

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

О.К. Мазурова, Н.В. Кузнецов, А.Н. Бутенко

Автономное теплоснабжение

Ростов-на-Дону

2011г

УДК 621.1

Рецензент: доц., канд. техн. наук В.Н. Малоземов (РГУПС)

О.К. Мазурова, Н.В. Кузнецов, А.Н. Бутенко

Автономное теплоснабжение: Учебное пособие - Ростов-на-Дону: Рост. гос. строит. ун-т, 2011. -с.

Содержатся основные положения по проектированию автономного теплоснабжения в соответствии с требованиями нормативных документов, приведены технические характеристики высокотехнологических источников автономного теплоснабжения отечественного и зарубежного производства. Рассмотрены методы расчета основного оборудования котельных.

Предназначено для студентов специальности «Теплогазоснабжение и вентиляция» всех форм обучения.

Содержание

Введение.....	5	
Глава 1. Современное состояние систем теплоснабжения.....	7	
Глава 2. Классификация систем теплоснабжения.....	10	
Глава 3. Особенности проектирования автономного теплоснабжения.....	14	
3.1. Основные положения.....	14	
3.2. Основные типы теплогенераторов для автономного теплоснабжения.....	20	
3.3. Выбор теплогенератора.....	25	
3.4. Топливоснабжение.....	28	
3.5. Водоподготовка и водно-химический режим.....	30	
3.6. Выбор водоподогревателей.....	35	
3.7. Расчет и выбор насосов.....	37	
Глава 4. Основные типы автономного теплоснабжения.....	40	
4.1. Котельные.....	40	
4.1.1. Крышные котельные.....	40	
4.1.2. Блочно-модульные котельные.....	48	
4.2. Поквартирное теплоснабжение.....	51	
4.3. Система отопления теплый пол.....	55	
4.4. Использование возобновляемых источников энергии	58	
4.4.1. Установки солнечного горячего водоснабжения.....	58	
4.4.2. Автономное теплоснабжение с применением тепловых насосов	68	
Глава 5. Автоматизация систем автономного теплоснабжения.....	75	
5.1. Защита оборудования и сигнализация.....	75	
5.2. Автоматическое регулирование и контроль.....	76	
5.3. Структура систем автоматического управления котельных.....	81	

5.4. Датчики САР водогрейной котельной.....	84
Библиографический список.....	86
Приложения.....	89
Приложение 1	
Технические характеристики и описание основных типов теплогенераторов отечественного и зарубежного производства для автономного теплоснабжения	89
Приложение 2	
Устройство пластинчатого теплообменника.....	116
Приложение 3	
Модульная котельная РАЦИОНАЛ с котлами РЭМЭКС.....	119
Приложение 4	
Блочно-модульные котельные	
ОАО «Бийский котельный завод»	124
Приложение 5	
Передвижные блочно-модульные котельные	
ОАО «Бийский котельный завод».....	129
Приложение 6	
Принципиальные тепловые схемы автономных котельных для открытой и закрытой систем теплоснабжения.....	132
Приложение 7	
Тепловые насосы.....	138
Приложение 8	
Система контроля управления работой газовых котлов ООО ПКП «Вектор»	142

Централизованное теплоснабжение от ТЭЦ остается самым энергетически эффективным способом использования энергии топлива. Вместе с тем, все более широкое применение находит автономное (децентрализованное) теплоснабжение, активное внедрение которого началось в последнее десятилетие.

Автономное теплоснабжение – это система, состоящая из источника тепла и потребителя. Под термином «потребитель» понимают системы отопления, горячего водоснабжения, вентиляции и технологического снабжения горячей водой жилых, общественных и производственных зданий. Источниками тепла могут быть крышные, встроенные или пристроенные котельные, индивидуальные котлы. Внешние тепловые сети, как правило, отсутствуют. Топливом для таких источников тепла обычно является природный газ или мазут. Кроме того, в системах автономного теплоснабжения для получения теплоты возможно использование низкотемпературных возобновляемых энергоресурсов с помощью тепловых насосов (ТН) или солнечных коллекторов (СК).

Преимущества автономного теплоснабжения:

- значительное сокращение сроков строительства;
- уменьшение капитальных затрат, что позволяет снизить себестоимость отпускаемой тепловой энергии в несколько раз;
- снижение тепловпотерь и исключение утечек при транспортировке по наружным тепловым сетям (ввиду их отсутствия);
- исключение затрат на ремонт и эксплуатацию теплотрасс;
- снижение затрат на строительство дымовой трубы;
- независимое теплоснабжение и возможность местного регулирования тепловой нагрузки.

Срок окупаемости системы автономного теплоснабжения в 3-5 раз меньше, чем при теплоснабжении от централизованных тепловых сетей.

Проектирование новых и реконструируемых котельных должно осуществляться в соответствии с утвержденными схемами теплоснабжения городских и сельских поселений.

В настоящем учебном пособии рассматривается комплекс вопросов связанных с проектированием и эксплуатацией автономного теплоснабжения с учетом требований нормативных документов, разработанных в последние годы.

Приведены основные технические характеристики высокотехнологичных источников автономного теплоснабжения отечественного и зарубежного производства. Как варианты автономного теплоснабжения рассмотрены блочно-модульные котельные, в том числе и крышные, а также мобильные (передвижные) котельные для временного и аварийного теплоснабжения.

Глава 1. Современное состояние систем теплоснабжения

Климатические условия в России определяют теплоснабжение как наиболее социально значимый и в то же время наиболее топливоемкий сектор экономики, который потребляет примерно 40% энергоресурсов, используемых в стране, причем около половины этих ресурсов приходится на коммунально-бытовой сектор.

По данным [1] около 72% тепловой энергии производится централизованными источниками тепла (мощностью более 20МВт), остальные 28% производятся децентрализованными источниками, в том числе 18% - автономными и индивидуальными источниками тепла. При этом, незначительная часть тепловой энергии обеспечивается за счет утилизации сбросного тепла от технологических установок и с использованием возобновляемых источников энергии.

В настоящее время состояние теплоснабжения нельзя признать удовлетворительным. Многие централизованные источники тепла выработали свой ресурс. Около 50% объектов коммунального теплоснабжения и инженерных сетей требуют замены, не менее 15% находятся в аварийном состоянии. На каждые 100км тепловых сетей ежегодно регистрируется в среднем 70 повреждений. Потери в тепловых сетях достигают 30%, а с учетом теплоносителя ежегодно теряется более 0,25км² воды, 82% общей протяженности тепловых сетей требуют капитального ремонта или замены [1].

Причинами такого неудовлетворительного состояния теплоснабжения можно считать:

- высокий износ оборудования и тепловых сетей,
- предельно высокий уровень потерь тепла,
- слабое управление и неразграниченность полномочий и ответственности в коммунальной энергетике,
- отсутствие перспективных схем развития теплоснабжения,

- дефицит финансовых средств в местных бюджетах на модернизацию систем теплоснабжения.

В соответствии с энергетической стратегией России на период до 2020 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации №1234-р от 28.08.2003г, предусматривается значительное увеличение капитальных вложений в теплоснабжение на период до 2020 года (рис. 1.1. [1]) и прогнозируется рост производства тепловой энергии к 2020 году на 22-34% больше чем в 2000 году (рис. 1.2. [1]).

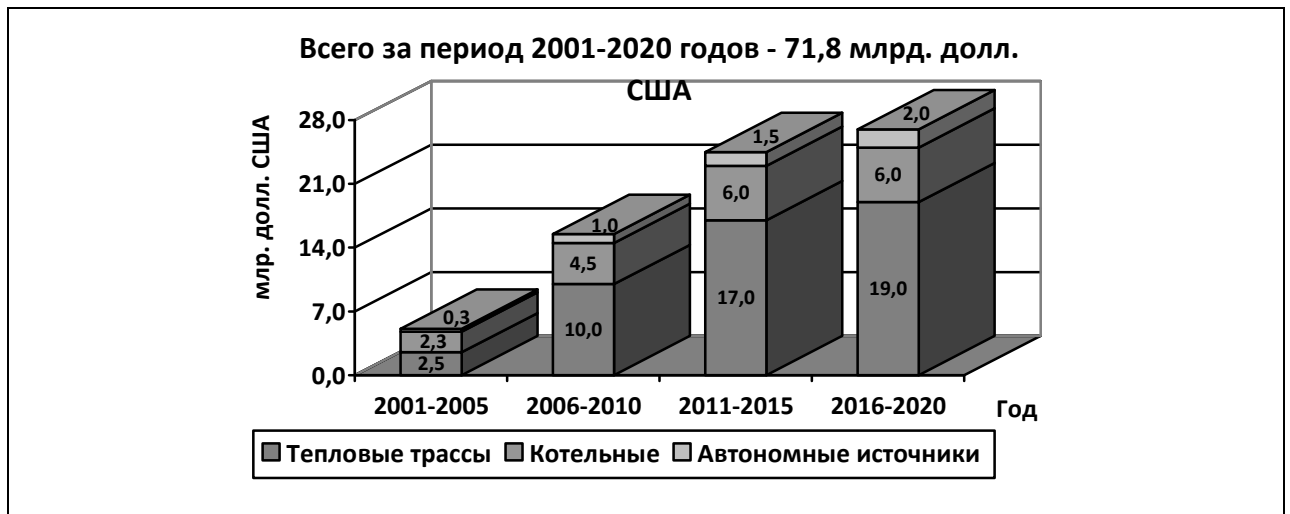


Рис. 1.1. Капиталовложения в теплоснабжение (без ТЭЦ) в период до 2020 года.



Рис. 1.2. Производство тепловой энергии в период до 2020 года (умеренный и оптимистический варианты).

При этом предусматривается рост реального потребления тепловой энергии в 1,4 - 1,5 раза за счет сокращения потерь и использования высокого потенциала энергосбережения в теплоэнергетике.

На развитие теплоснабжения в России в перспективе могут повлиять следующие основные факторы:

- проводимые в настоящее время реформы жилищно-коммунального хозяйства,
- темпы роста жилого фонда и промышленного производства в стране (теплоемких отраслей),
- прогнозируемый рост цен на природный газ,
- резкий рост КПД теплоисточников,
- использование возобновляемых источников энергии.

Широкое использование автономного теплоснабжения поможет решить ряд проблем и, в первую очередь, обеспечить надежное снабжение теплом населения и предприятий при строительстве новых жилых районов, не имеющих доступа к тепловым сетям. Во-вторых, автономное теплоснабжение дает возможность потребителям самостоятельно регулировать количество тепла на отопление и горячее водоснабжение, что позволит уменьшить расходы теплоты и годовое потребление топлива в котельных.

Глава 2. Классификация систем теплоснабжения

Система теплоснабжения – совокупность технических устройств, агрегатов и подсистем, обеспечивающих приготовление теплоносителя, его транспортировку и распределение в соответствии со спросом на теплоту по отдельным потребителям на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и технологическое теплоснабжение.

Все системы теплоснабжения можно объединить в группы по следующим признакам:

- по степени централизации,
- по виду теплоносителя,
- по способу подачи воды на горячее водоснабжение,
- по количеству трубопроводов тепловой сети.

По степени централизации теплоснабжение бывает:

- централизованное от тепловых электростанций (ТЭЦ),
- централизованное от районных или квартальных котельных,
- местное от групповых котельных (применяется для теплоснабжения одного или группы зданий),
- автономное от теплогенераторов, предназначенных для теплоснабжения одного здания или сооружения.

Для автономных систем теплоснабжения характерна малая протяженность или даже полное отсутствие тепловых сетей от источника теплоснабжения к потребителям тепловой энергии. Автономное теплоснабжение осуществляется от источников теплоснабжения малой мощности, автономных квартирных теплогенераторов и печей. Автономная (децентрализованная) система теплоснабжения состоит из источника теплоты, который соединен внутренними тепловыми сетями с нагревательным прибором потребителя или соединен с ним. Внутренние тепловые сети – это системы отопления, вентиляции, местные системы горячего водоснабжения.

Существуют также поквартирные системы отопления и системы, обеспечивающие отопление и горячее водоснабжение квартиры.

Перечисленные системы теплоснабжения характеризуются различными показателями надежности работы и экономичности.

Решение по выбору типа системы теплоснабжения (централизованной или децентрализованной) зависит в основном от величины и структуры населенного пункта, плотности тепловых нагрузок и размещения абонентов, вида топлива.

К преимуществам централизованных систем теплоснабжения обычно относят меньшие расходы топлива при выработке теплоты. Однако анализ результатов сравнения энергетической эффективности систем теплоснабжения приведенных в табл. 2.1. [2] показывает, что теплотехнические характеристики автономного теплоснабжения превышают в целом показатели централизованных систем.

Автономные системы имеют ряд преимуществ:

- меньшее, чем при централизованных системах, единовременные капитальные вложения,
- возможность поэтапного ввода в работу оборудования, по мере завершения строительных работ,
- независимое обеспечение тепловой нагрузки объектов и возможность местного регулирования работы системы,
- возможность разработки полностью автономных систем,
- установка крышных котельных позволяет освободить территорию населенного пункта.

Наряду с этим автономное теплоснабжение имеет и недостатки. К ним можно отнести увеличение установленной мощности котельного оборудования по сравнению с необходимой и трудности обеспечения теплотой многоквартирных зданий.

Результаты сравнения энергетической эффективности систем теплоснабжения

Показатели	Тип системы			
	Централизованная, закрытая, двухтрубная		Децентрализованная от автономного теплогенератора	
	твердое топливо	природный газ	твердое топливо	природный газ
Эксплуатационный КПД котла (теплогенератора), брутто, % ¹	75-81,5	85-90,5	63-75	78-90
Эксплуатационный КПД котельной, нетто, % ²	65-75	80-85	60-70	75-85
Расход электроэнергии:				
- на собственные нужды котельной (с учетом сетевых насосов), кВт/МВт;	15-25	6-8	-	-
- в пересчете на эквивалентную тепловую энергию, кВт/МВт ³	42,8-71,4	17,1-22,9	-	-
- в пересчете на эквивалентную тепловую энергию, %	4,3-7,1	1,7-2,3	-	-
- принято в расчете, %	5	2	-	-
Потери теплоты:				
- в тепловых сетях с утечками теплоносителя	3	3	-	-
- в окружающую среду, % ⁴	7	7	-	-
Теоретический КПД системы, %	50-60	68-73	63-75	78-90

¹Меньшее значение - при установке в котельной чугунных секционных котлов, большее - стальных водогрейных котлов серии КВ.

²Для автономных теплогенераторов КПД увеличен на значения тепловых потерь от внешнего охлаждения $q_5 = 3-5\%$, так как теплогенератор устанавливается в пределах общей площади помещения.

³КПД отпуска электроэнергии по теплоте принят 35%.

⁴Принято как среднее для систем 5-9%.

По виду теплоносителя системы делятся на паровые и водяные.

Водяные системы используются для обеспечения тепловой энергией объектов жилищно-коммунального хозяйства (отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха, горячее водоснабжение), а также с целью снабжения промышленных предприятий горячей водой на технологические нужды, паровые – в основном для обеспечения технологических нужд.

Расположение России в северной климатической зоне и стремление защитить автономные сети от «размораживания» при аварийных отключениях или при периодической работе инженерных систем часто являются причиной замены воды, используемой в качестве теплоносителя, на «незамерзающий» теплоноситель [3].

В качестве «незамерзающего» теплоносителя часто используется широкий спектр водных смесей на основе моноэтиленгликоля с комплексными присадками, обеспечивающими стабильность свойств, низкую коррозионную активность, антивспенивание, антиокислительные свойства и безнакипный режим работы системы.

Паровые системы теплоснабжения распространены на промышленных предприятиях, где пар используется в качестве энергоносителя в технологических процессах, а также для нужд санитарно-технических систем в пределах этих предприятий.

По способу подачи воды на горячее водоснабжение водяные системы теплоснабжения подразделяются на закрытые и открытые.

В закрытых системах воду из тепловых сетей используют только в качестве энергоносителя в теплообменниках для подогрева холодной водопроводной воды, поступающей в местную систему горячего водоснабжения.

В открытых системах вода непосредственно из тепловой сети забирается для приготовления и подачи ее в систему горячего водоснабжения потребителя.

По количеству трубопроводов тепловой сети тепловые сети делятся на одно-, двух-, трех и четырехтрубные.

Глава 3. Особенности проектирования автономного теплоснабжения

3.1. Основные положения

В настоящее время происходят структурные изменения систем теплоснабжения: низкая энергетическая эффективность, физический износ оборудования и сетей централизованного теплоснабжения ведет к развитию автономного локального теплоснабжения, т.е. происходит децентрализация источников и систем теплоснабжения вплоть до индивидуального квартирного теплоснабжения. Проектируются и строятся автономные котельные с очень небольшой протяженностью тепловых сетей или вообще без них.

Котельные по размещению подразделяются на:

- отдельно стоящие,
- пристроенные к зданиям другого назначения,
- встроенные в здания другого назначения независимо от этажа размещения,
- крышные.

Основные положения по проектированию автономных источников теплоснабжения приведены в [4].

Тепловая мощность проектируемой котельной не должна превышать потребности в теплоте того здания, для теплоснабжения которого она предназначена.

В отдельных случаях при соответствующем технико-экономическом обосновании допускается возможность использования автономной котельной для теплоснабжения нескольких зданий, если тепловая нагрузка дополнительных потребителей не превысит 100% тепловой нагрузки основного здания.

Для котельных, пристроенных к производственным зданиям промышленных предприятий, единичная производительность каждого котла и параметры теплоносителя не нормируются.

Крышные котельные для производственных зданий промышленных предприятий допускается проектировать с применением котлов с избыточным давлением пара до 0,07 МПа (0,7 кгс/см²) и температурой воды до 115 °С. При этом тепловая мощность такой котельной не должна превышать потребности в теплоте здания, для теплоснабжения которого она предназначена.

Не допускается встраивать котельные в жилые многоквартирные здания. Для жилых зданий допускается устройство пристроенных и крышных котельных.

