

**С. Н. Смородин, В. Н. Белоусов,
А. Н. Иванов, К. Г. Мисютина**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ
ЭНЕРГИИ В ПРОМЫШЛЕННОЙ
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ**

Учебно-методическое пособие

**Санкт-Петербург
2021**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»
Высшая школа технологии и энергетики**

**С. Н. Смородин, В. Н. Белоусов
А. Н. Иванов, К. Г. Мисютина**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ
ЭНЕРГИИ В ПРОМЫШЛЕННОЙ
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ**

Учебно-методическое пособие

Утверждено Редакционно-издательским советом ВШТЭ СПбГУПТД

Санкт-Петербург
2021

УДК 621.311(075)
ББК 31.37я7
С 516

Рецензенты:

генеральный директор ООО «АДИН»

В. И. Петров;

кандидат технических наук, доцент Высшей школы технологии и энергетики
Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна,
зав. кафедрой ТСУ и ТД

В. Г. Злобин

Сморodin, С. Н., Белоусов, В. Н., Иванов, А. Н., Мисютина, К. Г.

С516 Проектирование источников энергии в промышленной теплоэнергетике:
учеб. пособие / С. Н. Смородин, В. Н. Белоусов, А. Н. Иванов, К. Г. Мисютина.
– СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2022. – 88 с.

Учебно-методическое пособие соответствует программе и учебному плану дисциплины «Проектирование источников энергии в промышленной теплоэнергетике» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». В пособии рассмотрены требования, предъявляемые при проектировании котельных, предложены методики по расчетам тепловой схемы котельной и по расчету вспомогательного оборудования.

Пособие предназначено для подготовки бакалавров очной и заочной форм обучения. Отдельные разделы пособия могут быть полезны магистрам, аспирантам и специалистам, работающим в области промышленной энергетики.

УДК 621.311(075)
ББК 31.37я7

© ВШТЭ СПбГУПТД, 2021
© Смородин С. Н., Белоусов В. Н.,
Иванов А. Н., Мисютина К. Г., 2021

Оглавление

Введение	4
1. Основные термины и определения	6
2. Общие вопросы проектирования котельных	7
3. Виды теплоснабжения и расчеты тепловых нагрузок	11
4. Расчет потребности котельной в топливе	23
5. Генеральный план и транспорт	25
6. Объемно-планировочные и конструктивные решения	27
7. Методика расчета тепловой схемы котельной	32
8. Выбор основного и вспомогательного оборудования	34
9. Топливное хозяйство	50
10. Удаление золы и шлака	64
11. Газовоздушный тракт. Дымовые трубы. Очистка дымовых газов	67
12. Отопление и вентиляция	71
13. Водоснабжение и канализация	73
14. Охрана окружающей среды	74
15. Энергетическая эффективность	75
Приложения	77
Библиографический список	88

Введение

С точки зрения макроэкономических показателей, Россия, казалось бы, с избытком обеспечена традиционными энергоресурсами.

Анализ энергобаланса показывает, что из всех добываемых в стране энергоресурсов около 2/3 экспортируется за рубеж. Что касается нефти, то сегодня 80 % всей добываемой в стране нефти экспортируется. Энергетическая стратегия России на текущее десятилетие фактически предусматривает лишь незначительное относительное снижение экспорта энергоресурсов. Экспортная ориентация во многом обусловлена тем, что нефтегазовый комплекс страны обеспечивает около 17 % российского ВВП и более 40 % доходов консолидированного бюджета, и отказаться от таких доходов крайне сложно. Возникает, однако, вопрос: насколько такая политика дальновидна и стратегически обоснована? Ведь энергетика, построенная на основе ископаемого углеводородного топлива, рано или поздно может столкнуться с тем, что ресурсы будут исчерпаны. И, судя по всему, перспектива эта не за горами.

На выработку тепловой энергии расходуется около 30 % топливно-энергетических ресурсов России, что в полтора раза превышает затраты на выработку электроэнергии. Основным потребителем тепловой энергии являются жилые здания, на отопление которых расходуется около 45 % всей вырабатываемой в России тепловой энергии.

Структура выработки тепловой энергии в нашей стране выглядит следующим образом:

- крупные ТЭС – 34 %;
- централизованные котельные – 37 %;
- децентрализованные котельные – 29 %.

Повышения конкурентоспособности, финансовой устойчивости, энергетической и экологической безопасности российской экономики, а также роста уровня и качества жизни населения за счет повышения энергетической эффективности системы теплоснабжения на основе модернизации, технологического развития и перехода к рациональному и экологически ответственному использованию энергетических ресурсов в настоящее время является стратегической задачей.

Основные организационные мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в теплоснабжении и системах коммунальной инфраструктуры включают:

- создание нормативной правовой базы, регулирующей вопросы развития систем централизованного теплоснабжения городских округов и городских поселений на основе использования преимуществ когенерационных и тригенерационных теплоэнергетических установок;
- введение управления системами централизованного теплоснабжения поселений через единого теплового диспетчера;

– совершенствование тарифной политики в сфере теплоснабжения, стимулирующей экономию энергетических ресурсов, в том числе переход к расчетам потребителей тепловой энергии с теплоснабжающими организациями на основе двухставочных тарифов, стимулирование потребителей к установке приборов учета;

– совершенствование налоговой политики, стимулирующей экономию энергетических ресурсов;

– повышение качества теплоснабжения, введение показателей качества тепловой энергии, режимов теплоснабжения и условий осуществления контроля их соблюдения как со стороны потребителей, так и со стороны энергоснабжающих организаций с установлением размера санкций за их нарушение;

– обеспечение системного подхода при оптимизации работы систем централизованного теплоснабжения путем реализации комплексных мероприятий не только в тепловых сетях (наладка, регулировка, оптимизация гидравлического режима), но и в системах теплоснабжения непосредственно в зданиях (утепление строительной части зданий, проведение работ по устранению дефектов проекта и монтажа систем отопления);

– реализация типовых проектов «Энергоэффективный город», «Энергоэффективный квартал», «Энергоэффективный дом»;

– проведение обязательных энергетических обследований теплоснабжающих организаций и организаций коммунального комплекса;

– реализация типового проекта «Эффективная генерация», направленного на модернизацию и реконструкцию котельных, ликвидацию неэффективно работающих котельных и передачу тепловой нагрузки на эффективную когенерацию, снижение на этой основе затрат топлива на выработку тепла;

– реализация типового проекта «Надежные сети», включающего мероприятия по модернизации и реконструкции тепловых сетей с применением новейших технологий и снижению на этой основе затрат на транспорт тепла, использованию предварительно изолированных труб высокой заводской готовности с высокими теплозащитными свойствами теплоизоляционной конструкции, герметично изолированной теплоизоляцией от увлажнения извне и с устройством системы диагностики состояния изоляции, обеспечению применения вместо сальниковых компенсаторов сильфонных, исключаящих утечки теплоносителя;

– совершенствование государственного нормирования и контроля технологических потерь в тепловых сетях при передаче тепловой энергии на основе использования современных норм проектирования тепловых сетей.

Технические мероприятия в теплоснабжении:

1) энергосбережение и повышение энергетической эффективности при производстве тепловой энергии котельными, в том числе модернизация действующих и строительство новых котельных мощностью от 3 до 100 Гкал/ч;

2) энергосбережение и повышение энергетической эффективности при передаче тепловой энергии по тепловым сетям, в том числе строительство

новых тепловых сетей, ремонт и замена действующих тепловых сетей (диаметром до 200 мм; от 200 до 400 мм; от 400 до 600 мм; свыше 600 мм) с использованием современных технологий и видов теплоизоляции;

3) внедрение когенерации на котельных, в том числе совместная выработка тепловой и электрической энергии на котельных за счет использования перепада давления пара на паровых котельных для выработки электроэнергии (достаточной для покрытия собственных нужд), внедрение газотурбинных надстроек в газовых котельных с целью выработки электроэнергии на базе теплового потребления, использования газопоршневых аппаратов для выработки электроэнергии и теплоты для собственных нужд, строительство мини-ТЭЦ;

4) внедрение регулируемого привода в водоснабжении и водоотведении, в том числе внедрение эффективных электродвигателей и оптимизация систем работы электродвигателей и внедрение частотно-регулируемого привода на электродвигателях водозаборов, насосных и канализационных станций;

Реализация технических мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в теплоснабжении, системах коммунальной инфраструктуры позволит обеспечить:

- снижение удельного расхода топлива на котельных до 167,2 кг у.т./Гкал;
- снижение удельного расхода электроэнергии на котельных до 12 кВт·ч/Гкал;
- наращивание выработки электроэнергии на котельных и мини-ТЭЦ до 57 млрд кВт·ч;
- снижение доли потерь в тепловых сетях до 10,7 %.

1. Основные термины и определения

Котельная – здание (в том числе блок-модульного типа) или комплекс зданий и сооружений с котельными установками и вспомогательным технологическим оборудованием, предназначенными для выработки тепловой энергии.

Котельная блочно-модульная – отдельно стоящая котельная, состоящая из блоков технологического оборудования, размещенных в строительном модуле.

Котельная установка – котел (котлоагрегат) совместно с горелочными, топочными тягодутьевыми устройствами, механизмами для удаления продуктов горения и использования тепловой энергии уходящих газов и оснащенный средствами автоматики безопасности, сигнализации, контроля и автоматического регулирования процесса выработки теплоносителя заданных параметров.

Потребитель тепловой энергии – лицо, приобретающее тепловую энергию (мощность), теплоноситель для использования на принадлежащих ему

на праве собственности или ином законном основании теплопотребляющих установок либо для оказания коммунальных услуг в части горячего водоснабжения и отопления.

Система теплоснабжения – комплекс систем, сооружений и устройств, предназначенных для обеспечения потребителей тепловой энергией, теплоносителем.

Система теплоснабжения открытая – водяная система теплоснабжения, в которой происходит водоразбор горячей воды для нужд горячего водоснабжения потребителей непосредственно из тепловой сети.

Система теплоснабжения закрытая – водяная система теплоснабжения, в которой вода, циркулирующая в тепловой сети, используется только как теплоноситель и из сети не отбирается.

Система теплоснабжения централизованная – теплоснабжение крупного жилого массива промышленного комплекса, объединенного общей тепловой сетью от одного или нескольких источников тепловой энергии.

Система теплоснабжения децентрализованная (автономная) – теплоснабжение одного потребителя от одного источника тепловой энергии.

Территория котельной – участок земли, отведенный для строительства и эксплуатации котельной в соответствии с градостроительным законодательством Российской Федерации либо выделенный на территории земельного участка распорядительным документом собственника участка или уполномоченного им лицом.

Энергетическая эффективность системы теплоснабжения – показатель, характеризующий отношение полезно используемой потребителем физической тепловой энергии (полезно используемого энергетического ресурса) к тепловой энергии всего сжигаемого топлива (затраченному энергетическому ресурсу).

2. Общие вопросы проектирования котельных

Проектирование, строительство, реконструкция, капитальный ремонт, консервация и ликвидация котельных осуществляются на основании законодательства о градостроительной деятельности.

Оборудование и материалы, используемые при проектировании котельных, должны иметь предусмотренные законодательством России необходимые сертификаты соответствия, и отвечающие требованиям технических регламентов и национальных стандартов.

Проектирование новых и реконструируемых котельных следует осуществлять в соответствии с разработанными и согласованными в установленном порядке схемами территориального планирования городов, поселков, сельских поселений, жилых, промышленных и других функциональных зон или отдельных объектов.

Вид топлива и его классификация (основное, резервное или аварийное)

определяют по согласованию с региональными уполномоченными органами власти. Количество и способ доставки необходимо согласовывать с топливоснабжающими организациями. Проектирование котельных, для которых не определен вид топлива, не допускается.

Котельные по целевому назначению в системе теплоснабжения подразделяют на:

- центральные – в системе централизованного теплоснабжения;
- децентрализованные (автономные) – в системе децентрализованного (автономного) теплоснабжения.

Котельные по назначению подразделяют на:

- отопительные – для обеспечения тепловой энергией систем отопления, вентиляции, кондиционирования и горячего водоснабжения;
- отопительно-производственные – для обеспечения тепловой энергией систем отопления, вентиляции, кондиционирования, горячего водоснабжения, технологического теплоснабжения промышленных объектов;
- производственные – для обеспечения тепловой энергией систем технологического теплоснабжения промышленных объектов.

Потребители теплоты по надежности теплоснабжения делятся на три категории.

Первая категория – потребители, не допускающие перерывов в подаче расчетного количества теплоты и снижения температуры воздуха в помещении ниже предусмотренных действующими нормативными документами (больницы, родильные дома, детские дошкольные учреждения с круглосуточным пребыванием детей, картинные галереи, химические и специальные производства, шахты и т. п.).

Вторая категория – потребители, допускающие снижение температуры в отапливаемых помещениях на период ликвидации аварии, но не более 54 ч:

- жилые и общественные здания – до 12°C;
- промышленные здания – до 8°C.

Третья категория – все остальные потребители.

Котельные по надежности отпуска тепловой энергии потребителям подразделяются на котельные первой и второй категорий.

К первой категории относят котельные, являющиеся единственным источником тепловой энергии системы теплоснабжения, обеспечивающей потребителей первой категории, не имеющей резервных источников тепловой энергии.

Вторая категория – все остальные котельные.

Перечни потребителей по категориям устанавливаются в задании на проектирование.

В котельных с паровыми и пароводогрейными котлами общей установленной тепловой мощностью более 100 МВт рекомендуется установка паровых турбогенераторов малой мощности с напряжением 0,4 кВ с паровыми противоаварийными турбинами для обеспечения покрытия электрических нагрузок собственных нужд котельных и (или) предприятий, на территории

которых они находятся. Отработавший пар после турбин может быть использован на технологическое пароснабжение потребителей, для нагрева воды систем теплоснабжения и на собственные нужды котельной.

В водогрейных котельных, работающих на жидком и газообразном топливе, для этих целей допускается использование газотурбинных или дизельных установок.

При проектировании блочно-модульных котельных для теплоснабжения зданий и сооружений следует предусматривать возможность работы оборудования котельной без постоянно присутствующего обслуживающего персонала.

Расчетную тепловую мощность котельной определяют как сумму максимальных часовых нагрузок тепловой энергии на отопление, вентиляцию и кондиционирование, средних часовых нагрузок тепловой энергии на горячее водоснабжение и нагрузок тепловой энергии на технологические цели. При определении расчетной мощности котельной следует учитывать также нагрузки тепловой энергии на собственные нужды котельной, потери в котельной и в тепловых сетях системы теплоснабжения.

Расчетные нагрузки тепловой энергии на технологические цели следует принимать по заданию на проектирование с учетом возможности несовпадения максимальных нагрузок тепловой энергии для отдельных технологических потребителей.

Максимальные тепловые нагрузки на отопление, вентиляцию и средние тепловые нагрузки на горячее водоснабжение жилого, общественного и производственного здания или группы зданий, обеспечиваемых тепловой энергией от одной котельной, следует принимать по соответствующим разделам проектной документации, выполненной с учетом удельных норм расхода тепловой энергии на указанные цели, утвержденных в установленном порядке и действующих на момент проектирования. Значения тепловых нагрузок на технологические цели следует определять по данным генеральной проектной организации.

Тепловые нагрузки для расчета и выбора оборудования котельной следует определять для обеспечения устойчивой работы при трех режимах:

- максимального – при температуре наружного воздуха в наиболее холодную пятидневку;
- среднего – при средней температуре наружного воздуха холодного месяца;
- минимального, летнего – при минимальной нагрузке горячего водоснабжения.

Число и производительность котлов, установленных в котельной, следует выбирать, обеспечивая:

- расчетную мощность котельной;
- стабильную работу котлов при минимально допустимой нагрузке в теплый период года.

При выходе из строя наибольшего по производительности котла в котельных первой категории оставшиеся котлы должны обеспечивать отпущ

тепловой энергии потребителям первой категории в количестве, определяемом:

- минимально допустимыми нагрузками (независимо от температуры наружного воздуха) на технологическое теплоснабжение и системы вентиляции;
- режимом наиболее холодного месяца – на отопление и горячее водоснабжение.

Число котлов, устанавливаемых в котельных, и их производительность, следует определять по расчетной максимальной и минимальной мощности на основании технико-экономических расчетов.

В котельных следует предусматривать установку не менее двух котлов, в производственных котельных второй категории допускается установка одного котла.

В проектах котельных следует использовать поставляемые заводами-изготовителями котлы, экономайзеры, воздухоподогреватели, турбины с противодавлением, газотурбинные и газопоршневые установки с генераторами напряжением 0,4 кВ, золоуловители и другое оборудование в блочном транспортабельном исполнении полной заводской и монтажной готовности. Проекты блоков вспомогательного оборудования с трубопроводами, системами автоматического контроля, регулирования, сигнализации и электротехническим оборудованием повышенной заводской готовности разрабатывают по заказу и заданиям монтажных организаций.

Открытая установка оборудования в различных климатических зонах возможна, если это допускается инструкциями заводов-изготовителей и отвечает по шумовым характеристикам.

Компоновка и размещение технологического оборудования котельной должны обеспечивать:

- условия для механизации ремонтных работ;
- возможность использования при ремонтных работах напольных подъемно-транспортных механизмов и устройств.

Для ремонта узлов оборудования и трубопроводов массой более 50 кг следует предусматривать инвентарные грузоподъемные устройства. При невозможности использования инвентарных грузоподъемных устройств следует предусматривать стационарные грузоподъемные устройства (тали, тельферы, подвесные и мостовые краны).

В котельных по заданию на проектирование следует предусматривать ремонтные участки или помещения для проведения ремонтных работ. При этом следует учитывать возможность выполнения работ по ремонту указанного оборудования соответствующими службами промышленных предприятий или специализированными организациями.

Принятые в проекте основные технические решения должны обеспечивать:

- надежность и безопасность работы оборудования;
- требования по обеспечению пожарной безопасности;
- требования по обеспечению безопасного уровня воздействия на окружающую среду;

- максимальную энергетическую эффективность котельной;
- требования по обеспечению безопасных для здоровья человека условий пребывания в котельной;
- требования по охране труда;
- требования по обеспечению максимальной энергетической эффективности;
- экономически обоснованные затраты на строительство, эксплуатацию и ремонт.

3. Виды теплотребления и расчеты тепловых нагрузок

По назначению и характеру использования теплоты различают следующие пять видов теплотребления или тепловых нагрузок: отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха, горячее водоснабжение, технологические процессы производства.

Коммунально-бытовое теплотребление – это потребление теплоты для покрытия отопительной, вентиляционной и нагрузки горячего водоснабжения (ГВС) жилых и общественных зданий.

Санитарно-техническое теплотребление – это потребление теплоты для покрытия отопительной, вентиляционной и нагрузки ГВС производственных зданий и цехов.

Технологическое теплотребление – это потребление теплоты для удовлетворения производственно-технологических нужд.

По характеру протекания во времени все виды тепловых нагрузок делятся на сезонные и круглогодичные. К сезонной тепловой нагрузке относятся отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха. Отопление, вентиляция являются зимними тепловыми нагрузками. К круглогодичной нагрузке относятся ГВС и технологическая нагрузка.

Отопление. Основная задача отопления заключается в восполнении потерь тепла отапливаемых помещений через ограждающие конструкции здания (стены, окна, перекрытия) и поддержании внутренней температуры помещений на заданном уровне.

Для этого необходимо сохранение равновесия между тепловыми потерями здания и теплопритоком. Условие теплового равновесия здания может быть выражено в виде равенства:

$$Q = Q_T + Q_{и} = Q_o + Q_{ТВ},$$

где Q – суммарные тепловые потери здания; Q_T – теплотери теплопередачей через наружные ограждения; $Q_{и}$ – теплотери инфильтрацией из-за поступления в помещение через неплотности наружных ограждений холодного воздуха; Q_o – подвод теплоты в здание через отопительную систему; $Q_{ТВ}$ – внутренние тепловыделения.

Тепловые потери здания в основном зависят от первого слагаемого Q_T .

Поэтому для удобства расчета можно тепловые потери здания представить следующим образом:

$$Q = Q_T (1 + \mu),$$

где $\mu = Q_{ин}/Q_T$ – коэффициент инфильтрации, представляющий собой отношение теплотерь инфильтрацией к теплотерям теплопередачей через наружные ограждения.

Источником внутренних тепловыделений $Q_{ТВ}$ в жилых зданиях являются обычно люди, приборы для приготовления пищи (газовые, электрические и другие плиты), осветительные приборы. Эти тепловыделения носят в значительной мере случайный характер и не поддаются никакому регулированию во времени. В случаях, если величина $Q_{ТВ}$ переменная и неопределенная, то ею пренебрегают.

Метод расчета по уравнениям теплопередачи. Теплотери через наружные ограждения, Вт или ккал/ч, могут быть определены расчетным путем по формуле:

$$Q_T = \Sigma (k \cdot F \cdot \Delta t),$$

где F – площадь поверхности отдельных наружных ограждений, m^2 ; k – коэффициент теплопередачи наружных ограждений, Вт/($m^2 \cdot K$) или ккал/($m^2 \cdot ч \cdot ^\circ C$); Δt – разность температур воздуха с внутренней и наружной сторон ограждающих конструкций, $^\circ C$.

Для здания объемом V , m^3 , по наружному измерению периметром в плане P , м, площадью в плане S , m^2 , и высотой L , м, теплотери здания определяются по формуле, предложенной проф. Н. С. Ермолаевым:

$$Q_T = (t_b - t_n) \cdot V \cdot \left\{ \frac{P}{S} [k_c + \varphi (k_{ок} - k_c)] + \frac{1}{L} [\psi_1 k_{пл} - \psi_2 k_{пл}] \right\},$$

где k_c , $k_{ок}$, $k_{пл}$, $k_{пт}$ – коэффициенты теплопередачи стен, окон, пола нижнего этажа, потолка верхнего этажа; φ – коэффициент остекления, т. е. отношение площади окон к площади вертикальных ограждений (стен); ψ_1 и ψ_2 – поправочные коэффициенты на расчетный перепад температур для верхнего и нижнего горизонтальных ограждений здания; t_b – усредненная температура воздуха внутри отапливаемых помещений, $^\circ C$; t_n – температура наружного воздуха, $^\circ C$.

Для определения расчетного расхода теплоты на отопление принимают $t_b = t_{вр}$, где $t_{вр}$ – расчетная температура внутреннего воздуха в отапливаемых помещениях.

Значения $t_{вр}$, $^\circ C$, для зданий разного назначения приведены в СНиП «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

В большинстве случаев поправочные коэффициенты ψ_1 и ψ_2 принимают значения $\psi_1 = 0,75 \div 0,9$; $\psi_2 = 0,5 \div 0,7$.

При определении расхода теплоты на отопление исходят не из минимального значения наружной температуры, а из другого, более высокого, значения температуры наружного воздуха для расчета систем отопления $t_{но}$, равной средней температуре наиболее холодных пятидневок, взятых из восьми разных

наиболее холодных зим за 50-летний период наблюдений.

В качестве расчетной температуры наружного воздуха для проектирования систем отопления $t_{но}$ в заданном населенном пункте принимают температуру, соответствующую параметрам «Б» для холодного периода года. Значения $t_{но}$ представлены в СНиП «Строительная климатология».

