2.5.2.9 Определяем концентрацию золы в дымовых газах, кг/м³

$$\mu_{зл} = \frac{A^p \cdot a_{ун}}{100\alpha \cdot V_r} \quad (43)$$

где $\mu_{зл}$ - концентрация золы в дымовых газах, кг/м³

Таблица 2 – Сводная таблица расчетов коэффициентов избытка воздуха и расчетов объемов воздуха и продуктов сгорания

Определяемая величина	Обозначение	Размерность	Топка	Пароперегреватель	Водяной экономайзер
1	2	3	4	5	6
Присосы воздуха	$\Delta\alpha_i$	—			
Коэффициент избытка воздуха	α_i	—			
Действительный объем водяных паров	$V_{H_2O}^i$	м ³ /кг			
Действительный объем продуктов сгорания	V_r^i	м ³ /кг			
Объемные доли водяных паров	$R^i_{H_2O}$				

Сумма объемных долей трехатомных газов	$R_{\text{п}}^i$				
Концентрация золы в дымовых газах	$\mu_{\text{зл}}^i$	$\text{м}^3/\text{кг}$			

2.5.3 Расчет энтальпии воздуха и дымовых газов по газоходам котла

2.5.3.1 Определяем энтальпию теоретического объема продуктов сгорания

$$H_{\text{г}}^{\circ} = V_{\text{RO}_2} \cdot h_{\text{RO}_2} + V_{\text{N}_2} \cdot h_{\text{N}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}} \cdot h_{\text{H}_2\text{O}} \quad (44)$$

где $H_{\text{г}}^{\circ}$ - энтальпия теоретического объема продуктов сгорания, кДж/м³;

h_{RO_2} , h_{N_2} , $h_{\text{H}_2\text{O}}$ - энтальпии трехатомных газов, водяных паров, кДж/м³.

2.5.3.2 Определяем энтальпию теоретического объема воздуха

$$H_{\text{в}}^{\circ} = V_{\text{в}}^{\circ} h_{\text{в}} \quad (45)$$

где $H_{\text{в}}^{\circ}$ - энтальпию теоретического объема воздуха, кДж/м³;

$h_{\text{в}}$ - энтальпия воздуха, кДж/м³.

2.5.3.3 Определяем энтальпию дымовых газов

$$H_{\text{дг}} = H_{\text{г}}^{\circ} + H_{\text{в}}^{\circ} (\alpha - 1) \quad (46)$$

где $H_{\text{дг}}$ - энтальпия дымовых газов.

Результаты расчетов сводим в Таблицу 3

Таблица 3 – Сводная таблица энтальпий воздуха, продуктов сгорания и дымовых газов

Поверхность нагрева	Температура продуктов сгорания и воздуха, $t, ^{\circ}\text{C}$	Энтальпия продуктов сгорания, $H_{\text{г}}^{\circ} = V_{\text{RO}_2} h_{\text{RO}_2} + V_{\text{N}_2} h_{\text{N}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}} h_{\text{H}_2\text{O}},$ кДж/кг	Энтальпия воздуха, $H_{\text{в}}^{\circ} = V_{\text{в}}^{\circ} h_{\text{в}},$ кДж/кг	Энтальпия дымовых газов, $H_{\text{дг}} = H_{\text{г}}^{\circ} + H_{\text{в}}^{\circ} (\alpha - 1),$ кДж/кг
Топочная камера $\alpha_{\text{т}} = 1,5$	2200			
	2100			
	2000			
	1900			
	1800			
	1700			
	1600			
	1500			
	1400			
	1300			
	1200			
	1100			
1000				
900				
800				
Пароперегреватель $\alpha_{\text{пп}} = 1,53$	1000			
	900			
	800			
	700			
	600			

	500			
	700			
Водяной	600			
экономайзер	500			
$\alpha_{\text{взк}} = 1,61$	400			
	300			

