|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Введение**  Научно - технический прогресс, интенсификация производства, повышение его технического уровня и улучшение условий труда в значительной мере определяются развитием теплоэнергетики.  Одной из важнейших задач теплоэнергетики является необходимость дальнейшего существенного улучшения технико-экономических показателей работы энергетического оборудования.  Промышленные предприятия, жилищно-коммунальный сектор и общественные здания потребляют огромное количество теплоты на технологические нужды, вентиляцию, отопление и горячее водоснабжение. Тепловая энергия в виде пара и горячей воды вырабатывается производственными, производственно - отопительными и отопительными котельными.  Котельная установка *-* это комплекс устройств и агрегатов, предназначенных для получения пара и горячей воды за счет сжигания топлива или использования посторонних теплоисточников.  В качестве топлива в современных котельных установках используется уголь, природный газ, мазут, дизельное топливо.  В связи с улучшением технико-экономических показателей, ставится задача о повышение производительности котельных установок.  Энергетика является важнейшей составляющей всей экономики и в последнее время привлекает к себе особое внимание. Всё больше людей оказываются в той или иной степени втянуты в сферу электро- и газоснабжения, обеспечения энергетической безопасности общества. Основой энергетики Санкт-Петербурга и области является природный газ. В топливном балансе нашего региона он составляет до 98% и является практически монотопливом.  Реально потребляемый объём газа составляет около 11 млрд. кубических метров в год, более 60% из которых приходится на энергетическую отрасль. Газ является главным сырьем для производства тепловой и электрической энергии, основной городской энергетики и городского хозяйства. | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  | Лист |
|  |  |  |  |  | 4 |
| Изм. | Лист | № докум | Подп. | Дата |
| Особый интерес представляет информация о новшествах в технологиях сжигания природного газа.  Актуальной является и проблема повышения эффективности системы газоснабжения, установка современного оборудования котельных и ТЭЦ, что позволит сократить потребление на единицу вырабатываемой электрической и тепловой энергии.  В настоящее время, в условиях практически монопольного производства электрической и тепловой энергии генерирующими компаниями РФ и неуклонного роста цен на энергоносители, в условиях конкурентной экономики со стороны малых и средних промышленных производителей возрос интерес к альтернативной энергетике (мини-ТЭЦ) на базе различных когенерационных энерготехнологий.  Следует подчеркнуть, что все сферы промышленного производства РФ, по сравнению с зарубежными промышленными производителями, как правило, малоэффективно используют низкопотенциальную энергию отходов технологических процессов.  Стремление к конкурентоспособности подвигает как малые, так и крупные предприятия к утилизации низкопотенциальных источников энергии в целях энергосбережения.  Этому способствуют все возрастающие требования к надежности и качеству энергоснабжения, а также стремление к независимости от монопольного рынка традиционной энергетики.  Следует полагать, что в ближайшие годы будет происходить интенсивное развитие и широкое внедрение когенерационных энергосберегающих технологий.  Под когенерационной энергоустановкой понимается мини-ТЭЦ малой и средней мощности для совместного производства теплоты и электроэнергии. В качестве двигателей в современных когенерационных установках применяются преимущественно поршневые двигатели внутреннего сгорания (ГПУ), газотурбинные двигатели (ГТУ), топливные элементы (ТЭ) [6, 7, 9].  Целью дипломного проекта является модернизация водогрейной котельной | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  | Лист |
|  |  |  |  |  | 5 |
| Изм. | Лист | № докум | Подп. | Дата |