Метод расчета по удельным теплопотерям. Выражение, заключенное в фигурные скобки, представляет собой *потерю теплоты теплопередачей через наружные ограждения при разности внутренней и наружной температур $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, отнесенную к 1 м^3 наружного объема здания, и называется удельной теплопотерей здания, q_o (или отопительной характеристикой здания).*

Тогда теплопотери путем теплопередачи через наружные ограждения здания можно определить по формуле:

$$Q_T = q_o \cdot V (t_B - t_H),$$

а полные теплопотери с учетом инфильтрации:

$$Q_T = q_o \cdot V (1 + \mu) (t_B - t_H).$$

Значения удельных теплопотерь жилых, общественных и промышленных зданий различного объема и назначения приведены в таблице 1. Ими можно пользоваться при ориентировочном расчете нагрузки жилых, общественных и промышленных зданий в климатических районах с $t_{но} = -30\text{ }^{\circ}\text{C}$. При других значениях $t_{но}$ к величинам, взятым из таблиц, следует ввести поправочный коэффициент β :

$t_{но},\text{ }^{\circ}\text{C}$	- 10	- 20	- 30	- 40	- 50
β	1,3	1,1	1,0	0,9	0,85

Для жилых и общественных зданий при правильной эксплуатации максимальный коэффициент инфильтрации в большинстве случаев составляет $3 \div 6\%$, что лежит в пределах погрешности расчета теплопотерь. Поэтому для упрощения инфильтрацию не вводят в расчет, т. е. принимают $\mu = 0$. Для учета инфильтрации значение удельных теплопотерь принимают с небольшим запасом.

Расчетными теплопотерями называются теплопотери при расчетной наружной температуре $t_{но}$. Расчетные теплопотери здания (расчетная тепловая нагрузка на отопление) с учетом инфильтрации:

$$Q_{op} = q_o V (1 + \mu) (t_{вп} - t_{но}).$$

Таблица 1 – Удельные тепловые потери жилых и общественных зданий

Наименование зданий	Объем зданий, V, тыс. м ³	Удельные тепловые характеристики, Вт/(м ³ · °С)		Расчетная усреднен. внутренняя температура, t _{вн} , °С
		для отопления, q _о	для вентиляции, q _в	
Жилые кирпичные здания	до 5	0.44		18 - 20
	до 10	0.38		
	до 15	0.34		
	до 20	0.32		
	до 30	0.32		
Жилые 5-этажные крупно-блочные здания, жилые 9-этажные крупно-панельные здания	до 6	0.49		
	до 12	0.43		
	до 16	0.42		
	до 25	0.43		
	до 40	0.42		
Административные здания	до 5	0.50	0.10	18
	до 10	0.44	0.09	
	до 15	0.41	0.08	
	более 15	0.37	0.21	
Клубы, дома культуры	до 5	0.43	0.29	16
	до 10	0.38	0.27	
	более 10	0.35	0.23	
Кинотеатры	до 5	0.42	0.50	14
	до 10	0.37	0.45	
	более 10	0.35	0.44	
Универмаги, магазины протоварные	до 5	0.44	0.50	15
	до 10	0.38	0.40	
	более 10	0.36	0.32	
Магазины продовольственные	до 1,5	0.60	0.70	12
	до 8	0.45	0.50	
Детские сады и ясли	до 5	0.44	0.13	20
	более 5	0.39	0.12	
Школы и высшие учебные заведения	до 5	0.45	0.10	16
	до 10	0.41	0.09	
	более 10	0.38	0.08	

Наименование зданий	Объем зданий, V, тыс. м ³	Удельные тепловые характеристики, Вт/(м ³ ·°С)		Расчетная усреднен. внутренняя температура, t _{вн} , °С
		для отопления, q _о	для вентиляции, q _в	
Больницы и диспансеры	до 5	0.46	0.34	20
	до 10	0.42	0.32	
	до 15	0.37	0.30	
	более 15	0.35	0.29	
Бани, душевые павильоны	до 5	0.32	1.16	25
	до 10	0.36	1.10	
	более 10	0.27	1.04	
Прачечные	до 5	0.44	0.93	15
	до 10	0.38	0.90	
	более 10	0.36	0.87	
Предприятия общественного питания, столовые, фабрики-кухни	до 5	0.41	0.81	16
	до 10	0.38	0.75	
	более 10	0.35	0.70	
Комбинаты бытового обслуживания, дома быта	до 0.5	0.70	0.80	18
	до 7	0.50	0.55	

При постоянном значении коэффициента инфильтрации здания отношение теплотерь Q данного здания или группы зданий при любой наружной температуре $t_n > t_{но}$ к расчетным теплотерям носит название коэффициента расхода теплоты на отопление:

$$\varphi_o = \bar{Q}_o = \frac{Q}{Q_{ор}} = \frac{t_{вр} - t_n}{t_{вр} - t_{но}}$$

Температура внутренней поверхности наружных стен непосредственно влияет на интенсивность теплоотдачи излучением от поверхности человеческого тела при нахождении человека в жилых и общественных зданиях; максимальная разность между температурой воздуха в помещениях и температурой внутренней поверхности наружных стен должна быть не выше 6 °С.

Метод расчета по укрупненным показателям. При определении тепловой нагрузки вновь застраиваемых районов и отсутствии данных о типе и размерах, намечаемых к сооружению общественных зданий, можно определить расчетный расход теплоты на отопление жилых и общественных зданий по формуле:

$$Q_{op} = q_o^{укр} \cdot A (1 + K_1),$$

где $q_o^{укр}$ – укрупненный показатель максимального расхода теплоты на отопление 1 м² общей площади жилых зданий (значения $q_o^{укр}$ приведены в таблице 2); A – общая площадь жилых зданий, м²; K₁ – коэффициент, учитывающий расход теплоты на отопление общественных зданий. При отсутствии данных рекомендуется принимать K₁ = 0,25.

Таблица 2 – Укрупненные показатели максимального теплового потока на отопление жилых зданий на 1 м² общей площади q_o , Вт

Этаж жилой застройки	Характеристика зданий	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления $t_{но}$, °С										
		-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50	-55
Для постройки до 1985 г.												
1 - 2	Без учета внедрения энергосберегающих мероприятий	148	154	160	205	213	230	234	237	242	255	271
3 - 4		95	102	109	117	126	134	144	150	160	169	179
5 и более		65	70	77	79	86	88	98	102	109	115	122
1 - 2	С учетом внедрения энергосберегающих мероприятий	147	153	160	194	201	218	222	225	230	242	257
3 - 4		90	97	103	111	119	128	137	140	152	160	171
5 и более		65	69	73	75	82	88	92	96	103	109	116
Для постройки после 1985 г.												
1 - 2	По новым типовым проектам	145	152	159	166	173	177	180	187	194	200	208
3 - 4		74	80	86	91	97	101	103	109	116	123	130
5 и более		65	67	70	73	81	87	87	95	100	102	108

Для экономного использования топлива весьма важное значение имеет выбор начала и конца отопительного сезона. Начало и конец отопительного сезона для жилых и общественных зданий обычно регламентируются местными органами власти.

Действующими в нашей стране строительными нормами и правилами продолжительность отопительного периода определяется по числу дней с устойчивой среднесуточной температурой +8 °С и ниже. Эту наружную температуру обычно считают началом и концом отопительного периода $t_{нк} = +8$ °С. Однако эксплуатационные наблюдения показывают, что нельзя оставлять жилые и общественные здания без отопления в течение продолжительного времени при наружной температуре t_n ниже +10 ÷ +12 °С, так как это приводит к заметному снижению внутренней температуры в помещении и неблагоприятно отражается на самочувствии населения.

Переход от директивной экономики к рыночной в принципе снимает какие-либо ограничения в назначении продолжительности отопительного периода. Эту продолжительность (начало и конец) определяет потребитель тепловой энергии – абонент энергоснабжающей организации. В то же время для энергоснабжающей организации важно знать продолжительность периода, в течение которого будет иметь место спрос на теплоту, подлежащий удовлетворению энергоснабжающей организацией. Такой спрос на теплоту должен определяться, как правило, на основании многолетних статистических данных с учетом прогноза роста (снижения) присоединенных к тепловым сетям тепловых нагрузок.

Вентиляция. Назначением вентиляции является поддержание в здании нормального состояния воздушной среды путем нагнетания в него чистого атмосферного воздуха и удаления из помещений вредных выделений производства, избыточных тепловыделений и влаги.

Расход теплоты на вентиляцию предприятий, а также общественных зданий и культурных учреждений составляет значительную долю суммарного теплоснабжения объекта. В производственных предприятиях расход теплоты на вентиляцию часто превышает расход на отопление.

Расход теплоты на вентиляцию принимают по проектам местных систем вентиляции или по типовым проектам зданий, а для действующих установок – по эксплуатационным данным.

Метод расчета расхода теплоты на вентиляцию по кратности воздухообмена и по удельным вентиляционным характеристикам. Ориентировочный расхода теплоты на вентиляцию, Вт или ккал/ч, можно определить по формуле:

$$Q_B = m \cdot V_B \cdot C_B (t_{вп} - t_n),$$

где m – кратность обмена воздуха, 1/с или 1/ч; V_B – вентилируемый объем здания, m^3 ; C_B – объемная теплоемкость воздуха, $C_B = 1,26$ кДж/($m^3 \cdot K$); $t_{вп}$ – температура нагретого воздуха, подаваемого в помещение, $^{\circ}C$; t_n – температура наружного воздуха, $^{\circ}C$.

Для удобства расчета эту формулу приводят к виду:

$$Q_B = q_B \cdot V (t_B - t_n),$$

где $q_B = \frac{m C_B V_B}{V}$, – удельный расход теплоты на вентиляцию, т. е. расход теплоты на $1 m^3$ вентилируемого здания по наружному обмеру и на $1^{\circ}C$ разности между усредненной расчетной температурой воздуха внутри вентилируемого помещения и температурой наружного воздуха (значения q_B приведены в таблице 1); V – наружный объем вентилируемого здания; t_B – усредненная внутренняя температура, $^{\circ}C$.

В справочной литературе приведены значения удельных расходов теплоты на вентиляцию промышленных, а также служебных и общественных зданий, на основе которых могут быть определены расчетные расходы теплоты на вентиляцию по удельным вентиляционным характеристикам.

Для снижения расчетного расхода теплоты на вентиляцию минимальная

наружная температура, по которой рассчитываются вентиляционные установки, $t_{нв}$, принимается, как правило, выше расчетной температуры для отопления $t_{но}$. По действующим нормам расчетная температура наружного воздуха для проектирования вентиляции определяется как средняя температура наиболее холодного периода, составляющего 15 % продолжительности всего отопительного периода. Исключением являются только промышленные цехи с большим выделением вредных веществ, для которых $t_{нв}$ принимается равной $t_{но}$.

Значения расчетных температур $t_{нв}$ наружного воздуха принимаются согласно СНиП «Отопление, вентиляция и кондиционирование». В качестве расчетной температуры наружного воздуха для проектирования систем вентиляции общественных, административно-бытовых и производственных помещений $t_{нв}$ в заданном населенном пункте принимают температуру, соответствующую параметрам «А» для теплого и параметрам «Б» для холодного периодов года. Для зданий сельскохозяйственного назначения, если они не установлены строительными или технологическими нормами, в качестве $t_{нв}$ принимают температуру, соответствующую параметрам «А» для теплого и холодного периодов года. Значения $t_{нв}$ представлены в СНиП «Строительная климатология».

Расчетный расход теплоты на вентиляцию:

$$Q_{вр} = q_v V (t_{вр} - t_{нв}),$$

где $t_{вр}$ – усредненная расчетная внутренняя температура, °С.

Когда температура наружного воздуха становится ниже $t_{нв}$, расход теплоты на вентиляцию не должен выходить за пределы расчетного расхода. Это достигается сокращением кратности обмена. Минимальная кратность обмена m_{min} при наружной температуре $t_{но}$ определяется по формуле

$$m_{min} = \frac{m(t_{вр} - t_{нв})}{t_{вр} - t_{но}},$$

где m – расчетная кратность обмена воздуха.

Для регулирования кратности обмена воздуха в диапазоне температур $t_{нв} > t_n > t_{но}$ вентиляционные установки должны быть оснащены авторегулирующими приборами. Ручное регулирование сложно, несовершенно и приводит к перерасходу теплоты.

Метод расчета по укрупненным показателям. При отсутствии более точных данных рекомендуется определять расчетный расход теплоты на вентиляцию общественных зданий по формуле:

$$Q_{вр} = q_o^{укр} A \cdot K_1 \cdot K_2, \text{ Вт},$$

где K_2 – коэффициент, учитывающий расход теплоты на вентиляцию общественных зданий; при отсутствии более точных данных рекомендуется принимать для общественных зданий, построенных до 1985 г. $K_2 = 0,4$; после 1985 г. $K_2 = 0,6$.

Местная вентиляция. Задачей местной вентиляции является создание на ограниченных участках помещения заданных условий. Местная вентиляция

подразделяется на приточную и вытяжную. Наибольшее распространение в качестве местной вентиляции получили воздушная завеса, устанавливаемая у ворот или дверей промышленных цехов и общественных зданий (метро, универмаги, учебные заведения) с большим транспортным и людским потоком.

Горячее водоснабжение. В связи с интенсивным жилищным строительством значительно выросла нагрузка горячего водоснабжения городов. Эта нагрузка во многих районах становится соразмерной отопительной нагрузке. Годовой отпуск теплоты на горячее водоснабжение жилых районов часто достигает 35 ÷ 40 % суммарного годового расхода теплоты района.

Метод расчета теплоты на горячее водоснабжение по удельным нормам. Горячее водоснабжение имеет весьма неравномерный характер как в течение суток, так и в течение недели. Наибольшая нагрузка горячего водоснабжения в жилых районах имеет место, как правило, в предвыходные дни (при 5-дневной рабочей недели в первый выходной день – субботу). Средненедельный или средний расход теплоты (средненедельная тепловая нагрузка) горячего водоснабжения отдельных жилых, общественных и промышленных зданий или группы однотипных зданий определяется по следующей формуле:

$$Q_G^{cp} = \frac{1,2 m (a^{cp} + b)(55 - \tau_x) c_p^{cp}}{24 \cdot 3,6}, \text{ Вт,}$$

где a^{cp} – норма расхода горячей воды с температурой $\tau_r = 55$ °С, кг (л) на 1 потребителя в средние сутки (на 1 жителя, 1 посетителя, 1 кг сухого белья и др.); значения a^{cp} принимаются согласно СНиП 2.04.01-85* «Внутренний водопровод и канализация зданий»; b – расход горячей воды с температурой $\tau_r = 55$ °С, кг (л) для общественных зданий, отнесенный к одному жителю района; при отсутствии более точных данных рекомендуется принимать $b = 25$ кг (л) на 1 чел. в сутки; m – количество людей; c_p^{cp} – массовая теплоемкость

воды, $c_p^{cp} = 4190$ Дж/(кг· К); τ_x – температура холодной воды, °С; при отсутствии данных о температуре холодной водопроводной воды ее принимают в отопительный период 5 °С, а в летний период 15 °С; $n_c = 24$ ч – расчетная круглосуточная длительность подачи теплоты на горячее водоснабжение; коэффициент 1,2 учитывает остывание горячей воды в абонентских системах горячего водоснабжения.

При определении средненедельного расхода теплоты на горячее водоснабжение только жилых зданий без учета расхода горячей воды в общественных зданиях в формуле принимают $b = 0$.

Нормы расхода горячей воды приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Нормы расхода воды потребителями

Водопотребители	Изм.	Норма расхода воды, л		
		в средние сутки, л/сут	в сутки наибольшего водопотребле- ния, л/сут	в час наибольшего водопотребле- ния, л/ч
1	2	3	4	5
1. Жилые дома квартирного типа:				
- с ваннами длиной от 1500 до 1700 мм, оборудованными душами;	житель	105	120	10
- высотой св. 12 этажей и повышенными требованиями к их благоустройству	то же	115	130	10,9
2. Общежития:				
- с общими душевыми	то же	50	60	6,3
-с душами при всех жилых комнатах	то же	60	70	8,2
- с общими кухнями и блоками душевых на этажах при жилых комнатах	то же	80	90	7,5
3. Гостиницы, пансионаты и мотели с общими ваннами и душами				
	то же	70	70	8,2
4. Гостиницы и пансионаты с душами во всех отдельных номерах				
	то же	140	140	12
5. Гостиницы с ваннами в отдельных номерах, % от общего числа номеров:				
до 25	то же	100	100	10,4
до 75	то же	150	150	15
до 100	то же	180	180	16
6. Больницы:				
-с общими ваннами и душевыми;	1 койка	75	75	5,4
-с сан. узлами, приближенными к палатам;	то же	90	90	7,7
- инфекционные	то же	110	110	9,5
7. Санатории и дома отдыха:				
-с ваннами при всех жилых комнатах;	то же	120	120	4,9
-с душами при всех жилых комнатах	то же	75	75	8,2
8. Поликлиники и амбулатории				
	больной в смену	5,2	6	1,2

Водопотребители	Изм.	Норма расхода воды, л		
		в средние сутки, л/сут	в сутки наибольшего водопотребления, л/сут	в час наибольшего водопотребления, л/ч
1	2	3	4	5
9. Детские ясли и сады:				
- с дневным пребыванием детей:				
а) со столовыми, работающими на полуфабрикатах	ребенок	11,5	16	4,5
б) со столовыми, работающими на сырье, и прачечными, оборудованными автоматическими машинами	ребенок	25	35	8
- с круглосуточным пребыванием детей:				
а) со столовыми, работающими на полуфабрикатах	то же	21,4	30	4,5
б) со столовыми, работающими на сырье, и прачечными, оборудованными автоматическими машинами	то же	28,5	40	8
10. Прачечные:				
-механизированные;	1 кг сух.	25	25	25
-немеханизированные	белья	15	15	15
11. Административные здания	1 работающий	5	7	2
12. Учебные заведения	1 уч-ся и 1 преп.	6	8	1,2
13. Общеобразовательные школы	то же	3	3,5	1
14. Профтехучилища	то же	8	9	1,4

Водопотребители	Изм.	Норма расхода воды, л		
		в средние сутки, л/сут	в сутки наибольшего водопотребле- ния, л/сут	в час наибольшего водопотребле- ния, л/ч
1	2	3	4	5
15. Научно-исследовательские институты и лаборатории:				
-химического профиля	1 рабо- тающий	60	80	8
-биологического профиля		55	75	8,2
-физического профиля		15	20	1,7
-естественных наук		5	7	1,7
16. Аптеки	то же	5	7	2
17. Предприятия общественного питания:				
-для приготовления пищи; -выпускающие полуфабрикаты:	1 усл. блюдо	12,7	12,7	12,7
а) мясные	1 т	-	3100	-
б) рыбные		-	700	-
18. Магазины:				
- продовольственные	1 рабо- тающий в смену	65	65	9,6
- промтоварные		5	7	2
19. Парикмахерские	1 рабочее место в смену	33	35	4,7
20. Кинотеатры	1 место	1,5	1,5	0,2
21. Клубы	то же	2,6	3	0,4
22. Театры:				
- для зрителей;	1 место	5	5	0,3
- для артистов	1 артист	25	25	2,2

Средний расход теплоты на бытовое горячее водоснабжение за сутки наибольшего водопотребления вычисляется по следующим формулам:

$$Q_{\Gamma}^{\text{ср с}} = \chi_{\text{н}} Q_{\Gamma}^{\text{ср}} = \frac{1,2 m (a^{\text{ср с}} + b) (55 - \tau_{\text{x}}) c_{\text{п}}^{\text{ср}}}{24 \cdot 3,6}, \text{ Вт},$$

где $\chi_{\text{н}}$ – коэффициент недельной неравномерности расхода теплоты; $a^{\text{ср с}}$ – норма расхода горячей воды с температурой $\tau_{\text{г}} = 55 \text{ }^{\circ}\text{C}$, кг (л) на 1 потребителя в сутки

наибольшего водопотребления; значения a^{cp} принимаются согласно по таблице 3. При отсутствии опытных данных рекомендуется принимать для жилых и общественных зданий $\chi_n = 1,2$; для промышленных зданий и предприятий $\chi_n = 1$.

Нагрузка горячего водоснабжения жилых домов имеет, как правило, в рабочие дни пики в утренние и вечерние часы и провалы в дневные и поздние ночные часы. В домах с ваннами пиковая нагрузка горячего водоснабжения превышает среднесуточную в $2 \div 3$ раза. В выходные дни суточный график горячего водоснабжения имеет более равномерное заполнение.

Максимально-часовой расход теплоты на бытовое горячее водоснабжение равен среднему расходу теплоты за сутки наибольшего водопотребления, умноженному на коэффициент суточной неравномерности:

$$Q_{\Gamma}^{\max} = \chi_c \cdot Q_{\Gamma}^{cp} = \chi_n \cdot \chi_c \cdot Q_{\Gamma}^{cp} = \frac{1,2 \cdot m (a^{\max} + b) (55 - \tau_x) c_p^{cp}}{3,6}, \text{ Вт}$$

где χ_c – коэффициент неравномерности расхода теплоты за сутки наибольшего водопотребления; a^{\max} – норма расхода горячей воды с температурой $\tau_x = 55$ °С, кг (л) на 1 потребителя в час наибольшего водопотребления; значения a^{\max} принимаются согласно СНиП «Внутренний водопровод и канализация зданий».

При ориентировочных расчетах можно принимать для городов и населенных пунктов $\chi_c = 1,7 \div 2,0$; для промышленных предприятий $\chi_c = 1$.

Для покрытия пиков неравномерности горячего водопотребления в системе теплоснабжения предусматривается установка баков-аккумуляторов горячей воды. Заполнение или зарядка баков осуществляется в часы малого или полного отсутствия водоразбора, а опорожнение или разрядка – в часы пик.

4. Расчет потребности котельной в топливе

Вид топлива и его классификация (основное, резервное или аварийное) определяют по согласованию с региональными уполномоченными органами власти. Количество и способ доставки необходимо согласовывать с топливоснабжающими организациями. Проектирование котельных, для которых не определен вид топлива, не допускается. Поэтому предварительно выполняется расчет потребности котельной в топливе

Исходные данные:

Расход тепла на отопление и вентиляцию:

$Q'_{ов}$, МВт.

Расход тепла на горячее водоснабжение:

$Q'_{гвс}$, МВт.

Продолжительность отопительного периода:

$P_{от}$, суток.

Число часов работы систем вентиляции в сутки:

$P_B = 24$ часа.

Расчетная температура воздуха внутри помещения:

$t_{вп}, ^\circ\text{C}$.

Расчетная температура наружного воздуха для проектирования систем отопления:

$t_{нро}, ^\circ\text{C}$.

Температура наружного воздуха наиболее холодного месяца:

$t_{вх.м.}, ^\circ\text{C}$.

Средняя температура наружного воздуха за отопительный период:

$t_{всп.от.}, ^\circ\text{C}$.