2.5.3.4 Определяем количество теплоты, поступающего с воздухом подогретым вне котла внешним тепло источником, кДж/кг

$$Q_{\text{вн.в.}} = (\alpha_{\text{т}} - \Delta\alpha_{\text{т}}) \cdot H_{\text{х.в.}} \quad (47)$$

где $Q_{\text{вн.в.}}$ - количество теплоты, поступающего с воздухом подогретым вне котла внешним тепло источником, кДж/кг;

$H_{\text{х.в.}}$ - энтальпия теоретически необходимого холодного воздуха;

$$H_{\text{х.в.}} = 39,9V_{\text{в}}^{\circ}, \text{ кДж/кг} \quad (48)$$

2.5.3.5 Определяем теплоемкость топлива, кДж/кг $\cdot^{\circ}\text{C}$

$$C_{\text{тл}}^{\text{т}} = 0,042W^{\text{п}} + C_{\text{тл}}^{\text{с}}(1 - 0,01W^{\text{п}}) \quad (49)$$

где $C_{\text{тл}}^{\text{т}}$ - теплоемкость топлива, кДж/кг $\cdot^{\circ}\text{C}$;

$C_{\text{тл}}^{\text{с}}$ - теплоемкость сухой массы топлива, кДж/кг $\cdot^{\circ}\text{C}$

2.5.3.6 Определяем физическое тепло топлива, кДж/кг

$$Q_{\text{фт}} = C_{\text{тл}}^{\text{с}} \cdot t_{\text{тл}} \quad (50)$$

где $Q_{\text{фт}}$ - физическое тепло топлива, кДж/кг;

$t_{\text{тл}}$ – температура топлива поступающего из бункера сырого угля, принимается равной $t_{\text{тл}} = 20^{\circ}\text{C}$;

2.5.3.7 Определяем располагаемую теплоту котельного агрегата, кДж/кг

$$Q_p^p = Q_p^h + Q_{\text{вн.в}} + Q_{\text{фт.}} \quad (51)$$

где Q_p^p - располагаемая теплота котельного агрегата, кДж/кг

2.5.3.8 Определяем потери тепла с уходящими газами, %

$$q_2 = \frac{(\text{Ндг} - \alpha_{\text{ух.г}} \cdot \text{Н}^{\circ}\text{х.в.}) \cdot (100 - q_4)}{Q_p^p} \quad (52)$$

где q_2 - потери тепла с уходящими газами, %;

q_3 – потери тепла от химической неполноты сгорания, %;

q_4 – потери тепла от механической неполноты сгорания, %;

q_5 – потери тепла от наружного охлаждения, %;

2.5.3.9 Определяем потери теплоты с физической теплотой удаляемого шлака, %

$$q_6 = \frac{a_{\text{шл}} \cdot A \cdot (ct)_{\text{зл}}}{Q_p^p} \quad (53)$$

где q_6 - потери теплоты с физической теплотой удаляемого шлака, %;

$a_{\text{шл}}$ – доля золы в шлаке

$(ct)_{\text{зл}}$ – энтальпия золы, кДж/кг, определяется при $t_{\text{зл}} = 600^{\circ}\text{C}$

$A_{\text{шл}} = 1 - a_{\text{ун}}$;

2.5.3.10 Определяем коэффициент полезного действия котла

$$\eta_{бр} = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6) \quad (54)$$

где $\eta_{бр}$ - коэффициент полезного действия котла, %

2.5.3.11 Определяем полезно использованное тепло в котле, кВт

$$Q_{пол} = D_{пп} (h_{пп.} - h_{п.в.}) + D_{пр} (h_{кип} - h_{п.в.}) \quad (55)$$

где $Q_{пол}$ - полезно использованное тепло в котле, кВт;

$D_{пр.}$ - расход продувочной воды на продувку, кг/с;

$D_{пп}$ - расход перегретого пара, кг/с;