Для общественных, административных и бытовых зданий допускается проектирование встроенных, пристроенных и крышных котельных при применении:

- водогрейных котлов с температурой нагрева воды до 115 °С;
- паровых котлов с давлением насыщенного пара до 0,07 МПа (0,7 кгс/см²), удовлетворяющих условию $(t - 100)V \leq 100$ для каждого котла, где t - температура насыщенного пара при рабочем давлении, °С; V - водяной объем котла, м³.

При этом в котельных, расположенных в подвале, в целях безопасности, не допускается устанавливать котлы, предназначенные для работы на газообразном и жидком топливе с температурой вспышки паров ниже 450 °С.

Общая тепловая мощность автономной котельной не должна превышать:

3,0 МВт - для крышной и встроенной котельной с котлами на жидком и газообразном топливе;

1,5 МВт - для встроенной котельной с котлами на твердом топливе.

Общая тепловая мощность пристроенных котельных не ограничивается.

Не допускается проектирование крышных, встроенных и пристроенных котельных к зданиям детских дошкольных и школьных учреждений, к лечебным корпусам больниц и поликлиник, к спальным корпусам санаториев и учреждений отдыха.

Тепловые нагрузки для расчета и выбора оборудования котельных определяются для трех режимов:

максимального - при температуре наружного воздуха в наиболее холодную пятидневку;

среднего - при средней температуре наружного воздуха в наиболее холодный месяц;

летнего.

Указанные расчетные температуры наружного воздуха принимаются в соответствии с климатическими условиями по [5].

Для теплоснабжения зданий и сооружений, имеющих дежурное отопление или в работе систем отопления которых допускаются перерывы, следует предусматривать возможность работы оборудования котельной с переменными нагрузками.

Расчетная производительность котельной определяется суммой расходов тепла на отопление и вентиляцию при максимальном режиме (максимальные тепловые нагрузки) и тепловых нагрузок на горячее водоснабжение при среднем режиме и расчетных нагрузок на технологические цели при среднем режиме. При определении расчетной производительности котельной должны учитываться также расходы тепла на собственные нужды котельной, включая отопление в котельной.

Максимальные тепловые нагрузки на отопление $Q_{o\max}$, вентиляцию $Q_{v\max}$ и средние тепловые нагрузки на горячее водоснабжение Q_{hm} жилых, общественных и производственных зданий принимают по соответствующим проектам.

Расчетные тепловые нагрузки на технологические процессы и количество возвращаемого конденсата принимают по проектам промышленных предприятий.

При определении суммарных тепловых нагрузок для предприятия следует учитывать несовпадение максимумов тепловых нагрузок на технологические процессы по отдельным потребителям.

При отсутствии проектов тепловые нагрузки на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение определяют:

для предприятий - по укрупненным ведомственным нормам, утвержденным в установленном порядке, либо по проектам аналогичных предприятий;

для жилых и общественных зданий - по формулам:

а) максимальный расход теплоты на отопление жилых и общественных зданий, Вт

$$Q_{o\max} = q_o A(1 + k_1), \quad (3.1)$$

где q_o - укрупненный показатель максимального расхода теплоты на отопление и вентиляцию здания на 1 м^2 общей площади, Вт/м²;

A - общая площадь здания, м²;

k_1 - коэффициент, учитывающий долю расхода теплоты на отопление общественных зданий; при отсутствии данных следует принимать равным 0,25;

б) максимальный расход теплоты на вентиляцию общественных зданий, Вт

$$Q_{v\max} = k_1 k_2 q_o A, \quad (3.2)$$

где k_2 - коэффициент, учитывающий долю расхода теплоты на вентиляцию общественных зданий; при отсутствии данных следует принимать равным: для общественных зданий, построенных до 1985 г. - 0,4, после 1985 г. - 0,6;

в) средний расход теплоты на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий, Вт

$$Q_{hm} = \frac{1,2m(a+b)(55-t_c)}{24 \cdot 3,6} c, \quad (3.3)$$

или

$$Q_{hm} = q_h m,$$

где 1,2 - коэффициент, учитывающий теплоотдачу в помещения от трубопроводов системы горячего водоснабжения (отопление ванной комнаты, сушка белья);

m - количество человек;

a - норма расхода воды в л при температуре 55 °С для жилых зданий на одного человека в сутки, которая принимается в соответствии с [6];

b - то же, для общественных зданий; при отсутствии данных принимается равной 25 л в сутки на одного человека;

t_c - температура холодной (водопроводной) воды в отопительный период (при отсутствии данных принимается равной 5 °С);

c - удельная теплоемкость воды, принимаемая равной 4,187 кДж/(кг·°С);

q_h - укрупненный показатель среднего расхода теплоты на горячее водоснабжение, Вт/ч, на одного человека, принимается по таблице 3.1.

г) максимальный расход теплоты на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий, Вт

$$Q_{h \max} = 2,4Q_{hm}, \quad (3.4)$$

д) средний расход теплоты на отопление, Вт, следует определять по формуле

$$Q_{от} = Q_{о \max} \frac{t_i - t_{от}}{t_i - t_o}, \quad (3.5)$$

где t_i - средняя температура внутреннего воздуха отапливаемых зданий, принимаемая для жилых и общественных зданий равной 18 °С, для производственных зданий - 16 °С;

$t_{от}$ - средняя температура наружного воздуха за период со среднесуточной температурой воздуха 8 °С и менее (отопительный период), °С;

t_o - расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, °С;

Укрупненные показатели среднего расхода теплоты на горячее водоснабжение q_h .

Средняя за отопительный период норма расхода воды при температуре 55 °С на горячее водоснабжение в сутки на 1 чел., проживающего в здании с горячим водоснабжением, л	Средний расход теплоты на одного человека, проживающего в здании, Вт/м		
	с горячим водоснабжением	с горячим водоснабжением с учетом потребления в общественных зданиях	без горячего водоснабжения с учетом потребления в общественных зданиях
85	247	320	73
90	259	332	73
105	305	376	73
115	334	407	73

е) средний расход теплоты на вентиляцию, Вт, при t_o

$$Q_{vm} = Q_{vmax} \frac{t_i - t_{от}}{t_i - t_o}, \quad (3.6)$$

ж) средняя нагрузка на горячее водоснабжение в летний период для жилых зданий, Вт

$$Q_{hm}^s = Q_{hm} \frac{55 - t_c^s}{55 - t_c} \beta, \quad (3.7)$$

где t_c^s - температура холодной (водопроводной) воды в летний период (при отсутствии данных принимается равной 15 °С);

t_c - температура холодной (водопроводной) воды в отопительный период (при отсутствии данных принимается равной 5 °С);

β - коэффициент, учитывающий изменение среднего расхода воды на горячее водоснабжение в летний период по отношению к отопительному периоду, принимается при отсутствии данных для жилых домов равным 0,8 (для курортных и южных городов $\beta = 1,5$), для предприятий - 1,0;

и) годовые расходы теплоты, кДж, жилыми и общественными зданиями на отопление

$$Q_{oy} = 86,4Q_{ot}n_o, \quad (3.8)$$

на вентиляцию общественных зданий

$$Q_{vy} = 3,6zQ_{vm}n_o, \quad (3.9)$$

на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий

$$Q_{hy} = 86,4Q_{hm}n_o + 86,4Q_{hm}^s(n_{hy} - n_o), \quad (3.10)$$

где n_o - продолжительность отопительного периода в сутках, соответствующая периоду со средней суточной температурой наружного воздуха 8°C и ниже, принимаемому по [5];

n_{hy} - расчетное число суток в году работы системы горячего водоснабжения; при отсутствии данных следует принимать 350 суток;

z - усредненное за отопительный период число часов работы системы вентиляции общественных зданий в течение суток (при отсутствии данных принимается равным 16 ч).

Годовые расходы теплоты предприятиями определяются исходя из числа дней работы предприятия в году, количества смен работы в сутки с учетом суточных и годовых режимов теплоснабжения предприятия; для существующих предприятий годовые расходы теплоты допускается определять по отчетным данным.

3.2. Основные типы теплогенераторов для автономного теплоснабжения

Низкопотенциальный теплоноситель для целей автономного теплоснабжения вырабатывается в чугунных и стальных котлах (теплогенераторах).

На современном рынке теплотехнического оборудования предлагается широкий ассортимент моделей котлов отечественного и зарубежного производства.

Чугунные водогрейные котлы имеют небольшую мощность и применяются в системах водяного отопления отдельных жилых и общественных зданий. Котлы большой мощности обычно изготавливают из стали: чугунный котел из-за своего веса окажется малотранспортабельным и дорогим.

Чугунные котлы собирают из отдельных секций. Такая конструкция позволяет подбирать требуемую поверхность нагрева котла, а также производить замену отдельных секций в случае их повреждения, а не заменять весь котел. В отличие от стальных, чугунные котлы меньше подвергаются коррозии, имеют небольшие габариты и могут компоноваться как с внутренними, так и с выносными топками. В котлах с внутренними топками топочные устройства размещают внутри поверхности нагрева (между секциями). Эти котлы предназначены для сжигания высокосортных топлив (каменных углей и антрацита). К таким котлам, например, относятся отечественные котлы типа ВНИИсто-Мч, КЧММ-2, КЧМ-2, «Универсал 6М».

В котлах с выносными топками топочные устройства располагают вне поверхности нагрева, что позволяет достаточно эффективно сжигать низкосортные виды топлива с большим выходом летучих (торф и древесные отходы). В чугунных котлах можно сжигать газообразное и жидкое топливо. В настоящее время, например, Борисоглебским котельно-механическим заводом выпускаются отопительные водогрейные котлы из чугуна для работы на газовом топливе КЧГ-16, ОАО «Кировский завод» - котлы КЧМ-5-К «Комби» (для работы на газе и твердом топливе), котел КМЧ-7 «Гном», котлы КВа «Кировец» с горелками «Bentone» (Швеция).

До недавнего времени считалось, что чугунные котлы не надежны в эксплуатации, выходят из строя в результате появления трещин в стенках секций, обращенных в топку. Трещины возникают из-за неравномерности теплообмена в отдельных элементах секции, в результате чего происходит перегрев секции (особенно надтопочной части) и появляются термические напряжения, превышающие прочность чугуна; вследствие работы котлов в

форсированном режиме, превышающем допустимые пределы (особенно котлов на жидком и газообразном топливе); в результате отливки секций с различной толщиной стенок, наличия раковин в стенках и оставшейся в каналах формовочной земли при изготовлении котлов, отмечалась низкая эластичность чугуна и, как следствие, чувствительность к резкому перепаду температур.

Однако современные технологии позволяют менять традиционные представления о свойствах многих материалов. В частности, в настоящее время крупные производители котельного оборудования, такие фирмы как «Viessmann», «De Dietrich», «Buderus», изготавливают котлы из особого эвтектического чугуна. За счет химического состава и особенностей технологии производства такой чугун обладает высочайшей коррозионной устойчивостью, теплоаккумулирующей способностью, повышенной эластичностью, стойкостью к тепловым ударам, допускает работу на низких температурах подающей и обратной линий теплоносителя.

Стальные водогрейные котлы изготавливают в широком диапазоне теплопроизводительности. Коэффициент линейного расширения стали больше, чем чугуна, поэтому стальные котлы допускают существенные изменения температуры подаваемой воды, менее чувствительны к механическому воздействию, но более подвержены коррозии.

Стальные котлы выходят из строя в результате коррозии хвостовой поверхности нагрева со стороны дымовых газов. Коррозионная активность дымовых газов определяется наличием в них водяных паров H_2O , двуокиси углерода (CO_2) серного ангидрида (SO_3). При активном взаимодействии этих веществ на металл при конденсации водяных паров на отдельных элементах котла, имеющих температуру ниже температуры точки росы, образуется серная кислота H_2SO_4 . Чтобы предотвратить коррозию котла, необходимо обеспечить такой режим работы, при котором исключалась бы конденсация водяных паров из дымовых газов, т.е. не допускать снижения температуры стенок котла ниже температуры конденсации (точки росы) водяных паров из дымовых газов. Но, как известно, режим работы водогрейных котлов определяется отопительным

температурным графиком, согласно которому температура воды, поступающей в котел в течение значительной части отопительного периода (как вначале, так и в конце), не превышает примерно 50°C .

Во избежание конденсации водяных паров из дымовых газов необходимо, чтобы котлы работали по повышенному графику, т.е. нужно повысить температуру воды в обратной магистрали путем подачи воды из подающей магистрали с более высокой температурой. Для снижения температуры воды в подающей магистрали, соответствующей отопительному графику, подмешивают воду из обратной.

Стальные и чугунные котлы могут работать на различных видах топлива - природном газе, дизельном топливе, электричестве, твердом топливе. Наибольшее распространение в современных условиях имеет газ и дизельное топливо. Дизельное топливо достаточно дорогое, кроме того для его хранения требуются специальные емкости. Высокое содержание серы в дизельном топливе усиливает коррозию теплообменников, а продукты сгорания агрессивны с точки зрения экологии.

Газовые котлы могут оснащаться атмосферными или наддувными (вентиляторными) горелками. В атмосферных горелках газ подается в топку котла за счет избыточного давления в газовой сети. Горелки этого класса дешевле наддувных и тише при работе, но более чувствительны к колебаниям уровня давления подаваемого газа. При снижении давления газа пламя приближается к горелке и вызывает её обгорание, сокращает срок эксплуатации. Вообще, реакция атмосферных горелок различных марок на пониженное давление газа может иметь свои особенности [7]. Наддувные горелки менее подвержены влиянию колебаний давления в сети. Их сравнительно высокая стоимость компенсируется за счет обеспечения более полного сгорания топлива.

Жидкотопливные горелки оснащены встроенным насосом для подачи топлива из бака. В силу простоты схемы управления подачи дизельного топлива, такие горелки дешевле газовых.

Экономичность эксплуатации котла во многом обусловлена таким его параметром, как коэффициент полезного действия (КПД) – отношение количества вырабатываемого тепла к теплотворной способности сожженного топлива. Средний КПД отопительного котла должен быть не ниже 90% в течении всего периода эксплуатации. КПД основной части продукции ведущих западных производителей составляет 91-94%. Высокий КПД достигается за счет соответствующей конструкции теплообменников (увеличение теплопередающей поверхности при компактном объеме), обеспечения более полного сгорания топлива, снижения потерь тепла с уходящими дымовыми газами (трехходовые топки), уменьшения наружной поверхности котла, надлежащей изоляции.

С целью максимального использования теплотворной способности топлива наряду с традиционными отопительными котлами в настоящее время выпускаются так называемые «конденсатные» или «конденсационные» котлы. В этих котлах используется высшая теплота сгорания топлива, т.е. с учетом теплоты конденсации водяных паров, содержащихся в дымовых газах. Такие котлы, например, выпускает фирма Viessman («Vitocrossal 300») и фирма Buderus («Logano plus GB 434») [8,9].

Широкое применение для теплоснабжения индивидуальных домов, квартир находят электрические котлы малой и средней мощности. Электродкотлы имеют небольшие габариты и массу, не нуждаются в отдельном помещении, обустройстве дымохода, соблюдения нормативных требований к системам вентиляции. Это экологически чистые установки, безопасны по сравнению с газовыми и жидкотопливными котлами.

Для нагрева теплоносителя могут использоваться различные схемы преобразования электроэнергии в тепло: ТЭНы, электроды, внешний обогрев теплообменника за счет резистивного или индукционного элемента, а также пленочные нагреватели, изготовленные по технологии трафаретной печати, применявшейся в электронной промышленности [10].

Но электродкотлы имеют и недостатки. Для их работы требуется значительная выделенная электрическая мощность и бесперебойное энергоснабжение.

При использовании электродкотла в качестве основного источника теплоснабжения обычно требуется дополнительный котел на органическом топливе. В качестве резервного электродкотел всё чаще применяется при теплоснабжении от аппаратов, работающих от возобновляемых источников энергии, например, тепловых насосов. Особенно целесообразно использовать электродкотел для снятия пиковых тепловых нагрузок. Автономное теплоснабжение на базе электроэнергии распространено в районах, где имеется сравнительно дешевая электроэнергия и отсутствует органическое топливо.

3.3. Выбор теплогенератора.

Современные котлы должны удовлетворять, прежде всего, следующим требованиям:

- высокий К.П.Д. (у газовых и жидко-топливных - до 90-92%, у электрических - до 95-98%, у твердотопливных - не менее 80%);

- надежность в работе (у газовых и жидкотопливных это связано, прежде всего, с качеством горелочных устройств, у электрических - с надежностью нагревательных элементов; номинальный срок службы должен составлять не менее 20 лет);

- высокий уровень системы автоматизации работы отопительного комплекса. В частности, современные системы автоматического регулирования работы отопительных котлов позволяют не только исключить необходимость их постоянного обслуживания, но и осуществлять регулирование по долгосрочным программам, в зависимости от погодных условий и

требований потребителя, в сочетании с регулированием систем горячего водоснабжения и т. п.;

- экономичность и экологичность;
- необходимая мощность и располагаемый объем помещения;
- возможности отведения дымовых газов;
- функциональные возможности;
- объем инвестиций, эксплуатационные расходы и рентабельность;
- материал котла: сталь или чугун.

Все котлы делятся на одноконтурные (например, АОГВ, ИШМА производства ОАО «Боринское», котлы «Хопер» ОАО «Борисоглебского механического завода», КОВ-СГ, КОВ-Г «Эконом», «Комфорт» Жуковского машиностроительного завода и др.) и двухконтурные (АКГВ «Эконом», «Универсал», «Комфорт» Жуковского машиностроительного завода и др. отечественных производителей, а также широкий модельный ряд котлов от зарубежных производителей).

Одноконтурные котлы рассчитаны только на отопление дома (приготовление горячей воды происходит с помощью отдельного бойлера или - газо- и водонагревательной колонки), двухконтурные котлы предназначены как для отопления, так и - для приготовления горячей воды.