| в связи с установкой когенерационного агрегата, для резервирования источника электрической энергии и использования тепловой энергии, которая обычно улетучивается в атмосферу вместе с дымовыми газами.  Водогрейная котельная предназначена для теплоснабжения и электроснабжения производственных и административных зданий ООО «Сигнал», по адресу Ленинградская обл., Тосненский р-он, д. Аннолово.  Данная водогрейная котельная включает в себя:   * котельную тепловой мощностью 2,5 МВт * две когенерационные установки электрической мощности по 160 кВт с газопоршневыми двигателями   Котельная тепловой мощностью 2,5 МВт является:   * водогрейной с температурой теплоносителя до 115 0С; * отопительной (по назначению); * газовой; * автоматической (без постоянного присутствия обслуживающего персонала)   Подача газа осуществляется по одному трубопроводу, потребитель теплоты по надежности теплоснабжения относится ко второй категории.  По надежности отпуска теплоты потребителям котельная относится ко второй категории.  По степени взрывопожарной опасности и огнестойкости помещение котельной относится соответственно к категориям «Г» и «III».  По степени надежности электроснабжения котельная относится к электроприемникам второй категории.  В качестве основного источника электроснабжения котельной используется две когенерационные установки.  Топливом для когенерационного агрегата и котельной является природный газ среднего давления.  В качестве резервного топлива предусматривается дизельное топливо. | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  | Лист |
|  |  |  |  |  | 6 |
| Изм. | Лист | № докум | Подп. | Дата |
| 1. **Основное оборудование производственно-отопительной котельной**   **1.1 Отопительные котлы ТЕРМОТЕХНИК ТТ 100**  Основным оборудованием котельной являются котлы ТЕРМОТЕХНИК ТТ 100. ТЕРМОТЕХНИК ТТ 100 – трехходовые стальные низкотемпературные водогрейные котлы газотрубно-дымогарного типа, оснащенные топкой, работающей под наддувом. Котлы предназначены для производства теплофикационной горячей воды с максимальной температурой 1150С при допустимом рабочем давлении 0,6 МПа. Котлы используются для работы только в закрытых системах теплоснабжения.  Предпочтительными сферами применения котлов ТЕРМОТЕХНИК ТТ 100 являются крупные системы отопления и вентиляции, горячего водоснабжения промышленных, административных, коммунально-бытовых и других объектов, обеспечение тепловой энергией технологического оборудования производств.  Котлы ТЕРМОТЕХНИК ТТ 100 производятся серийно в диапазоне номинальной мощности от 1000 кВт до 5000 кВт.  Общий вид котла ТЕРМОТЕХНИК ТТ 100 представлен на рисунке 1.1.1  Рисунок 1.1.1 Котел ТЕРМОТЕХНИК ТТ 100. | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  | Лист |
|  |  |  |  |  | 7 |
| Изм. | Лист | № докум | Подп. | Дата |
| **Рисунок 1.1.2 - Принципиальная схема работы котла ТТ 100.**  **1-дверца горелки; 2- подающая предохранительная линия; 3- система распределения воды; 4- обратная линия; 5-подающая линия; 6-поворотная камера; 7-алюмминиевый защитный кожух; 8-высокоэффективная изоляция без тепловых мостиков; 9-дополнительные двухрядные поверхности нагрева (второй ход); 10-дополнительные поверхности нагрева (третий ход); 11-топочная камера (первый ход); 12-труба горелки.**  Котел ТТ 100 сконструирован как трехходовой котел газотрубно-дымогарного типа. Принципиальная схема работы котла ТТ 100 представлена на рисунке 1.1.2.  Топочная камера (поз.11) и корпус котла имеют цилиндрическую форму. Конвективные поверхности нагрева образованы дымогарными трубами второго и третьего хода (поз.9,10), расположенными симметрично вокруг топочной камеры (поз.11). Двух-, трехрядная схема расположения дымогарных труб второго хода увеличивает площадь и интенсивность теплообмена.  Полностью омываемая водой поворотная камера (поз.6) образована задней трубной доской и торосферическим днищем.  Патрубки входа и выхода воды (поз.4,5), а также патрубок аварийной линии (поз.2) расположены сверху котла. В патрубки входа и выхода воды вварены штуцера для датчиков температуры. Под патрубком входа воды смонтирован водонаправляющий элемент (поз.3). | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  | Лист |
|  |  |  |  |  | 8 |
| Изм. | Лист | № докум | Подп. | Дата |