Температура холодной воды в зимний и летний периоды соответственно: $t_{х.з.} = 5^\circ\text{C}, t_{х.л.} = 5^\circ\text{C}$

Температурный график котельной: $t_{пр}/t_{обр}, ^\circ\text{C}$

Расчет:

Средний расход тепла на отопление и вентиляцию:

$$Q_{ов} = Q' \cdot \frac{t_{сп} - t_{сп.ом}}{t_{сп} - t_{нро}}, \text{ МВт} .$$

Средний расход тепла на горячее водоснабжение в летний период:

$$Q_{гвс}^л = Q'_{гвс} \cdot \frac{t_{гвс} - t_{х.л}}{t_{гвс} - t_{х.з}} \cdot \beta, \text{ МВт} ,$$

где $t_{гвс}$ – температура горячей воды $^\circ\text{C}$; β – коэффициент, учитывающий снижение среднечасового расхода воды на ГВС в летний период года, $\beta = 0,8$;

Годовой расход тепла на отопление и вентиляцию:

$$Q_{ов}^{год} = Q_{ов} \cdot 24 \cdot P_{от} \cdot 3600, \text{ МДж} / \text{год} ,$$

где $P_{от}$ – продолжительность отопительного периода суток за год;

Годовой расход тепла на горячее водоснабжение:

$$Q_{гвс}^{год} = Q'_{гвс} \cdot 24 \cdot P_{от} \cdot 3600 + Q'_{гвс} \cdot 24 \cdot (350 - P_{от}) \cdot 3600, \text{ МДж} / \text{год} ,$$

где 350 – расчетное число суток в году работы системы горячего водоснабжения;

$(350 - P_{от})$ – продолжительность неотапливаемого периода суток за год.

Суммарный годовой отпуск тепла:

$$Q_{отп}^{год} = Q_{ов}^{год} + Q_{гвс}^{год}, \text{ МДж} / \text{год} .$$

Суммарный годовой расход тепла с учетом потерь (годовая выработка тепла котельной):

$$Q_{выр}^{год} = 1,1 \cdot Q_{отп}^{год}, \text{ МДж} / \text{год} .$$

Годовой расход условного топлива:

$$B_{усл}^{год} = \frac{Q_{выр}^{год}}{Q_{усл}^r \cdot \eta_k}, \text{ т} / \text{год} ,$$

где $Q_{\text{исл}}^{\text{r}}$ – теплота сгорания условного топлива, $Q_{\text{исл}}^{\text{r}} = 29330$ кДж/кг; $\eta_{\text{к}}$ – КПД котлоагрегата.

Годовой расход газа:

$$B_{\text{г}}^{\text{год}} = \frac{Q_{\text{выр}}^{\text{год}}}{Q_{\text{г}}^{\text{d}} \cdot \eta_{\text{к}}}, \text{ м}^3 / \text{год}, \text{ где } Q_{\text{г}}^{\text{d}} \text{ – теплота сгорания газа, } Q_{\text{г}}^{\text{d}} = 35588 \text{ кДж/м}^3.$$

5. Генеральный план и транспорт

Выбор и отвод земельного участка для строительства котельной следует проводить в соответствии с проектами планировки и застройки городов, поселков и сельских населенных пунктов, генеральными планами предприятий, схемами генеральных планов групп предприятий (промышленных зон) и схемами теплоснабжения этих объектов.

Для котельных большой мощности, выполняющих функции районных тепловых станций, размеры земельных участков следует определять проектом.

Компоновку генерального плана котельной следует решать с учетом подходов железных и автомобильных дорог, выводов инженерных коммуникаций и наиболее рациональных технологических связей в увязке с генеральной схемой развития района (квартала, узла) и с учетом архитектурных требований. При разработке генерального плана котельной следует предусматривать возможность размещения укрупнительно-сборочных площадок, складских, а также временных сооружений, необходимых на период производства строительно-монтажных работ.

Склады топлива, реагентов, материалов, помещения лабораторий, а также вспомогательные помещения котельных, размещаемых на площадках промышленных предприятий, следует объединять с аналогичными зданиями, помещениями и сооружениями этих предприятий.

При проектировании котельных следует предусматривать следующие основные технологические объекты:

- главный корпус с административно-бытовыми помещениями (АБК);
- машинный зал для установки турбогенераторов;
- объекты топливного хозяйства и золошлакоудаления;
- трансформаторную подстанцию;
- газорегуляторный пункт;
- станцию сбора и перекачки конденсата;
- баки-аккумуляторы горячего водоснабжения, при необходимости;
- объекты водоподготовки и реагентного хозяйства;
- иные объекты, предназначенные для функционирования котельных, определяемые заданием на проектирование.

Размещение указанных объектов определяется заданием на проектирование в соответствии с действующими нормативными документами в

области строительства и промышленной безопасности.

Вместимость складов жидкого топлива и резервуаров сжиженного углеводородного газа (СУГ) не должна превышать, установленных объемов для складов второй категории.

Территория котельной должна иметь ограждения за исключением случаев размещения ее на территории промышленного предприятия. Вне пределов территории котельной допускается располагать разгрузочные устройства топливоподачи, приемные устройства и резервуары СУГ и испарительных установок, топливные склады, мазутные хозяйства, станции сбора и перекачки конденсата, баки-аккумуляторы горячего водоснабжения, насосные станции и резервуары противопожарного и питьевого водоснабжения, золошлакоотвалы, которые должны иметь ограждения.

Систему водоотвода с территории котельной следует проектировать открытой, а в условиях застройки – в увязке с сетями производственной и ливневой канализации предприятия или района, в котором размещается котельная.

Золошлакоотвалы следует проектировать с учетом возможности комплексной переработки по безотходной технологии золы и шлака для нужд строительства. При невозможности использования золы и шлака для нужд строительства золошлакоотвалы следует проектировать, соблюдая следующие условия:

- размеры площадки золошлакоотвалов следует предусматривать с учетом работы котельной не менее 25 лет с выделением первой очереди строительства, рассчитанной на эксплуатацию котельной в течение 10 лет;
- золошлакоотвалы следует размещать на непригодных для сельского хозяйства земельных участках вблизи площадки котельной;
- для золошлакоотвалов следует использовать низины, овраги, заболоченные места, выработанные карьеры, с учетом перспективного развития района строительства.

Транспортирование шлака и золы к месту отвала следует проводить с учетом требований по охране окружающей среды. На золошлакоотвалах следует предусматривать мероприятия по защите водоемов от выноса золы и шлака дождевыми и паводковыми водами, а также от ветровой эрозии.

Выбор схемы и системы транспортного обслуживания котельной следует выполнять на основании технико-экономического расчета, исходя из ее расчетной производительности, места расположения, очередности строительства и перспектив расширения.

При железнодорожном обслуживании режим подачи подвижного состава под разгрузку (весовая норма подачи, количество и размер ставок, продолжительность разгрузки, грузоподъемность вагонов и цистерн) устанавливаются по согласованию со станцией примыкания.

При установлении весовой нормы подачи следует учитывать вместимость склада топлива котельной и склада реагентов для водоподготовки. При доставке топлива или вывозе золы и шлака автомобильным транспортом

основной автомобильный въезд, связывающий площадку котельной с внешней сетью автомобильных дорог, должен иметь две полосы движения или закольцованную дорогу. В проектах следует предусматривать возможность подъезда автомобильного транспорта к зданиям и сооружениям котельных и оборудованию, устанавливаемому на открытых площадках. Дороги для автомобильного транспорта должны иметь твердые покрытия. Для перевозки жидкого топлива и золошлаковых отходов следует предусматривать специальные автотранспортные средства.

6. Объемно-планировочные и конструктивные решения

При проектировании зданий и сооружений котельных следует учитывать полуоткрытое и (или) открытое размещения оборудования, разрешенного к эксплуатации в этих условиях, обеспечивая защиту от шумового воздействия окружающей среды, обеспечивать единое архитектурное и композиционное решение всех зданий и сооружений, простоту и выразительность фасадов и интерьеров, а также предусматривать применение экономичных конструкций и отделочных материалов. Внешний вид, материалы и цвет наружных ограждающих конструкций котельных следует выбирать, учитывая архитектурный облик расположенных вблизи зданий и сооружений.

Геометрические параметры зданий и сооружений, размеры пролетов, шагов колонн и высот этажей следует принимать в соответствии с параметрами оборудования, предусмотренного технологической схемой здания. Размеры пролетов этажерок допускается принимать кратными 1,5 м. Высоту встроенных антресолей или площадок под оборудование следует принимать по технологическим требованиям и назначать их кратными 0,3 м. Устройство помещений и чердачных перекрытий над котлами не допускается. Данное требование не распространяется на котлы, установленные в производственных помещениях. Место установки котлов в производственных помещениях должно быть отделено от остальной части помещения перегородками из негорючих материалов (несгораемыми перегородками) по всей высоте котла, но не ниже 2 м, с устройством дверей.

В здании котельной с постоянным присутствием обслуживающего персонала следует предусматривать бытовые и служебные помещения. Не допускается размещать бытовые и служебные помещения, не предназначенные для персонала котельной, а также мастерские, не предназначенные для ремонта котельного оборудования. На каждом этаже помещения котельной должно быть не менее двух выходов, расположенных в противоположных сторонах помещения. Допускается один выход, если площадь этажа менее 200 м² и имеется второй эвакуационный выход на наружную стационарную лестницу, а в одноэтажных котельных – при длине помещения по фронту котлов не более 12 м.

Выходные двери из помещения котельной должны открываться наружу

от нажатия руки, не иметь запоров из котельной и во время работы котлов не запираются. Выходные двери из котельной в служебные, бытовые, а также вспомогательно-производственные помещения должны снабжаться пружинами и открываться в сторону котельной. Ворота помещения котельной, через которые осуществляется подача топлива и удаление золы и шлака, должны иметь тамбур или воздушную тепловую завесу. Размеры тамбура должны обеспечивать безопасность и удобство обслуживания при подаче топлива или удалении золы и шлака. Объемно-планировочные и конструктивные решения зданий и сооружений котельных должны допускать возможность их расширения.

Для монтажа крупноблочного оборудования в стенах и перекрытиях зданий котельных следует предусматривать монтажные проемы. Такие проемы следует предусматривать со стороны расширения котельной.

Отметку чистого пола котельного зала следует принимать на 0,15 м выше планировочной отметки земли у здания котельной. Размещение приямков в зоне расположения котла не допускается. Допускается устраивать приямки под котлами, если такая необходимость вызвана условиями обслуживания котла. В этом случае должна быть предусмотрена вентиляция приямка.

В зданиях и помещениях котельных с явными избыточными тепловыделениями значение сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций не нормируется, за исключением ограждающих конструкций зоны с постоянным пребыванием работающих (на высоту 2,4 м от уровня рабочей площадки) и зданий с влажным и мокрым режимом.

При проектировании зданий и сооружений котельных следует руководствоваться номенклатурой унифицированных сборных железобетонных и металлических конструкций, действующих в районе строительства, соблюдая требования общеплощадочной унификации конструкций, изделий и материалов. Использование бывших в употреблении металлоконструкций (профилей, балок, листов, полос, свай, шпунтов и др.) не допускается. Несущие конструкции зданий и сооружений котельных, как правило, следует проектировать исходя из условия выполнения работ всего нулевого цикла до начала монтажа каркаса и оборудования. Перекрытия каналов, прокладываемых в помещениях котельных, следует предусматривать сборными в уровне чистого пола. Перекрытия участков каналов, где по условиям эксплуатации необходим съем плит, масса съемного щита или плиты не должна превышать 50 кг. Конструкции каналов и полов должны быть рассчитаны на нагрузки от перемещения оборудования от монтажных проемов до места его установки и должны обеспечивать возможность проезда грузоподъемных механизмов. Расстояние от фронта котлов или выступающих частей топок до противоположной стены котельного помещения должно составлять не менее 3 м, при этом для котлов, работающих на газообразном или жидком топливе, расстояние от выступающих частей горелочных устройств до стены котельного помещения должно быть не менее 1 м, а для котлов, оборудованных механизированными топками, расстояние от выступающих частей топок должно быть не менее 2 м. Для котлов паропроизводительностью не более

2,5 т/ч минимальное расстояние от фронта котлов или выступающих частей топок до стены котельного помещения может быть сокращено до 2 м в следующих случаях:

- если топка с ручной загрузкой твердого топлива обслуживается с фронта и имеет длину не более 1 м;
- при отсутствии необходимости обслуживания топки с фронта;
- если котлы работают на газообразном или жидком топливе (при сохранении расстояния от горелочных устройств до стены котельного помещения не менее 1 м).

Расстояние между фронтом котлов и выступающими частями топок, расположенных друг против друга, должно составлять:

- для котлов, оборудованных механизированными топками – не менее 4 м;
- для котлов, работающих на газообразном или жидком топливе – не менее 4 м, при этом расстояние между горелочными устройствами – не менее 2 м;
- для котлов с ручной загрузкой твердого топлива – не менее 5 м.

При установке котельного вспомогательного оборудования и щитов управления перед фронтом котлов должна быть обеспечена ширина свободных проходов вдоль фронта не менее 1,5 м, и установленное оборудование не должно мешать обслуживанию котлов. Для жаротрубных котлов при наличии в них турболизаторов и при необходимости чистки жаровых труб расстояние от фронта до стены следует принимать по рекомендациям завода (фирмы)-изготовителя. При этом расстояние от горелки до стены должно быть не менее 1 м. Для котлов, имеющих длину колосниковой решетки (обслуживаемой с фронта) не более 1 м.

При проектировании котельных с паровыми и водогрейными котлами с давлением пара не более 0,07 МПа и температурой воды не выше 115 °С должно быть обеспечено следующее:

- ширина прохода между котлами, а также между котлом и задней стенкой помещения должна приниматься по рекомендациям завода изготовителя. При отсутствии такой информации ширина проходов между котлами, между котлом и стеной помещения должна быть не менее 1 м;
- ширина проходов между отдельными выступающими частями котлов, а также между этими частями и выступающими частями здания, лестницами, рабочими площадками и другими выступающими конструкциями не менее 0,7 м;
- при установке котлов, требующих бокового обслуживания, ширина проходов между котлами или между котлом и стеной помещения должна быть не менее 1,5 м;
- при отсутствии необходимого бокового обслуживания котлов обязательно устройство хотя бы одного прохода между котлами или между крайним котлом и стеной котельной. Ширина этих проходов, а

также ширина между котлами и задней стеной помещения котельной должна составлять не менее 1 м;

- при отсутствии необходимости бокового обслуживания и установке котлов вблизи стен или колонн обмуровка котлов должна отстоять от стены котельного помещения не менее чем на 0,7 м.

Расстояние между фронтами котлов или выступающими частями топок котлов, расположенных один против другого, должно составлять не менее 5 м, не примыкать к стене котельного помещения, а стоять от нее не менее чем на 0,7 м. Для котельных, работающих на жидком или газообразном топливе, расстояние между фронтами котлов должно быть не менее 4 м, а расстояние между горелками – не менее 2 м. При размещении перед фронтом котлов насосов, вентиляторов, а также запасов твердого топлива не более чем для одной смены работы котлов ширина свободных проходов вдоль фронта котлов должна быть не менее 1,5 м, а установленное оборудование и топливо не должны мешать обслуживанию топок и котлов.

Машины и приборы, не имеющие отношения к обслуживанию и ремонту котлов, устанавливаются в одном помещении с котлами не допускается. Для удобного и безопасного обслуживания котла, его арматуры и гарнитуры, в котельных с постоянным присутствием обслуживающего персонала должны быть установлены постоянные лестницы и площадки из негорючих материалов, снабженные металлическими перилами. Для котельных без обслуживающего персонала допускается использование передвижных площадок, стремянок и лестниц, оборудованных перилами.

Площадки и лестницы для обслуживания, осмотра, ремонта оборудования под давлением должны быть выполнены с перилами высотой не менее 0,9 м со сплошной обшивкой по низу на высоту не менее 100 мм. Переходные площадки и лестницы должны иметь перила с обеих сторон. Площадки при расстоянии от тупикового конца до лестницы (выхода) более 5 м должны иметь не менее двух лестниц (двух выходов), расположенных в противоположных концах. Применение гладких площадок и ступеней лестниц, а также выполненных из прутковой (круглой) стали не допускается. Лестницы должны иметь ширину не менее 600 мм, высоту между ступенями не более 200 мм, ширину ступеней не менее 80 мм. Лестницы большой высоты должны иметь промежуточные площадки. Расстояние между площадками должно быть не более 4 м. Лестницы высотой более 1,5 м должны иметь угол наклона к горизонтали не более 50°. Ширина свободного прохода площадок должна быть не менее 600 мм, а для обслуживания арматуры, контрольно-измерительных приборов и другого оборудования – не менее 800 мм. Свободная высота над полом площадок и ступенями лестниц должна быть не менее 2 м. Полы помещений котельной необходимо выполнять из негорючих материалов с негладкой и нескользкой поверхностью; они должны быть ровными и иметь устройства для сбора и отвода воды в канализацию.

Каналы в котельном помещении следует перекрывать съемными плитами на уровне чистого пола. Металлические перекрытия каналов следует выполнять из рифленой стали. Неперекрытые прямки и углубления следует ограждать

перилами высотой не менее 0,9 м. Использование бывших в употреблении профилей, листов, полос и других металлоконструкций не допускается.

При проектировании котельных технологическое оборудование со статическими и динамическими нагрузками, не вызывающими в подстилающем бетонном слое пола напряжений, превышающих напряжения от воздействия монтажных и транспортных нагрузок, следует устанавливать без фундаментов. Для блочно-модульных котельных следует предусматривать технологическое оборудование, статические и динамические нагрузки которого позволяют устанавливать его без фундаментов.

Площадь и размещение оконных проемов в наружных стенах следует определять из условия естественной освещенности, а также с учетом требований необходимой площади открываемых проемов. Площадь оконных проемов должна быть минимально необходимой. Коэффициент естественной освещенности при боковом освещении в зданиях и сооружениях котельных надлежит принимать равным 0,5, кроме помещений лабораторий, щитов автоматики, помещений центральных постов управления и ремонтных мастерских, для которых коэффициент естественной освещенности следует принимать равным 1,5. Для котельных, работающих без постоянно присутствующего персонала, площадь и размещение оконных проемов следует определять с учетом размещения легко сбрасываемых конструкций (ЛСК).

Внутренние поверхности ограждающих конструкций помещений топливоподачи, пылеприготовления и помещений котельных при сжигании твердого топлива должны быть гладкими и окрашенными влагостойкими и огнестойкими красками в светлые тона. Имеющиеся выступы и подоконники следует выполнять с откосами под углом 60° к горизонту и окрашиваться влагостойкими красками. Полы указанных помещений следует проектировать с учетом применения гидроуборки пыли.

Для определения состава специальных бытовых помещений и устройств перечень профессий работников котельных по категориям работ следует принимать в соответствии с «Перечнем профессий работников котельных по категориям работ и состав специальных бытовых помещений и устройств». При численности работающих в котельной в наиболее многочисленной смене от 6 до 30 чел. необходимо предусматривать следующие помещения: кабинет начальника котельной или конторское помещение, гардеробные с умывальниками, уборные, душевые, комната приема пищи, комната обогрева и кладовая инвентаря. При числе работающих в котельной до 5 чел. в смену не предусматривается комната начальника котельной (административное помещение), а также умывальник в помещении гардеробной. В котельных, работающих без постоянного присутствия обслуживающего персонала, следует предусматривать уборную и умывальник.

В отдельно стоящих зданиях насосных станций жидкого топлива с постоянным обслуживающим персоналом следует предусматривать гардеробную, уборную, душевую, комнату обогрева. В отдельно стоящих зданиях водоподготовки следует предусматривать гардеробную, уборную, душевую. В помещении котельной, когда оборудование размещается на нескольких отметках (нулевой, площадке управления, промежуточных этажах) следует предусматривать ремонтные зоны для транспортирования и

размещения при ремонте материалов и оборудования с нагрузкой на перекрытие 500 – 1500 кг/м².

Независимо от типа грузоподъемных механизмов для ремонтных работ в котельной следует предусматривать лифты для обслуживающего персонала из расчета по одному грузопассажирскому лифту на четыре паровых котла с единичной производительностью 100 т/ч и более либо четыре водогрейных котла тепловой мощностью 116,3 МВт и более каждый.

В котельных следует предусматривать помещение для складирования запчастей. Отсутствие склада должно быть обосновано техническим заданием на проектирование.

7. Методика расчета тепловой схемы котельной

Расчет ведется для четырех характерных режимов работы системы теплоснабжения:

- для максимально-зимнего режима при температуре наружного воздуха равной расчетной для проектирования систем отопления $t_{в} = t_{нро}$;
- для режима наиболее холодного месяца при температуре наружного воздуха наиболее холодного месяца $t_{в} = t_{вх.м.}$;
- для средне-отопительного режима при температуре наружного воздуха средней за отопительный период $t_{в} = t_{ср.от.}$;
- для летнего режима, нет нагрузки на отопление и вентиляцию.

Тепловая схема котельной представлена на рисунке.

Исходные данные:

Тепловые нагрузки котельной

- на отопление и вентиляцию:

$$Q_{ов} = Q'_{ов} \cdot \frac{t_{сп} - t_{с}}{t_{сп} - t_{нро}}, \text{ МВт},$$

где $t_{вр}$ – расчетная температура воздуха внутри помещения, °С; $t_{нро}$, – расчетная температура наружного воздуха для проектирования систем отопления, °С; $t_{в}$ – температура наружного воздуха.

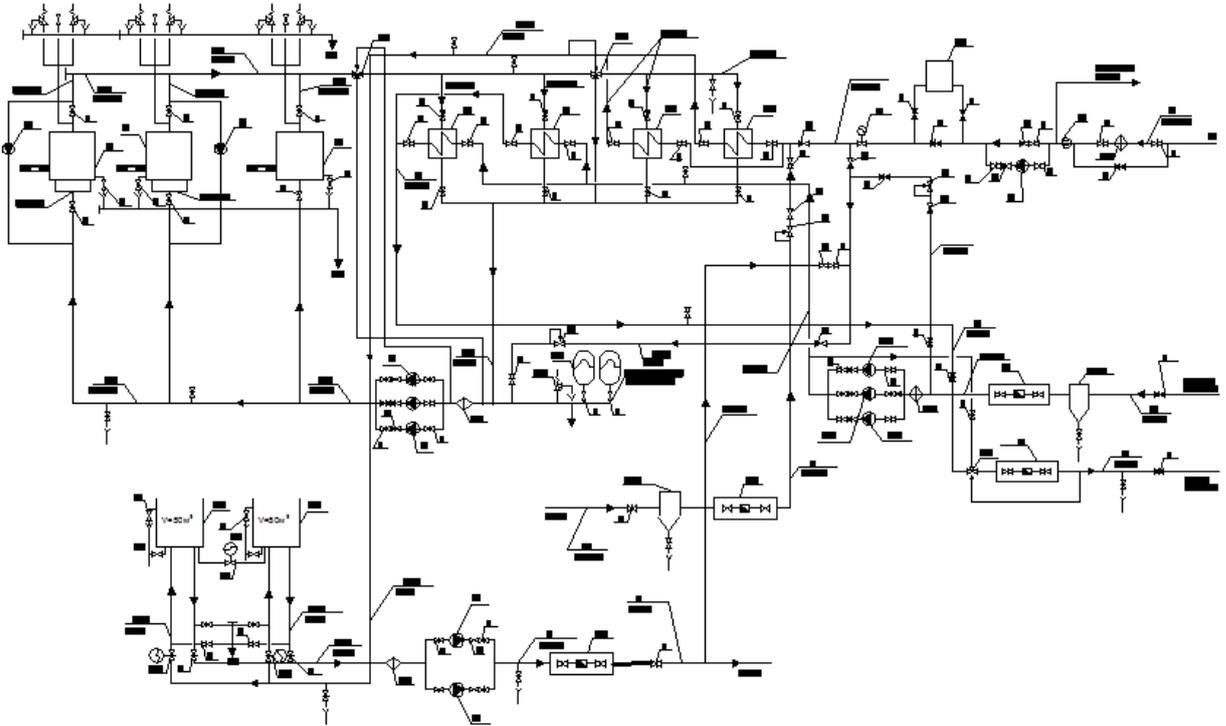
- на горячее водоснабжение:

$$Q'_{гвс}, \text{ МВт}.$$

Для летнего режима:

$$Q'_{гвс} = Q'_{гвс} \cdot \frac{t_{гвс} - t_{х.л.}}{t_{гвс} - t_{х.з}} \cdot \beta, \text{ МВт},$$

где $t_{гвс}$ – температура горячей воды °С.