Котлы различных конструкций могут работать на каком-то одном виде топлива, а могут быть комбинированными, использующими их различные сочетания. В настоящее время практически все отечественные и большинство зарубежных фирм выпускают котлы, работающие как на газообразном, так и на жидком топливе.

Существуют и универсальные котлы, при эксплуатации которых можно использовать 4 энергоносителя: твердое топливо, газ, солярку и электричество

(котлы марки «Зиосаб-45» ОАО «Машиностроительный завод «ЗиО-Подольск», «КС-ТГВ-16/20 завода «Конорд» - российского производства и зарубежные СТС 2200 TRIO (Швеция), ХР4 Р30-6:Р30-9(Франция)). Электричество в них как источник тепловой энергии используется в виде встроенных электронагревателей - ТЭНов, которые применяются в аварийных ситуациях.

Номинальная тепловая мощность котла является основным техническим показателем, который определяет основные потребительские и эксплуатационные качества.

Котлы российского производства чаще всего неприхотливы к давлению газа, что немаловажно для большей части нашей газовой сети, и относительно дешевы. Но они уступают импортным по своей энергоэффективности, экологичности и удобству эксплуатации. С другой стороны, импортное оборудование не всегда приспособлено к условиям эксплуатации в России. Большинство зарубежных горелок соответствует заявленным техническим характеристикам при давлении газа 180-200 мм вод. ст., что не всегда возможно в Российской газовой сети (например, зимой давление сетевого газа редко повышается до 100 мм вод. ст.).

Некоторые отечественные производители для повышения качества снабжают свои котлы импортными автоматизированными горелочными блоками (Балтийский завод использует в котле ФБТ горелку «Ойлон», что позволяет сократить расход топлива на 20%, Жуковский машиностроительный завод в котле АОГВ - 23,2 использует автоматику Honeywell).

При проектировании тепловая мощность источника тепла не должна превышать потребности в теплоте того здания, для теплоснабжения которого она предназначена.

3.4 Топливоснабжение

Теплогенераторы автономных котельных могут работать на различном топливе – жидком, твердом, газообразном, но основным топливом, как правило, является природный газ.

Для встроенных и пристроенных автономных котельных предусматривают склад топлива, расположенный вне помещения котельной и здания. Вместимость склада рассчитывают по суточному расходу топлива:

- для твердого топлива – на 7 суток,
- для жидкого топлива - на 5 суток.

Суточный расход топлива котельной определяется:

- для паровых котлов исходя из режима их работы при расчетной тепловой мощности;
- для водогрейных котлов исходя из работы в режиме тепловой нагрузки котельной при средней температуре самого холодного месяца.

Для встроенных, пристроенных и крышных котельных для жилых и общественных зданий предусматривают подвод природного газа давлением до 5 кПа, для производственных зданий - в соответствии с требованиями [11].

На подводящем газопроводе котельной устанавливают:

- отключающее устройство с изолирующим фланцем на наружной стене здания на высоте не более 1,8 м;
- быстродействующий запорный клапан с электроприводом внутри помещения котельной;
- запорную арматуру на отводе к каждому котлу или газогорелочному устройству.

Пример проектирования газоснабжения для крышной котельной приведен на рисунке 3.1 [12].

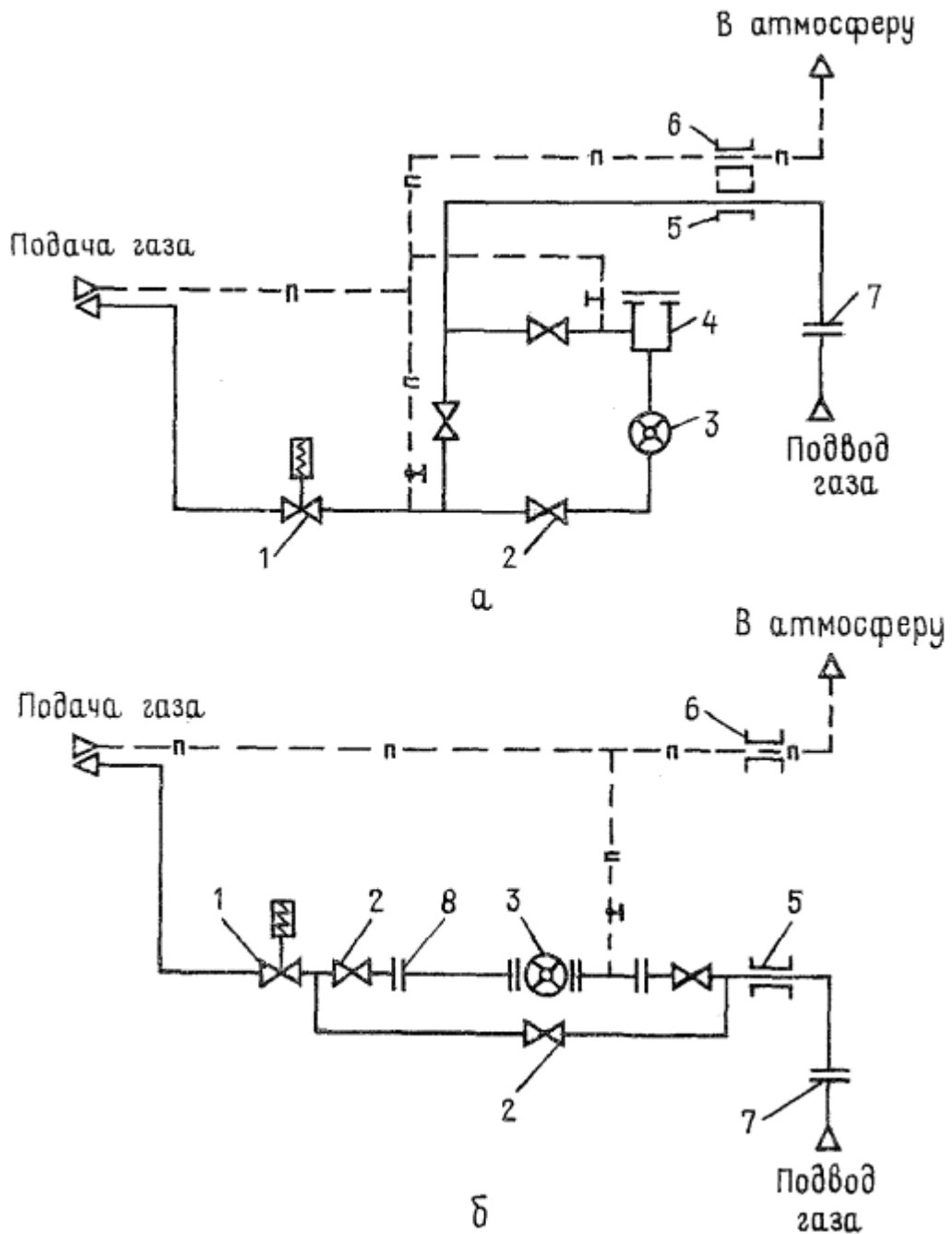


Рис. 3.1. Варианты принципиальных схем узла газового ввода:
а - с ротационным счетчиком газа; б - с расходомером-счетчиком газа;
1 - запорно-предохранительный клапан; 2 - запорная арматура; 3 - газовый счетчик; 4 - фильтр; 5, 6 - проход газопровода и трубопровода продувки в футляре через стену котельной, 7 - диэлектрический фланец; 8 - ответные фланцы.

Внутренние диаметры газопроводов рассчитывают из условия обеспечения газоснабжения в период максимального потребления газа.

Диаметр газопровода определяют по формуле

$$d = 36,238 \sqrt{\frac{B(273 + t)}{p_m V}}, \quad (3.11)$$

где d - диаметр газопровода, см;

B - расход газа, м³/ч, при температуре 20 °С и давлении 0,10132 МПа (760 мм рт. ст.);

t - температура газа, °С;

p_m - среднее давление газа на расчетном участке газопровода, кПа;

V - скорость газа, м/с.

При гидравлическом расчете надземных и внутренних газопроводов принимают скорость движения газа не более 7 м/с для газопроводов низкого давления и 15 м/с для газопроводов среднего давления.

Узел газового ввода внутри помещения котельной оборудуется счетчиком газа, по показаниям которого производится коммерческий учет газопотребления, и запорно-перехлестным клапаном, прекращающим подачу газа при срабатывании автоматической защиты.

3.5. Водоподготовка и водно-химический режим

Водно-химический режим работы автономной котельной должен обеспечить работу котлов, теплоиспользующего оборудования и трубопроводов без коррозионных повреждений и отложений накипи и шлама на внутренних поверхностях.

Технологию обработки воды выбирают в зависимости от требований к качеству питательной и котловой воды, воды для систем теплоснабжения и горячего водоснабжения, качества исходной воды и количества и качества отводимых сточных вод.

Качество воды для водогрейных котлов и систем теплоснабжения должно соответствовать требованиям [13].

Качество воды для систем горячего водоснабжения должно отвечать санитарным нормам.

Качество питательной воды паровых котлов давлением пара более 0,07 МПа (0,7 кгс/см²) с естественной и принудительной циркуляцией принимают в соответствии с требованиями «Правил устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов» Госгортехнадзора России [14].

Качество питательной воды паровых котлов с давлением пара менее 0,07 МПа (0,7 кгс/см²) с естественной циркуляцией должно отвечать следующим требованиям:

жесткость общая, мкг-экв/л	≤20
содержание растворенного кислорода, мкг/л	≤50
прозрачность по шрифту, см	≥30
значение pH (при 25 °С)	8,5÷10,5
содержание соединений железа в пересчете на Fe, мг/л	≤0,3

В качестве источника водоснабжения для автономных котельных следует использовать хозяйственно-питьевой водопровод. В автономных котельных с водогрейными котлами при отсутствии тепловых сетей допускается не предусматривать установку водоподготовки, если обеспечивается первоначальное и аварийное заполнение систем отопления и контуров циркуляции котлов химически обработанной водой или конденсатом.

При невозможности первоначального и аварийного заполнения систем отопления и контуров циркуляции котлов химически обработанной водой или конденсатом для защиты систем теплоснабжения и оборудования от коррозии и отложений накипи рекомендуется дозировать в циркуляционный контур ингибиторы коррозии (комплексоны).

Магнитную обработку воды для систем горячего водоснабжения предусматривают при соблюдении следующих условий:

жесткость общая исходной воды	не более 10 мг-экв/л
содержание железа в пересчете на Fe	не более 0,3 мг/л
содержание кислорода	≥ 3 мг/л
сумма значений содержания хлоридов и сульфатов	≥ 50 мг/л

Обработку воды для систем горячего водоснабжения предусматривать не требуется, если исходная вода в автономной котельной отвечает следующим показателям качества:

содержание железа в пересчете на Fe, мг/л	$\leq 0,3$
индекс насыщения карбонатом кальция	положительный
карбонатная жесткость, мг-экв/л	$\leq 4,0$

Источником водоснабжения автономных (блочно-модульных) котельных могут быть природные водоемы, городские или промышленные сети водоснабжения, а также артезианские скважины, имеющие различный химический состав воды. Автономные котельные, особенно в контейнерном исполнении, имеют дефицит производственных площадей. Поэтому в системах водоподготовки используют малогабаритное оборудование, способное работать в автономном режиме.

Системы водоподготовки для блочно-модульных котельных обеспечивают удаление механических примесей, умягчение воды (с помощью одной или несколько стадий натрий-катионирования), удаление примесей железа, а если необходимо, то и процесс деаэрация воды.

Способы водоподготовки различны, но имеют между собой много общего. На первом этапе водоподготовки происходит удаление механических примесей. Очищенная от механических примесей вода умягчается чаще всего методом ионообменной фильтрации на катионитах в натриевой форме. Как

правило, для умягчения воды в блочно-модульных котельных применяют импортные катиониты Amberlight IR№77, Dowex HCR-S-H (США), Wofatit RH (Германия) и др. [15].

Как альтернативу натрий-катионированию в последнее время используют химические методы обработки воды путем добавления в нее соответствующих реагентов. Например, в ООО «Теплострой» применяют установку «Комплексон 7» производства завода «Росэнергопром» (Ижевск), позволяющую дозировать в воду комплексоны и другие, противонакипные и противокоррозийные препараты.

В состав систем водоподготовки большинства котельных (в том числе и блочно-модульных) входят магнитные антинакипные устройства. Они препятствуют образованию отложений на поверхностях трубопроводов и теплообменного оборудования, а уже имеющиеся преобразуют в легкоулавливаемый шлам, удаляемый посредством регулярных продувок. Такие устройства предлагают на российском рынке многие отечественные и зарубежные производители. Например, оборудование московской компании «Магнитные водные системы», или устройства электро-магнитной обработки воды Anti CA⁺⁺ фирмы AQUATECH (рис. 3.2.).

Механизм воздействия на обрабатываемую воду имеет физический (безреагентный) характер. Под воздействием точно определенного электро-магнитного поля, образованного катушкой, навитой на трубопроводе, происходит высвобождение ионов бикарбоната кальция из электростатической связанности с молекулами воды и последующее возникновение арагонитовых кристаллов, которые не обладают свойствами образования твердых отложений. Из открытых систем эти кристаллы удаляются с водой, в закрытых системах появляется возможность простым способом их собрать в фильтрах-шламоотстойниках и удалить.

Преимущества устройств AntiCA⁺⁺:

- простая установка без необходимости нарушения трубопровода;
- эксплуатация без обслуживания;

- соблюдение гигиенических требований – не происходит контакта с водой;
- низкие расходы по сравнению с другими способами обработки воды;
- малое потребление электрической энергии.

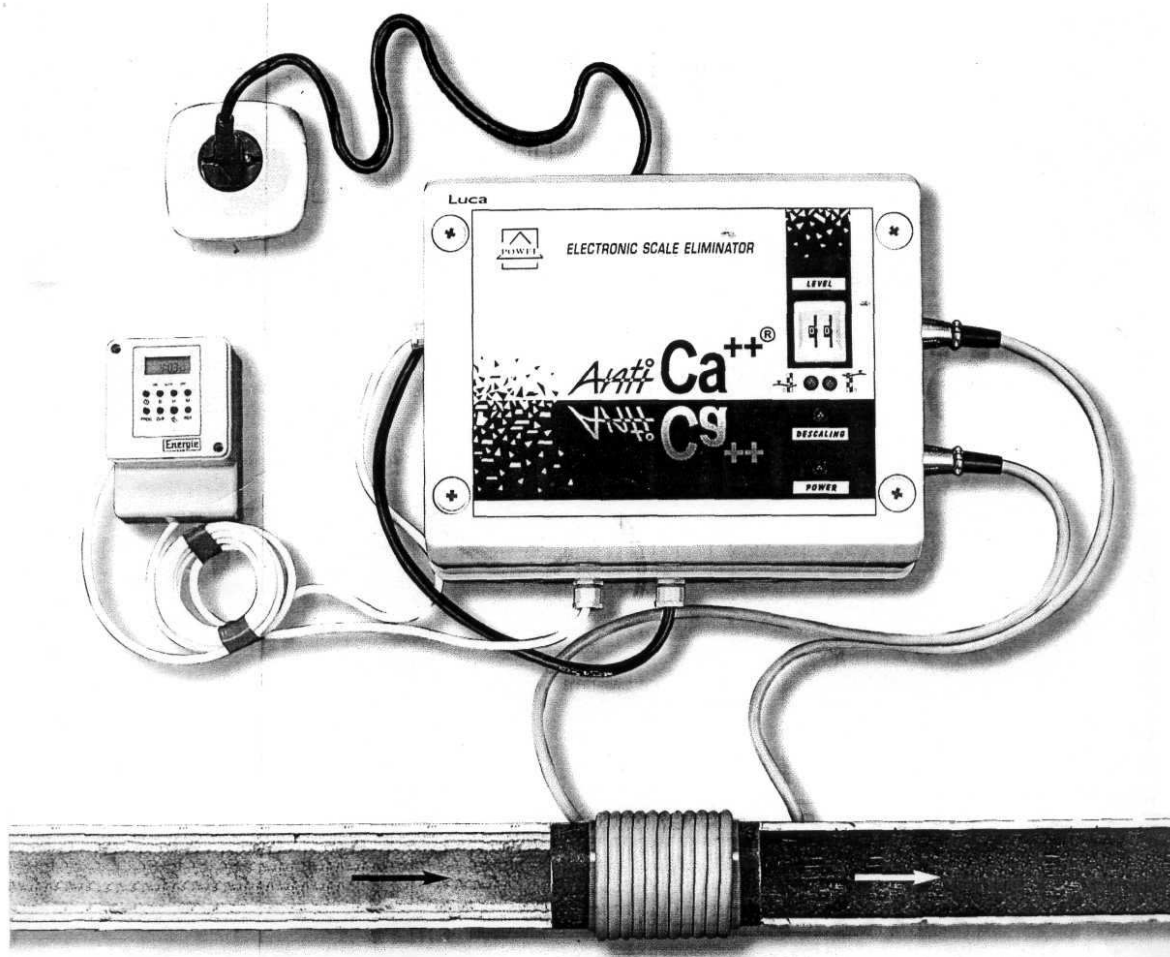


Рис. 3.2. Установка устройства Anti Ca⁺⁺ на трубопроводе.

Главным преимуществом оборудования для обработки воды AntiCA⁺⁺ является предотвращение отложений и удаление ранее образованной накипи. Отсутствие отложений позволяет улучшить энергетическую эффективность котлов, теплообменников, бройлеров и т.д.

3.6. Выбор водоподогревателей

В автономных котельных, при использовании котлов с высоким теплонапряжением в топке, нагрев воды для систем отопления и вентиляции, происходит, как правило, в водоподогревателях.

Производительность водоподогревателей для систем отопления, вентиляции и кондиционирования определяется по максимальным расходам теплоты на отопление, вентиляцию и кондиционирование. Количество подогревателей должно быть не менее двух. При этом при выходе из строя одного из них оставшиеся должны обеспечить отпуск теплоты в режиме самого холодного месяца.

Для систем отопления, вентиляции и кондиционирования, не допускающих перерывов в подаче теплоты, предусматривают установку резервного подогревателя.