| Для монтажа горелки на фронтальной крышке имеется горелочная плита.  Визуальный контроль пламени в топочной камере осуществляется через смотровой глазок.  Дверца горелки (поз.1) может полностью откидываться, либо открываться с установленной на ней горелкой (поз.12), по желанию, вправо или влево. При открытой дверце горелки обеспечивается удобный доступ к топочной камере и дымогарным трубам при техническом обслуживании и чистке котла. Осмотр и чистку поворотной камеры можно производить через топочную камеру.  Сплошная охватывающая теплоизоляция котла (поз.8) состоит из минераловатных матов толщиной 100мм. Снаружи корпус котла обшит защитным кожухом из алюминиевого листа (поз.7).  Применение в отопительных котлах ТТ 100 принципа трехходового прохода дымовых газов обеспечивает отличные показатели процесса сгорания.  Отопительные котлы имеют большую площадь дополнительных двухрядных поверхностей нагрева в каналах второго хода продуктов сгорания. Отказ от использования турбуляторов, а также применение поворотной камеры, полностью омываемой водой, обеспечивают низкие температуры в области второго поворота при движении продуктов сгорания в передней части котла. В результате существенно снижается термическая нагрузка на дверь.  Компактная конструкция котла стала возможной за счет симметрично расположенных вокруг топочной камеры дополнительных поверхностей нагрева. Благодаря этому котел имеет небольшой вес, и для его установки не требуется много места. Дверь с горелкой может навешиваться, по желанию, как справа, так и слева.  Использование трехходовой схемы движения продуктов сгорания и наличие водоохлаждаемой камеры сгорания создают идеальные условия для эксплуатации с низкими выбросами вредных веществ, особенно в комбинации с современной горелкой, работа которой согласована с котлом. Эмиссии вредных веществ в котлах ТТ 100 с особенно большими топками удовлетворяют самым взыскательным требованиям, в том числе при сжигании дизельного топлива. | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  | Лист |
|  |  |  |  |  | 9 |
| Изм. | Лист | № докум | Подп. | Дата |
| В зависимости от температуры теплоносителя и нагрузки на котел достигается очень высокий коэффициент полезного действия. Потери от излучения отопительного котла пренебрежимо малы, а полное использование возможностей регулирования горелки обеспечивает хороший коэффициент полезного действия при частичной нагрузке.  Оптимизированная форма топочной камеры и система распределения воды, поступающей в отопительный котел ТТ 100, обеспечивают очень высокую эксплуатационную надежность. Малый объем воды в котле позволяет сократить стадию разогрева и обеспечить низкую температуру обратной линии. Поэтому переход через диапазон точки росы на стадии разогрева протекает быстро.  Для равномерного распределения весовой нагрузки отопительный котел имеет раму из швеллера.  Если пол в котельной ровный, то не требуется дополнительный фундамент под котел.  Для всех отопительных котлов имеется большой выбор согласованных между собой компонентов, обеспечивающих оптимальную работу всей установки.  Во всех отопительных котлах ТТ 100 под штуцером обратной линии встроен направляющий элемент для воды. Здесь за счет явления инжекции от воды, поступающей со скоростью в котел из обратной линии, теплая котловая вода подходит и смешивается с холодной обратной водой.  Целенаправленная подпитка водой из обратной линии приводит к оптимальному протоку воды внутри всего объема котла. Плавное снижение температур в котле приводит к исключительно равномерному распределению температур внутри всего котла.  Такое распределение воды в отопительном котле обеспечивает надежный и сухой режим работы с минимальной температурой обратной линии 50 °C. В конструкции котла используется трехходовой проход продуктов сгорания по принципу противотока, применяемый в теплообменниках.  Вместе с эффективным расчетом поверхностей нагрева это является условием для низких эмиссий вредных веществ и высокого использования энергии. | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  | Лист |
|  |  |  |  |  | 10 |
| Изм. | Лист | № докум | Подп. | Дата |