$h_{п.п.}, h_{п.в.}, h_{кип}$ - энтальпии перегретого пара, питательной воды, кипящей воды, кДж/кг;

$$D_{пр} = 0,01 \cdot p \cdot D \quad (56)$$

где $D_{пр}$ - расход продувочной воды на продувку, кг/с;

p - непрерывная продувка котельного агрегата;

p , %;

2.5.3.12 Определяем полный расход топлива, подаваемого в топку, кг/с

$$B = \left(\frac{Q_{пол.}}{Q_p \cdot \eta_{бр}} \right) \cdot 100 \quad (57)$$

2.5.3.13 Определяем расчетный расход топлива, кг/с

$$B_p = B(1 - \frac{q_4}{100}) \quad (58)$$

2.5.3.14 Определяем коэффициент сохранения тепла

$$\varphi = 1 - \frac{q_5}{\eta_{бр} + q_5} \quad (59)$$

Составляем сводную таблицу теплового баланса котла

Таблица 4 – Сводная таблица теплового баланса котла

Определяемая величина	Обозначение	Размерность	Формула, Ссылка на источник	Полученный результат
1	2	3	4	5
Количество теплоты внесенное с воздухом	$Q_{в.вн}$	кДж/кг	Формула 47 2.5.3.4	
Энтальпия холодного воздуха	$c_{тл}^T$	кДж/кг·°С	Формула 49 2.5.3.4	
Располагаемая величина	Q_p^p	кДж/кг	Формула 51 2.5.3.7	
Потери тепла с уходящими газами	q_2	%	Формула 52 2.5.3.8	
Потери тепла от химической неполноты сгорания	q_3	%	2.5.3.8	
Потери тепла от механической неполноты сгорания	q_4	%	2.5.3.8	
Потери тепла от наружного охлаждения	q_5	%	2.5.3.8	

Продолжение Таблицы 4

Энтальпия дымовых газов	$Q_{фт}$	кДж/кг	Формула 50 2.5.3.6	
Потери тепла с физической теплотой удаляемого шлака	q_6	%	Формула 53 2.5.3.9	
Коэффициент полезного действия	$\eta_{бр}$	%	Формула 54 2.5.3.10	
Полное использованное тепло в котле	$Q_{пол}$	кВт	Формула 55 2.5.3.11	
Полный расход топлива	B	кг/с	Формула 57 2.5.3.12	
Расчетный расход топлива	B_p	кг/с	Формула 58 2.5.3.13	
Коэффициент сохранения тепла	ϕ	—	Формула 59 2.5.3.14	

3. Экономический раздел (задание выдает преподаватель кафедры экономических дисциплин)

4. Охрана труда и промышленная экология

4.1 Промышленная безопасность

Для того чтобы теплоиспользующие аппараты, которые работают под давлением, не представляли опасности для обслуживающего персонала, находящегося вблизи оборудования и помещений, где эти аппараты установлены, должны осуществляться меры безопасности эксплуатации. В соответствии с «Правилами устройства и безопасности эксплуатации сосудов, работающих под давлением», утвержденными Ростехнадзором, теплоиспользующие установки с рабочим давлением свыше 0,07 МПа должны быть зарегистрированы в местной инспекции Ростехнадзора. На них должны быть заведены специальные книги, в которые заносятся результаты испытания и освидетельствования аппаратов, а также изменения, которым они подвергаются.

Обслуживающий персонал обязан знать и выполнять инструкции и правила технической эксплуатации и техники безопасности и немедленно сообщать обо всех замеченных им неисправностях в работе основного и вспомогательного оборудования, а также о нарушениях правил техники безопасности. Директоры, главные инженеры, главные энергетики (механики) предприятий, начальники цехов участков, мастерских и лабораторий обязаны обеспечить: проведение организационных и технических мероприятий для создания безопасных условий труда; инструктаж и обучение персонала безопасным методам работы и контроль за выполнением правил и инструкций по технике безопасности.