Производительность водоподогревателей для системы горячего водоснабжения определяется по максимальному расходу теплоты на горячее водоснабжение. Количество подогревателей должно быть не менее двух. При этом каждый из них рассчитывают на отпуск теплоты на горячее водоснабжение в режиме среднего расхода теплоты.

Производительность подогревателей для технологических установок определяются по максимальному расходу теплоты на технологические нужды с учетом коэффициента одновременности потребления теплоты различными технологическими потребителями. Количество подогревателей должно быть не менее двух. При этом при выходе из строя одного из них оставшиеся должны обеспечить отпуск теплоты технологическим потребителям, не допускающим перерывов в подаче теплоты.

В автономных котельных применяют водо-водяные горизонтальные секционные кожухотрубные или пластинчатые подогреватели [4].

В качестве кожухотрубных секционных водоподогревателей рекомендуется применять водо-водяные подогреватели по [16], состоящие из

секций кожухотрубного типа с блоком опорных перегородок для теплоносителя давлением до 1,6 МПа и температурой до 150°С.

В качестве пластинчатых могут применяться водоподогреватели отечественного производства по [17] или импортные, имеющие сертификат соответствия.

На рис. 3.3. показан общий вид разборного пластинчатого теплообменного аппарата.

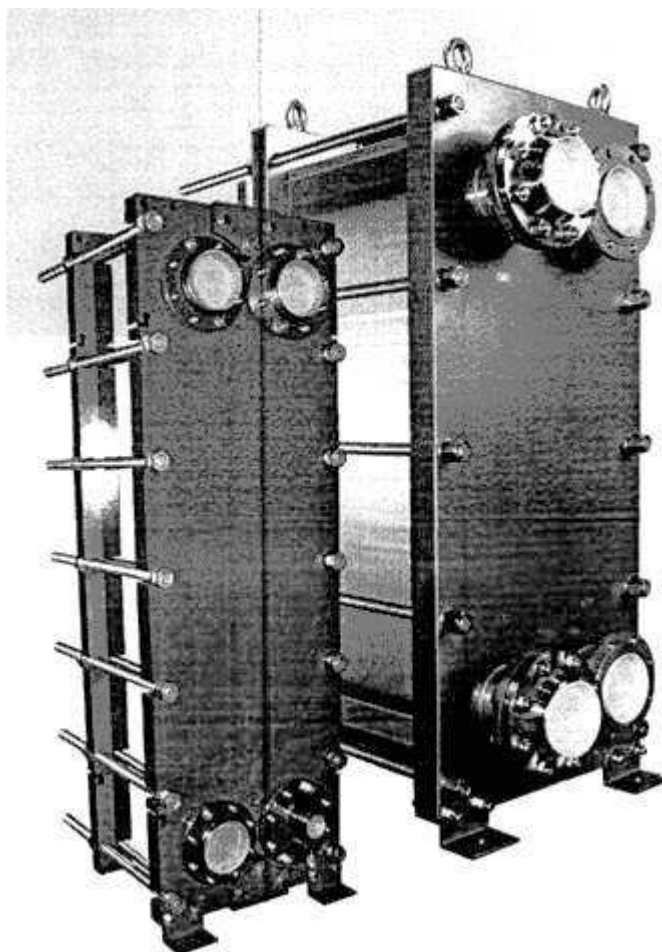


Рис. 3.3. Общий вид разборного пластинчатого теплообменного аппарата

Для систем горячего водоснабжения допускается применение емкостных водоподогревателей с использованием их в качестве баков-аккумуляторов горячей воды.

При разработке тепловых схем следует учитывать следующие положения:

- в водо-водяных подогревателях применяют противоточную схему потоков теплоносителей,

- для горизонтальных секционных кожухотрубных водоподогревателей греющая вода от котлов должна поступать:

для водоподогревателей системы отопления - в трубки;

для водоподогревателей системы горячего водоснабжения - в межтрубное пространство.

- в пластинчатых теплообменниках нагреваемая вода должна проходить вдоль первой и последней пластины. Для пароводяных подогревателей пар должен поступать в межтрубное пространство.

Тепловой и гидравлический расчеты горизонтальных секционных кожухотрубных водо-водяных подогревателей и пластинчатых теплообменников проводят по методике, изложенной в [18].

Устройство и принцип работы разборного пластинчатого теплообменного аппарата приведено в приложении 2.

3.7. Расчет и выбор насосов

В автономных котельных устанавливают следующие группы насосов.

При двухконтурной схеме:

- насосы первичного контура для подачи воды от котлов к подогревателям отопления, вентиляции и горячего водоснабжения;
- сетевые насосы систем отопления (насосы вторичного контура);
- сетевые насосы систем горячего водоснабжения;
- циркуляционные насосы горячего водоснабжения.

При одноконтурной схеме:

- сетевые насосы систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения;
- рециркуляционные насосы горячего водоснабжения.

При выборе насосов принимают:

- а) подачу насосов первичного контура, м³/ч

$$G_{do} = \frac{Q_{o \max} + Q_{h \max} + Q_{v \max}}{(\tau_1 - \tau_2)c}, \quad (3.12)$$

где G_{do} - расчетный максимальный расход греющей воды от котлов;

τ_1 - температура греющей воды на выходе из котлов, °С;

τ_2 - температура обратной воды на входе в котел, °С;

- напор насосов первичного контура на 20-30 кПа больше суммы потерь давления в трубопроводах от котлов до подогревателя, в подогревателе и в котле;

б) подачу насосов вторичного контура, м³/ч

$$G_o = \frac{Q_{do} + Q_{v \max}}{(t_1 - t_2)c}, \quad (3.13)$$

где G_o - расчетный максимальный расход воды на отопление и вентиляцию;

t_1 - температура воды в подающем трубопроводе системы отопления при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления, °С;

t_2 - температура воды в обратном трубопроводе системы отопления, °С;

- напор насосов вторичного контура на 20-30 кПа больше потерь давления в системе отопления;

в) подачу сетевых насосов горячего водоснабжения, м³/ч

$$G_{dh \max} = \frac{Q_{h \max}}{(\tau_1 - \tau_2)c}, \quad (3.14)$$

- напор сетевых насосов горячего водоснабжения на 20-30 кПа больше суммы потерь давления в трубопроводах от котлов до подогревателя горячего водоснабжения, в подогревателе и в котле;

г) подачу циркуляционных насосов горячего водоснабжения в размере 10% расчетного расхода воды на горячее водоснабжение

$$G_{zh} = 0,1G_{h \max}, \quad (3.15)$$

где $G_{h\max}$ - максимальный часовой расход воды на горячее водоснабжение, м³/ч, рассчитывается по формуле

$$G_{h\max} = \frac{Q_{h\max}}{(t_{h1} - t_{h2})c}, \quad (3.16)$$

где t_{h1} - температура горячей воды, °С;

t_{h2} - температура холодной воды, °С.

Для приема излишков воды в системе при ее нагревании и для подпитки системы отопления при наличии утечек в автономных котельных рекомендуется предусматривать расширительные баки диафрагменного типа:

- для системы отопления и вентиляции;
- системы котла (первичного контура).

Глава 4. Основные типы автономного теплоснабжения

4.1. Котельные

4.1.1. Крышные котельные

Для теплоснабжения зданий, возводимых в районах с плотной городской застройкой при дефиците мощности централизованного источника теплоты и перегруженности действующих тепловых сетей, отсутствии свободной территории для размещения отдельно стоящей котельной могут применяться крышные котельные. Их размещают непосредственно на кровле отапливаемого здания. Крышные котельные могут быть как блочно-модульными, так и стационарными. Крышная котельная обеспечивает теплом и горячей водой системы отопления, горячего водоснабжения, вентиляции с высокими энергетическими показателями и при этом не имеет наружных тепловых сетей.

К преимуществам теплоснабжения зданий с использованием крышных котельных можно отнести:

- сокращение капитальных вложений (в 2-3 раза) и затрат на эксплуатацию за счет исключения тепловых сетей;
- экономию топлива (не менее 30% от годового расхода);
- сокращение вредных выбросов от котельных;
- отпадает необходимость установки высокой дымовой трубы.

Достаточно наружной дымовой трубы небольшой высоты.

При проектировании крышных котельных существуют следующие ограничения [4] :

- не допускается использование твердого или жидкого топлива;
- общая тепловая мощность не должна превышать 5 МВт для производственных зданий и 3 МВт для жилых;
- температура воды на выходе из водогрейных котлов должна быть не более 115°C;

- применение паровых котлов в крышных котельных для производственных зданий допускается с давлением пара до 0,07МПа (0,7 кгс/см²).

Крышные котельные не допускается размещать непосредственно на перекрытиях или смежно с жилыми помещениями, а также на перекрытиях зданий детских дошкольных и школьных учреждений, лечебных и спальных корпусов больниц, поликлиник, санаториев и учреждений отдыха.

Крышная котельная представляет собой одноэтажную легкую постройку небольшого объема, в которой расположено основное (котлы) и вспомогательное оборудование. Примерная компоновка оборудования котельной показана на рис. 4.1. [12].

В крышных котельных обычно устанавливается несколько теплогенераторов (котлов). Возможны две основные принципиальные схемы соединения между собой теплогенераторов: параллельная и последовательная.

Принципиальная схема параллельного включения котлов приведена на рис. 4.2. [12].

В этой схеме каждый из котлов может быть и рабочим и резервным.

С целью поддержания постоянства расхода воды через теплогенераторы 1 (в пределах допустимого диапазона изменения расхода воды через них), каждый из них оборудуется циркуляционным насосом 2, а вся группа теплогенераторов - общей рециркуляционной линией 22 с обратным клапаном и регулятором перепада давлений 23 на выходе этой группы.

Подача газа в теплогенераторы производится от общего газопровода через газовые регулирующие заслонки 9 с электроприводом, управляемые регуляторами температуры 20, получающими импульсы от датчиков температуры 15, контролирующих температуру воды после теплогенераторов. Заслонки снабжены конечными выключателями, с помощью которых включаются или выключаются насосы 2 одновременно с началом открытия или при полном закрытии заслонок 9 соответственно.

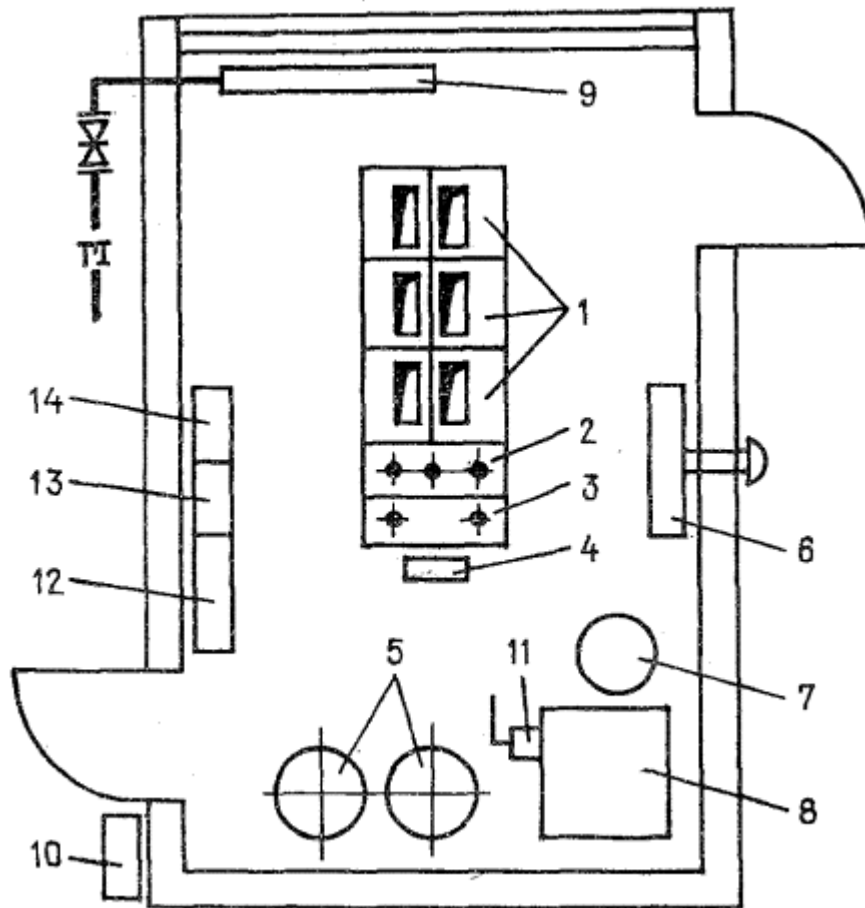


Рис. 4.1. Крышная котельная на природном газе:

1 - теплогенератор; 2 - блок горячего водоснабжения; 3 - блок регулирования системы отопления; 4 - комплект вспомогательных устройств; 5 - компенсатор объема; 6 - газовый конвектор; 7 - водоумягчительная установка; 8 - бак запаса умягченной воды; 9 - узел учета расхода газа; 10 - электрощит; 11 - ручной насос; 12 - сборно-распределительная гребенка отопления; 13 - щит автоматики отопления; 14 - щиты управления насосами отопления и ГВС.

С целью снижения затрат на средства управления работой теплогенераторов при переменной тепловой мощности котельной целесообразно принять режим ее работы, обеспечивающий отпуск тепла при постоянной температуре воды на выходе $t_k = t_{k,рас}$, т. е. равной расчетной температуре теплоносителя. Изменение суммарной тепловой мощности, потребляемой системами отопления, вентиляции и ГВС здания, приводит к изменению

суммарного расхода воды G_k и температуры обратной воды $t_{ок}$. При этом изменяется число включенных в работу теплогенераторов: $n - 1$ - включены на полную мощность, а $n - i$ является регулирующим. Требуемая последовательность их включения задается с помощью переключателя 16. Постоянная температура на выходе каждого теплогенератора t_k поддерживается регулятором 20, воздействующим на газовые заслонки 9.

Последовательная схема (рис. 4.3) [12] представляет собой включение теплогенераторов 1 с их обвязкой и насосом 2 последовательно друг относительно друга. Причем каждый из теплогенераторов оборудуется рециркуляционной линией, что обеспечивает поддержание расхода воды через них в требуемых пределах. Благодаря последовательному включению нагрев обратной воды от систем теплоснабжения здания с температурой $t_{ок}$ до температуры воды t_k в подающем трубопроводе осуществляется ступенчато. Каждая из ступеней нагрева обеспечена регулированием температуры воды на выходе с помощью автоматического регулятора 4 с датчиком температуры 7, который включает или отключает циркуляционный насос 2 соответственно при снижении или увеличении температуры на выходе из данного теплогенератора.

Подача газа в теплогенераторы производится от общего газопровода через регулятор расхода газа с мембранным приводом, который перекрывает или открывает подачу газа соответственно при отключении или включении насоса 2 под воздействием регулятора температуры 4. Таким образом, для каждого теплогенератора обеспечивается двухпозиционное регулирование температуры воды в заданном ее диапазоне. Диапазоны регулирования температуры задаются регуляторам 4, причем они различны для каждого теплогенератора и увеличиваются от первого из них по ходу воды до последнего. Например, при уменьшении суммарной тепловой мощности, когда уменьшается расход G_k и температура $t_{ок}$, уменьшается количество включенных в работу теплогенераторов, причем сначала отключается

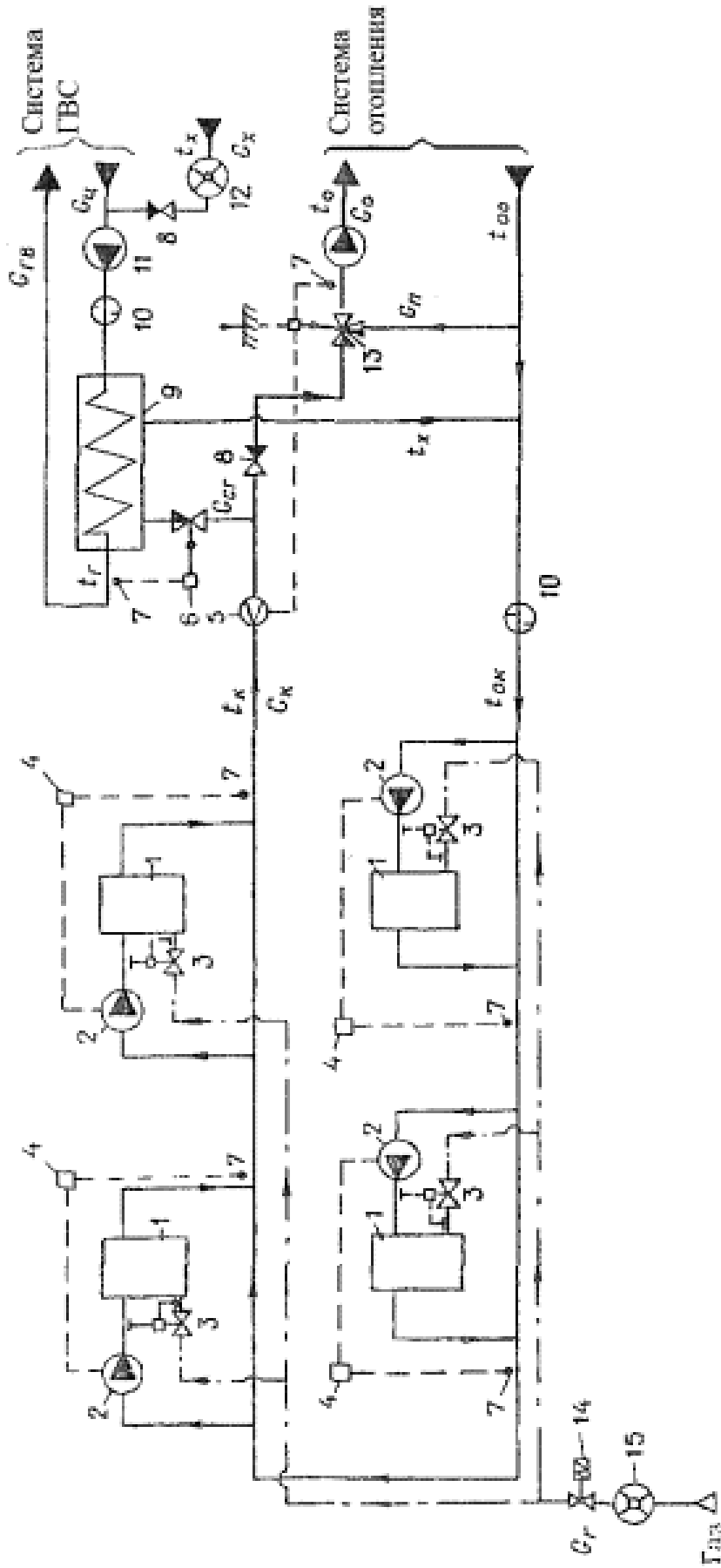


Рис. 4.3. Принципиальная тепловая схема крышной котельной на природном газе с последовательным включением теплогенераторов:

1 - теплогенератор; 2 - циркуляционный насос теплогенератора; 3 - регулятор расхода газа; 4 - регулятор температуры воды после теплогенератора; 5 - датчик устройства ограничения расхода; 6 - регулятор температуры воды на ГВС; 7 - датчик температуры воды; 8 - обратный клапан; 9 - водонагреватель ГВС; 10 - грязевик; 11 - циркуляционный насос ГВС; 12 - счетчик холодной воды; 13 - регулирующий трехходовой смесительный клапан; 14 - запорно-предохранительный клапан; 15 - счетчик газа.