| Отопительные котлы ТТ 100 достигают высокого стандартизированного коэффициента использования, зависящего от отопительной установки.  Отопление происходит посредством теплопередачи из котлового контура в отопительный: вода нагревается в котлах до определённой температуры, затем направляется в теплообменники, где и происходит подогрев воды отопительного контура до определенной температуры.  Затем вода котлового контура направляется обратно в котлы, а вода отопительного контура – к потребителю. Давление в обоих контурах поддерживается циркуляционными и повысительными насосами “Wilo” (не должно превышать 6 бар).  Управление исполнительными органами и циркуляционными насосами отопительных контуров постоянно осуществляется системой управления Logamatic. Управление (230 В) осуществляет система Logamatic.  В комбинации с различными системами управления обеспечиваются различные максимальные рабочие температуры подающей линии отопительного котла (максимальное установочное значение регулятора). При достижении этих температур регулятор отключает горелку.  Температура котловой воды должна быть не менее 70 °C. Ее можно поддерживать постоянной или плавно регулировать.  Отопительные котлы ТТ 100 могут работать на природном газе. Возможно использование дизельного топлива.  **1.2 Газовая горелка Dreizler**  Горелки Dreizler- имеют шумопоглащающий кожух на колёсиках.  Топливо: природный или сжиженный газ; жидкое. В критических ситуациях с подачей газа происходит автоматическое переключение на подачу жидкого топлива.  Присоединение газовой рампы до мощности горелки 5 МВт - по выбору: слева или справа.  Давление газа перед клапанами: 300 или 500 мбар, в зависимости от типа. | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  | Лист |
|  |  |  |  |  | 11 |
| Изм. | Лист | № докум | Подп. | Дата |
| Принцип сжигания топлива: использована система ARZ или ARZ-super рециркуляции дымовых газов для более экологичного сжигания.  Рисунок 1.2.1. Горелка Dreizler.  Таблица 1.2.1  Технические характеристики горелки   |  |  | | --- | --- | | Технические характеристики | Значения | | Мощность горелки, кВт | 700-4150 | | Тип газа | природный газ | | Максимально давление газа перед клапаном, не более, мбар | 500 | | Присоединительное давление, не менее, при номинальной нагрузке, мбар | 100 | | Вид регулирования | двухступенчатое или модулированное | | Регулировочное соотношение | до 1:5 | | Управляющий сигнал, В | 220 | | Мощность электромотора, кВт | 11 | | Электропитание мотора, В | 380 |   Данные горелки подразделяются на два типа: моноблочные и горелки с выносным вентилятором. | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  | Лист |
|  |  |  |  |  | 12 |
| Изм. | Лист | № докум | Подп. | Дата |
| В комплектацию моноблочных горелок входит: корпус вентилятора с заслонкой предварительной настройки, электродвигатель с вентиляторным колесом, реле давления воздуха, корпус горелки с воздушной заслонкой и сервоприводом, шумопоглащающий кожух, автоматика горелки, головка сгорания, фотодатчик контроля пламени, газовая рампа со связанным регулированием соотношение газ/воздух в зависимости от давления воздуха в головке горелки и давления в топке (два газовых клапана, регулятор давления газа, устройство регулирования соотношения воздух/газ, 2 реле давления газа, газовый фильтр, шаровый кран), жидкотопливный насос, 2 форсунки, 2 жидкотопливных электроклапана.  В комплектацию горелок с выносным вентилятором входит: головка горелки в корпусе с коробом для подачи воздуха, воздушная заслонка с сервоприводом, выносной вентилятор, фотодатчик контроля пламени, газовая рампа со связанным регулированием соотношение газ/воздух в зависимости от давления воздуха в головке горелки и давления в топке (два газовых клапана, регулятор давления газа, устройство регулирования соотношения воздух/газ, реле давления газа, газовый фильтр, шаровый кран, антивибрационный компенсатор).  **1.3 Разборные пластинчатые теплообменники «Альфа Лаваль»**  Пластинчатый теплообменник - это теплообменник поверхностного типа, предназначенный для осуществления теплообмена между различными средами: *жидкость-жидкость, пар-жидкость.* Теплопередающая поверхность пластинчатого теплооб­менника образована из тонких штампованных гофрированных пластин рис 1.3.1  Рабочие среды в теплообменнике движутся в щелевых каналах сложной формы между соседними пластинами. Каналы для греющего и нагреваемого теплоносителей чередуются между собой.  Высокая эффективность теплопередачи достигается за счет применения тонких гофрированных пластин, которые являются естественными турбулизаторами потока и, вследствие своей малой толщины, обладают малым термическим сопротивлением. | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  | Лист |