На участках, где это требуется по условиям работы, следует вывешивать плакаты по технике безопасности и предупредительные надписи: «Не включать, работают люди», «Взрывоопасно», «Осторожно,

высокое напряжение», «Без противогаза не входить», и т.п. Ответственность за несчастные случаи и профессиональные отравления на производстве несут лица административно-технического персонала, не обеспечившие соблюдения правил техники безопасности и промышленной санитарии и не принявшие мер для предотвращения несчастных случаев и случаев профессионального отравления. Каждый несчастный случай должен быть тщательно расследован, причем должны быть установлены причины его возникновения и приняты меры по предотвращению подобных случаев в дальнейшем.

Для оказания первой помощи при несчастном случае на участке, в цехе, на ремонтной или монтажной площадке должны быть аптечка с набором медикаментов и перевязочных средств. На предприятиях и на крупных ремонтных и монтажных участках организуются постоянные или временные медицинские пункты.

Все работники цеха должны быть ознакомлены с характером опасности, знать инструкции по рабочему месту и по технике безопасности и строго их соблюдать. Инструктаж проводится не реже 1 раза в 3 месяца, а его результаты регистрируются.

Необходимо поддерживать в цехе чистоту, свободу проходов и исправность средств защиты, Кроме того, в наличии всегда должны быть средства и медикаменты для оказания первой помощи. В случае работы с токсичными материалами на рабочих местах должны быть краны с водой для смывания этих материалов. На фланцевых соединениях трубопроводов с токсичными веществами ставят защитные чехлы для предохранения от попадания капель этих веществ на тело или одежду обслуживающего персонала при повреждении прокладок. На видном месте в производственных помещениях вывешивают инструкции по обслуживанию оборудования и технике безопасности.

В цехах с вредными материалами персонал допускается к работе только в спецодежде и с необходимыми защитными средствами (рукавицами, очками, противогазами, резиновыми сапогами или галошами и т.п.)

Категорически запрещается превышать в аппаратах и трубопроводах давление и температуру, предусмотренные инструкцией по эксплуатации и паспортом на аппарат или трубопровод. Аппаратура и трубопроводы должны быть герметичны и исправны. Движущиеся механизмы должны иметь ограждения. Смазка движущихся механизмов и набивка сальников на ходу запрещены. Электродвигатели включают в резиновых перчатках и в резиновой обуви с резиновым ковриком под ногами. Местное освещение и переносные лампы подключают к электросети с напряжением не более 36 В.

Большое внимание необходимо уделять безопасности хранения химических веществ. Для обеспечения безопасности при организации их хранения надлежит строго руководствоваться правилами совместного хранения огнеопасных и ядовитых веществ, которые обладают способностью к воспламенению и загоранию от искры, открытого огня, действия воды и других причин. К таким веществам относятся: взрывчатые; способные к образованию взрывчатых смесей; самовозгорающиеся и самовоспламеняющиеся; легковоспламеняющиеся, отравляющие и ядовитые, а также сжатые и сжиженные газы.

В связи с токсичностью и взрывоопасностью аммиака особенно велика роль техника безопасности на водоаммиачных холодильных абсорбционных установках. По токсичности аммиак близок к хлору, но отличается более сильным воспалительным действием. Предельная санитарная норма аммиака в производственных помещениях не должна превышать 0,07 мг/л. Взрывоопасные концентрации аммиака – 16...28,8%. Разработаны специальные Правила техники безопасности на аммиачных холодильных установках компрессионной и абсорбционной систем, утвержденные Ростехнадзором, которые должны неукоснительно выполняться при обращении с аммиаком.

Ремонтные работы внутри сосудов и аппаратов производят только по письменному разрешению начальника цеха или смены, выдаваемому лицу, ответственному за производство ремонта. В разрешении указываются готовность оборудования к ремонту и меры безопасности при производстве ремонта.

Перед началом ремонта лицо, ответственное за его проведение, знакомится с объектом, содержанием и условиями производства работ, обращая особое внимание на готовность аппаратов к ремонту.