Тепловая схема котельной

Параметры теплоносителя в данном расчетном режиме следующие:

- температура прямой сетевой воды t_1 , °С;
- температура обратной сетевой воды t_2 , °С;
- температура воды для горячего водоснабжения $t_{ГВС}$, °С.

Потери тепла в теплосетях на собственные нужды:

$$Q_{\text{пот}} = 0,1x (Q_{\text{ов}} + Q_{\text{ГВС}}), \text{ МВт.}$$

Суммарная тепловая нагрузка котельной:

$$Q_{\text{кот}} = Q_{\text{ов}} + Q_{\text{ГВС}} + Q_{\text{пот}}, \text{ МВт.}$$

Расчетный расход сетевой воды для нужд отопления и вентиляции:

$$G_{\text{ов}} = 1,1 \cdot Q_{\text{ов}} \cdot 10^3 / (t_1 - t_2) \cdot C, \text{ кг/с,}$$

где C – теплоемкость воды кДж/кг°С.

Расчетный расход воды для нужд горячего водоснабжения:

$$G_{\text{ГВС}} = 1,1 \cdot Q_{\text{ГВС}} \cdot 10^3 / (t_{\text{ГВС}} - t_{\text{х3}}) \cdot C, \text{ кг/с.}$$

Расчетный расход воды для подпитки теплосети:

- для открытых систем теплоснабжения:

$$G_{\text{под}} = 1,2 \cdot G_{\text{ГВС}} + \frac{0,75}{100} \cdot (Q_{\text{ГВС}} + Q_{\text{ов}}) \text{ кг/с.}$$

- для закрытых систем теплоснабжения:

$$G_{\text{под}} = \frac{0,75}{100} \cdot (Q_{\text{ГВС}} + Q_{\text{ов}}) \text{ кг/с.}$$

Температура прямой воды в циркуляционном контуре τ_1 , °С.
Температура обратной воды в циркуляционном контуре τ_2 , °С.
Температура исходной воды $t_{хз} = 5$ °С.
Расход котловой воды на теплообменник ГВС:

$$G_{\text{ТОГВС}} = \frac{G_{\text{под}} \cdot (t_{\text{звс}} - t_{\text{хз}})}{(\tau_1 - \tau_2) \cdot \eta}, \text{ кг/с},$$

где η – КПД теплообменника $\eta = 0,98$

Расход котловой воды на теплообменники сетевой воды:

$$G_{\text{ТОСВ}} = \frac{1,1 \cdot Q_{\text{ов}} \cdot 10^3}{(\tau_1 - \tau_2) \cdot C \cdot \eta} \text{ кг/с}.$$

Расход воды через котлы:

$$G_{\text{к}} = G_{\text{ТОГВС}} + G_{\text{ТОСВ}}, \text{ кг/с}.$$

8. Выбор основного и вспомогательного оборудования

Выбор основного и вспомогательного оборудования производится на основании расчета тепловой схемы.

Котельные установки. Для котельных в зависимости от назначения в качестве генераторов тепловой энергии следует применять котельные установки с паровыми, пароводогрейными и водогрейными котлами. Производительность, коэффициент полезного действия (КПД), аэродинамическое и гидравлическое сопротивление, эмиссия вредных выбросов и другие параметры работы котлов следует принимать по данным завода (фирмы)-изготовителя.

Внутри производственных помещений допускается установка:

а) прямоточных котлов паропроизводительностью не более 4 т/ч каждый;

б) паровых котлов, удовлетворяющих условию:

$(t - 100) V < 100$ (для каждого котла), где t – температура насыщенного пара при рабочем давлении, °С; V – водяной объем котла, м³;

в) водогрейных котлов производительностью каждый не более 2,5 МВт, не имеющих барабанов.

Котельные, вырабатывающие в качестве теплоносителя воду с температурой выше 95 °С, должны быть обеспечены двумя независимыми источниками электропитания.

Для котельных, имеющих паровые котлы с общей установленной производительностью более 20 т/пара в час, в качестве второго независимого источника электропитания используют паровые турбогенераторы напряжением 0,4 кВ. Тип и количество турбогенераторов обосновывают расчетом.

Для котельных, работающих на жидком или газообразном топливе, в

качестве второго источника электропитания используют электрогенераторы с приводом от дизельных установок, работающих на жидком топливе или газотурбинные и газопоршневые установки, работающие на газообразном топливе.

Число котлов, устанавливаемых в котельных, и их производительность, следует определять по расчетной максимальной и минимальной мощности на основании технико-экономических расчетов.

Производительность котлов, установленных в котельной, следует выбирать, обеспечивая:

- расчетную мощность котельной;
- стабильную работу котлов при минимально допустимой нагрузке в теплый период года.

При выходе из строя наибольшего по производительности котла в котельных первой категории оставшиеся котлы должны обеспечивать отпуск тепловой энергии потребителям первой категории в количестве, определяемом:

- минимально допустимыми нагрузками (независимо от температуры наружного воздуха) – на технологическое теплоснабжение и системы вентиляции;
- режимом наиболее холодного месяца – на отопление и горячее водоснабжение.

При выходе из строя одного котла независимо от категории котельной количество тепловой энергии, отпускаемой потребителям второй и третьей категорий, следует обеспечивать в размерах, указанных в таблице 4.

Таблица 4 – Допустимое снижение подачи теплоты

Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, °С	Минус 10	Минус 20	Минус 30	Минус 40	Минус 50
Допустимое снижение подачи теплоты до, %	78	84	87	89	91

Примечание: данные значения соответствуют температуре наружного воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92.

В котельных следует предусматривать установку не менее двух котлов; в производственных котельных второй категории допускается установка одного котла.

Основное требование к выбору конструкции котлов, водоподогревателей и другого вспомогательного оборудования – обеспечение надежной и безопасной эксплуатации на расчетных параметрах в течение расчетного ресурса безотказной работы, принятого в технических условиях, а также возможность технического освидетельствования, очистки, промывки и восстановительного ремонта.

За выбор конструкции и материалов котлов, вспомогательного оборудования и их элементов, расчет на прочность, качество изготовления отвечает завод-изготовитель, за правильность применения, качества монтажа, наладки и ремонта, а также за соответствие их стандартам отвечает организация (предприятие), выполнявшая соответствующие виды работ и имеющая соответствующие допуски саморегулируемой организации (СРО).

Участки элементов котлов, водоподогревателей и трубопроводов с повышенной температурой поверхности, доступные для обслуживающего персонала, должны быть покрыты тепловой изоляцией, обеспечивающей температуру наружной поверхности не выше 55°С при температуре окружающей среды не выше 25°С.

В зависимости от вида используемого топлива и способа его сжигания используют котельные агрегаты оснащенные:

- камерными топками для сжигания газообразного и жидкого топлива;
- камерными топками для сжигания твердого топлива в пылевидном состоянии;
- слоевыми топками для сжигания твердого топлива в слое;
- топками специальных конструкций для сжигания дров, древесных отходов, торфа, брикетов и пеллет, изготовленных из этих материалов;
- факельно-слоевыми топками (топки вихревые или с кипящим слоем) для сжигания твердого топлива с большим содержанием мелких фракций.

В газоходах за каждым котлом с топочной камерой, работающей под разрежением на общую дымовую трубу устанавливают дымовую заслонку (шибер) с указанием положения заслонки. В верхней части заслонки котлов, работающих на газе или жидком топливе, выполняют отверстие диаметром не менее 50 мм.

Каждый котел с камерным сжиганием как под разрежением, так и под давлением, пылевидного, газообразного, жидкого топлива или с шахтной топкой для сжигания торфа, опилок, стружек и других мелких производственных отходов должен быть оборудован взрывными предохранительными клапанами. Взрывные клапаны следует устанавливать на горизонтальных участках газоходов сразу за котлом.

При использовании жидкого топлива для сбора случайных проливов и течей под форсунками котлов следует устанавливать поддоны с песком, предотвращающие попадание топлива на пол котельной.

Котлы и все вспомогательное оборудование котельных, подлежащие обязательной сертификации, должны иметь сертификаты соответствия техническим регламентам и разрешение на применение.

Конструкция топки котла, работающего на жидком и газообразном топливе, и размещение в ней горелок должны обеспечивать возможность ведения устойчивого процесса горения и контроля за этим процессом и исключать возможность образования застойных и плохо вентилируемых зон топки.

Ввод рециркулирующих газов в топочную камеру не должен нарушать

устойчивость процесса горения.

Газоходы на линии отвода продуктов сгорания и газоходы рециркуляции продуктов сгорания в топку котлов не должны иметь невентилируемых участков, в которых могли бы задерживаться или скапливаться продукты сгорания или газа.

Воздушный тракт котла от воздухоподогревателя до горелок следует выполнять таким образом, чтобы была обеспечена возможность его полной вентиляции в топку.

Площадки для обслуживания мазутных форсунок, а также над выхлопными отверстиями взрывных предохранительных клапанов топки и газоходов должны быть сплошными.

Газоходы от котла до дымовой трубы должны быть рассчитаны на рабочее давление (разрежение).

Котлы следует оборудовать средствами очистки конвективных поверхностей нагрева и воздухоподогревателей. Воздухоподогреватели котлов должны быть оборудованы средствами пожаротушения. В качестве основного противопожарного средства следует использовать воду. Для тушения пожара в конвективной шахте котла с трубчатым воздухоподогревателем допускается вместо воды применять перегретый или сухой насыщенный пар.

Все горелки вновь вводимых и реконструируемых котлов должны быть оснащены запально-защитными устройствами (ЗЗУ). Необходимо предусматривать возможность отключения подачи топлива на горелку вручную с площадки обслуживания.

Степень оснащённости котла «хвостовыми» поверхностями нагрева следует определять заводом-изготовителем исходя из достижения оптимального значения КПД. В качестве «хвостовых» поверхностей нагрева используют воздухоподогреватели, поверхностные, контактные и конденсационные экономайзеры.

При проектировании котельных следует исходить из условий комплектной поставки котельных установок, включая топочные устройства, «хвостовые» поверхности нагрева, тягодутьевые установки, золоуловители, контрольно-измерительные приборы, средства регулирования и управления.

Котельные установки поставляют заводской компоновки. Разработка новых компоновок котельных установок допускается только при отсутствии заводских решений, а также при реконструкции или техническом перевооружении котельных. Изменение компоновки должно быть согласовано заводом-изготовителем.

Трубопроводы. В котельных с паровыми котлами с давлением пара выше 0,07 МПа и водогрейными котлами с температурой воды выше 115 °С (независимо от давления) трубы, материалы и арматура должны соответствовать требованиям национальных стандартов. Использование восстановленных стальных труб и бывших в употреблении материалов, арматуры не допускается.

Магистральные трубопроводы, к которым присоединяют паровые котлы, следует предусматривать одинарными секционированными или двойными в

котельных первой категории. В остальных случаях секционирование определяют в задании на проектирование.

Магистральные питательные трубопроводы паровых котлов давлением свыше 0,07 МПа следует проектировать двойными для котельных первой категории. В остальных случаях эти трубопроводы предусматривают одинарными несекционированными.

Магистральные подающие и обратные трубопроводы систем теплоснабжения, к которым присоединяют водогрейные котлы, водоподогревательные установки и сетевые насосы, следует предусматривать одинарными секционированными или двойными для котельных первой категории независимо от расхода тепла и для котельных второй категории - при расходе тепла 350 МВт и более. В остальных случаях эти трубопроводы должны быть одинарными несекционированными.

Магистральные паропроводы, питательные трубопроводы, подающие и обратные трубопроводы систем теплоснабжения для котельных с паровыми котлами с давлением пара до 0,07 МПа и температурой воды не выше 115 °С независимо от категории принимают одинарными несекционированными.

При установке котлов с индивидуальными питательными насосами питательные трубопроводы следует предусматривать одинарными.

Трубопроводы пара и воды от магистралей к оборудованию и соединительные трубопроводы между оборудованием следует предусматривать одинарными.

Диаметры паропроводов следует принимать исходя из максимальных часовых расчетных расходов теплоносителя и допускаемых потерь давления. При этом скорости пара следует принимать не более:

- для перегретого пара при диаметре труб до 200 мм – 40 м/с; свыше 200 мм – 70 м/с;
- для насыщенного пара при диаметре труб до 200 мм – 30 м/с; свыше 200 мм – 60 м/с.

Горизонтальные участки трубопроводов в котельных необходимо прокладывать с уклоном не менее 0,004, а для трубопроводов тепловых сетей допускается уклон не менее 0,002. Отбор среды от паропроводов следует проводить из верхней образующей трубопровода. Отключаемые участки, а также нижние и концевые точки паропроводов должны иметь устройства для периодической продувки и отвода конденсата: штуцера с вентилями, конденсатоотводчики. Во избежание обратного тока при остановке системы за конденсатоотводчиком следует устанавливать обратный клапан.

Для периодического спуска воды или периодической продувки котла, дренажа трубопроводов, паропроводов и конденсатопроводов следует предусматривать в нижних точках трубопроводов устройства для спуска воды (спускники) и общие сборные спускные и продувочные трубопроводы, а в высших точках трубопроводов – устройства для выпуска воздуха (воздушники).

Соединение всех трубопроводов, кроме гуммированных, следует предусматривать на сварке. На фланцах допускается присоединение трубопроводов к арматуре и оборудованию.

Применение муфтовых соединений допускается на трубопроводах пара и воды диаметром до 100 мм с температурой среды не выше 250 °С и давлением до 1,6 МПа, для котельных с котлами с давлением пара до 0,07 МПа и температурой воды не выше 115 °С. Для трубопроводов, расположенных в пределах котлов, с давлением пара свыше 0,07 МПа и температурой выше 115 °С допускается предусматривать применение муфтовых соединений.

Для установки измерительных и отборных устройств на трубопроводах следует предусматривать прямые участки длиной, определяемой инструкцией завода-изготовителя устройства.

Оснащение запорных устройств котельных электрическими приводами следует проводить в зависимости от степени автоматизации технологического процесса, требований дистанционного управления и безопасности эксплуатации по заданию на проектирование.

Арматура котла и его трубопроводы. Арматура, установленная на котлах и трубопроводах, должна иметь маркировку, в которой надлежит указывать:

- диаметр условного прохода;
- условное или рабочее давление и температуру среды;
- направление потока среды.

На штурвалах арматуры должны быть указаны направления вращения для их открывания и закрывания.

На паропроводе от котла устанавливают запорный вентиль или задвижку. Запорные органы на паропроводе следует располагать ближе к котлу.

На питательном трубопроводе парового котла устанавливают обратный клапан и запорную арматуру.

На подпиточном трубопроводе водогрейного котла устанавливают обратный клапан и запорную арматуру.

При наличии нескольких питательных насосов, имеющих общий всасывающий и нагнетательный трубопроводы, у каждого насоса на стороне всасывания и на стороне нагнетания устанавливают запорные органы. На напорном патрубке питательного или циркулирующего центробежного насоса до запорного органа устанавливают обратный клапан.

Питательный трубопровод должен иметь патрубки для выпуска воздуха из верхней точки трубопровода и дренажи для спуска воды из нижних точек трубопровода.

У каждого водогрейного котла, подключенного к общим трубопроводам сетевой воды, на подающем и обратном трубопроводах котла монтируют по одному запорному органу.

Для предотвращения перегрева стенок водогрейного котла и повышения в нем давления при аварийной остановке сетевых насосов в системе с принудительной циркуляцией между котлом и вентилем (задвижкой) на выходном трубопроводе должно быть установлено устройство для сброса воды с отводом в безопасное место.

На спускных, продувочных и дренажных линиях трубопроводов паровых котлов с давлением пара не более 0,07 МПа и водогрейными котлами с

температурой нагрева воды не выше 115 °С следует предусматривать установку одного запорного органа.

Вспомогательное оборудование. Выбор вспомогательного оборудования котельной следует проводить по данным расчета тепловой схемы и составленному пароводяному балансу с компенсацией потерь воды, пара, конденсата добавочной химически обработанной воды.

В проектах котельных в зависимости от требований заводоизготовителей необходимо предусматривать устройства для удаления газов, растворенных в добавочной воде газов и во всех потоках конденсата, поступающих в котельную – дегазацию термическим или химическим путем.

В зависимости от качества и давления конденсата, возвращаемого от внешних потребителей, следует предусматривать его подачу в деаэраторы или на станцию очистки конденсата. Конденсат от пароводяных подогревателей котельных должен направляться непосредственно в деаэраторы питательной воды.

Деаэраторы. Для деаэрации питательной воды паровых котлов следует предусматривать деаэраторы атмосферного давления. Применение деаэраторов повышенного давления допустимо по результатам теплового расчета тепловой схемы котельной.

В котельных с водогрейным и котлами с температурой нагрева воды не ниже 130 °С для деаэрации подпиточной воды следует предусматривать вакуумные деаэраторы.

Для котельных с чугунными и стальными водогрейными котлами и натрий-катионированием необходима термическая или химическая деаэрация (сульфитирование) воды, а при расходе подпиточной воды менее 50 т/ч и магнитной обработке или дозировании комплексонов термическую деаэрацию предусматривать не следует.

Суммарная производительность деаэраторов должна обеспечивать деаэрацию:

- питательной воды паровых котлов – по установленной производительности котельной (без учета резервных котлов);
- подпиточной воды при закрытых и открытых системах теплоснабжения.

В проектах котельных с паровыми котлами при открытых и закрытых системах теплоснабжения следует предусматривать отдельные деаэраторы питательной и подпиточной воды. Общий деаэратор питательной и подпиточной воды допускается предусматривать при закрытых системах теплоснабжения. Два и более деаэратора питательной воды следует предусматривать при установке котлов с рабочим давлением свыше 1,4 МПа:

- в котельных первой категории;
- при значительных колебаниях нагрузок (летних, ночных, технологических), которые не обеспечиваются одним деаэратором;
- компоновке котлов с соответствующим вспомогательным оборудованием в виде блок-секций.

При установке в котельной одного деаэратора питательной воды и невозможности останова котельной на время ремонта деаэратора следует предусматривать бак атмосферного давления для сбора воды и конденсата, поступающих в деаэратор. Вместимость бака должна быть не менее пятиминутной производительности деаэратора, подключение бака – непосредственно к питательным насосам.

При параллельном включении двух и более деаэраторов атмосферного или повышенного давления следует предусматривать уравнивательные линии по воде и пару, а также обеспечивать распределение воды, конденсата и пара пропорционально производительности деаэраторов.

Параллельное включение вакуумных деаэраторов, как правило, не предусматривается.

Для создания разрежения в вакуумных деаэраторах следует применять вакуум-насосы, а также водоструйные или пароструйные эжекторы. Для водоструйных эжекторов следует предусматривать контур рабочей воды с насосами и баками рабочей воды. Вместимость баков рабочей воды должна быть не менее трехминутной производительности деаэратора.

При вакуумной деаэрации подпиточной воды необходимо предусматривать установку промежуточных баков деаэрированной воды. При наличии необходимых высотных отметок установки деаэратора возможна схема со сливом деаэрированной воды непосредственно в баки-аккумуляторы.

Перед деаэраторами подпиточной воды следует предусматривать максимально возможный подогрев умягченной воды.

Высоту установки деаэраторов и конденсатных баков следует принимать исходя из условия создания подпора у питательных и подпиточных насосов, исключаящего возможность вскипания воды в насосах.

Насосы. При определении производительности питательных насосов следует учитывать расходы:

- на питание всех рабочих паровых котлов;
- непрерывную продувку котлов;
- редуционно-охладительные и охлаждающие установки.

Для питания котлов с давлением пара свыше 0,07 МПа следует предусматривать следующие насосы:

- с паровым приводом (поршневые, паровые объемные машины типа ПРОМ, турбонасосы) с использованием отработанного пара, при этом следует предусматривать резервный насос с электроприводом;
- только с электроприводом – при наличии двух независимых источников питания электроэнергией, в том числе от электрогенераторов собственных нужд;
- с электрическим и паровым приводами – при одном источнике питания электроэнергией.

Для питания котлов с давлением пара не более 0,5 МПа или котлов производительностью до 1 т/ч допускается применение питательных насосов только с электроприводом при одном источнике питания электроэнергией. Количество и производительность питательных насосов следует выбирать с

таким расчетом, чтобы в случае остановки наибольшего по производительности насоса, оставшиеся обеспечили подачу воды по установленной производительности котельной (без учета резервных котлов).

В котельных второй категории, в которых предусмотрены котлы в облегченной или легкой обмуровке с камерным сжиганием топлива, при условии, что теплота, аккумулированная топкой, не может привести к перегреву металла элементов котла при выходе из строя питательного насоса и автоматическом отключении подачи топлива в топку. В этом случае число насосов следует принимать не менее двух (без резервного).

Питательные насосы, допускающие их параллельную работу, следует присоединять к общим питательным магистралям. При применении насосов, не допускающих их параллельную работу, следует предусматривать возможность питания котлов по отдельным магистралям.

На питательном трубопроводе между запорным органом и поршневым насосом, у которого нет предохранительного клапана, а создаваемый напор превышает расчетное давление трубопровода, должен быть установлен предохранительный клапан.

Напор сетевых насосов следует определять для отопительного и неотапливаемого периодов и принимать равным сумме потерь напора в установках на источнике теплоты, в подающем и обратном трубопроводах от источника теплоты до наиболее удаленного потребителя и в системе потребителя (включая потери в тепловых пунктах и насосных) при суммарных расчетных расходах воды.

Напор подкачивающих насосов на подающем и обратном трубопроводах следует определять по пьезометрическим графикам при максимальных расходах воды в трубопроводах с учетом гидравлических потерь в оборудовании и трубопроводах.

Напор подпиточных насосов должен определяться из условий поддержания в водяных тепловых сетях статического давления и проверяться для условий работы сетевых насосов в отопительный и неотапливаемый периоды. Допускается предусматривать установку отдельных групп подпиточных насосов с различными напорами для отопительного, неотапливаемого периодов и для статического режима.

Подачу (производительность) рабочих подпиточных насосов на источнике теплоты в закрытых системах теплоснабжения следует принимать равной расходу воды на компенсацию потерь сетевой воды из тепловой сети, а в открытых системах – равной сумме максимального расхода воды на горячее водоснабжение и расхода воды на компенсацию потерь.

Напор смесительных насосов следует определять по наибольшему перепаду давлений между подающим и обратным трубопроводами.