последний из них ($n - \dot{y}$), затем $(n - 1)$ -й и т. д. При увеличении нагрузки включение теплогенераторов происходит в обратном порядке.

Выбор той или иной схемы котельной определяется техническими характеристиками теплогенераторов.

Из котельной тепло отпускается в системы отопления, вентиляции и ГВС здания. Схемы присоединения этих систем в котельной показаны на рис. 4.2 и рис. 4.3.

Система отопления (рис.4.2.) присоединяется через смесительный узел отпуска тепла, состоящий из трехходового регулирующего клапана 7, управляемого регулятором температуры воды на отопление 13, и циркуляционного насоса отопления 3. С помощью датчиков температуры смешанной воды 17 и наружного воздуха 18 регулятор 13 своим клапаном 7 поддерживает заданный температурный график для системы отопления, а с помощью насоса 3 поддерживается постоянный расход воды в этой системе. Таким образом системе отопления отпускается тепло по режиму качественного регулирования.

Аналогичная схема оборудования применяется и для отпуска тепла системам вентиляции. Система ГВС присоединяется по закрытой схеме через водонагреватель 4. Требуемая температура воды на ГВС поддерживается постоянной (60°C) с помощью регулятора 12, воздействующего на клапан. 6, который изменяет расход греющей воды в сторону уменьшения или увеличения в зависимости от знака отклонения температуры нагреваемой воды, измеряемой датчиком 17, от заданного ее значения. В обвязке водонагревателя 4 - насос 5, обеспечивающий циркуляцию воды в системе ГВС, и счетчик холодной воды 11.

Расчетная тепловая мощность котельной определяется по формуле

$$Q_{рас} = Q_o + Q_{БК} + Q_{ГВ} \quad (4.1)$$

где Q_o - расчетный (максимальный) расход тепла на отопление здания, кВт;

Q_{BK} - расчетный (максимальный) расход тепла на вентиляцию и кондиционирование воздуха, кВт;

$Q_{ГВ}$ - среднечасовой расход тепла за сутки с наибольшим водопотреблением на ГВС с учетом теплопотерь на циркуляцию, кВт.

Значения Q_o , Q_{BK} , $Q_{ГВ}$ определяются по проектным данным, по фактическим расходам тепла, измеренным приборами учета тепла, или по действующим нормам.

Определение расчетной тепловой мощности котельной по формуле, в которой учитывается среднечасовой расход тепла на ГВС, а не максимальный часовой расход, позволяет существенно сократить установленную тепловую мощность теплогенераторов.

Например, для дома с 60 квартирами и 200 жильцами при коэффициенте часовой неравномерности, равном 4,5, расчетная тепловая мощность $Q_{рас} = 0,4$ МВт, а при учете максимального часового расхода ГВС $Q_{рас}$ составила бы 0,6 МВт, т.е. в 1,5 раза больше. Поэтому расчет $Q_{рас}$ по формуле обусловит меньшее число теплогенераторов, что удешевит оборудование котельной и ее устройство на крыше здания.

При предлагаемом методе расчета $Q_{рас}$ для обеспечения требуемых параметров воздуха в отапливаемых помещениях при прохождении пиков нагрузки ГВС отпуск тепла от теплогенераторов системам теплоснабжения здания должен осуществляться по режиму связанного регулирования с использованием аккумулирующей способности ограждающих конструкций зданий или с применением бака-аккумулятора горячей воды. Режим связанного регулирования реализуется с помощью устройства ограничения расхода.

Количество теплогенераторов определяется по формуле:

$$n = \frac{Q_{рас}}{q_T} \quad (4.2)$$

где $q_T \leq 0,5Q_{рас}$ - тепловая мощность одного теплогенератора, кВт.

4.1.2. Блочно-модульные котельные

В последнее время в России все чаще используют блочно-модульные котельные для теплоснабжения различных объектов.

В отличие от стационарных котельных, блочно-модульные котельные (БМК) собирают в заводских условиях. Затем их доставляют на объект, устанавливают и подключают к системе теплоснабжения. Блочно-модульные котельные доставляют на объект либо в одном контейнере, а при значительных габаритах и весе – в виде нескольких блоков полной заводской готовности, монтаж которых выполняют на объекте.

БМК по назначению, как и стационарные, делятся на отопительные (обеспечивают отопление и горячее водоснабжение жилых, административных зданий, промышленных и коммерческих объектов), производственные (тепло и пароснабжение различных технологических процессов) и отопительно-производственные.

В качестве теплоносителя в БМК используют воду, пар, незамерзающие теплоносители. Некоторые котельные оснащают одновременно водогрейными и паровыми котлами. Такие БМК называют комбинированными.

Как правило, мощность водогрейных котельных находится в диапазоне от 100кВт до 30МВт. Основной температурный режим – 90/70°C. Производительность паровых БМК – от 0,2 до 30т/ч пара. Температура пара – до 440°C., а давление до 6МПа.

Блочно-модульные котельные работают практически на всех видах топлива: природном и сжиженном газе, дизельном топливе, мазуте, нефти, угле, древесных отходах. Большинство котельных работает на природном газе, а в качестве резервного используют жидкое топливо. БМК небольшой мощности в качестве основного оборудования оснащаются электродкотлами. Так, компания

«ТГВ» (Одинцово, Московской обл.) выпускает транспортабельные БМК с электродогревателями мощностью от 100 до 2000кВт.

Помещение блочно-модульной котельной представляет собой металлический каркас с закрепленными на нем сэндвич-панелями с толщиной изоляции от 80 до 150мм. Здание достаточно мощных котельных может состоять из нескольких таких блоков.

В зависимости от размещения БМК могут быть отдельно стоящими, встроенными в здания другого назначения или пристроенные к нему, крышными.

Встроенные БМК представляют собой открытую платформу (или раму) на которой установлено основное оборудование. Платформу размещают в помещении объекта и подключают к инженерным сетям.

БМК могут работать как с постоянным присутствием обслуживающего персонала, так и без. В первом случае требуется дополнительная комплектация котельной служебным блоком, во втором – блочно-модульные котельные оборудуются системами автоматического регулирования режима работы и дистанционного контроля. Именно такие, полностью автоматизированные блочно-модульные котельные марки ЕСО (мощность от 200 до 2000кВт, топливо – природный газ, дизельное) поставляются компанией ООО «Рационал» эксклюзивным представителем фирмы Weishaupt для рынков России и стран СНГ. В приложении 3 приведены основные технические характеристики котельных.

Компания ЗАО «Бийский котельный завод» выпускает блочно-модульные паровые и водогрейные котельные, которые предназначены для отопления и горячего водоснабжения объектов производственного, административного назначения и коммунально-бытовых потребителей. Для обеспечения бесперебойного теплоснабжения в случае аварии на тепловых сетях, а также использования в качестве временного источника тепла. Технические характеристики котельных, принципиальная тепловая схема и компоновка основного оборудования в качестве примера приведены в приложении 4.

В котельных «БиКЗ БМК» могут быть установлены котлы различных заводов изготовителей: ОАО «Бийский котельный завод», ООО «Компания Рэмекс-Энерго», ОАО «Стройтрансгаз», ООО ПФ «Октан», ЗАО «Белогорье», ООО «Энтророс», а также импортные котлы производства Италии и Германии.

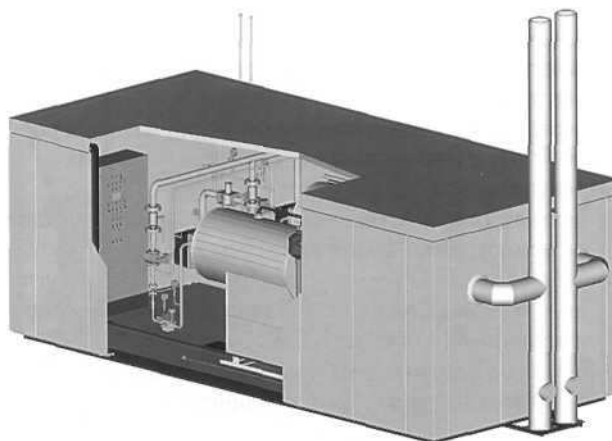


Рис.4.4. Общий вид блочно-модульной котельной.

В состав БМК входят водогрейные и паровые котлы, система подачи основного и резервного топлива, насосное оборудование, система водоподготовки, система удаления продуктов сгорания, автоматика управления и безопасности.

Блочно-модульные котельные могут оборудоваться системой ГВС с установкой емкостного водонагревателя или пластинчатого теплообменника.

К достоинствам БМК относятся:

- низкая стоимость проектирования,
- быстрота ввода в строй,
- сборка узлов в заводских условиях,
- экономия территории из-за небольших габаритов.

Транспортабельные (передвижные) котельные полностью собирают на заводе, монтируют на автомобильный прицеп и доставляют на объект, который необходимо теплофицировать. Такие БМК нередко применяют при авариях на стационарных котельных, а также для временного теплоснабжения вахтовых поселков и строек.

В основном транспортабельные котельные работают на жидком топливе, реже – на твердом и их мощность не превышает 2,5-3МВт.

Передвижные БМК имеют ряд преимуществ перед другими котельными с аналогичными мощностями:

- полное отсутствие капитальных затрат на постройку котельной,
- практически полная готовность БМК к немедленной транспортировке,
- практически полная готовность БМК к пуску тепла после доставки на место.

В приложении 5 приведены основные технические характеристики, общий вид и компоновка передвижных БМК, выпускаемых Бийским котельным заводом.

Недостатками БМК являются:

- ограничения по площади при размещении оборудования,
- низкая единичная мощность теплогенератора в блоке.

4.2. Поквартирное теплоснабжение

Поквартирное теплоснабжение – децентрализованное (автономное) индивидуальное обеспечение отдельной квартиры в многоквартирном доме теплом и горячей водой. Основными элементами поквартирного отопления являются: отопительный котел, газоснабжение, отопительные приборы, системы подачи воздуха и дымоудаления. Наиболее дешевый вариант поквартирного отопления – теплоснабжение с использованием в качестве источника энергии природного газа.

Поквартирное теплоснабжение обладает рядом несомненных преимуществ перед традиционными способами теплоснабжения, так как имеет высокую энергетическую эффективность и, как следствие, экономию газа и значительные сокращения вредных выбросов в атмосферу, высокую регулируемость и автоматизацию в соответствии с требованиями потребителя, низкие капитальные затраты и отнесение их на счет владельцев квартир.

При квартирном теплоснабжении технические службы поддерживают работу 100-200 однотипных сравнительно простых агрегатов.

В каждой квартире устанавливается настенный газовый двухконтурный котел, обеспечивающий и отопление, и горячее водоснабжение. Как правило, для этой цели подходят котлы мощностью 15 - 24 кВт с герметичной топкой, где подвод воздуха для горения и отвод продуктов сгорания осуществляется газоплотными воздухопроводами, сообщаемыми с атмосферой и не связанными с воздушным пространством квартиры. Мощность котла выбирают по нагрузке горячего водоснабжения, так как для компенсации теплопотерь, как правило, достаточно 8 – 10 кВт даже для самых больших квартир.

Опыт эксплуатации показал, что индивидуальное теплоснабжение квартиры с семьей из 4-х человек, по сравнению с централизованной системой теплоснабжения, обходится в 4 раза дешевле [19]. Значительно снижается стоимость жилищного строительства, отпадает необходимость в дорогостоящих теплосетях, тепловых пунктах, приборах учета тепловой энергии; становится возможным вести жилищное строительство в городских районах, не обеспеченных развитой инфраструктурой тепловых сетей. При условии, естественно, надежного газоснабжения снимается проблема окупаемости системы отопления, так как погашение стоимости происходит в момент покупки жилья; повышается потребительская привлекательность таких квартир.

Поквартирное отопление широко развито в Европе. В России в дома с подобной системой теплоснабжения построены в Смоленске, Курске, Серпухове, Самаре и других городах. В Курской области с учетом имеющегося опыта проектирования, строительства и эксплуатации поквартирных систем теплоснабжения от газовых теплогенераторов в многоквартирных жилых зданиях были разработаны территориальные строительные нормы [20]. В соответствии с этими нормами для поквартирных систем теплоснабжения предусматривают использование полностью автоматизированных теплогенераторов с закрытой камерой сгорания, отводом продуктов сгорания в

атмосферу и имеющих сертификат соответствия Госстандарта России и разрешение Госгортехнадзора России на их применение на территории России. Возможна установка как настенных, так и напольных теплогенераторов.

В своде правил [21] также приведены рекомендации по планировочным и конструктивным решениям помещений теплогенераторных, правила проектирования газоснабжения, воздухоподачи и удаления дымовых газов, отопления, вентиляции, водопровода и канализации. Кроме того, приведены правила выполнения монтажных работ и технического обслуживания.

Для систем горячего водоснабжения допускается применение теплогенераторов с открытой камерой сгорания в квартирах жилых зданий класса конструктивной пожарной опасности С0, I, II и III степеней огнестойкости и высотой не более 5 этажей.

Суммарная тепловая мощность теплогенераторов не должна превышать 100 кВт. Причем устанавливать котлы суммарной тепловой мощностью до 35 кВт разрешается в кухнях квартир, а до 100 кВт - в специально выделенных нежилых (обособленных) помещениях квартир. Помещения, в которых предусматривается установка теплогенераторов должны иметь высоту не менее 2,2 м и внутренний объем не менее указанного в технической документации, а при размещении в кухне - внутренний объем не менее 15 м³.

При обустройстве дома с поквартирным отоплением приходится проектировать системы подачи воздуха на горение газа (приточные устройства) и системы удаления продуктов сгорания (дымоходы). Отвод продуктов сгорания в атмосферу от дымоотводов теплогенераторов предусматривают:

- по обособленным вертикальным дымоходам;
- по общему вертикальному дымоходу с присоединением к нему с каждого этажа не более одного теплогенератора с закрытой камерой сгорания (рис. 4.5.).

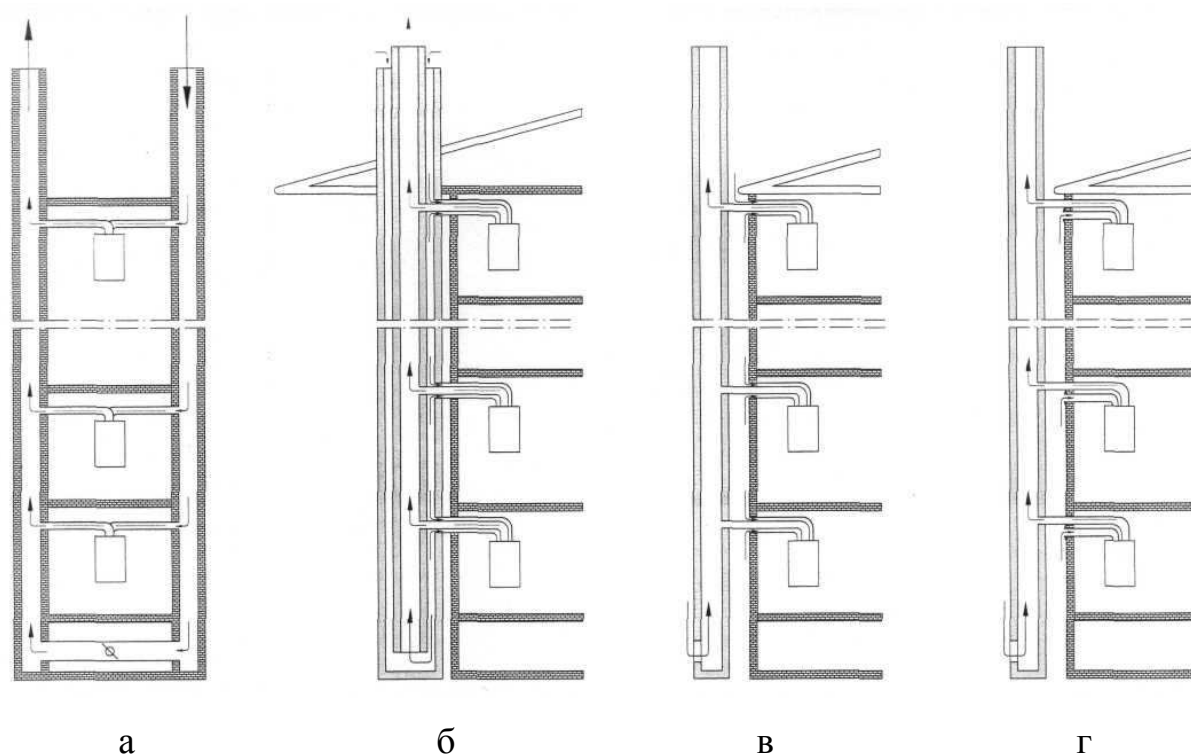


Рис. 4.5. Примеры конструктивных решений систем подачи воздуха и дымоудаления.