Работы по ремонту теплоиспользующих аппаратов начинают только после их остывания или искусственного охлаждения до температуры не выше 30 °С. Ремонтные работы внутри аппарата с применением открытого огня (паяльные, сварочные и им подобные) производят только по письменному разрешению главного инженера или пожарной охраны предприятия. Ремонтные работы внутри аппаратов выполняются бригадой в составе двух или более человек, один из которых участвует в работах в качестве наблюдателя и находится вне аппарата со всем необходимым для оказания помощи работающему. Рабочие со слабым здоровьем к работе внутри аппаратов для химически вредных веществ не допускаются.

Ремонтные рабочие должны получать инструктаж по специфике ремонтных работ и по мерам безопасности; они обеспечиваются спецодеждой и обувью, а также защитными приспособлениями. При работе на высоте более 3 м. и при невозможности соорудить леса рабочий обязан надеть предохранительный пояс с веревкой, надежно привязанной к опоре. Инструмент, крепежный материал и другие мелкие предметы должны переноситься и храниться на высоте в специальных ящиках или сумках.

4.2 Техника безопасности

Защита человека от физических негативных воздействий осуществляется тремя основными методами: ограничением времени пребывания в зоне действия физического поля, удалением от источника поля и применением средств защиты, из которых наиболее распространены экраны, снижающие уровень физического поля.

Защита от вибрации

Для защиты от вибрации необходимо применять следующие методы:

- снижение виброактивности машин;
- отстройка от резонансных частот;
- вибродемпфирование;
- виброгашение — для высоких и средних частот;
- повышение жесткости системы — для низких и средних частот;
- виброизоляция;
- применение индивидуальных средств защиты.

Защита от шума, инфра- и ультразвука.

Для защиты от акустических колебаний (шума, инфра- и ультразвука)

можно использовать следующие методы:

- снижение звуковой мощности источника звука;
- размещение рабочих мест с учетом направленности излучения звуковой энергии;
- удаление рабочих мест от источника звука;
- акустическая обработка помещений;
- звукоизоляция;
- применение глушителей;
- применение средств индивидуальной защиты.

Другими мероприятиями по борьбе с инфразвуком являются:

- повышение быстроходности машин, что обеспечивает перевод максимума излучения в область слышимых частот, где становятся эффективными звукоизоляция и звукопоглощение;
- устранение низкочастотных вибраций;
- применение глушителей реактивного типа.

Защита от электромагнитных полей и излучений имеет общие принципы и методы, но в зависимости от частотного диапазона и характеристик излучения характеризуется рядом особенностей.

В частности, следует различать особенности защиты от:

- переменных электромагнитных полей;
- постоянных электрических и магнитных полей;
- лазерных излучений;
- инфракрасных (тепловых) излучений;
- ультрафиолетовых излучений.

Общими методами защиты от электромагнитных полей и излучений являются следующие:

- уменьшение мощности генерирования поля и излучения не-посредственно в его источнике, в частности за счет применения поглотителей электромагнитной энергии (этот метод применим, если генерируется энергия, избыточная для реализации технологического процесса или устройства);
- увеличение расстояния от источника излучения;
- уменьшение времени пребывания в поле и под воздействием излучения;
- экранирование излучения;
- применение средств индивидуальной защиты.

Методы и средства обеспечения электробезопасности

Поражение человека электрическим током возможно только при замыкании электрической цепи через тело человека. Это может произойти при:

- двухфазном включении в цепь;
 - при однофазном включении в цепь — провода, клеммы, шины и т. д.;
 - при контакте человека с нетоковедущими частями оборудования (корпус станка, прибора), конструктивными элементами здания, оказавшимися под напряжением в результате нарушения изоляции проводки и токоведущих частей.