Число насосов следует принимать: сетевых – не менее двух, один из которых является резервным; при пяти рабочих сетевых насосах в одной группе резервный насос допускается не устанавливать; подкачивающих и смесительных (в тепловых сетях) – не менее трех, один из которых является

резервным, при этом резервный насос предусматривается независимо от числа рабочих насосов; подпиточных – в закрытых системах теплоснабжения не менее двух, один из которых является резервным, в открытых системах – не менее трех, один из которых также является резервным; в узлах деления водяной тепловой сети на зоны (в узлах рассечки) допускается в закрытых системах теплоснабжения устанавливать один подпиточный насос без резерва, а в открытых системах – один рабочий и один резервный. Число насосов определяется с учетом их совместной работы на тепловую сеть. При определении напора сетевых насосов перепад давлений на вводе двухтрубных водяных тепловых сетей в здания (при элеваторном присоединении систем отопления) следует принимать равным расчетным потерям давления на вводе и в местной системе с коэффициентом 1,5, но не менее 0,15 МПа. Избыточный напор гасить в тепловых пунктах зданий.

Для подпитки системы отопления без расширительного сосуда в котельной должно быть установлено не менее двух насосов с электрическим приводом; подпиточные насосы должны автоматически поддерживать давление в системе.

Для подпитки системы отопления с расширительным сосудом в котельной должно быть не менее двух насосов, в том числе допускается один ручной.

Для подпитки водогрейных котлов с рабочим давлением до 0,4 МПа и общей поверхностью нагрева не более 50 м², работающих на систему отопления с естественной циркуляцией, допускается применять один ручной насос.

Допускается подпитка системы отопления от водопровода при условии, что напор воды в водопроводе превышает статическое давление в нижней точке системы не менее чем на 0,07 МПа.

Подпитку водогрейных котлов, работающих на систему отопления с принудительной циркуляцией, следует проводить в трубопровод на всасывании сетевых насосов системы отопления, а при естественной циркуляции – в обратный трубопровод системы отопления на расстоянии не менее 3 м от запорного устройства котла.

При необходимости поддержания постоянной температуры воды на входе в водогрейный котел следует предусматривать установку рециркуляционных насосов, которые могут входить в комплект поставки котла заводом-изготовителем или подбираться при проектировании в комплекте с трехходовым смесительным краном. Установку резервных рециркуляционных насосов предусматривают техническим заданием на проектирование.

Водоподогревательные установки. Производительность водоподогревательных установок следует определять:

- при наличии баков-аккумуляторов горячей воды – по сумме расчетных максимальных часовых расходов теплоты на отопление и вентиляцию, расчетных средних часовых расходов теплоты на горячее водоснабжение и расчетных расходов теплоты на технологические цели;

- при использовании водоподогревателей для систем горячего водоснабжения и отсутствии баков-аккумуляторов и при закрытых системах теплоснабжения с централизованными установками горячего водоснабжения – по расчетному максимальному расходу теплоты на горячее водоснабжение.

При определении расчетной производительности следует учитывать также расходы теплоты на собственные нужды котельной и потери теплоты в котельной и тепловых сетях.

Число водоподогревателей для систем отопления и вентиляции должно быть не менее двух. Резервные подогреватели не предусматриваются, при этом, в случае выхода из строя наибольшего по производительности подогревателя в котельных первой категории оставшиеся должны обеспечивать отпуск теплоты потребителям:

- на технологическое теплоснабжение и системы вентиляции – в количестве, определяемом минимально допустимыми нагрузками (независимо от температуры наружного воздуха);
- на отопление – в количестве, определяемом режимом наиболее холодного месяца.

Количество подогревателей для систем горячего водоснабжения (ГВС) должно быть не менее двух со 100 %-ной мощностью каждый.

При отпуске воды различных параметров для отопления и вентиляции, бытового и технологического горячего водоснабжения необходимо предусматривать отдельные водоподогревательные установки.

В котельных для открытых систем теплоснабжения и для установок централизованных систем горячего водоснабжения, водоподогреватели которых выбраны по расчетным средним часовым нагрузкам, следует предусматривать баки-аккумуляторы горячей воды, а для закрытых систем теплоснабжения – баки запаса подготовленной подпиточной воды.

В закрытых системах теплоснабжения на источниках теплоты мощностью 100 МВт и более следует предусматривать установку баков запаса химически обработанной и деаэрированной подпиточной воды вместимостью 3 % объема воды в системе теплоснабжения.

Число баков независимо от системы теплоснабжения принимается не менее двух по 50 % рабочего объема каждый.

Для открытых систем теплоснабжения, а также при отдельных тепловых сетях на горячее водоснабжение с целью выравнивания суточного графика расхода воды (производительности ВПУ) на источниках теплоты должны предусматриваться баки-аккумуляторы химически обработанной и деаэрированной подпиточной воды.

Расчетная вместимость баков-аккумуляторов должна быть равной десятикратной величине среднечасового расхода воды на горячее водоснабжение.

Для повышения надежности работы баков-аккумуляторов следует предусматривать:

- антикоррозионную защиту внутренней поверхности баков путем

применения герметизирующих жидкостей, защитных покрытий или катодной защиты и защиту воды в них от аэрации;

- заполнение баков только деаэрированной водой с температурой не выше 95 °С;
- оборудование баков переливной и воздушной трубами; пропускная способность переливной трубы должна быть не менее пропускной способности труб, подводящих воду к баку;
- конструкции опор на подводящих и отводящих трубопроводах бака-аккумулятора, исключаяющие передачу усилий на стенки и днища бака от внешних трубопроводов и компенсирующие усилия, возникающие при осадке бака;
- установку электрифицированных задвижек на подводе и отводе воды; все задвижки (кроме задвижек на сливе воды и герметика) должны быть вынесены из зоны баков;
- оборудование баков-аккумуляторов аппаратурой для контроля за уровнем воды и герметика, сигнализацией и соответствующими блокировками;
- устройство в зоне баков лотков для сбора, перелива и слива бака с последующим отводом охлажденной воды в канализацию.

Открыто установленные баки-аккумуляторы должны иметь ограждение. Расстояние от баков-аккумуляторов горячей воды до границы жилых кварталов должно быть не менее 30 м.

При необходимости в котельных следует предусматривать закрытые баки для сбора дренажей паропроводов и конденсата от оборудования собственных нужд котельной.

Необходимость применения редуционных охладительных установок (РОУ), редуционных установок (РУ) и охладительных установок (ОУ) определяется расчетом, при этом резервные РОУ, РУ и ОУ следует предусматривать только в котельных первой категории по заданию на проектирование. Для снижения давления насыщенного пара паровых котлов до требуемых потребителями параметров, рекомендуется использовать турбины с противодавлением 0,4 кВ. Типы и число турбин следует определять расчетом согласно техническим условиям внешних потребителей пара.

Водоподготовка и водно-химический режим. В проекте водоподготовки необходимо предусматривать решения по обработке воды для питания паровых котлов, систем теплоснабжения и горячего водоснабжения, а также по контролю качества воды и пара.

Для блочно-модульных котельных необходимо предусматривать блочную установку водоподготовки, которую выбирают в зависимости от качества исходной воды и требований к качеству подпиточной воды.

Водно-химический режим работы котельной должен обеспечивать работу котлов, пароводяного тракта, теплоиспользующего оборудования и тепловых сетей без коррозионных повреждений, без отложений накипи и шлама на внутренних поверхностях, получение пара и воды требуемого качества.

Метод обработки воды, состав и расчетные параметры сооружений водоподготовки следует выбирать на основании сравнения технико-экономических показателей вариантов в зависимости от требований к качеству пара, питательной и котловой воды паровых и водогрейных котлов, качеству воды для систем теплоснабжения и горячего водоснабжения, количества и качества возвращаемого конденсата, количества и качества отводимых сточных вод, а также от качества исходной воды. Выбор метода обработки воды, подбор оборудования должна проводить специализированная организация.

Показатели качества исходной воды для питания паровых котлов, производственных потребителей и подпитки тепловых сетей закрытых систем теплоснабжения необходимо выбирать на основании анализов.

Качество воды для заполнения и подпитки тепловых сетей закрытых систем теплоснабжения и контуров циркуляции водогрейных котлов должно соответствовать нормам, а также инструкциям заводов-изготовителей по эксплуатации водогрейных котлов.

Показатели качества пара, питательной воды паровых котлов и воды для впрыскивания при регулировании температуры перегретого пара должны соответствовать ГОСТ 20995.

Таблица 5 – Нормы качества сетевой воды

Наименование показателя	Норма
Содержание свободной угольной кислоты	0
Значение pH для систем теплоснабжения: открытых закрытых	8,5-9,0 8,5-10,5
Содержание соединений железа, мг/дм, не более, для систем теплоснабжения: открытых закрытых	0,3* 0,5
Содержание растворенного кислорода, мкг/дм, не более	20
Количество взвешенных веществ, мг/дм, не более	5
Содержание нефтепродуктов, мг/дм, не более, для систем теплоснабжения: открытых закрытых	0,1 1
* По согласованию с уполномоченными органами исполнительной власти (Роспотребнадзор) допускается 0,5 мг/дм.	

Таблица 6 – Нормы качества подпиточной воды для водогрейных котлов с нагревом от 70 до 150 °С и сетевых подогревателей с нагревом от 70 до 200 °С

Нормируемый показатель	Тип системы теплоснабжения	Значение показателя
Растворенный кислород, г/м ³	Открытая	Не более 0,05
	Закрытая	Не более 0,05
Свободная углекислота, г/м ³	Открытая	Отс.
	Закрытая	Отс.
Значение pH	Открытая	8,3-9,0
	Закрытая	8,3-9,5

Окончание табл. 6

Нормируемый показатель	Тип системы теплоснабжения	Значение показателя
Взвешенные вещества, г/м ³	Открытая	Не более 5,0
	Закрытая	Не более 5,0
Масла и нефтепродукты, г/м ³	Открытая	Не более 0,3
	Закрытая	Не более 0,3

Таблица 7 – Нормы качества питательной воды для паровых котлов

Наименование	Давление, МПа (кгс/см ²)		
	До 1,4 (14)	2,4 (14)	3,9 (24)
Содержание взвешенных веществ, мг/л	5	5	5
Общая жесткость, мкг-экв/л	20	15	10
Содержание соединений железа в пересчете на Fe, мкг/л	не нормируется	200	100
Содержание соединений меди в пересчете на Cu, мкг/л	не нормируется		
Содержание растворенного O ₂ , мкг/л	50	50	30
Значение рН при 25 °С	8,5 – 9,5		
Содержание свободной углекислоты, мкг/л	не допускается		
Содержание нитритов в пересчете на мкг/л	не нормируется		20
Содержание нефтепродуктов, мкг/л	3,0	3,0	0,5

Для жаротрубных паровых и водогрейных котлов требования к качеству питательной и подпиточной воды устанавливаются заводами-изготовителями.

Таблица 8 – Показатели качества питательной воды газотрубных котлов, работающих с докотловой обработкой

Наименование показателя	Норма для котлов, работающих	
	на жидком топливе	на других видах топлива
Прозрачность по шрифту, см	Не менее 40	Не менее 20
Общая жесткость, мкг-экв/л	30	100
Содержание растворенного кислорода, мг/л	50	100

Продувка котлов. При расчетном значении продувки менее 2 % следует предусматривать периодическую продувку, при расчетной величине продувки более 2 %, кроме периодической следует предусматривать непрерывную продувку. Значение непрерывной продувки следует принимать по техническим условиям и паспортам котлов. Это значение не должно быть менее 0,5 % и не более 10 % – для котлов давлением пара до 1,4 МПа, 5 % – для котлов давлением свыше 1,4 МПа.

При значении непрерывной продувки более 500 кг/ч для использования тепловой энергии непрерывной продувки следует предусматривать сепараторы. При значении менее 500 кг/ч следует обосновывать экономическую целесообразность использования тепловой энергии продувочной воды.

Оборудование и сооружения водоподготовительных установок. Расчетную производительность водоподготовительных установок и их оборотов следует определять:

- для паровых котлов – суммой наибольших потерь пара и конденсата у технологических потребителей и в наружных сетях, потерь воды с продувками котлов, потерь пара и конденсата в котельной и собственными нуждами котельной;
- для подпитки тепловых сетей закрытых и открытых систем расходом подпиточной воды.

Расходы воды на собственные нужды определяют расходами воды на регенерацию и промывку фильтров водоподготовки (учитывая несовпадение по времени процессов регенерации фильтров) и расходами осветленной воды на собственные нужды котельной установки.

Подогреватели исходной воды следует выбирать из расчета нагрева воды до температуры не ниже 15 °С, но не выше температуры, допускаемой по техническим характеристикам, используемых ионообменных материалов. При установке осветлителей колебания температуры исходной воды допускаются в пределах 1 °С.

Для реагентного хозяйства следует предусматривать склады мокрого хранения. При расходе реагентов до 3 т в месяц допускается их хранение в сухом виде в закрытых складах.

Высоту баков для коагулянта, поваренной соли, кальцинированной соды

и фосфатов следует принимать не более 2 м, для извести – не более 1,5 м. При механизации загрузки и выгрузки реагентов высота баков может быть соответственно увеличена до 3,5 м и 2,5 м. Заглубление баков более чем на 2,5 м не допускается.

Вместимость складов хранения реагентов следует принимать при доставке:

- автотранспортом – из расчета 10-суточного расхода;
- железнодорожным транспортом – из расчета месячного расхода;
- по трубопроводам – из расчета суточного расхода.

Склад фильтрующих материалов необходимо рассчитывать на 10 % объема материалов, загружаемых в осветлительные и катионитные фильтры, и на 25 % объема материалов, загружаемых в анионитные фильтры.

Катиониты и аниониты надлежит хранить в упаковке изготовителя в закрытых складских помещениях при температуре не ниже 2°С на расстоянии не менее 1 м от отопительных приборов.

Вспомогательное реагентное оборудование для использования кислот, натрий гидроксида, аммиакосодержащих веществ, включающее мерники, эжекторы, насосы, расходные баки, и т. п., располагающееся в здании котельной или в отдельно стоящем здании водоподготовки, следует выделять в отдельные помещения для каждого реагента. Допускается размещать оборудование для использования кислот и натрий-гидроксида, растворов коагулянта и известкового молока в одном помещении. Каждое помещение склада кислоты не должно содержать более 50 т реагента.

Обработка конденсата. Установку очистки производственного конденсата от загрязнений следует предусматривать при значениях загрязнений не более, мг/л:

- взвешенные веществ – 300
- соединения железа – 70
- масла – 20
- смолы, фенолы, бензолы, нафталины (суммарно) – 10

При значениях загрязнений конденсата более указанных и при невозможности обработки конденсата совместно с исходной водой, а также в случаях технико-экономической нецелесообразности очистки конденсата возврат конденсата в котельную предусматривать не следует.

При проектировании следует предусматривать использование конденсата от установок мазутоснабжения котельных для питания котлов, при необходимости – с очисткой от мазута. В отдельных случаях, обоснованных технико-экономическими расчетами, допускается предусматривать сброс конденсата в канализацию после соответствующей очистки.

9. Топливное хозяйство

Вид топлива, на котором должна работать котельная, а также необходимость аварийного вида топлива для котельных устанавливаются в задании на проектирование с учетом категории котельной. Лимиты на годовое потребление топлива в установленном порядке оформляются заказчиком в соответствии с расчетными данными проектной организации.

Вид топлива для растопки и «подсвечивания» котлов с камерными топками для сжигания твердого топлива следует предусматривать исходя из требований завода-изготовителя.

Расчетный часовой расход топлива котельной определяют, исходя из работы всех установленных рабочих котлов при их номинальной тепловой мощности по значению низшей теплоты сгорания заданного вида топлива.

Суточный расход топлива следует определять:

- для паровых котлов – исходя из режима их работы при суммарной расчетной тепловой мощности;
- для водогрейных котлов – исходя из 24 ч их работы при покрытии тепловых нагрузок, рассчитанных по средней температуре самого холодного месяца.

Твердое топливо. Для паровых котлов паропроизводительностью 2 т/ч и выше и водогрейных теплопроизводительностью 1,16 МВт и выше, работающих на твердом топливе, подача топлива в котельную и топку котла должна быть механизирована.

При доставке топлива вагонные или автомобильные весы на территории котельной следует предусматривать по согласованию с топливоснабжающей организацией.

Фронт разгрузки разгрузочного устройства и фронт разгрузки склада топлива следует предусматривать совмещенными. Допускается проектирование отдельного фронта разгрузки на складе топлива.

При разгрузочном устройстве с вагоноопрокидывателем на площадке котельной следует размещать размораживающее устройство.

Склады топлива и приемно-разгрузочные устройства проектируют открытыми. Закрытые склады и приемно-разгрузочные устройства предусматривают для районов жилой застройки, по специальным требованиям промышленных предприятий, на территории которых расположена котельная, а также в районах с доставкой топлива в навигационный период.

Площадки под штабели топлива должны быть организованы на выровненном и плотно утрамбованном естественном грунте. Применение асфальта, бетона, булыжного или деревянного основания под штабель не допускается.

Вместимость склада топлива следует принимать:

- при доставке железнодорожным транспортом – не менее 14-суточного расхода;
- при доставке автотранспортом – не менее 7-суточного расхода;
- для котельных угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий при доставке конвейерами – на 2-суточный расход;

- при доставке только водным транспортом – на межнавигационный период;
- для котельных, работающих на торфе и располагаемых на расстоянии до 15 км от торфодобывающих и торфоперерабатывающих предприятий – не более 2-суточного запаса.

Габаритные размеры штабелей угля независимо от склонности его к окислению не ограничивают и определяют возможностями механизмов, которыми оборудован склад топлива. Размеры штабелей торфа следует предусматривать по длине не более 125 м, по ширине не более 30 м и по высоте не более 7 м. Углы откоса штабелей необходимо предусматривать для кускового торфа не менее 60°, для фрезерного торфа – не менее 40°. Расположение штабелей торфа следует предусматривать попарное с разрывами между подошвами штабелей в одной паре 5 м; между парами штабелей – равными ширине штабеля по подошве, но не менее 12 м. Разрывы между торцами штабелей от их подошвы следует принимать для кускового торфа 20 м, для фрезерного торфа – 45 м. Расстояние от подошвы штабеля топлива до ограждения следует принимать 5 м, до головки ближайшего рельса железнодорожного пути – 2 м, до края проезжей части автодороги – 1,5 м.

Уровень механизации угольных складов должен обеспечивать их работу с минимальной численностью персонала. Выбор системы механизации определяют с учетом климатических условий размещения котельной, часового расхода топлива, его качества и требований котельных агрегатов, по его фракционному составу.

Складские механизмы, кроме бульдозеров, резервируются одним механизмом. При механизации склада только бульдозерами резерв должен быть в размере 50 % их расчетного количества.

При выдаче угля со склада следует принимать пробег бульдозера до 75 м.

Склады торфа следует оборудовать погрузочными механизмами непрерывного действия или грейферными кранами.

Часовая производительность всех механизмов, выдающих топливо со склада, должна быть не менее производительности каждой нитки основного тракта топливоподачи. Расчетную производительность топливоподачи котельной следует определять по максимальному суточному расходу топлива котельной (с учетом расширения котельной) и количеству часов работы топливоподачи в сутки. Производительность подачи топлива на склад от разгрузочного устройства или вагонопрокидывателя определяют по производительности последнего.

Системы топливоподачи следует предусматривать однопиточными с дублированием отдельных узлов и механизмов. При работе топливоподачи в три смены следует предусматривать двухниточную систему ленточных конвейеров, из которых одна нитка конвейеров является резервной. Часовую производительность каждой нитки следует принимать равной расчетной часовой производительности топливоподачи. Подача топлива от разгрузочного устройства на склад должна осуществляться по однопиточной системе конвейеров.

При применении котлов с различными топками (камерными, слоевыми, топками «кипящего слоя») в тракте топливоподачи следует предусматривать дробилки для угля и фрезерного торфа различного измельчения топлива. При работе на топливе классов: мелкий (13 – 25 мм), семечко (6 – 13 мм), штыб (0 – 6 мм) следует предусматривать возможность работы помимо дробилок.

В тракте топливоподачи перед дробилками устанавливают устройство для улавливания из топлива металлических включений. При системах пылеприготовления со среднеходными и молотковыми мельницами это устройство следует устанавливать также после дробилок.

В основном тракте топливоподачи следует предусматривать установку ленточных весов.

При расходе топлива более 50 т/ч в тракте топливоподачи на конвейерах после дробилок следует предусматривать пробоотборные и проборазделочные установки для определения качества топлива.

При двухниточной системе топливоподачи до и после дробилок следует предусматривать перекрестные пересыпки.

Угол наклона ленточных конвейеров при транспортировании топлива на подъем и использовании гладких лент необходимо принимать не более:

- 12° – на участке загрузки недробленого крупнокускового угля;
- 15° – на недробленном крупнокусковом угле;
- 18° – на дробленном угле.

Ленточные конвейеры тракта топливоподачи следует устанавливать в закрытых отапливаемых галереях. Открытая установка ленточных конвейеров допускается для районов с температурой наружного воздуха для расчета отопления выше минус 20 °С и транспортерной лентой, рассчитанной для работы при отрицательных температурах. Ширина прохода между конвейерами должна быть не менее 1000 мм, а боковых проходов – не менее 700 мм. Высота галереи в свету в местах прохода должна быть не менее 2,2 м.

Допускаются местные сужения боковых проходов до 600 мм. При одном конвейере проход должен быть с одной стороны не менее 1000 мм, а с другой – не менее 700 мм. Расстояние между эвакуационными выходами не должно превышать 200 м для надземных галерей и 100 м для подземных галерей. В галереях через каждые 100 м необходимо предусматривать переходные мостики через конвейеры. В этих местах высота галереи должна обеспечивать свободный проход.

Угол наклона стенок приемных бункеров и пересыпных коробов принимается не менее 60°, для высоковлажных углей, шлама и промпродукта – не менее 65°. Стенки бункеров разгрузочных устройств и склада топлива должны иметь обогрев. Устройства по пересыпке топлива внутри помещения, а также бункеры сырого топлива следует проектировать герметичными с устройствами по подавлению пылеобразования или улавливанию пыли. Полезную вместимость бункера сырого топлива для каждого котла, режим работы топливоподачи, а также целесообразность устройства общих топливных бункеров котельной следует определять на основании технико-экономического сравнения показателей возможных вариантов, принимать в соответствии с

конструктивными характеристиками здания и устанавливать не менее:

- 3-часового запаса – для углей;
- 1,5-часового запаса – для торфа.

Стенки бункеров твердого топлива надлежит проектировать с гладкой внутренней поверхностью и формой, обеспечивающей спуск топлива самотеком. Угол наклона приемных и пересыпных бункеров, стенок конусной части силосов, а также пересыпных рукавов и течек следует принимать:

- 60° – для углей с углом естественного откоса не более 60°;
- 65° – для углей с углом естественного откоса более 60° и торфа;
- 70° – для промпродукта.

Внутренние грани углов бункеров должны быть закруглены или скошены. На бункерах угля и торфа следует предусматривать устройства, предотвращающие застревание топлива.

Жидкое топливо. Массу жидкого топлива, поступающего в топливохранилище, следует определять путем обмера. Установка весов для определения массы жидкого топлива не предусматривается.

Длину фронта разгрузки железнодорожных цистерн грузоподъемностью 60 т следует принимать для основного, резервного и аварийного мазутохозяйств:

- для котельных тепловой мощностью до 100 МВт – на две цистерны (одна – две ставки);
- для котельных тепловой мощностью свыше 100 МВт – исходя из слива суточного расхода мазута в две ставки.