а - коллективная система дымоудаления и забора воздуха (дымоход выполнен внутри здания), б - коллективная система дымоудаления и забора воздуха (с использованием приставного дымохода), в - коллективная система дымоудаления (с использованием приставного дымохода), местный забор воздуха (с использованием коаксиальной трубы), г - коллективная система дымоудаления (с использованием приставного дымохода), местный забор воздуха (с использованием отдельных труб).

Отвод продуктов сгорания в атмосферу и забор воздуха на горение для теплогенераторов с закрытой камерой сгорания допускается предусматривать через наружные конструкции здания коаксиальной (соосной или концентрической) трубой. Это комбинированный дымоход, предназначенный для отвода продуктов сгорания от теплогенератора и забора воздуха на горение. Конструкция дымоходов и воздуховодов должна исключать образование на их поверхности конденсата (т.е. температура дымовых газов на выходе из дымохода при установившемся режиме котлов должна быть выше температуры точки росы).

Наряду с преимуществами, поквартирное отопление имеет недостатки и основные из них [22]:

- неотапливаемые чердаки и подвалы, что уменьшает срок службы

зданий,

- дороговизна при учете затрат на приобретение оборудования или будущую его замену,
- проблема промерзания стен при отсутствии хозяев и отключении отопления в 2 - 3 соседних квартирах,
- проблема обеспечения 3-кратного воздухообмена без учета воздуха, используемого на сгорание топлива и т.д.

Потребность в локальных квартирных системах теплоснабжения в настоящее время возникает в некоторых городских районах с объективно дорогим подключением к централизованным тепловым сетям, либо в небольших населенных пунктах с малоэтажной застройкой.

4.3. Система отопления «теплый пол»

Напольное отопление является одним из вариантов автономного теплоснабжения и может быть использовано при традиционном централизованном теплоснабжении. Достоинством напольных систем является то, что при их использовании не занимается полезная площадь помещений, снижается расход металла, уменьшается температура греющих поверхностей по сравнению с обычными радиаторными и конверторными системами, а также выравнивается температура воздуха по высоте обогреваемых помещений. Напольное отопление предназначено для получения приятного, равномерно-теплого всем помещению воздуха при пониженной температуре теплоносителей. Система отопления «теплый пол» позволяет получить, по сравнению с традиционной системой отопления, 12-15% экономии тепла [19,23].

Благодаря обширной теплоотдающей поверхности возрастает количество излучаемого тепла, которое, в отличие от конвекции при радиаторном отоплении, немедленно распространяется к окружающим поверхностям,

обеспечивая, таким образом, более равномерное горизонтальное и вертикальное распределение тепла.

Устройство «теплого пола» может быть различно. Самая распространенная на сегодняшний день – бетонная система [19, 23].

На бетонное основание укладывается слой теплоизолирующего материала. Для уменьшения потерь тепла в строительных конструкциях и исключения коробления бетонной плиты применяется плинтусная лента толщиной 8 мм. При открытом использовании пластиковых труб для подключения распределительных коллекторов используется прилагаемая к ним арматура. Затем укладывается арматурная сетка, на которую с помощью специальных хомутов крепится тепловая труба. Все участки «теплого пола» сводятся к распределительному коллектору. После подключения всех контуров к коллектору производится опрессовка всего участка системы. При полной герметичности системы производится заливка бетоном тепловой трубы при давлении в системе «теплый пол». Конструктивно «пирог» бетонной системы выглядит следующим образом (см. рис. 4.6.).



Рис.4.6. Конструкция греющего пола (бетонная система).

Второй способ укладки греющего пола - настильная система. В этом случае для равномерного распределения тепла от труб по всей поверхности пола в настильных системах применяются алюминиевые пластины для шага укладки 150 и 300 мм. Пластины имеют специальный профиль для плотного прилегания к трубе. Алюминиевые пластины укладываются (без приклеивания) в полистирольные плиты. В комплект входят поворотные плиты с пазами. Поверхность полистирола с алюминиевыми пластинами покрывается тонкой (2

мм) прокладкой из картона или вспененного полиэтилена. Затем сверху монтируется сборная стяжка из гипсоволокнистых листов (ГВЛ - производства KNAUF) - два слоя по 10 мм.

Основным отличием настильных систем от бетонных является отсутствие мокрого процесса, что сокращает время на монтаж и обеспечивает немедленную готовность системы к эксплуатации после монтажа. Настильные системы подходят для любых типов зданий (несущих конструкций), в том числе и для деревянных домов.

Конструкция пола при настильной системе показана на рис.4.7.

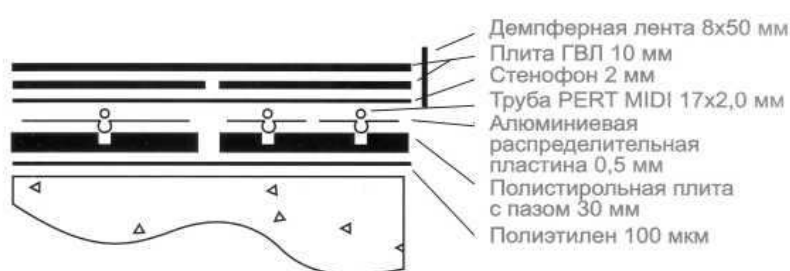


Рис.4.7. Конструкция греющего пола (настильная система).

Теплоотдача регулируется с помощью термостатов, расположенных обычно в каждом помещении. Термостаты, в свою очередь, регулируют поток тёплой воды в различных петлях при помощи установленных на вентилях коллектора сервоприводов. Система напольного отопления также может регулироваться в зависимости от температуры на улице при помощи специального устройства - климат компенсатора. Если потоки в петлях тщательно отрегулированы, то в некоторых случаях можно отказаться от индивидуального термостатического регулирования в комнатах. В этом случае применяется заранее настроенный ручной коллектор.

Основной особенностью системы напольного отопления являются пониженные, по сравнению с обычной системой, расчетные значения температуры подаваемого теплоносителя (не выше 45°C) и перепада температуры воды в системе (не более 15°C). Расчетный расход воды при этом непосредственно в отопительном контуре увеличивается на 25%, но ее

количество, поступающее от теплоисточника, снижается приблизительно на 65%.

Применение систем напольного отопления в нашей стране следует производить с максимальным учетом климатических условий района строительства. Особенно это касается индивидуальных жилых домов, поскольку у них отношение площади наружных ограждений к отапливаемой площади бывает значительно больше, чем в многоквартирных зданиях.

4.4. Использование возобновляемых источников энергии

4.4.1. Установки солнечного горячего водоснабжения

Теплоснабжение и, в частности, горячее водоснабжение от возобновляемых источников энергии (ВИЭ) с каждым годом приобретает всё большую актуальность. Особенно перспективным является использование солнечной энергии.

Солнце выделяет огромную энергию. Поток её составляет $3,7 \cdot 10^{26}$ Вт. Из этого количества энергии на землю попадает только $1,2 \cdot 10^{17}$ Вт тепловой энергии. При прохождении через слой атмосферы часть солнечного излучения поглощается и рассеивается. Плотность потока солнечного излучения на широтах, близких к экватору, равна 1 кВт/м^2 [23].

Средняя плотность потока солнечного излучения в большинстве регионов мира составляет $200 \dots 250 \text{ Вт/м}^2$.

К наиболее благоприятным южным регионам России для использования солнечной энергии относятся Нижнее Поволжье, Северный Кавказ, побережье Азовского и Черноморского бассейнов. В этих регионах продолжительность солнечного излучения составляет от 2000 до 3000 ч в год, а годовой приход солнечной энергии на горизонтальную поверхность – от 1280 до 1870 кВт/м^2 . В летнее время количество энергии, приходящейся на 1 м^2 горизонтальной

поверхности, составляет в этих регионах в среднем от 6,4 до 7,5 кВт*ч. в день [22].

На территории России энергия солнца может обеспечить в среднем за год от 50 до 60% (в средней полосе) и до 80% (в южных регионах) потребности в энергии на горячее водоснабжение отдельного дома. Количество солнечной энергии сильно зависит от времени года и региона, поэтому использовать Солнце как единственный источник энергии для подогрева воды нельзя.

При применении солнечных коллекторов для подогрева воды в баке-аккумуляторе обязательно должен быть резервный источник тепловой энергии. Этим источником может служить второй теплообменник, связанный с резервным котлом или электронагревателем. На рис.4.8 приведена принципиальная схема гелиоустановки для горячего водоснабжения с резервным котлом и электронагревателем.

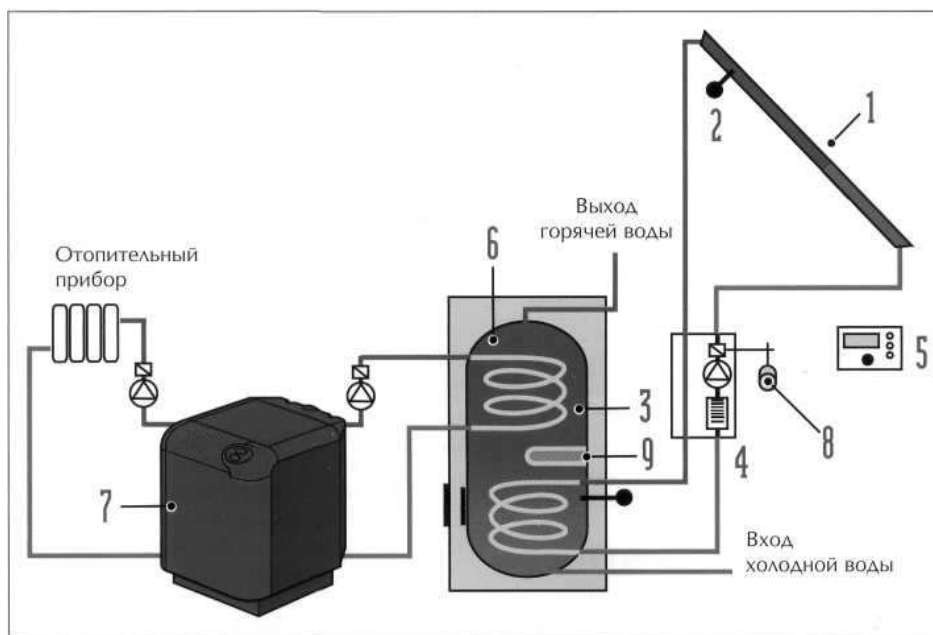


Рис. 4.8. Принципиальная схема гелиоустановки с резервным котлом и электронагревателем.

1 – солнечный коллектор, 2 – датчик температуры поглощающей панели, 3 – бак-накопитель, 4 – гидравлическая группа, 5 – контролер работы солнечной панели, 6 – уровень разбора горячей воды, 7 – котел, 8 – расширенный бак мембранного типа, 9 – ТЭН.

Солнечная энергия трансформируется в тепловую в солнечном коллекторе и циркулирующий в коллекторе теплоноситель нагревается. Нагретый теплоноситель циркуляционным насосом (который включается при достижении определенной температуры) подается в нижний теплообменник бака-накопителя, и передает теплоту нагреваемой воде. Контролер работы солнечной панели управляет насосом и обеспечивает расход воды в зависимости от температуры воды. Нагретая вода подается в систему горячего водоснабжения. Дополнительный нагрев воды в баке может обеспечиваться при помощи котла или ТЭНа.

Солнечные коллекторы в основном делятся на 2 группы: трубчатые (вакуумные) и плоские. Трубчатый вакуумный коллектор «ОКР-10/20» фирмы OVENTROP (см. рис.4.9) состоит из вакуумных трубок со встроенным элементом «Heat-Pipe», в котором осуществляется постоянный перенос тепла. Конструкция коллектора позволяет установить его на скатных, плоских крышах или фасадах под углом от 15° до 75° . Высокий уровень поглощения солнечной энергии достигается за счет высокоселективной абсорбирующей поверхности. Вакуум в трубах способствует максимальной изоляции. Принцип действия трубчатого коллектора со встроенным элементом «Heat-Pipe»:

- Солнечное излучение абсорбируется и преобразуется в тепло;
- Тепло через абсорбирующую пластину передается Heat-Pipe, находящейся внутри стеклянной трубки;
- Жидкость внутри Heat-Pipe испаряется; пар поступает в конденсатор;
- Тепло через теплообменник типа «труба в трубе», в который вставлен конденсатор, передается протекающему теплоносителю
- В конденсаторе, в процессе теплоотдачи жидкость конденсируется, возвращается в Heat-Pipe и процесс повторяется.

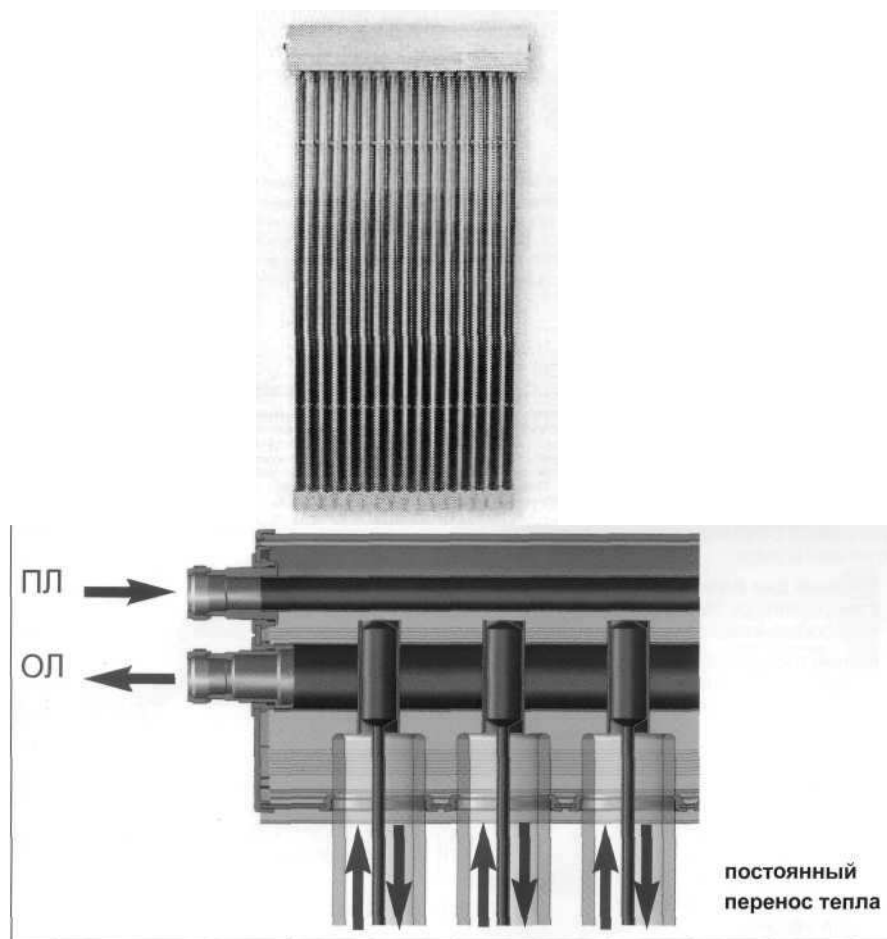


Рис. 4.9 Трубчатый вакуумный коллектор «ОКР-10/20»

Плоский коллектор «ОКР-СК22» (рис. 4.10) фирмы OVENTROP имеет высокую эффективность за счет сваренной лазерной сваркой алюминиевого абсорбера и гелиостекла с антирефлектирующей поверхностью. Как видно из рис. 4.10 применение и гелиостекла с антирефлектирующей поверхностью позволяет увеличить трансмиссию на 5% по сравнению со стандартным гелиостеклом.

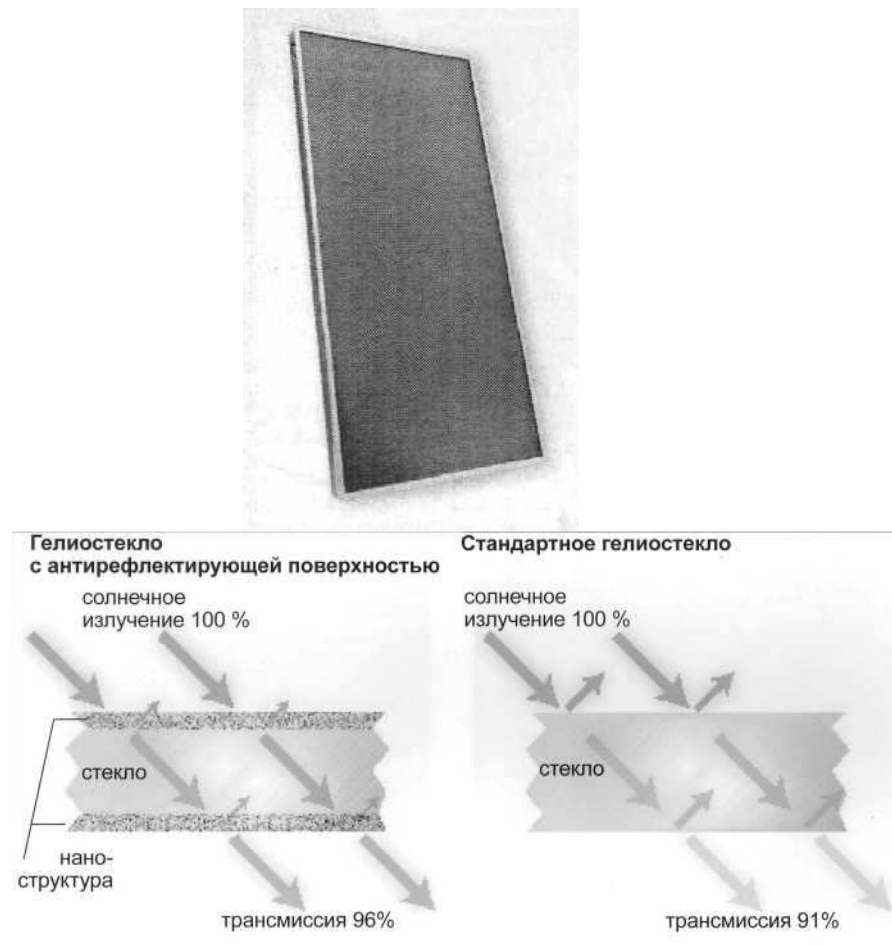


Рис.4.10 Плоский коллектор „ОКФ-СК22“

Для проектирования строящихся и реконструируемых установок солнечного горячего водоснабжения с плоскими солнечными коллекторами для хозяйственно-бытовых нужд жилых и общественных зданий были разработаны нормы проектирования [25].