Снизить ток, протекающий через тело человека в этом случае, можно либо за счет увеличения электрического сопротивления цепи (например, за счет применения СИЗ),

Для защиты от поражения электрическим током применяются следующие технические меры защиты:

- применение малых напряжений;
- электрическое разделение сетей;
- электрическая изоляция;
- контроль и профилактика повреждения изоляции;
- защита от случайного прикосновения к токоведущим частям;
- защитное заземление, зануление, защитное отключение;
- применение индивидуальных защитных средств.

4.3 Промышленная экология

Система контроля за состоянием атмосферы и соблюдением законодательства по охране воздушного бассейна в РФ включает в себя Государственную службу наблюдения за состоянием окружающей природной среды – организацию, не только осуществляющую экологический контроль, но и проверяющую выполнения планов и мероприятий по охране природы, рациональному использованию природных ресурсов, оздоровлению окружающей природной среды.

Должностные лица органов государственного экологического контроля на основании Закона РФ «Об охране окружающей природной среды» имеют право посещать любые предприятия, независимо от форм собственности и подчинения (включая объекты Вооруженных Сил и МВД), знакомиться с документами, результатами анализов, проверять работу очистных сооружений и средств контроля для оценки соблюдения нормативов по допустимым выбросам в атмосферу. Эти же представители по согласованию с органами санитарно – эпидемиологического надзора устанавливают нормативы выбросов вредных веществ для стационарных источников загрязнения окружающей природной среды.

В случае нарушения природоохранного законодательства и причинения вреда окружающей природной среде или здоровью человека должные лица органов государственного экологического контроля привлекают виновных к административной ответственности и направляют материалы о привлечении их к дисциплинарной или уголовной ответственности, а также предъявляют иски в суд о возмещении причиненного вреда. В тех случаях, когда эксплуатация каких-то установок или целых предприятий наносит вред окружающей природной среде или несет потенциальную опасность для здоровья человека, органы экологического контроля могут принять решение об ограничении, приостановлении или прекращении работы этих предприятий.

Необходимость соблюдения принятых в РФ законов «Об охране окружающей среде» и «Об охране атмосферного воздуха» заставляет большинство электростанций иметь «Положение о производственном экологическом контроле», а также «план-график производственного контроля за соблюдением нормативов ПДВ (ВСВ) загрязняющих веществ в атмосферу». Для ТЭС и промышленных котельных, работающих на газе, к этим веществам относятся СО и NO_x (в случае сжигания мазута или угля добавляется еще и сернистый ангидрид SO₂), а также твердые золовые частицы (для угольных котлов).

Все большее число тепловых электростанций в последнее время организует непрерывный контроль газового состава продуктов сгорания. Целями системы непрерывного мониторинга выбросов (СНМВ) являются:

- снижение негативного воздействия тепловых электрических станций на окружающую среду за счет организации целенаправленной деятельности в этом направлении;

- повышении эффективности работы энергетического оборудования за счет оптимизации рабочих режимов, а также модернизации и реконструкции оборудования.

Система непрерывного мониторинга вредных выбросов (СНМВ) ТЭС в атмосферу представляет собой измерительно - информационный комплекс, обеспечивающий решение следующих задач: текущий контроль фактических выбросов вредных веществ в атмосферу; обработка, систематизация и хранение данных; статистическая отчетность и отображение динамики загрязнений окружающей среды; оперативный анализ и диагностика режимов работы котлов; разработка рекомендаций по оптимизации текущих режимов работы котлов; регулирование вредных выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях; контроль за соблюдением предельно допустимых выбросов (ПДВ).

СНМВ предусматривает возможность расширения с целью организации совместного функционирования с автоматизированными

системами регулирования (АСР) котлов и энергоблоков. Внедрение на ТЭС системы мониторинга как подсистемы автоматизированной системы управления (АСУ) котла позволяет выдерживать оптимальные параметры работы энергетического оборудования и повышать эффективность работы станции. При рациональном построении и использовании АСЦ, СНМВ улучшает технико-экономические показатели оборудования благодаря повышению надежности и экономичности его работы, сокращению вредных выбросов, увеличению устойчивости и эффективности работы энергосистемы, повышению культуры эксплуатации.