Сливные устройства для мазута, доставляемого автомобильным транспортом, следует предусматривать на разгрузку одной автомобильной цистерны. Сливные устройства легкого нефтяного топлива следует принимать из расчета разгрузки одной железнодорожной или автомобильной цистерны.

Для разогрева и слива топлива из железнодорожных цистерн следует применять установки с циркуляционным разогревом топлива «закрытого» слива. Допускается применять разогрев мазута в железнодорожных цистернах «острым» паром и «открытый» слив в межрельсовые сливные лотки.

Уклон лотков и труб, по которым предусматривается слив топлива в топливохранилище или приемную емкость, должен быть не менее 0,01. Между лотком (трубой) сливных устройств и приемным резервуаром или в самом резервуаре следует предусматривать установку гидравлического затвора и подъемной сетки (фильтра) для очистки топлива. По всему фронту разгрузки мазута на уровне площадок обслуживания железнодорожных цистерн необходимо предусматривать эстакаду для обслуживания разогревающего устройства.

Рабочая вместимость приемного резервуара при железнодорожной доставке топлива должна быть не менее 30 % вместимости цистерн, одновременно устанавливаемых под разгрузку. Производительность перекачивающих насосов приемного резервуара следует выбирать с учетом обеспечения перекачки сливаемого мазута из цистерн одной ставки, устанавливаемых под разгрузку, не более чем за 3 ч. Следует устанавливать не менее двух насосов без резерва.

При автомобильной доставке вместимость приемного резервуара следует принимать:

- для аварийного и основного топлива в котельных с тепловой мощностью до 25 МВт – равной вместимости одной автоцистерны;
- для основного топлива в котельных с тепловой мощностью от 25 до 100 МВт – не менее 25 м³;
- тепловой мощностью выше 100 МВт – не менее 100 м³.

При этом резервуар для приема топлива из автоцистерн следует предусматривать стальным наземным.

Для хранения мазута следует предусматривать стальные или железобетонные наземные с обсыпкой или подземные резервуары. Для хранения легкого нефтяного топлива и жидких присадок следует предусматривать стальные резервуары. Допускается применение резервуаров из специальных пластиковых материалов, отвечающих климатическим условиям площадки строительства и требованиям пожарной безопасности, что должно быть подтверждено сертификатом соответствия противопожарным нормам.

Для наземных металлических резервуаров, устанавливаемых в районах со средней годовой температурой наружного воздуха до плюс 9°С, следует предусматривать тепловую изоляцию из негорючих материалов.

Вместимость резервуаров хранения жидкого топлива следует принимать по таблице 9.

Таблица 9 – Вместимость резервуаров хранения жидкого топлива

Назначение и способ доставки топлива	Вместимость хранилища
Основное, доставляемое железнодорожным транспортом	На 10-суточный расход
Основное, доставляемое автомобильным транспортом	На 5-суточный расход
Аварийное, доставляемое железнодорожным или автомобильным транспортом	На 3-суточный расход
Основное и аварийное, доставляемое по трубопроводам	На 2-суточный расход

Для хранения основного топлива следует предусматривать не менее двух резервуаров. Для хранения аварийного топлива допускается установка одного резервуара. Расходные баки жидкого топлива следует устанавливать вне котельной. В помещениях отдельно стоящих котельных (но не над котлами или экономайзерами) допускается устанавливать закрытые расходные баки жидкого топлива вместимостью не более 5 м³ для мазута и 1 м³ – для нефтяного жидкого топлива. Для блочно-модульных котельных тепловой мощностью до 10 МВт

допускается совмещать приемный резервуар и резервуар хранения. В железнодорожных цистернах температуру разогрева жидкого топлива следует принимать:

- мазута М – 4030°С;
- мазута М – 10060°С;
- легкого нефтяного топлива – 10°С.

В приемных резервуарах, сливных лотках и трубопроводах, по которым сливается мазут, следует предусматривать устройства для поддержания указанных температур.

Разогрев топлива, доставляемого автомобильным транспортом, не предусматривается.

В местах отбора жидкого топлива из резервуаров топливохранилища должна поддерживаться температура:

- мазута М 40 – не ниже – 60°С;
- мазута М 100 – 80°С;
- легкого нефтяного топлива – 10°С.

Мазутное хозяйство должно обеспечивать непрерывную подачу подогретого и профильтрованного мазута требуемого давления к горелкам.

Мазутопроводы котельных установок (от магистралей котельной до горелок) следует выполнять из бесшовных труб сваркой. Фланцевые соединения допускаются лишь в местах установки арматуры, измерительных устройств и заглушек. На мазутопроводах следует применять только стальную арматуру 1-го класса герметичности.

Для обеспечения взрывобезопасности должно быть установлено следующее:

- на отводе мазутопровода к котельной установке – запорное (ремонтное) устройство с ручным или электрическим приводом, запорное устройство с электрическим приводом, фланцевое соединение для установки заглушки с приспособлением для разжима фланцев с токопроводящей перемычкой, устройство для продувки мазутопровода и форсунок паром, расходомерное устройство для котлов мощностью более 1 МВт, предохранительно-запорный клапан (ПЗК) с быстроействием не более 3 с, регулирующий клапан;
- на отводе к рециркуляционной магистрали – расходомерное устройство, обратный клапан, устройство для установки заглушки и запорное устройство с электрическим приводом (при работе по тупиковой схеме – расходомерное устройство не устанавливается);
- на отводе к сливной магистрали (опорожнения) – устройство для установки заглушки и запорное устройство;
- на линии подвода мазута к форсунке – запорное устройство с электрическим приводом и запорное устройство непосредственно у форсунки с ручным или электрическим приводом.

На вновь вводимых газомазутных котлах теплопроизводительностью свыше 116 МВт перед каждой горелкой следует устанавливать ПЗК и запорное устройство с электрическим приводом.

На котлах, использующих мазут в автоматическом устройстве «подхвата» пылеугольного факела, на линии подвода мазута к форсунке «подхвата» факела дополнительно к двум запорным устройствам должен быть установлен электромагнитный клапан на байпасе запорного устройства с электрическим приводом. Питание электромагнита ПЗК следует осуществлять от аккумуляторной батареи или батареи предварительно заряженных конденсаторов. Схема управления электромагнитом ПЗК должна быть оснащена устройством непрерывного контроля за исправностью цепи.

Пар к форсункам должен быть подведен так, чтобы была исключена возможность попадания его в мазутный тракт форсунки во время ее работы, а также мазута в продувочный паропровод и в его конденсатные линии. Линии подвода продувочного пара к форсункам следует выполнять таким образом, чтобы они были заполнены паром, а не конденсатом.

Все мазутопроводы при установке на них электрифицированной арматуры должны быть заземлены. Запрещается прокладка мазутопроводов через газоходы котельной установки, воздухопроводы и вентиляционные шахты.

Вязкость подаваемого в котельную мазута должна быть:

- не более 3 градусов ВУ, что для мазута марки 100 соответствует нагреву примерно 115°C – при применении паромеханических форсунок;
- 2,5 градусов ВУ, что для мазута марки 100 соответствует нагреву примерно 135°C – при применении механических форсунок;
- не более 6 градусов ВУ, что для мазута марки 100 соответствует нагреву примерно 90°C – при применении паровых и ротационных форсунок.

Разогрев мазута в резервуарах хранения предусматривается циркуляционной системой. При циркуляционном разогреве мазута следует предусматривать:

- независимую схему, предусматривающую установку специальных насосов и подогревателей;
- использование насосов и подогревателей подачи мазута в котельную;
- использование насосов, перекачивающих мазут из приемной емкости.

Производительность этого оборудования должна составлять не менее 2 % вместимости самого большого резервуара.

Для разогрева мазута следует использовать пар давлением не менее 0,1 МПа или перегретую воду с температурой не менее 120 °С.

Подача жидкого топлива в котельную предусматривается по циркуляционной схеме, допускается подача легкого нефтяного топлива - по тупиковой схеме. Число насосов для подачи топлива из топливохранилища в котельную (или к котлам) следует принимать не менее двух. Один из устанавливаемых насосов – резервный. Производительность насосов подачи топлива должна быть не менее 110 % максимального часового расхода топлива при работе всех котлов по циркуляционной схеме и не менее 100 % – по тупиковой схеме.

Для очистки топлива от механических примесей следует предусматривать фильтры грубой очистки (до насосов) и тонкой очистки (за подогревателями

мазута или перед горелками). Устанавливают не менее двух фильтров каждого назначения, в том числе один резервный. При трубопроводной подаче фильтры грубой очистки не предусматриваются. В котельных, предназначенных для работы только на жидком топливе, подача топлива от топливных насосов до котлов и подача теплоносителя к установкам топливоснабжения предусматривается для котельных первой категории по двум магистралям, а для котельных второй категории по одной магистрали. Каждая из магистралей должна быть рассчитана на подачу 75 % топлива, расходуемого при максимальной нагрузке. При применении жидкого топлива в качестве резервного, аварийного или растопочного подача его к котлам предусматривается по одной магистрали независимо от категории котельной.

Для аварийного отключения на всасывающих и нагнетательных топливопроводах устанавливают запорную арматуру на расстоянии от 10 до 50 м от насосной. Расположение трубопроводов жидкого топлива в помещениях котельных следует предусматривать открытым, обеспечивающим к ним свободный доступ. Предусматривать прокладку трубопроводов жидкого топлива ниже нулевой отметки не допускается. Для трубопроводов легкого нефтяного топлива при давлении до 1,6 МПа следует применять электросварные трубы, при большем давлении – бесшовные трубы.

Для трубопроводов жидкого топлива в помещении котельной следует предусматривать стальную арматуру.

В котельных, работающих на легком нефтяном топливе, на топливопроводах на входе в котельную следует предусматривать:

- отключающее устройство с изолирующим фланцем или муфтой (при подземной прокладке) и быстродействующим запорным клапаном с электроприводом на вводе топлива в котельную, при этом быстродействующий запорный клапан должен перекрывать подачу топлива в котельную при отключении электроснабжения, по сигналу пожарной сигнализации и по сигналу загазованности при достижении концентрации СО 20 мг/м³;
- запорную арматуру на отводе к каждому котлу или горелке;
- запорную арматуру на отводе к сливной магистрали.

Применение сальниковых компенсаторов на мазутопроводах не допускается. Мазутопроводы котельной должны иметь теплоизоляционную конструкцию из негорючих материалов заводской готовности, а при прокладке на открытом воздухе – обогревающий «спутник» в общей изоляции с ним. Использование мазутопровода в качестве конструкции, несущей нагрузку от каких-либо сооружений или устройств, не допускается.

Мазутопроводы в пределах котельной должны иметь уклон не менее 0,003. Наружную прокладку топливопроводов следует предусматривать надземной. Подземная прокладка допускается в непроходных каналах со съемными перекрытиями с минимальным заглублением каналов без засыпки. В местах примыкания каналов к наружной стене здания каналы должны быть засыпаны или иметь несгораемые диафрагмы. Топливопроводы должны прокладываться с уклоном не менее 0,003. Все мазутопроводы следует

предусматривать в общей изоляции с трубопроводами теплоносителя. Каналы для прокладки легкого нефтяного и дизельного топлива не должны допускать попадания топлива в грунт и в нижних своих точках по профилю иметь дренажи с установкой контрольного, герметичного для топлива, колодца для приема протечек.

В мазутном хозяйстве следует предусматривать устройства для приема, слива, хранения, подготовки и дозирования жидких присадок в мазут. Общую вместимость резервуаров для хранения жидких присадок принимают не менее вместимости железнодорожной (автомобильной) цистерны. Число резервуаров должно быть не менее двух.

Растопочное мазутохозяйство для котельных, сжигающих твердое топливо, предусматривают в следующем объеме:

- фронт разгрузки при доставке железнодорожным или автомобильным транспортом, рассчитанный на установку двух соответствующих цистерн;
- мазутохранилище с установкой двух резервуаров вместимостью по 200 м³;
- для подачи мазута в котельную – по два комплекта насосов, подогревателей и фильтров, один комплект резервный, устанавливаемых в мазутонасосной;
- от мазутонасосной до котельной прокладывают по одному напорному мазутопроводу, одному паропроводу и одному рециркуляционному мазутопроводу.

Производительность оборудования и пропускную способность трубопроводов выбирают с учетом растопки двух наибольших котлов и их работе с нагрузкой 30 % номинальной производительности.

В котельных допускается предусматривать установку закрытых расходных баков жидкого топлива вместимостью не более 5 м³ для мазута и 1 м³ для легкого нефтяного топлива. При установке указанных баков в помещениях котельных следует руководствоваться сводом правил по пожарной безопасности.

Для поддержания требуемого давления в мазутопроводах в котельной на начальном участке линии рециркуляции из котельной следует предусматривать установку регулирующих клапанов «до себя».

Для сбора дренажей от оборудования и трубопроводов мазутонасосной и котельной следует предусматривать дренажную емкость, размещаемую вне пределов мазутонасосной и зданий котельной.

Газообразное топливо. Для поддержания требуемого давления газа, необходимого для устойчивой работы горелок котлов, в котельных следует предусматривать газорегуляторные установки (ГРУ), размещаемые непосредственно в котельной, или газорегуляторные пункты (ГРП) на площадке котельной. Производительность ГРУ и ГРП для котельных, сжигающих газ в качестве основного вида топлива, следует рассчитывать на расчетную тепловую мощность котельных установок. В ГРУ (ГРП) следует предусматривать две нитки редуцирования на 100 % пропускной способности

каждой, одна из которых резервная. Устойчивую работу ГРУ (ГРП) проверяют на два режима работы котельной: на расчетную тепловую мощность зимнюю и минимальную тепловую мощность летнюю. При этом для обеспечения устойчивой работы котельной в минимальном летнем режиме в зависимости от пропускной способности выбранных в ГРП клапанов предусматривается третья линия редуцирования.

Предусматривать прокладку трубопроводов газообразного топлива ниже нулевой отметки не допускается. Применение сальниковых компенсаторов на газопроводах котельной не допускается. Использование газопровода в качестве конструкции, несущей нагрузку от каких-либо сооружений или устройств, не допускается.

На подводящем газопроводе к котельной следует предусматривать отключающее устройство с изолирующим фланцем на наружной стене здания на высоте не более 1,8 м.

На газопроводе внутри котельной следует предусматривать:

- на отводе газа к каждому котлу – запорную арматуру, быстродействующий запорный клапан, расходомерное устройство для котлов более 1 МВт;
- на отводе газа непосредственно к каждой горелке – запорную арматуру, если эти устройства не предусмотрены газовой рампой, поставляемой с котлом или горелкой.

Газогорелочные устройства котлов должны быть оснащены запорными, регулирующими и контрольными устройствами. Использование восстановленных стальных труб и бывших в употреблении материалов и арматуры не допускается.

Прокладка газопроводов непосредственно через газоходы, воздухопроводы и вентиляционные шахты, не допускается. Не разрешается переводить котлы на сжигание сжиженных газов (СЖГ) в эксплуатируемых котельных, уровень пола которых находится ниже уровня территории, непосредственно прилегающей к помещению котельной.

Газорегуляторные пункты и газорегуляторные установки. Для снижения давления газа и поддержания его на заданном уровне в системах газоснабжения должны предусматриваться газорегуляторные пункты (ГРП, ГРПБ, ШРП) или газорегуляторные установки (ГРУ). По давлению газа ГРП, ГРПБ подразделяются на:

- с входным давлением до 0,6 МПа;
- с входным давлением св. 0,6 МПа до 1,2 МПа.

По давлению газа ШРП подразделяются на:

- с входным давлением газа до 0,3 МПа;
- с входным давлением газа св. 0,3 МПа до 0,6 МПа;
- с входным давлением газа св. 0,6 МПа до 1,2 МПа.

Размещение ГРП, ГРПБ, ШРП и ГРУ. Отдельно стоящие ГРП, ГРПБ и ШРП размещают с учетом исключения их повреждения от наезда транспорта, стихийных бедствий, урагана и др. Рекомендуется в пределах охранной зоны ГРП, ГРПБ и ШРП устанавливать ограждения, например, из металлической

сетки, высотой 1,6 м. При размещении отдельно стоящих, пристроенных и встроенных ГРП обеспечивают свободные подъездные пути с твердым покрытием для транспорта, в том числе аварийных и пожарных машин. Для отдельно стоящих ГРП и ГРПБ, размещаемых вблизи зданий, особенно повышенной этажности, учитывают зону ветрового подпора при устройстве вентиляции.

Размещение ШРП с входным давлением газа св. 0,6 до 1,2 МПа на наружных стенах здания не допускается. ШРП с входным давлением газа до 0,6 МПа допускается устанавливать на наружных стенах газифицируемых производственных зданий не ниже III степени огнестойкости класса С0, зданий котельных, общественных и бытовых зданий производственного назначения, а также на наружных стенах действующих ГРП.

ГРУ размещают в свободных для доступа обслуживающего персонала местах с естественным и/или искусственным освещением. Основной проход между выступающими ограждениями и ГРУ должен быть не менее 1 м. При размещении ГРУ на площадках, расположенных выше уровня пола более 1,5 м, на площадку обеспечивают доступ с двух сторон по отдельным лестницам. Оборудование, размещаемое в помещениях ГРП, должно быть доступно для ремонта и обслуживания, ширина основных проходов между оборудованием и другими предметами должна быть не менее 0,8 м, а между параллельными рядами оборудования – не менее 0,4 м. В помещениях категории А полы должны быть безыскровыми, конструкции окон и дверей должны исключать образование искр.

Стены, разделяющие помещения ГРП, необходимо предусматривать противопожарными I типа, газонепроницаемыми, они должны опираться на фундамент. Швы сопряжения стен и фундаментов всех помещений ГРП перевязываются.

Вспомогательные помещения оборудуются самостоятельным выходом наружу из здания, не связанным с технологическим помещением. Двери ГРП и ГРПБ предусматривают противопожарными и открывающимися наружу. Устройство дымовых и вентиляционных каналов в разделяющих стенах, а также в стенах зданий, к которым пристраиваются ГРП (в пределах примыкания ГРП), не допускается. Помещения, в которых расположены узлы редуцирования с регуляторами давления, отдельно стоящих, пристроенных и встроенных ГРП и ГРПБ должны отвечать требованиям для помещений категории А. При выносе из ГРП части оборудования наружу оно должно находиться в ограде ГРП высотой не менее 2 м.

Оборудование ГРП, ГРУ, ГРПБ и ШРП. В состав оборудования ГРП, ГРУ, ГРПБ и ШРП входят:

- запорная арматура;
- регуляторы давления;
- предохранительно-запорные клапаны (далее – ПЗК);
- предохранительные сбросные клапаны (далее – ПСК);
- приборы замера расхода газа;
- приборы КИП.

- В качестве регулирующих устройств могут применяться:
- регуляторы давления газа с односедельным клапаном;
- клапаны регулирующие двухседельные;
- поворотные заслонки с электронным регулятором и исполнительным механизмом.

Для прекращения подачи газа к потребителям при недопустимом повышении или понижении давления газа за регулирующим устройством применяются ПЗК различных конструкций (рычажные, пружинные, с соленоидным приводом и др.), отвечающие приведенным ниже требованиям:

- ПЗК рассчитывают на входное рабочее давление, МПа, по ряду: 0,05; 0,3; 0,6; 1,2; 1,6 с диапазоном срабатывания при повышении давления, МПа, от 0,002 до 0,75, а также с диапазоном срабатывания при понижении давления, МПа, от 0,0003 до 0,03;
- конструкция ПЗК должна исключать самопроизвольное открытие запорного органа без вмешательства обслуживающего персонала;
- герметичность запорного органа ПЗК должна соответствовать классу «А» по ГОСТ 9544;
- точность срабатывания должна составлять, как правило, $\pm 5\%$ заданных величин контролируемого давления для ПЗК, устанавливаемых в ГРП и $\pm 10\%$ для ПЗК в ШРП и ГРУ.

Для сброса газа за регулятором в случае кратковременного повышения давления газа сверх установленного должны применяться предохранительные сбросные клапаны (ПСК), которые могут быть мембранными и пружинными. Пружинные ПСК должны быть снабжены устройством для их принудительного открытия. ШРП пропускной способностью до 100 м³/ч, оснащенные регулятором с двухступенчатым регулированием, допускается не оснащать ПСК. ПСК должны обеспечивать открытие при повышении установленного максимального рабочего давления не более чем на 15 %, должны быть рассчитаны на входное рабочее давление, МПа, по ряду: от 0,001 до 1,6 с диапазоном срабатывания, МПа, от 0,001 до 1,6.

Трубопроводы, отводящие газ от ПСК в ШРП, устанавливаемые на опорах, следует выводить на высоту не менее 4 м от уровня земли, а при размещении ШРП на стене здания – на 1 м выше карниза или парапета здания. Для ШРП пропускной способностью до 40 0 м³/ч допускается предусматривать вывод сбросного газопровода от ПСК за заднюю стенку шкафа.

Для очистки газа от механических примесей и пыли применяют фильтры заводского изготовления, в паспортах которых должны указываться их пропускная способность при различных входных рабочих давлениях и потери давления в фильтрах. Фильтрующие материалы должны обеспечивать требуемую очистку газа, не образовывать с ним химических соединений и не разрушаться от постоянного воздействия газа.

Пропускную способность ГРП, ГРПБ, ШРП и ГРУ (регулятора давления) следует производить с увеличением на 15 – 20 % максимального расчетного расхода газа потребителями с учетом требуемого перепада давления. Газовое

оборудование в газорегулирующих блоках ГРП, ГРПБ и ГРУ располагают в следующей последовательности:

- общий запорный орган с ручным управлением для полного отключения ГРП и ГРУ;
- фильтр или группа фильтров с байпасами или без них;
- расходомер (камерная диафрагма с дифманометрами, газовый счетчик). Газовый счетчик может быть установлен после регулятора давления на низкой стороне в зависимости от принятой схемы газоснабжения;
- предохранительный запорный клапан (ПЗК);
- регулятор давления газа;
- предохранительный сбросной клапан (ПСК) после регулятора.

При устройстве байпаса газорегуляторного блока ГРП, ГРПБ, ШРП и ГРУ предусматривается установка последовательно двух отключающих устройств с установкой манометра между ними. Диаметр байпаса должен быть не менее диаметра седла клапана регулятора давления газа. В ШРП вместо байпаса рекомендуется устройство второй нитки редуцирования.

В ГРП, ГРПБ и ГРУ предусматриваются продувочные газопроводы:

- на входном газопроводе – после первого отключающего устройства;
- на байпасе (обводном газопроводе) – между двумя отключающими устройствами;
- на участках газопровода – с оборудованием, отключаемым для производства профилактического осмотра и ремонта.

Условный диаметр таких газопроводов должен быть не менее 20 мм. Условный диаметр сбросного газопровода, отводящего газ от ПСК, должен быть равен условному диаметру выходного патрубка клапана, но не менее 20 мм. Продувочные и сбросные газопроводы должны иметь минимальное число поворотов. На концах продувочных и сбросных газопроводов предусматривают устройства, исключающие попадание атмосферных осадков в эти газопроводы.

Выбор оборудования ГРП, ГРПБ, ШРП и ГРУ. При выборе оборудования ГРП, ГРПБ, ШРП и ГРУ необходимо учитывать:

- рабочее давление газа в газопроводе, к которому подключается объект;
- состав газа, его плотность, температуру точки росы, теплоту сжигания,
- потери давления на трение в газопроводе от места подключения до ввода его в ГРП или подвода к ГРУ;
- температурные условия эксплуатации оборудования и приборов КИП ГРП и ГРУ.