При проектировании рекомендуется установки солнечного горячего водоснабжения применять, как правило, в районах, расположенных южнее 50°C с.ш.

Для жилых зданий с автономным теплоснабжением установки солнечного горячего водоснабжения должны иметь дублирование от автономного источника тепла (теплогенератора на органическом топливе или электродкотла).

Оптимальной ориентацией солнечных коллекторов считается юг с возможными отклонениями на восток до 20° , на запад – до 30° .

Угол наклона солнечных коллекторов к горизонту следует принимать для установки, работающий круглый год, равным широте местности; в летний период – широте местности минус 15° ; в отопительный период – широте местности плюс 15° .

Все типы установок с дублирующим источниками рассчитывают по данным месяца с наибольшей сумой солнечной радиации за период работы, а системы без дублирующего источника – с наименьшей.

Площадь солнцепоглащающей поверхности установок с дублером A , m^2 определяют по формуле

$$A = \frac{1,16G(t_{w2} - t_{w1})}{\eta \sum_j g_j}, \quad (4.3)$$

где G – суточный расход горячей в системе горячего водоснабжения, кг/сут, принимают по [6];

t_{w2} – требуемая температура горячей воды, $^{\circ}C$;

t_{w1} – температура холодной воды, $^{\circ}C$;

η – коэффициент полезного действия установки солнечного горячего водоснабжения;

g_j – интенсивность падающей солнечной радиации в плоскости коллектора, $Вт/м^2$, определяется по прил. 3 [25] в интервале от 8 до 17 ч для солнечных коллекторов южной ориентации. При отклонении от юга к востоку или западу на каждые 15° интервал времени начинается раньше или позже на 1ч.

Коэффициент полезного действия установки определяется по формуле:

$$\eta = 0,8 \left\{ \theta - \frac{9U[0,5(t_1 + t_2) - t_e]}{\sum_j g_j} \right\}, \quad (4.4)$$

где Θ - приведенная оптическая характеристика коллектора. При отсутствии паспортных данных может быть принята равной 0,73 для одностекольных коллекторов и 0,63 – для двустекольных;

U – приведенный коэффициент теплопотерь солнечного коллектора, Вт/(м²·К), в случае отсутствия паспортных данных может быть принят 8 Вт/(м²·К) для одностекольных коллекторов и 5 Вт/(м²·К) – для двустекольных;

t_1 , t_2 – температура теплоносителя на входе и выходе солнечного коллектора, °С:

$$t_1 = t_{w1} + 5, \text{ } ^\circ\text{C} ;$$

$$t_2 = t_{w2} + 5, \text{ } ^\circ\text{C} ;$$

t_e – средняя дневная температура наружного воздуха, °С.

Если максимальная часовая теплопроизводительность установки солнечного горячего водоснабжения с принудительной циркуляцией выше, чем требуется по графику водоразбора, то в установках предусматривают баки – аккумуляторы.

Объем бака-аккумулятора V , м³ определяют по суточным графикам подогрева воды в установке и водопотребления, а при их отсутствии по формуле,

$$V = (0,06 - 0,08)A \quad , \text{ м}^3 . \quad (4.5)$$

Расчет экономии топлива за счет использования солнечной энергии B , т.у.т./год, равен

$$B = \frac{0,0342Q}{\eta_{\text{пот}}} \quad , \quad (4.6)$$

где Q – где суммарное количество теплоты Q , ГДж/год, выработанное установкой солнечного горячего водоснабжения за сезон (год), определяют по прил.4 [25] ;

$\eta_{\text{пот}}$ – коэффициент полезного действия замещаемого источника теплоты.

При автономном теплоснабжении здания, особенно при сооружении крышной котельной, создаются наиболее благоприятные условия использования гелио-коллекторов для горячего водоснабжения [12]. Годовой

расход топлива на теплоснабжение может быть уменьшен примерно ещё на 20-25 %, так как летом около 80 % нагрузки на горячее водоснабжение способна обеспечить гелиоустановка .

Гелио – коллекторы располагают на кровле здания рядом с крышными котельными без ущерба для окружающей среды (без омертвления земли под солнечными коллекторами). Для крышной котельной целесообразно использовать в дополнение к гелиоустановке теплообменники, работающие от сетевой воды теплогенераторов. Принципиальная схема автономного теплоснабжения от крышной котельной с гелиоустановкой изображена на рис.4.11 [12].

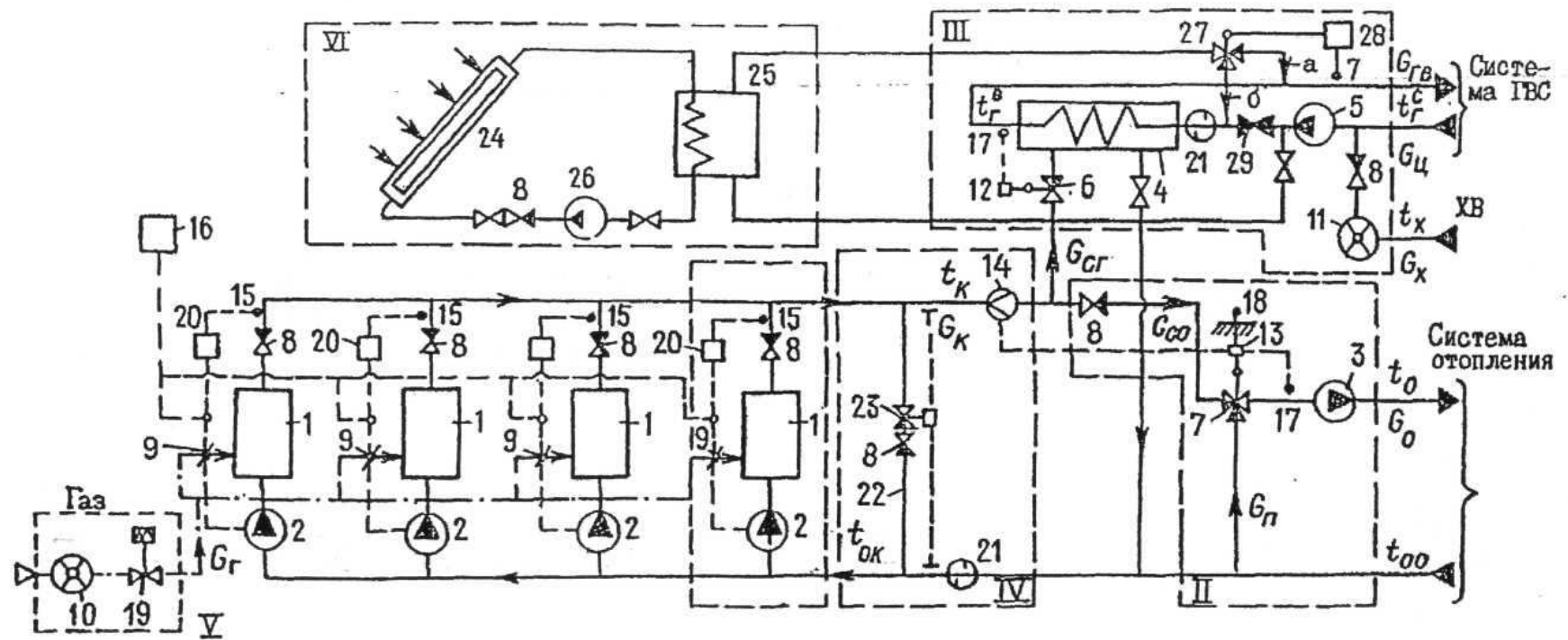


Рис.4.11 Принципиальная тепловая схема крышной котельной на природном газе с гелиоустановкой (схема параллельного включения теплогенераторов): 1 - теплогенератор; 2 - циркуляционный насос теплогенератора; 3 - циркуляционный насос отопления; 4 - водонагреватель ГВС; 5 - циркуляционный насос ГВС; 6 - регулирующий клапан двухходовой; 7 - регулирующий клапан трехходовой смесительный; 8 - обратный клапан; 9 - газовая регулирующая заслонка (клапан); 10 - счетчик газа; 11 - счетчик холодной воды; 12 - регулятор температуры воды на ГВС; 13 - регулятор температуры воды в систему отопления; 14 - датчик устройства ограничения расхода; 15, 17 - датчики температуры воды; 16 - переключатель теплогенераторов; 18 - датчик температуры наружного воздуха; 19 - запорно-предохранительный клапан; 20 - регулятор температуры воды после теплогенератора; 21 - грязевик; 22 - рециркуляционная линия; 23 - регулятор перепада давлений; 24 - солнечные коллекторы; 25 - бак-аккумулятор; 26 - циркуляционный насос гелиоконтура; 27 - распределительный клапан; 28 - переключатели клапана 27; 29 - задвижка выбора режима работы комплекса.

Особенность данной схемы (рис. 4.11) состоит в том, что горячая вода для нужд горячего водоснабжения (ГВС) здания может нагреваться как в водонагревателе 4, греющая вода к которому поступает от теплогенераторов через клапан 6 регулятора температуры 12 с датчиком 17, так и в гелиоустановке, состоящей из первичного контура – гелиоприемников 24, циркуляционного насоса 26, бака – аккумулятора 25 с теплообменником, и вторичного контура с распределительным клапаном 27. Выбор режима работы комплекса гелиоустановки водонагревателя ГВС осуществляется с помощью задвижки 29 и клапана 27.

При достаточной интенсивности солнечной радиации, когда температура воды в систему ГВС t_r равна или больше требуемой, распределительный клапан 27 открыт в направлении «а» и вся вода на ГВС проходит через бак-аккумулятор 25 (задвижка 29 закрыта). Водоподогреватель 4 ГВС по нагреваемой и греющей воде отключен, клапан 6 регулятора 12 закрыт (благодаря электрической блокировке с клапаном 27).

При снижении интенсивности солнечной радиации, когда температура t_r^c становится ниже требуемой, клапан 27 с помощью переключателя 28 переключается в положение «б» и разблокирует клапан 6. Нагреваемая вода проходит последовательно через бак 25 и водонагреватель 4 и регулятор 12 открывает клапан 6 настолько, чтобы обеспечить температуру воды на выходе водонагревателя t_r^b на требуемом уровне. При этом блокируется клапан 27 (в положение «б»). При новом повышении интенсивности солнечной радиации, когда температура на выходе водонагревателя 4 t_r^b стремится к увеличению, регулятор 12 полностью закрывается и разблокирует клапан 27, который переходит в положение «а». Вновь тепловая нагрузка ГВС удовлетворяется только за счет солнечной энергии. В периоды повышенной интенсивности радиации, когда в баке 25 температура воды выше требуемой t_r^c по импульсу от датчика температуры воды в баке (на рис. 4.11 не показан) отключается насос 26, что обеспечит экономичный режим работы гелиоустановки.

При работе солнечных коллекторов в периоды с отрицательной температурой наружного воздуха необходимо либо использовать в качестве теплоносителя антифриз, либо каким-то способом избежать замерзания теплоносителя (своевременным сливом воды, нагревом ее, утеплением солнечного коллектора). Наиболее широкое распространение в качестве антифризов в гелиоустановках получили водные растворы этиленгликоля $C_2H_4(OH)_2$. Могут использоваться также водные растворы хлористого кальция $CaCl_2$, хлористого натрия $NaCl$ и этилового спирта, C_2H_5OH .

4.4.2. Автономное теплоснабжение с применением тепловых насосов

Одним из методов полезного использования рассеянного низкотемпературного природного тепла (грунта, грунтовых вод, поверхностных вод, воздуха) или сбросного промышленного тепла является применение тепловых насосов для теплоснабжения.

Тепловые насосы нашли широкое применение за рубежом, активное внедрение этих установок в теплоснабжение происходит и в России.

Создано и эксплуатируется большое число тепловых насосных установок, отличающихся по тепловым схемам, рабочим телам и по используемому оборудованию.

Тепловой насос, например, может представлять собой парокомпрессионную установку, которая включает следующие основные компоненты: испаритель, компрессор, конденсатор и расширительный вентиль(см. рис. 4.12)

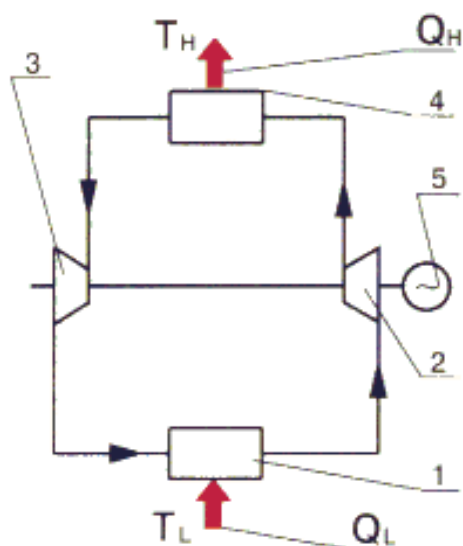


Рис. 4.12 Принципиальная схема теплового насоса [26]

1 – испаритель; 2 – компрессор; 3 – конденсатор; 4 – расширительный вентиль (детандер); 5 – электропривод.

T_L – температура подвода тепла Q_L

T_H – температура отвода тепла Q_H

Принцип действия теплового насоса (ТН) основан на работах Карно и заключается в способе переноса тепловой энергии от менее нагретого источника (нижнего) к верхнему источнику с помощью затраты работы (в соответствии со вторым законом термодинамики). Для этого, как и в холодильных установках, применяются рабочие вещества (хладагенты), которые при давлениях, близких к атмосферному кипят при низкой температуре. В испаритель теплового насоса подводят низкопотенциальное тепло из окружающей среды, хладагент кипит и превращается в пар. Из испарителя образовавшиеся пары хладагента забираются компрессором, сжимаются до более высокого давления, температура паров при этом увеличивается. Далее парообразный хладагент попадает в конденсатор, в котором он охлаждается, передавая свое тепло воздуху или воде и конденсируется – переходит в жидкое состояние. При этом пар, охлаждаясь, отдает не только

энергию, полученную в испарителе от нижнего источника, но и энергию, эквивалентную работе сжатия, затраченной компрессором. К потребителю, следовательно, с нагретым потоком охладителя подается сумма энергий испарения и работы сжатия, т.е. коэффициент преобразования энергии в ТН превышает единицу. Далее на пути жидкости высокого давления установлен расширительный вентиль, понижающий давление хладагента. Компрессор и расширительный вентиль делят замкнутый гидравлический контур на 2 части: сторону высокого давления и сторону низкого давления. Проходя через расширительный вентиль, часть жидкости испаряется и температура потока понижается. Далее этот поток поступает в теплообменник (испаритель), связанный с окружающей средой (например воздухом или грунтом). При низком давлении жидкость испаряется при температуре ниже, чем температура наружного воздуха и грунта. Газообразный хладагент вновь поступает в компрессор.

Можно сказать, что работа компрессора идет не столько на «производство теплоты», сколько на её перемещение. Тепловой насос можно использовать и для охлаждения воздуха в помещении летом.

Системы теплоснабжения, основанные на применении теплового насоса, отличаются экологической чистотой, так как работают без сжигания топлива и не производят вредных выбросов в атмосферу. Кроме того, они характеризуются экономичностью: при подводе к тепловому насосу, например, 1кВт электроэнергии, в зависимости от режима работы и условий эксплуатации, можно получить до 3 – 5 кВт тепловой энергии. Причем, одна теплонасосная установка одновременно способна обеспечить тепловые нагрузки на отопление и горячее водоснабжение. Системы отопления бывают моновалентные и бивалентные. Различие между двумя видами состоит в том, что моновалентные системы имеют один источник тепла, который полностью покрывает потребность в отоплении. Бивалентные системы имеют в своем составе два источника тепла для

расширения диапазона рабочих температур. Например, к тепловому насосу в дополнение может подключаться газовый или жидкотопливный котел.

Выбор схемы включения теплового насоса зависит от таких основных факторов, как:

- уровень необходимых температур для потребителя (традиционное отопление, напольное или панельное отопление, горячее водоснабжение);
- источник низкотемпературного тепла (грунт, грунтовые воды, поверхностные воды, воздух);
- соотношение цен на топливо и электроэнергию.

При традиционном отоплении максимальная температура теплоносителя должна быть в пределах 90-95⁰С, напольном или панельном – 35-45⁰С, на горячее водоснабжение вода должна поступать с температурой 60⁰С.

Предельная температура подачи воды в системах со стандартными моделями тепловых насосов составляет 60⁰С. Это означает, что в ряде случаев воду необходимо догревать с помощью резервного котла или электронагревателя.

Общедоступным источником низкопотенциальной теплоты является атмосферный воздух, который широко используется для малых теплонасосных установок. Однако низкие значения температуры воздуха, малая теплоемкость и коэффициент теплоотдачи не позволяет достичь приемлемых показателей энергетической эффективности установок.

Источником низкопотенциальной теплоты может служить грунт. Температура грунта на глубине ниже 20м практически постоянна (порядка 5-10⁰С). С помощью погружных зондов тепловой насос собирает низкотемпературное тепло из этого источника, который не зависит от времени года и региона. Грунтовые теплообменники в вертикальных скважинах в последние 10-15 лет широко применяются в качестве низкотемпературного источника для систем отопления и горячего водоснабжения с использованием ТН.