При организации непрерывного мониторинга на ТЭС могут быть использованы различные газоаналитические системы и сечения газового тракта для определения состава продуктов сгорания. Принципиально возможны три способа организации промышленного мониторинга на ТЭС: непрерывный контроль концентраций вредных веществ в газоходах котлов; комбинация двух первых способов.

Существенным преимуществом организации непрерывного контроля вредных выбросов на дымовой трубе является то, что одна измерительная система позволяет определить суммарные массовые выбросы всех котлоагрегатов, подключенных к данной трубе. Для этого необходимо измерять концентрации вредных веществ и скорость газов в одном из сечений дымовой трубы, где обеспечивается требуемая равномерность скоростных и концентрационных полей.

Главный недостаток этого способа контроля – невозможность регулирования и наладки рабочих режимов отдельных котлов. Еще один недостаток – размещение системы контроля вне здания ТЭС, на высоте 80 – 120 м. над поверхностью земли, что предъявляет повышенные требования к надежности и сроку непрерывной работы оборудования.

Заключение

В данном методическом пособии предоставлен расчет производственно-отопительной котельной на 3 потребителя тепла, с установкой котлоагрегатов БКЗ-220-100-9С.

Расчет состоит из четырёх разделов.

В организационно-техническом разделе описывается котельный агрегат БКЗ-220-100-9С; назначение котельного цеха; выбор теплоносителя и его параметров; трасса и способ прокладки тепловой сети.

В расчетно-конструкторском разделе определяется количество установленных котлов. Рассчитываются: коэффициент избытка воздуха в топке и по газоходам котлоагрегата; объемы воздуха и продуктов сгорания; теплосодержание продуктов сгорания; тепловой баланс, в котором был найден расчетный расход топлива V_p , кг/с; КПД $\eta_{бр}$. Производится расчет топочной камеры, который заключается в определении температуры продуктов сгорания на выходе из топки. Рассчитаны площади поверхностей нагрева пароперегревателя, водяного экономайзера, воздухоподогревателя:

В экономическом разделе производится расчёт технико-экономических показателей котельной.

В разделе охрана труда и промэкология описаны: меры безопасности на производстве, а также мероприятия по снижению выбросов дымовых газов в атмосферу.

Список используемых источников

- 1 Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. М, Энергия,1975.
- 2 Ионин А.А. Теплоснабжение. Учебник для вузов. М: Стройиздат. 1982г. 485с
- 3 Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: Справочник. Под общей редакцией В.А. Григорьева и В.М. Зорина – М: Энергоатомиздат. 1983
- 4 А.Ф. Строй, В.Л. Скальский. Расчет и проектирование тепловых сетей – Киев: Будивельник. 1981
- 5 СНИП 11-36-73. Тепловые сети. Нормы проектирования
- 6 Переверзев В.А., Шумов В.В. Справочник мастера тепловых сетей.-Л.: Энергия. Ленингр. отд-ние, 1980.-248с., ил
- 7 Витальев В.П. и др. Эксплуатация тепловых пунктов и систем теплопотребления: Справочник /В. П. Витальев, В.Б. Николаев, Н.Н. Сельдин.- М., Стройиздат, 1988.- 623 с.: ил
- 8 Жабо В.В. Охрана окружающей среды на ТЭС и АЭС: Учеб. Для техникумов.- М.: Энергоатомиздат, 1992.-240 с.: ил
- 9 Гаджиев Р.А., Воронина А.А. Охрана труда в тепловом хозяйстве промышленных предприятий: Учеб. Пособие для техникумов. М.: Энергия, 1980.-224 с., ил
- 10 Охрана окружающей среды: Учеб. для техн. спец.вузов/С.В.Белов, Ф.А. Барбинов, А.Ф. Козяков и др. Под ред. С.В. Белова. 2-е изд., испр. И доп.- М.: Высш. шк., 1991.-319 с.: ил