Выбор регулятора давления. При подборе регулятора следует руководствоваться номенклатурой ряда регуляторов, выпускаемых промышленностью. При определении пропускной способности регулятора необходимо определить располагаемое давление газа перед ним и после него с учетом потерь давления и дополнительных потерь давления в арматуре, фильтре, расходомере и ПЗК, установленных до регулятора давления.

Пропускная способность регуляторов определяется согласно паспортным данным.

Выбор фильтра. Пропускная способность фильтра должна определяться исходя из максимального допустимого перепада давления на его кассете, что должно быть отражено в паспорте на фильтр. Фильтры, устанавливаемые в ГРП (ГРУ) для защиты регулирующих и предохранительных устройств от засорения механическими примесями.

Выбор предохранительного запорного клапана – ПЗ. Выбор типа ПЗК определяется исходя из параметров газа, проходящего через регулятор давления, а именно: максимального давления газа на входе в регулятор; выходного давления газа из регулятора и подлежащего контролю; диаметра входного патрубка в регулятор. Выбранный ПЗК должен обеспечивать герметичное закрытие подачи газа в регулятор в случае повышения или понижения давления за ним сверх установленных пределов.

Выбор предохранительного сбросного клапана – ПСК производится по количеству газа, подлежащего сбросу ПСК. Пропускную способность ПСК следует определять по данным заводов-изготовителей.

Трубопроводы, подводящие газ к бытовым и промышленным приборам для его сжигания, на вводимых в эксплуатацию после завершения строительства, капитального ремонта, реконструкции и (или) технического перевооружения объектах, должны быть оборудованы термочувствительными запорными устройствами (клапанами), автоматически перекрывающими газовую магистраль при достижении температуры среды в помещении при пожаре 100 °С. Указанные устройства (клапаны) должны устанавливаться в помещении непосредственно перед краном на газовой магистрали. В соответствии с Правилами ППБ-01 КТЗ должны устанавливаться во всех помещениях с газопроводами, кроме зданий V категории огнестойкости, а также зданий, газопроводы которых оборудованы электромагнитными клапанами, размещенными за пределами здания и перекрывающими газопровод при срабатывании газового анализатора и автоматической пожарной сигнализации. Установку термочувствительного запорного клапана предусматривают на вводе в газифицируемое помещение на газопроводе и размещают в соответствии с эксплуатационной документацией изготовителя. Термочувствительный запорный клапан допускается размещать как на вертикальном, так и на горизонтальном участке газопровода в зоне, где температура воздуха не превышает 60 °С.

Обязка газовых горелок запорной арматурой и средствами автоматики безопасности должна отвечать требованиям ГОСТ 21204. Для горелок котлов котельных с теплопроизводительностью единичного котлоагрегата 120 МВт и более перед каждой горелкой предусматривают два запорных устройства с электрическими приводами, а во вновь вводимых в эксплуатацию котельных - установку предохранительно-запорного клапана и запорного устройства с электроприводом. Расстояние от выступающих частей газовых горелок или арматуры до стен или других частей здания, сооружения и оборудования должно быть не менее 1 м по горизонтали.

10. Удаление золы и шлака

В котельных, работающих на твердом топливе, система золошлакоудаления должна обеспечивать надежное и бесперебойное удаление золы и шлака, безопасность обслуживающего персонала, защиту окружающей среды от загрязнения и выбираться в зависимости от: количества золы и шлака, подлежащих удалению из котельной; удаленности от отдельной площадки для организации золошлакоотвала; физико-химических свойств золы и шлака; наличия потребителя и его требований к качеству золы и шлака; при гидрзолошлакоудалении – обеспеченности водными ресурсами.

Для котельных с общим выходом шлака и золы от котлов в количестве 150 кг/ч и более (независимо от производительности котлов) должно быть механизировано удаление шлака и золы.

При ручном золоудалении шлаковые и зольные бункера следует снабжать приспособлениями для заливки золы и шлака водой в самих бункерах или вагонетках. В этом случае под бункерами обязательно должны быть устроены изолированные камеры для установки вагонеток. Камеры должны иметь плотно закрывающиеся двери, надлежащую вентиляцию и соответствующее освещение, а двери камеры – закрытое с небьющимся стеклом отверстие диаметром не менее 50 мм. Управление затвором бункера и заливкой шлака необходимо устраивать на безопасном для обслуживания расстоянии.

При ручной отвозке золы в вагонетках нижние части зольных бункеров необходимо располагать на таком расстоянии от уровня пола, чтобы под затвором бункера высота составляла не менее 1,9 м, при механизированной откатке затвор бункера следует располагать на 0,5 м выше вагонетки.

Ширина проезда в зольном помещении должна быть не менее ширины применяемой вагонетки, увеличенной на 0,7 м с каждой стороны. Уменьшение ширины допускается лишь в проездах между колоннами фундамента котлов и зданий.

Если золу и шлак выгребают из топки непосредственно на рабочую площадку, то в котельной над местом выгреба и заливки очаговых остатков должна быть устроена вытяжная вентиляция.

Удаление и складирование золы и шлака следует предусматривать совместным. Раздельное удаление золы и шлака применяют в зависимости от наличия потребителя и по его требованиям. Технологический комплекс по переработке и утилизации золы и шлака допускается размещать как на площадке котельной, так и на месте золошлакоотвала.

Системы транспорта золы и шлака в пределах площадки котельной могут быть механическими, пневматическими, гидравлическими или комбинированными. Выбор системы золошлакоудаления проводят на основании технико-экономического сравнения вариантов.

Системы механического транспорта. Системы механического транспорта золы и шлака следует предусматривать в котельных с котлами, оборудованными топками для слоевого сжигания. При проектировании общей

для всей котельной системы механического транспорта золы и шлака непрерывного действия следует предусматривать резервные механизмы. Системы периодического транспорта следует принимать при выходе золы и шлака до 4 т/ч; системы непрерывного транспорта – при выходе более 4 т/ч.

Для удаления золы и шлака из котельных общей массой до 150 кг/ч следует применять монорельсовый или автопогрузочный транспорт контейнеров-накопителей, узкоколейный транспорт в вагонетках, скреперные установки, конвейеры. Для механических систем периодического транспортирования следует применять скреперные установки, скиповые и другие подъемники; для непрерывного транспортирования – канатно-дисковые, скребковые и ленточные конвейеры. При использовании для транспортирования шлака ленточных конвейеров температура шлака не должна превышать 80 °С. При использовании скреперных установок следует применять:

- системы «мокрого» совместного золошлакоудаления – при выходе золы и шлака до 0,5 т/ч;
- системы «мокрого» отдельного золошлакоудаления – при выходе шлака до 1,5 т/ч;
- системы «сухого» золошлакоудаления, когда «мокрые» системы неприемлемы (при сооружении котельной в Северной климатической зоне, дальних перевозках в зимнее время, при транспортировании золы и шлака, склонных к цементации во влажном состоянии, при промышленном использовании золы и шлака в сухом виде).

Скребок конвейеры применяют в системах как «сухого», так и «мокрого» золошлакоудаления. Скребок конвейеры следует устанавливать в непроходных каналах, конструкция которых должна допускать возможность осмотра и ремонта узлов конвейера.

Пневматические системы транспорта. Для пневматического транспорта золы и шлака от котлов к разгрузочной станции следует применять всасывающую систему. При этом расстояние транспортирования должно быть не более 200 м. Для пневматического транспорта золы и шлака от разгрузочной станции до отвала следует применять напорную систему при расстоянии транспортирования не более 1000 м. При проектировании систем пневмотранспорта следует принимать:

- концентрацию материалов от 5 до 40 кг на 1 кг транспортирующего воздуха;
- наибольший размер кусков, транспортируемых пневмотрубопроводами, не превышающий значения, равного 0,3 диаметра пневмотрубопровода.
- скорость движения золошлакоматериалов в начальных участках пневмотрубопроводов – не менее 14 м/с;
- наименьший внутренний диаметр пневмотрубопроводов для золы – 100 мм;
- наименьший внутренний диаметр пневмотрубопроводов для шлака – 125 мм;
- наибольший внутренний диаметр – не более 250 мм.

Часовая производительность всасывающей системы, в зависимости от количества заборных точек, должна быть в 3 – 4 раза больше часового выхода транспортируемого материала. Режим работы системы пневматического транспорта принимают периодическим; производительность системы определяют из условия продолжительности ее работы 4 – 5 ч в смену без учета времени на переключения. Для дробления шлака, поступающего в вакуумную пневматическую систему, под шлаковыми бункерами котлов следует предусматривать дробилки:

- двухвалковые зубчатые – для дробления непрочного слабоспекшегося шлака с максимальным начальным размером кусков до 100 мм, получаемого при сжигании в камерных топках углей с высокой температурой плавкости золы;
- трехвалковые зубчатые – для дробления механически непрочных шлаков с размерами кусков 100 – 400 мм, шлаков с повышенной механической прочностью, с неравномерными фракциями.

Температура шлака, поступающего на дробление, не должна превышать 600°С. Для пневмотрубопроводов следует применять трубы из низколегированной стали марки 14ХГС. Зависимость минимальной толщины стенки от диаметра применяемых труб.

Использование восстановленных стальных труб и бывших в употреблении материалов и арматуры не допускается. Пневмотрубопроводы следует выполнять сварными, соединения с оборудованием и арматурой допускается выполнять фланцевыми. Прокладку пневмотрубопроводов в помещениях котельной следует предусматривать над полом с устройством переходных мостиков. Минимальное расстояние от низа трубы до пола должно составлять 1,5 диаметра трубы, но не менее 150 мм. Соединения деталей и элементов пневмотрубопроводов следует проводить сваркой. Угол наклона отвода не должен превышать 30°. При этом участок трубы против врезки отвода должен быть усилен укрепляющей накладкой, соединенной с трубой внахлест. Для осмотра и прочистки пневмотрубопроводов следует устанавливать лючки или контрольные пробки. В качестве запорной арматуры на пневмотрубопроводах следует принимать пробковые краны, устанавливаемые на вертикальных участках. Участки пневмотрубопроводов, имеющие температуру свыше 40 °С, должны быть ограждены сетками. Теплоизоляция пневмотрубопроводов не допускается.

Отделение золы и шлака от транспортирующего воздуха в вакуумных установках пневмотранспорта следует проводить в инерционных осадительных камерах. Максимальная скорость воздуха в камере не должна превышать 0,15 м/с, аэродинамическое сопротивление осадительной камеры должно составлять 100 – 150 Па. Рабочая вместимость камеры должна обеспечивать непрерывную работу системы в течение 45 мин. Под осадительными камерами следует предусматривать установку сборных бункеров, изготавливаемых из металла или железобетона.

Угол наклона стенок должен быть не менее:

- 50° – для металлических бункеров;

- 55° – для железобетонных бункеров.

Гидравлические системы транспорта. Системы гидравлического золошлакоудаления следует принимать в следующих случаях:

- обеспеченности водными ресурсами;
- отсутствия промышленного использования золы и шлака;
- невозможности организации сухого складирования золы и шлака;
- экологической целесообразности установки мокрых золоуловителей;
- значительных расстояний от котельной до отвала.

При использовании в качестве золоуловителей электрофильтров следует принимать комбинированную пневмогидравлическую систему золоудаления, при которой золу из-под золоуловителя транспортируют пневмосистемами в промбункер, из промбункера – самотечными каналами гидроудаления в насосную. Шлаковые каналы при твердом шлакоудалении следует выполнять с уклоном не менее 0,015, при жидком шлакоудалении – не менее 0,018. Золовые каналы должны иметь уклон не менее 0,01. Каналы, как правило, следует выполнять железобетонными с облицовкой из камнелитых изделий и перекрытиями на уровне пола легкоъемными плитами.

11. Газовоздушный тракт. Дымовые трубы. Очистка дымовых газов

Газовоздушный тракт. Аэродинамическое сопротивление котла принимают по данным заводов-изготовителей. Тягодутьевые установки (дымососы, вентиляторы) следует предусматривать индивидуальными к каждому котлу. Групповые (для отдельных групп котлов) или общие (для всей котельной) тягодутьевые установки следует применять по результатам технико-экономических расчетов. При этом приводы тягодутьевых машин должны быть оснащены устройством частотного регулирования, а газоходы за котлами заслонками с автоматизированным приводом. Групповые или общие тягодутьевые установки следует проектировать с двумя дымососами и двумя дутьевыми вентиляторами, из которых один резервный, обеспечивающими расчетную производительность котлов.

Для котельных установок, работающих под наддувом, горелочные устройства, поставляемые заводом-изготовителем комплектно с дутьевым вентилятором, должны иметь данные по расчетному напору дымовых газов на выходе из котла.

При установке на котел двух дымососов и двух дутьевых вентиляторов производительность каждого из них следует выбирать равной 50 %.

Для регулирования производительности проектируемых тягодутьевых установок следует предусматривать направляющие аппараты, индукционные муфты, частотно управляемые электроприводы и другие устройства, обеспечивающие экономичные способы регулирования.

В зависимости от гидрогеологических условий и компоновочных решений котла наружные газоходы следует предусматривать надземными или подземными. Ограждающие и несущие конструкции газоходов следует предусматривать:

- из сборных железобетонных конструкций;
- глиняного кирпича;
- металла;
- неметаллических материалов (пластмассы или керамики).

Выбор материала для изготовления газоходов следует проводить на основании технико-экономического обоснования. Использование бывших в употреблении профилей, листов, полос и других металлоконструкций не допускается.

Для котельных, работающих на сернистом топливе, при возможности образования в газоходах конденсата следует предусматривать защиту от коррозии внутренних поверхностей газоходов.

Для котельных, оборудованных котельными установками, забирающими воздух непосредственно из помещения котельной, для подачи воздуха на горение, следует предусматривать приточные установки или проемы в ограждающих конструкциях, расположенные в верхней зоне помещения котельной. Размеры живого сечения проемов определяют исходя из обеспечения скорости воздуха в них не более 1,5 м/с.

Газовоздухопроводы внутри котельной следует принимать стальными круглого сечения. Газовоздухопроводы прямоугольного сечения допускается предусматривать в местах примыкания их к прямоугольным элементам оборудования. На газовоздухопроводах следует предусматривать устройства для установки контрольно-измерительных приборов и крепления изоляции. На участках газоходов, в которых возможно отложение золы, следует предусматривать устройства для их очистки и лючки с крышками для их осмотра.

Дымовые трубы. Для котельных необходимо предусматривать сооружение одной дымовой трубы. Допускаются две трубы и более по результатам аэродинамических расчетов. Наиболее рационально подключение к одной трубе не более четырех котельных агрегатов. При количестве подключаемых котлов свыше трех и диаметре выходного отверстия дымовой трубы 3,6 м и более следует предусматривать многоствольную дымовую трубу. В котельной, в которой установлены котлы с наддувным горелочным устройством, необходима либо установка индивидуальной дымовой трубы для каждого индивидуального ствола, либо конструирование общей трубы с разделительными вставками-рассечками для исключения взаимного динамического влияния потоков дымовых газов.

Расчет дымовой трубы следует выполнять на условия работы котельной при ее расчетной мощности с учетом расширения и проверкой устойчивой работы в летнем режиме. При этом высоту дымовой трубы следует определять на основании результатов аэродинамического расчета газовоздушного тракта.

Расчет концентрации вредных выбросов следует выполнять при работе

котельной с тепловыми нагрузками, соответствующими средней температуре наиболее холодного месяца и летнему режиму, и проверять по условиям рассеивания в атмосфере вредных веществ.

Дымовые трубы следует выполнять: железобетонными, кирпичными, металлическими, из термостойкого пластика, керамическими.

Выбор материала следует проводить на основании технико-экономических расчетов в зависимости от района строительства, габаритов трубы, вида сжигаемого топлива, вида тяги (принудительная или естественная). Использование восстановленных стальных труб, бывших в употреблении профилей, листов, полос и других металлоконструкций не допускается.

Для котельных, работающих на естественной тяге, дымовые трубы должны быть газоплотными и выполняться из газоплотных и термостойких материалов (металл, керамика, композитный полимер). Диаметр устья таких труб определяют расчетом в зависимости от объема дымовых газов и оптимальной скорости их выхода из устья. Для котельных установок, работающих с принудительной тягой, выбор материала дымовых труб следует проводить на основании технико-экономических расчетов. Диаметр устья таких труб определяют расчетом в зависимости от объема дымовых газов, оптимальной скорости их выхода из устья.

Для кирпичных и железобетонных труб не допускается положительное статическое давление потока дымовых газов в газоотводящем стволе. Образование конденсата в стволах кирпичных и железобетонных труб, отводящих продукты сгорания топлива, не допускается при всех режимах работы. Необходимость применения футеровки и тепловой изоляции для предотвращения выпадения конденсата и уменьшения термических напряжений следует определять теплотехническим расчетом. При этом в трубах, предназначенных для удаления дымовых газов от сжигания сернистого топлива (независимо от содержания серы), следует предусматривать футеровку или антикоррозийное покрытие из кислотоупорных материалов по всей высоте ствола. Расчет дымовой трубы и выбор конструкции защиты внутренней поверхности ее ствола от агрессивного воздействия среды следует выполнять, исходя из условий сжигания основного и резервного топлива. При проектировании следует предусматривать защиту от коррозии наружных стальных конструкций кирпичных, железобетонных дымовых труб и поверхностей стальных дымовых труб.

Подводящие газоходы в месте примыкания к кирпичной или железобетонной дымовой трубе следует проектировать прямоугольной формы. В местах сопряжения газоходов с дымовой трубой необходимо предусматривать температурно-осадочные швы или компенсаторы.

В нижней части дымовой трубы или фундаменте следует предусматривать лазы, люки для осмотра и очистки, устройства для отвода конденсата. При применении конденсационных котлов отвод конденсата дымовых труб должен быть совмещен с отводом конденсата из котла и газоходов через нейтрализатор.

Очистка дымовых газов. Котельные, предназначенные для работы на твердом топливе (угле, торфе, сланцах, древесных отходах и т. д.), должны быть оборудованы установками для очистки дымовых газов от золы. При применении твердого топлива в качестве аварийного, установка золоуловителей не требуется. Выбор типа золоуловителей следует производить на основании технико-экономического сравнения вариантов установки золоуловителей различных типов в зависимости от объема очищаемых газов, требуемой степени очистки и возможной компоновки оборудования котельной.

В качестве золоулавливающих аппаратов следует использовать:

- дымососы-золоуловители, циклоны батарейные улиточные, батарейные циклоны с рециркуляцией газов при слоевом сжигании топлива;
- циклоны батарейные улиточные, циклоны батарейные с рециркуляцией газов, мокрые золоуловители, электрофильтры при камерном сжигании топлива.

Мокрые золоуловители с низконапорными трубами Вентури с каплеуловителями следует применять при наличии системы гидрозолошлакоудаления и устройств, исключающих сброс в водоемы вредных веществ, содержащихся в золошлаковой пульпе.

Объемы газов принимаются при их рабочей температуре. Температура дымовых газов за мокрыми золоуловителями при любых режимах работы котла должна быть не менее чем на 15 °С выше точки росы очищенных газов.

Коэффициенты очистки золоулавливающих устройств определяют расчетом и в пределах, установленных изготовителем оборудования или конструкторской организацией, разработавшей установку.

Установку золоуловителей необходимо предусматривать на всасывающей стороне дымососов на открытых площадках. В зависимости от метеорологических условий площадки строительства котельной допускается установка золоуловителей в помещении. Золоуловители предусматривают индивидуальные к каждому котлу. При работе котельной на твердом топливе золоуловители не должны иметь обводных газоходов.

Сухие золоуловители следует оборудовать системой сбора и удаления сухой золы. Форма и внутренняя поверхность бункера золоуловителя должны обеспечивать полный спуск золы самотеком, при этом угол наклона стенок бункера к горизонту принимается 60° и в обоснованных случаях допускается не менее 55°. Бункера золоуловителей должны иметь герметические затворы.

Сухие золоуловители должны иметь теплоизоляцию, обеспечивающую температуру стенки бункеров не менее чем на 15 °С выше точки росы очищенных газов.

Расчетная скорость газов и конфигурация газоходов должны исключать отложение золы в них. Сечение газоходов следует определять, принимая скорость газов по рекомендациям завода-изготовителя в зависимости от физических свойств золы (абразивности, дисперсности, слипаемости и др.). На газоходах следует предусматривать люки для ревизии.

Мокрые искрогасители следует применять в котельных установках,

предназначенных для работы на древесных отходах. После золоуловителей искрогасители не устанавливаются.

12. Отопление и вентиляция

Помещение, где размещены котлы, зольное помещение, а также все вспомогательные и бытовые помещения оборудуют естественной и механической вентиляцией, а также отоплением. Вентиляция котельной должна обеспечивать удаление вредных газов, пыли, подачу приточного воздуха и поддержание следующих температурных условий:

- не ниже 17 °С – в зимний период в зоне постоянного пребывания обслуживающего персонала;
- 18 °С – в зоне размещения щитов;
- 15 °С – на насосных станциях;
- 5 °С – на закрытых разгрузочных устройствах и в помещениях без постоянного обслуживания;
- 10 °С – в дробильных отделениях.

Микроклиматические условия на рабочих местах производственных помещений котельных следует принимать в соответствии с действующими санитарными нормами и правилами, исходя из категорий работ по уровню энергозатрат. При проектировании систем отопления и вентиляции котельных расчетные температуры воздуха в помещениях котельных в холодный период следует принимать не менее 17 °С. В котельных, работающих без постоянного присутствия обслуживающего персонала, расчетная температура воздуха в помещении принимается не ниже 5 °С в холодный период года. В теплый период года в котельных, работающих без постоянного присутствия обслуживающего персонала, а также в помещениях центральных постов управления всех котельных расчетная температура воздуха должна быть не выше температуры, обеспечивающей нормальную работу контрольно-измерительных приборов и автоматики.

В помещениях котельных залов и водоподготовительных установок допускается проектировать как воздушное отопление, так и системы с местными отопительными приборами. Предельные температуры на поверхности отопительных приборов в помещениях, где возможны выделения пыли угля и сланцев, не должны превышать 130 °С, а пыли торфа – 110 °С. В этих помещениях следует предусматривать отопительные приборы с гладкой поверхностью, например, регистры из гладких труб.

В электропомещениях и помещениях ЦЩУ на системах отопления следует устанавливать запорную и регулирующую арматуру на сварке. В качестве отопительных приборов следует предусматривать регистры или конвекторы с гладкими трубами под сварку.

При расчете системы отопления тракта топливоподачи следует учитывать тепловую энергию, расходуемую на обогрев железнодорожных вагонов и топлива (кроме торфа).

Расчетный воздухообмен в котельных следует определять с учетом тепловыделений от трубопроводов и оборудования, а также расхода воздуха, необходимого для горения, при заборе его из помещения. Для помещений с явными избытками тепла следует предусматривать вентиляцию с естественным побуждением. При невозможности обеспечения необходимого воздухообмена за счет естественной вентиляции следует проектировать вентиляцию с механическим побуждением.

При проектировании естественного притока в котельном зале в холодный и переходный периоды года фрамуги для приточного воздуха следует размещать за котлами в верхней части помещения. В теплый период естественный приток следует осуществлять через фрамуги, расположенные в рабочей зоне, как перед фронтом котлов, так и за котлами.