|  |  |  |  |  | 13 |
| Изм. | Лист | № докум | Подп. | Дата |
| Рис.1.3.1 Теплообменник Альфа Лаваль  Герметичность каналов и распределение теплоносителей по каналам обеспечивается с помощью резиновых уплотнений, расположенных по периметру пластины. Уплотне­ние крепится к пластине с помощью клипс*.*  Уплотнение, расположенное по периметру пластины, охватывает два угловых отверстия, через которые входит поток рабочей среды в межпластинный канал и выходит из него, а через два других отверстия, изолированных дополнительно кольцевыми уплотнениями, встречный поток проходит транзитом. Вокруг этих отверстий имеется двойное уплотнение, которое гарантирует герметичность каналов, расположение специальных канавок, через которые теплоноситель вытекает из теплообменника наружу в слу­чае повреждения уплотнения.  Таким образом, протечки можно определить визуально и заменить уплотне­ние за короткое время.  Уплотнительные прокладки крепятся к пластине таким образом, что после сборки и сжатия пластины в аппарате образуют две систе­мы герметичных каналов - одна для греющей среды, другая для на­греваемой. Каждая последующая пластина повернута на 180° в плос­кости ее поверхности относительно предыдущей, что создает равно­мерную сетку пересечения взаимных точек опор вершин гофр и обеспечивает жесткость пакета пластин.  Обе системы межпластинных каналов соединены со своими коллекторами и далее с соединениями для входа и выхода рабочих сред на неподвижной плите теплообменника. | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  | Лист |
|  |  |  |  |  | 14 |
| Изм. | Лист | № докум | Подп. | Дата |
| Пакет пластин размещается на раме теплообменника. Рама теплообменника состоит из неподвижной плиты, опорного штатива, верхней и нижней направляющих, по­движной плиты и комплекта стяжных болтов, установочных пяток.  Верхняя и нижняя направляющие крепятся к неподвижной плите и к стойке. На направляющие навешивается подвижная плита и пакет пластин. Неподвижная и подвижная плиты стягиваются болтами. У одноходовых теплообменников все соединения располо­жены на неподвижной плите.  Для крепления теплообменника к стро­ительным конструкциям на неподвижной плите и стойке предусмот­рены монтажные пятки.  В ПТО Альфа Лаваль две среды разделены тонкой гофрированной пластиной. Как правило, чем тоньше пластина, тем выше эффективность и равномерность теплопередачи и легче управление процессом.  Но не менее важно создание турбулентного потока и равномерное его распределение по всей поверхности пластины. Специалисты Альфа Лаваль успешно решили эту проблему, создав пластину уникальной формы. Альфа Лаваль выпускает широкий ассортимент пластин.  Конфигурация, глубина штамповки и материал пластин могут меняться в зависимости от назначения. Стандартные пластины штампуются из нержавеющей стали, но могут быть изготовлены и из других материалов, например, из титана. Модульность конструкции теплообменника позволяет использовать его в различных областях.  Все пластины «Альфа Лаваль» штампуются одноходовой выпрессовкой. Это гарантирует их полную идентичность, одинаковость гофра и точек контакта.  При сборке пластин в теплообменнике эти контактные точки используются для создания упругой и механически прочной конструкции, способной успешно выдерживать большие нагрузки.  Прокладки изготавливаются в прессформах цельнотянутыми в виде единой детали, что обеспечивает их точную форму и отсутствие ослабленных переходных участков, характерных для вулканизации. Кроме того, форму прокладки и углубление под прокладку в пластине проектируют для идеального совмещения. | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  | Лист |
|  |  |  |  |  | 15 |
| Изм. | Лист | № докум | Подп. |  |
| Выводы   1. Описано основное оборудование котельной. 2. Приведены технические характеристики агрегатов. 3. Освещен принцип работы каждого узла оборудования. 4. Рассмотрено применение когенерационной установки в теплоэнергетике. | | | | | | |
|  |  |  |  |  | ДП 70371023.00.00.00.ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 16 |