Для помещений насосных станций жидкого топлива следует предусматривать десятикратный воздухообмен в час с удалением 2/3 объема воздуха из нижней зоны и 1/3 из верхней. В помещениях насосных станций жидкого топлива категорий Б по взрывопожарной опасности следует предусматривать приточные и вытяжные системы с резервными вентиляторами, обеспечивающими 100 %-ную производительность каждой системы.

При проектировании вентиляции помещений котельных, работающих на твердом топливе, следует предусматривать очистку воздуха, удаляемого аспирационными установками, перед выбросом в атмосферу. Обеспыливающие установки следует предусматривать отдельными для каждой нитки конвейеров с минимальной протяженностью воздухопроводов. Аспирационные установки в надбункерных помещениях следует проектировать, объединяя в одну систему 4 – 6 отсосов. При коллекторной схеме число отсосов не ограничивается. Для предотвращения оседания пыли коллектора следует предусматривать вертикальное направление. Для предотвращения отложения пыли в воздухопроводах их следует прокладывать вертикально или с наклоном под углом к горизонту не менее:

- 45° – при пыли угля, золы, шлака;
- 60° – при пыли торфа.

При прокладке горизонтальных участков воздухопроводов и с углами наклона до 45° их следует оснащать устройствами для периодической очистки. Средства очистки в системах обеспыливания с направлением запыленного воздуха в котлоагрегаты предусматривать не следует. В остальных случаях необходимо предусматривать установки по очистке воздуха от пыли до допустимой концентрации. Мокрые пылеулавливающие устройства следует устанавливать в помещениях с внутренней температурой в холодный период года не ниже 5 °С.

Все вентиляционное оборудование и воздухопроводы должны быть заземлены. Объединение вытяжных воздухопроводов трактов топливоподачи с воздухопроводами других помещений не допускается.

13. Водоснабжение и канализация

Для котельных в зависимости от схемы водоснабжения района или предприятия следует проектировать объединенную систему водоснабжения для подачи воды на хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные нужды. Присоединение к отдельным системам соответствующего назначения допускается при наличии аналогичных систем в месте расположения котельной. Следует принимать следующее число вводов водопровода:

- два ввода – для котельных первой категории и для котельных второй категории при числе пожарных кранов более 12;
- один ввод – для остальных котельных.

Для котельных с водогрейными котлами с температурой воды не выше 115 °С на резервных линиях сырой воды, присоединенных к линиям умягчения воды, устанавливают два запорных органа и контрольный кран между ними. Запорные органы должны находиться в закрытом положении и быть опломбированы, контрольный кран открыт. О каждом случае питания котла сырой водой делают запись в журнал по водоподготовке. Для помещений топливоподачи и котельного зала при работе на твердом и жидком топливе следует предусматривать мокрую уборку, для этого следует устанавливать поливочные краны диаметром 25 мм, длину поливочного шланга следует принимать равной 20 – 40 м.

При определении суточных расходов воды следует учитывать расходы на мокрую уборку помещений котельной и отапливаемых помещений топливоподачи исходя из расхода 2 л воды на 1 м² площади пола и внутренней поверхности галерей в течение 1 ч в сутки. При расчете максимально часовых расходов воды следует исходить из условий проведения уборки в период наименьшего водопотребления котельной.

Использование воды питьевого качества на производственные нужды котельной при наличии производственной сети водопровода не допускается. Для отдельно стоящих котельных общей площадью более 500 м² в помещениях, через которые прокладывают трубопроводы жидкого и газообразного топлива, следует предусматривать установку пожарных кранов. При этом пожарные краны следует размещать с учетом требуемой высоты компактной струи из расчета орошения каждой точки двумя пожарными струями воды.

Дренчерные завесы следует предусматривать в местах примыкания конвейерных галерей к главному корпусу котельной, узлам пересыпки и дробильному отделению. Управление пуском дренчерных завес следует предусматривать со щита топливоподачи и дублировать пусковыми кнопками в местах установки дренчерных завес.

Системы пожаротушения следует предусматривать на складах угля и торфа, на складах жидкого топлива.

В котельных следует предусматривать обратную систему водоснабжения для охлаждения оборудования.

При проектировании канализации следует предусматривать

строительство локальных очистных сооружений для очистки производственных сточных вод, загрязненных механическими и другими примесями (от осветлителей и фильтров, установок предварительной очистки воды, мытья полов и других), перед выпуском в наружную сеть канализации либо направлять эти сточные воды на шлакозолоотвал или шламоотстойники.

Сточные воды перед выпуском в сеть дождевой канализации следует очищать до допустимых концентраций.

14. Охрана окружающей среды

Предпроектные и проектные решения, а также предлагаемые мероприятия по охране окружающей среды должны обеспечивать нормативное значение факторов, нарушающих существующий экологический баланс. Котельные и связанные с ними шлакозолоотвалы и очистные сооружения следует размещать на землях, не пригодных для сельского хозяйства. При отсутствии таких земель следует выбирать участки на сельскохозяйственных угодьях худшего качества, не покрытых лесом или занятых кустарниками и малоценными насаждениями. В исключительных случаях допускается размещение котельных на орошаемых и осушенных землях, пашнях, земельных участках, занятых многолетними плодовыми насаждениями и виноградниками, а также на землях, занятых водоохранными, защитными и другими лесами. При этом изъятие указанных земель допускается только в исключительных случаях. В составе проекта котельной должен быть проект по рекультивации земель, отводимых на временное пользование.

Размещение котельных в прибрежных полосах (зонах) водоемов допускается только по согласованию с органами по регулированию использования и охране вод. Для защиты водного бассейна от загрязнений различными производственными сточными водами должны быть предусмотрены соответствующие очистные сооружения, обеспечивающие соблюдение санитарно-гигиенических нормативов.

Сброс сточных вод в водоемы должен проектироваться и согласовываться с органами по регулированию использования и охране вод, Роспотребнадзора и инспекции по охране рыбных запасов и регулированию рыбоводства и другими заинтересованными органами. При проектировании котельных следует предусматривать применение частично или полностью оборотных систем водоснабжения, повторного использования отработанных в одном технологическом процессе вод на других установках.

При проектировании системы водоподготовки, золошлакоотвалов и других сооружений необходимо предусматривать комплексные мероприятия по защите поверхностных и грунтовых вод от загрязнения сточными водами.

Уменьшение количества загрязненных производственных сточных вод необходимо предусматривать за счет применения в технологическом процессе совершенного оборудования и рациональных схемных решений.

При расчете рассеивания в атмосфере вредных веществ количество выделяемых вредных выбросов следует принимать по данным заводов (фирм) – изготовителей котлов и горелочных устройств, подтвержденным документами заводов-изготовителей. Оборудование, изготовители которого не представляют этих данных, применять не следует. При использовании в качестве основного топлива природного газа следует применять горелочное оборудование, имеющее пониженные эмиссии оксидов азота.

Уровни шума и вибрации, проникающие в ближайшие жилые помещения от работы всего оборудования котельных, не должны превышать значений, определенных санитарными нормами для дневного и ночного времени. Ограждающие конструкции (стены, пол, потолок, окна, двери, люки, вентиляционные решетки и др.) должны обеспечивать снижение воздушного шума, распространяющегося из котельной в ближайшие помещения жилых, общественных и промышленных зданий до уровней, допустимых санитарными нормами.

15. Энергетическая эффективность

В проектах котельных должны быть представлены основные технико-экономические показатели котельной, гарантирующие экономическую обоснованность и энергетическую эффективность всей системы теплоснабжения.

Выбор, расчет и разработку тепловых и гидравлических схем котельных следует производить с учетом достижения максимальной энергетической эффективности котельной. Для достижения максимального значения энергетической эффективности системы теплоснабжения в котельной следует принимать схему количественного регулирования отпуска тепловой энергии при постоянной температуре в подающем трубопроводе и переменном гидравлическом режиме, а в индивидуальном тепловом пункте (ИТП) – схему количественно-качественного регулирования потребления теплоты системами отопления, вентиляции, кондиционирования и горячего водоснабжения. Для обеспечения количественного и количественно-качественного регулирования следует использовать циркуляционные и смесительные насосы с регулируемым электроприводом.

При определении способа регулирования отпуска тепловой энергии следует исходить из достижения максимального значения энергетической эффективности. Сравнение вариантов следует производить по инвестиционным затратам, действующим в районе строительства тарифам, расчетным эксплуатационным затратам с учетом затрат на сервисное техническое обслуживание.

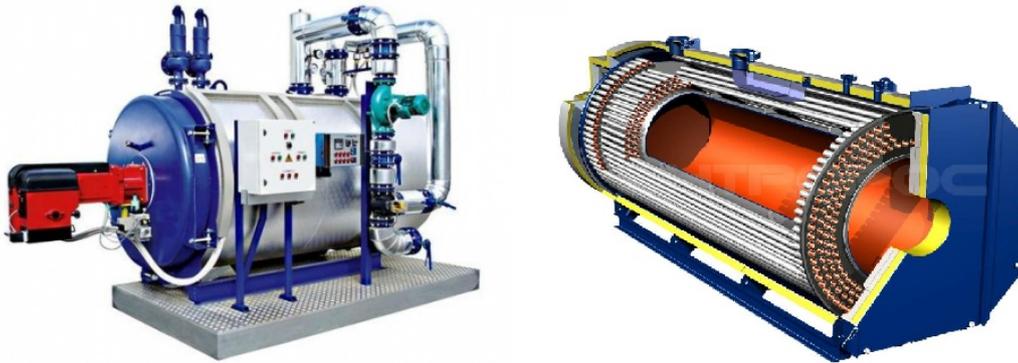
В котельной должен быть предусмотрен учет потребления энергоресурсов, в том числе для собственных нужд, учет отпуска тепловой энергии и теплоносителя потребителям. К проекту котельной следует прикладывать расчетные технико-экономические показатели котельной.

В котельной следует производить пусковую и режимную наладку основного и вспомогательного оборудования с разработкой режимных карт, показатели которых должны периодически проверяться по срокам, установленным надзорными органами.

Приложения

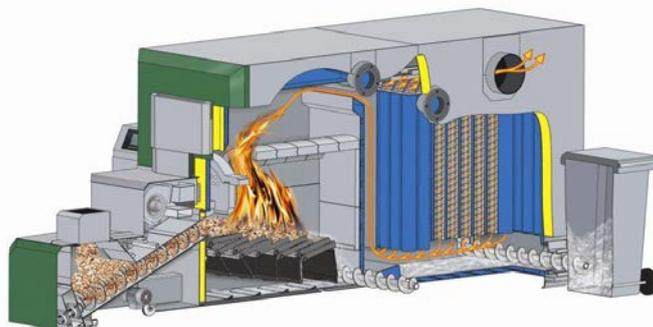
Таблица П-1

Технические характеристики котлов Термотехник ТТ100 компании «ЭНТРОРОС»



Максимальная температура на выходе из котла, °С	11 5								
Минимальная температура на входе в котел, °С	60								
Максимальное рабочее избыточное давление, МПа	0,6								
Минимальный расход воды, м ³ /ч	Не регламентируется								
Минимальная мощность первой ступени горелки, %	10								
Номинальная тепло-производительность, кВт	1000	1500	2000	2200	2500	3000	3200	3500	4200
Эксплуатационный КПД, %	Не менее 94								
КПД на максимальной нагрузке, %	94	92	93	92	92	93	92	94	95
Температура уходящих газов, °С	153	194	175	185	191	181	188	160	122
Расход уходящих газов, кг/с	0,43	0,65	0,86	0,96	1,09	1,30	1,39	1,50	1,77
Аэродинамическое сопротивление газового тракта для максимальной мощности, Па	238	627	774	972	964	833	974	1154	1125
Объем топки, м ³	0,86	0,86	1,36	1,36	1,48	2,21	2,21	2,47	3,29
Водяной объем котла, м ³	1,86	1,86	2,66	2,66	2,78	3,93	3,93	4,42	5,26

**Водогрейные котлы серии КВм мощностью от 1000
до 2500 кВт с наклонной колосниковой решеткой и гидротолкателем**



Наименование параметра	Ед. изм.	Типоразмер котла			
		КВм-1,0 щг	КВм-1,5 щг	КВм-2,0 щг	КВм-2,5 щг
Номинальная теплопроизводительность:	МВт	1,0	1,5	2,0	2,5
КПД котла, не менее	%	80	80	80	80
Поверхность нагрева	м ²	59	99	137	174
Температура воды на выходе, не более	°С	115	115	115	115
Температура воды на входе, не менее	°С	70	70	70	70
Температура уходящих газов за котлом, не более	°С	220	220	220	220
Рабочее давление воды, не более	МПа	0,6	0,6	0,6	0,6
Минимальное давление Воды на входе в котел, не менее	МПа	0,3	0,3	0,3	0,3
Расход воды через котел, номинальный	т/ч	34,5	51,8	69	86
Расход воды через котел, минимальный	т/ч	19	28,5	38	47,8
Гидравлическое сопротивление котла при номинальном расходе воды, не более	МПа	0,02	0,02	0,02	0,02

Окончание табл. П-2

Наименование параметра	Ед. изм.	Типоразмер котла			
		КВм-1,0 щг	КВм-1,5 щг	КВм-2,0 щг	КВм-2,5 щг
Водяной объем котла	м ³	2,07	3,49	5,76	7,1
Разрежение в топке	Па	20-40	20-40	20-40	20-40
Аэродинамическое сопротивление, не более	Па	400	650	650	700
Расход расчетного топлива: - древесные отходы (2400ккал/кг)	кг/час	448	672	896	1120
Потребляемая электрическая мощность	кВт	9,2	11,5	12,5	12,5

Технические характеристики насосов типа Д



Марка насоса	Подача, м ³ /час	Напор, м	Частота вращения, об/мин	Мощность насоса, кВт
Д200-36	200	36	1450	35
Д200-36а	190	29,7	1450	27
Д200-36б	180	25	1450	22
1Д200-90	100	22	1450	12,5
1Д200-90	200	90	2900	82
1Д200-90а	180	74	2900	72
1Д200-90б	160	62	2900	42
1Д250-125	250	125	2900	152
1Д250-125а	240	101	2900	110
1Д315-50	315	50	2900	68
1Д315-50а	300	42	2900	50
1Д315-50б	220	36	2900	39
Д320-50	320	50	1450	76
Д320-50а	300	39	1450	47

Продолжение табл. П-3

Марка насоса	Подача, м ³ /час	Напор, м	Частота вращения, об/мин	Мощность насоса, кВт
Д320-506	300	30	1450	36
1Д315-71	315	71	2900	98
1Д315-71а	300	60	2900	80
1Д500-63	500	63	1450	142
1Д500-63а	450	53	1450	97
1Д500-63б	400	44	1450	78
1Д630-90	630	90	1450	230
1Д630-90а	550	74	1450	185
1Д630-90б	500	60	1450	144
1Д630-90	500	38	980	81
1Д630-90а	470	60	980	50
1Д630-90б	420	25	980	50
1Д630-125	630	125	1450	365
1Д630-125а	550	101	1450	282
1Д630-125б	500	82	1450	222
1Д800-56	800	56	1450	166
1Д800-56а	740	48	1450	130
1Д800-56б	700	40	1450	106
1Д1250-63	1250	63	1450	290

Окончание табл. П-3

Марка насоса	Подача, м ³ /час	Напор, м	Частота вращения, об/мин	Мощность насоса, кВт
1Д1250-63а	1100	52,5	1450	220
1Д1250-63б	1050	44	1450	175
1Д1250-63	800	28	980	90
1Д1250-63а	740	24	980	70
1Д1250-63б	710	20	980	53
1Д1250-125	1250	125	1450	625
1Д1250-125а	1150	102	1450	450
1Д1250-125б	1030	87	1450	360
1Д1600-90	1600	90	1450	520
1Д1600-90а	1450	75	1450	380
1Д1600-90б	1300	63	1450	290
1Д1600-90	1000	40	980	155
1Д1600-90а	970	34	980	118
1Д1600-90б	870	30	980	90
2Д2000-21	2000	21	980	133
2Д2000-21-2	1600	11	730	55
2Д2000-21а-2	1850	19	980	110
2Д2000-21а-2	1500	10	730	50
2Д2000-21б-2	1700	17	980	90
2Д2000-21б-2	1400	9	730	40

Технические характеристики консольных насосов типа К



Марка насоса	Подача, м ³ /час	Напор, м	Частота вращения, об/мин	Мощность эл. дв., кВт
К 8/18	8	18	3000	1,5 2,2
К 20/18	20	18	3000	2,2
К 20/30	20	30	3000	4,0
К 45/30	45	30	3000	7,5
К 45/30а	35	22	3000	5,5
К 90/20	90	20	3000	7,5
К 50-32-125	12,5	20	3000	2,2
К 65-50-125	25	20	3000	3,0
К 65-50-160	25	32	3000	5,5
К 80-65-160	50	32	3000	7,5
К 80-50-200	50	50	3000	15,0
К 80-50-200а	45	40	3000	11,0
К 100-80-160	100	32	3000	15,0
К 100-80-160а	90	26	3000	11,0

Окончание табл. П-4

Марка насоса	Подача, м ³ /час	Напор, м	Частота вращения, об/мин	Мощность эл. дв., кВт
К 100-65-200	100	50	3000	30,0
К 100-65-200	100	50	3000	22,0
К 100-65-200а	90	40	3000	18,5
К 100-65-250	100	80	3000	45,0
К 100-65-250а	90	67	3000	37,0
К 150-125-250	200	20	1500	18,5
К 150-125-315	200	32	1500	30,0
К 200-150-315	315	32	1500	45,0
К 200-150-250	315	20	1500	30,0
К 200-150-400	400	50	1500	90,0
К 160/30	160	30	1500	30,0
К 290/30	290	30	1500	37,0

Технические характеристики пластинчатых разборных теплообменников



Наименование	Макс. расход воды, кг/с	Диаметр соединений, мм	Площадь пластины, м ²	Макс. площадь теплообменника, м ²
Теплотекс 20-А	1,83	20	0,018	1,13
Теплотекс 32-А	5,56	32	0,061	4,21
Теплотекс 50-А	11,76	50	0,172	11,87
Теплотекс 65-А	22,22	65	0,17	10,03
Теплотекс 80-А	30,56	80	0,35	43,05
Теплотекс 80-В	30,56	80	0,35	58,80
Теплотекс 100-А	47,1	100	0,338	70,30
Теплотекс 100-В	47,1	100	0,497	125,74
Теплотекс 100-С	47,1	100	0,288	86,98
Теплотекс 100-Д	47,1	100	0,565	163,85
Теплотекс 100-Е	47,1	100	0,82	233,70
Теплотекс 150-А	102,78	150	0,55	179,85
Теплотекс 150-В	102,78	150	0,852	278,60
Теплотекс 200-А	247	200	0,524	242,09
Теплотекс 200-С	247	200	0,991	457,84
Теплотекс 200-Е	247	200	1,768	1 382,58
Теплотекс 250-С	390	250	0,991	457,84

Основные технические характеристики деаэраторов атмосферного давления с барботажем в колонке



Деаэратор	ДА-5/2	ДА-15/4	ДА-25/8	ДА-50/15	ДА-100/25	ДА-200/50	ДА-300/75
Производительность номинальная, т/ч	5	15	25	50	100	200	300
Давление рабочее избыточное, МПа	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Температура деаэрированной воды, °С	104	104	104	104	104	104	104
Диапазон производительности, %	30-120	30-120	30-120	30-120	30-120	30-120	30-120
Диапазон производительности, т/ч	1,5-6	4,5-18	7,5-30	15-60	30-120	60-240	90-360
Максимальный и минимальный подогрев воды в деаэраторе, °С	40-10	40-10	40-10	40-10	40-10	40-10	40-10
Концентрация O ₂ в деаэрированной воде при его концентрации в исходной воде, O ₂ , мкг/кг:							
- соответствующей состоянию насыщенности	30	30	30	30	30	30	30
- не более 3 мг/кг	20	20	20	20	20	20	20

Деаэратор	ДА-5/2	ДА-15/4	ДА-25/8	ДА-50/15	ДА-100/25	ДА-200/50	ДА-300/75
Концентрация свободной углекислоты и деаэрированной воды, С ^к О ₂ , мкг/кг	следы	следы	следы	следы	следы	следы	следы
Пробное гидравлическое давление, МПа	0,294	0,294	0,294	0,294	0,294	0,294	0,294
Допустимое повышение давления при работе защитного устройства, МПа	0,166	0,166	0,166	0,166	0,166	0,166	0,166
Удельный расход выпара при номинальной нагрузке, кг/т.в	2	2	2	2	2	2	2
Деаэрационная колонка							
- диаметр, мм	518	518	518	800	1000	1400	1800
- высота, мм	2230	2195	2915	2358	2365	2750	-
- масса, кг	259	258	280	474	674	1260	-
Полезная емкость аккумуляторного бака, м ³	2	4	8	15	25	50	75
Тип деаэрационного бака	БДА-2	БДА-4	БДА-8	БДА-15	БДА-25	БДА-50	БДА-75
Типоразмер охладителя выпара	ОВА-2	ОВА-2	ОВА-2	ОВА-2	ОВА-8	ОВА-16	ОВА-24
Тип предохранительного устройства	ДА-25	ДА-25	ДА-25	ДА-50	ДА-100	ДА-200	ДА-300

Библиографический список

1. СП 89.13330.2016 Котельные установки. – URL: [https:// docs.cntd.ru/document /456054199](https://docs.cntd.ru/document/456054199)
2. Роддатис К. Ф., Полтарецкий А. Н. Справочник по котельным установкам малой производительности / Под ред. К. Ф. Роддатиса. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 488 с.
3. Н. Н. Гладышев, Т. Ю. Короткова, В. Д. Иванов, С. Н. Смородин, А. Н. Иванов, В. Н. Белоусов Справочное пособие теплоэнергетика жилищно-коммунального предприятия/ ГОУВПО ВШТЭ. – СПб., 2006. – 505 с.
4. Справочник эксплуатационника газифицированных котельных / Порецкий Л. Я., Рыбаков Р. Р., Столпнер Е. Б. и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Недра, 1988. – 608 с.
5. Сергеев А. В. Справочное учебное пособие для персонала котельных: Топливное хозяйство котельных. Изд. второе. – СПб.: ДЕНАН, 2007. – 320 с.,
6. Палей Е. Л. Нормативные требования и практические рекомендации при проектировании котельных. – СПб.: Питер, 2014. – 144 с.: ил.
7. Соколов Б. А. Устройство и эксплуатация оборудования газомазутных котельных: учеб. пособие для нач. проф. образования/ Б. А. Соколов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 304 с.

Учебное издание

**Сморodin Сергей Николаевич
Белоусов Владимир Николаевич
Иванов Александр Николаевич
Мисютина Кристина Геннадьевна**

Проектирование источников энергии в промышленной теплоэнергетике

Редактор и корректор А. А. Чернышева
Техн. редактор Д. А. Романова

Учебное электронное издание сетевого распространения

Системные требования:
электронное устройство с программным обеспечением
для воспроизведения файлов формата PDF

Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=202016, по паролю.
- Загл. с экрана.

Дата подписания к использованию 09.11.2021 г. Рег. № 79/21

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД
198095, СПб., ул. Ивана Черных, 4.