В качестве источника низкопотенциальной теплоты могут служить слабоминерализованные геотермальные воды или поверхностные воды.

Вместе с другими источниками тепла для тепловых насосов широко применяют плоские коллекторы, размещенные на крышах. Солнечные коллекторы могут использоваться самостоятельно в теплонасосных схемах, а также в схемах с аккумуляторами тепла (как источник тепла для тепловых насосов в облачные дни или ночью) [26].

Подавая тепло в испаритель при температуре более высокой, чем окружающий воздух, грунт или вода, солнечные коллекторы повышают характеристики теплового насоса (см. рис. 4.13).

Обычно промежуточный теплоноситель – вода передает тепло от коллектора к испарителю. Но может быть и полное совмещение коллектора с испарителем, когда хладагент испаряется непосредственно внутри трубок солнечного коллектора.

Часто тепло от солнечного коллектора подается в жидкостный тепловой аккумулятор, куда погружены трубки испарителя. Тепловой аккумулятор играет существенную роль в любой солнечной теплонасосной системе. В доме фирмы Филлипс, например, солнечный коллектор (20м^2) собирает в год 36-44 ГДж тепла (при среднем КПД 50%), сохраняемого в баке 40м^3 при температуре до 95°C . Была предложена схема дома с минимальным потреблением энергии, использующим три тепловых насоса: один для передачи тепла с повышением температуры от солнечного коллектора к аккумулятору, второй – от аккумулятора к системе отопления и третий – от аккумулятора к системе горячего водоснабжения.

На рис. 4.13 показана схема включения теплового насоса и солнечного коллектора в автономную систему теплоснабжения [27]. Тепловой насос снабжает теплом отопительный контур. В переходный период, в зависимости от интенсивности солнечного излучения, отопительный контур может обеспечиваться теплом только с помощью солнечного коллектора. Тепловой

насос включается, если количества тепла, подаваемого солнечным коллектором, будет недостаточно.

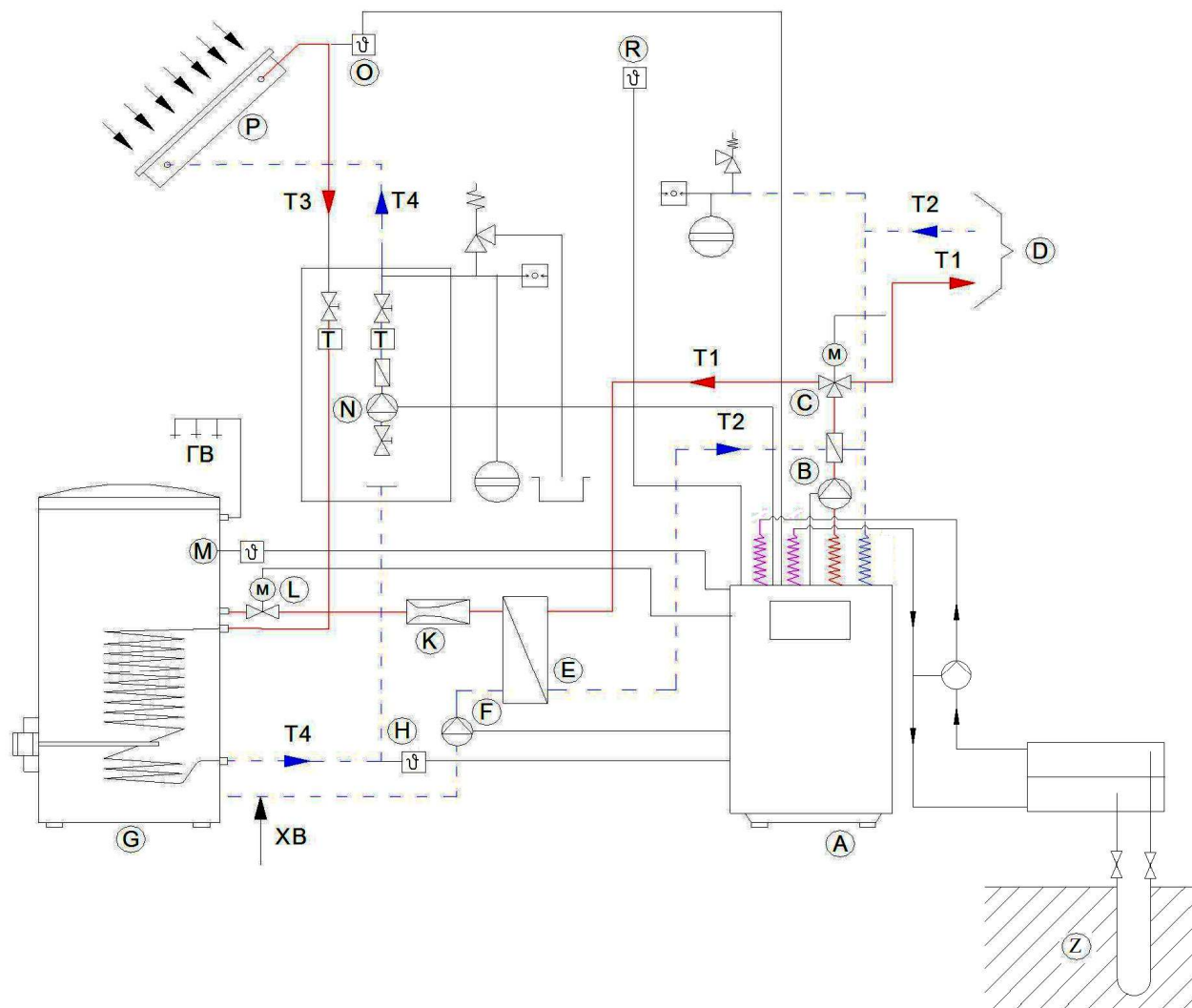


Рис.4.13 Схема теплонасосной установки с солнечным коллектором

А – тепловой насос; В – вторичный насос; С – трехходовой переключающий клапан: отопление - ГВС; D – в систему отопления; Е – теплообменник; F – циркуляционный насос греющего контура емкостного водонагревателя; G – емкостной водонагреватель; H – датчик температуры емкостного водонагревателя; K – ограничитель объемного расхода; L – двухходовой клапан; M – датчик температуры емкостного водонагревателя; N – циркуляционный насос контура солнечной установки; O – датчик температуры солнечного коллектора; P – солнечный коллектор; R – датчик наружной температуры; Z – грунтовой зонд. Условные обозначения трубопроводов: T1 – прямой трубопровод (ТНУ); T2 – обратный трубопровод (ТНУ); T3 – прямой трубопровод (солнечный коллектор); T4 – обратный трубопровод (солнечный коллектор); XВ – трубопровод холодной воды; ГВ – трубопровод горячей воды.

При высокой интенсивности солнечного излучения нагрев воды для горячего водоснабжения осуществляют исключительно с помощью солнечного коллектора. При отсутствии солнечного излучения для приготовления горячей воды включается тепловой насос. Таким образом, данная схема может работать без резервного котла на органическом топливе. При необходимости дополнительного нагрева воды до требуемого уровня температур включается система электрообогрева в емкостном водоподогревателе.

В России тепловые насосы производят [28] ЗАО «Энергия» (г. Новосибирск), завод «Компрессор» (г. Москва), группа компаний «Инсор» (г. Москва), ЗАО «Экомам» (г. Саратов). Новые ТН большой мощности конструкцией фирма «ЭКИП» (г. Москва)

Европейские производители – такие фирмы как «Viessmann» (Германия), «NIBE» (Швеция), «EURONOM» (Швеция) и др. – поставляют на российский рынок широкий модельный ряд тепловых насосов.

Известно, что производительность тепловых насосов, использующих для обогрева помещений низкопотенциальное тепло наружного воздуха, уменьшается при снижении его температуры. Например, при температуре -20°C теплопроизводительность ТН на 40% меньше номинального значения, измеренного при $t_{\text{H}}^{\text{в}} = +7^{\circ}\text{C}$. Поэтому, большой интерес для потребителей в России могут представлять разработанные в Японии фирмой «MITSUBISHI ELECTRIC» тепловые насосы нового поколения серии ZUBADAN Inverter, которые обеспечивают стабильную теплопроизводительность при понижении температуры наружного воздуха до -25°C . Технические характеристики некоторых типов тепловых насосов приведены в приложении 8.

Глава 5. Автоматизация систем автономного теплоснабжения

Для паровых и водогрейных котлов средства автоматического регулирования, защиты, контроля и сигнализации должны обеспечить работу оборудования без постоянного обслуживающего персонала.

5.1. Защита оборудования и сигнализация

Для паровых котлов, предназначенных для сжигания газообразного или жидкого топлива, независимо от давления пара и производительности предусматриваются устройства [4], автоматически прекращающие подачу топлива к горелкам при:

- а) повышении или понижении давления газообразного топлива перед горелками;
- б) понижении давления жидкого топлива перед горелками, кроме котлов, оборудованных ротационными горелками;
- в) уменьшении разрежения в топке;
- г) понижении давления воздуха перед горелками для котлов, оборудованных горелками с принудительной подачей воздуха;
- д) погасании факелов горелок, отключение которых при работе котла не допускается;
- е) повышении давления пара;
- ж) повышении или понижении уровня воды в барабане;
- и) неисправности цепей защиты, включая исчезновение напряжения.

Для водогрейных котлов при сжигании газообразного или жидкого топлива предусматриваются устройства, автоматически прекращающие подачу топлива к горелкам при:

- а) повышении или понижении давления газообразного топлива перед горелками;

б) понижении давления жидкого топлива перед горелками, кроме котлов, оборудованных ротационными горелками;

в) понижении давления воздуха перед горелками для котлов, оборудованных горелками с принудительной подачей воздуха;

г) уменьшении разрежения в топке;

д) погасании факела горелок, отключение которых при работе котла не допускается;

е) повышении температуры воды на выходе из котла;

ж) повышении давления воды на выходе из котла;

и) неисправности цепей защиты, включая исчезновение напряжения.

В котельных, работающих без постоянного обслуживающего персонала, на диспетчерский пункт выносятся сигналы (световые и звуковые):

- неисправности оборудования, при этом в котельной фиксируется причина вызова;

- сигнал срабатывания главного быстродействующего запорного клапана топливоснабжения котельной;

- для котельных, работающих на газообразном топливе, при достижении загазованности помещения 10% нижнего предела воспламеняемости природного газа.

5.2. Автоматическое регулирование и контроль

Автоматическое регулирование процессов горения предусматривают для котлов с камерным сжиганием жидкого и газообразного топлива.

Автоматическое регулирование котельных, работающих без постоянного обслуживающего персонала, должно предусматривать автоматическую работу основного и вспомогательного оборудования котельной в зависимости от заданных параметров работы и с учетом автоматизации теплопотребляющих установок. Запуск котлов при аварийном их отключении производится после устранения неисправностей вручную.

В циркуляционных трубопроводах горячего водоснабжения и в трубопроводе перед сетевыми насосами предусматривается автоматическое поддержание давления.

Для пароводяных подогревателей предусматривается автоматическое регулирование уровня конденсата.

В котельных предусматривается автоматическое поддержание заданной температуры воды, поступающей в системы теплоснабжения и горячего водоснабжения, а также заданной температуры обратной воды, поступающей в котлы, если это предусмотрено инструкцией завода (фирмы) изготовителя.

В проекте котельной предусматриваются регуляторы давления газообразного топлива, температуры и давления жидкого топлива.

Для контроля параметров, наблюдение за которыми необходимо при эксплуатации котельной, предусматривают показывающие приборы:

- для контроля параметров, изменение которых может привести к аварийному состоянию оборудования, - сигнализирующие показывающие;
- для контроля параметров, учет которых необходим для анализа работы оборудования или хозяйственных расчетов, - регистрирующие или суммирующие приборы.

Для котлов с давлением пара свыше 0,07 МПа (0,7 кгс/см²) и производительностью менее 4 т/ч предусматривают показывающие приборы для измерения:

- температуры и давления питательной воды в общей магистрали перед котлами;
- давления пара и уровня воды в барабане;
- давления воздуха под решеткой или перед горелкой;
- разрежения в топке;
- давления жидкого и газообразного топлива перед горелками.

Для котлов с давлением пара до 0,07 МПа (0,7 кгс/см²) и водогрейных котлов с температурой воды до 115 °С предусматривают показывающие приборы для измерения:

- температуры воды в общем трубопроводе перед водогрейными котлами и на выходе из каждого котла (до запорной арматуры);

- давления пара в барабане парового котла;
- давления воздуха после дутьевого вентилятора;
- разрежения в топке;
- разрежения за котлом;
- давления газа перед горелками.

В проекте котельной предусматривают показывающие приборы для измерения:

- температуры прямой и обратной сетевой воды;
- температуры конденсата, возвращаемого в котельную;
- температуры жидкого топлива на входе в котельную;
- давления в подающем и обратном трубопроводах тепловых сетей;
- давления в подающем и обратном трубопроводах тепловых сетей (до и после грязевика);
- давления воды в питательных магистралях;
- давления жидкого и газообразного топлива в магистралях перед котлами.

В проекте котельной предусматривают регистрирующие приборы для измерения:

- температуры пара в общем паропроводе к потребителю;
- температуры воды в подающем трубопроводе системы теплоснабжения и горячего водоснабжения и в каждом обратном трубопроводе;
- температуры конденсата, возвращаемого в котельную;
- давления пара в общем паропроводе к потребителю (по требованию потребителя);
- давления воды в каждом обратном трубопроводе системы теплоснабжения;
- давления и температуры газа в общем газопроводе котельной;
- расхода воды в каждом подающем трубопроводе систем теплоснабжения и горячее водоснабжения;

- расхода пара к потребителю;
- расхода циркуляционной воды горячего водоснабжения;
- расхода возвращаемого конденсата (суммирующий);
- расхода газа в общем газопроводе котельной (суммирующий);
- расхода жидкого топлива в прямой и обратной магистралях (суммирующие).

Для насосных установок предусматриваются показывающие приборы для измерения:

- давления воды и жидкого топлива во всасывающих патрубках (после запорной арматуры) и в напорных патрубках (до запорной арматуры) насосов;
- давления пара перед паровыми питательными насосами;
- давления пара после паровых питательных насосов (при использовании отработанного пара).

В установках для нагрева воды и жидкого топлива предусматриваются показывающие приборы для измерения:

- температуры нагреваемой среды и греющей воды до и после каждого подогревателя;
- температуры конденсата после охладителей конденсата;
- давления нагреваемой среды в общем трубопроводе до подогревателей и за каждым подогревателем;
- давления пара к подогревателям.

Для водоподготовительных установок предусматривают показывающие приборы для измерения:

- давления воды до и после каждого фильтра;
- расхода воды, поступающей к каждому ионитному фильтру (при установке двух фильтров предусматривается общий расходомер на оба фильтра;
- расхода воды, поступающей на водоподготовку (суммирующий);
- расхода воды на взрыхление фильтров;
- расхода воды после каждого осветлительного фильтра;

- расхода воды, поступающей к каждому эжектору приготовления регенерационного раствора;
- уровня воды в баках.

Для установок снабжения котельных жидким топливом предусматриваются показывающие приборы для измерения:

- температуры топлива в баках;
- давления топлива до и после фильтров;
- уровня топлива в резервуарах.

В проектах автоматизации крышных котельных предусматривают теплогенераторы, оснащенные автоматикой, с учетом требований [29] и требований [30].

При выполнении проекта автоматизации следует соблюдать требования СНиП по производству и приемке работ по системам автоматизации и требования заводов-изготовителей оборудования. При этом следует принимать серийно изготавливаемые средства автоматизации или использовать средства, входящие в комплект оборудования котельной.

Запорно-предохранительный клапан с электромагнитом, устанавливаемый на вводе газопровода внутри помещения котельной, должен автоматически закрываться при:

загазованности помещения котельной более 10 % от нижнего предела концентрации воспламенения газа;

отключении электроэнергии в котельной.

Открытие запорно-предохранительного клапана производится вручную.

Пределы отклонений параметров от номинальных значений, при которых должна срабатывать защита, устанавливаются заводами-изготовителями технологического оборудования и уточняются в процессе наладки и пуска котельной при эксплуатации.

Датчики и регулирующие органы (клапаны) автоматических регуляторов устанавливаются по месту согласно технологической схеме котельной.

Электронные регулирующие приборы регуляторов устанавливаются в шкафу автоматики.

Шкаф автоматики должен исключать возможность несанкционированного доступа к настроечным органам автоматических регуляторов.

Контроль, сигнализацию и управление технологическими процессами котельной выполняют согласно [29]. В котельной применяются приборы показывающие, сигнализирующие и регистрирующие или суммирующие.

5.3. Структура систем автоматического управления котельных

Система автоматического регулирования (САР) принципиально использует для своей работы энергию электрического тока (постоянного или переменного) или в опасных объектах при работе с газообразным топливом энергию давления сжатого воздуха или сжатого жидкого масла.

Для котельных обычно используется электрическая энергия.

Для работы системы автоматики предварительно выбирается физическая величина, по которой будет производиться регулирование. Это параметр регулирования (для котельных – температура T , давление P , расход F , уровень L).

Для выбранного параметра регулирования устанавливаются задачи регулирования. Для тепловых объектов это:

- стабилизация параметров регулирования;
- стабилизация соотношения параметров;
- программное регулирование;
- оптимизация процессов регулирования.

По первой задаче примером может служить температура воды за котельной, давление пара, давление топлива перед горелкой и т.п.

По второй задаче решается вопрос соотношения расхода топлива и расхода воздуха необходимого для полного сжигания.

Третья задача предусматривает пуск котельной установки с выходом на номинальные параметры.

Структурно любая система САР состоит из следующих блоков (рис. 5.1.): датчик параметра; автоматический регулятор; исполнительный механизм; регулирующий клапан; блоки обратной связи; задатчик.

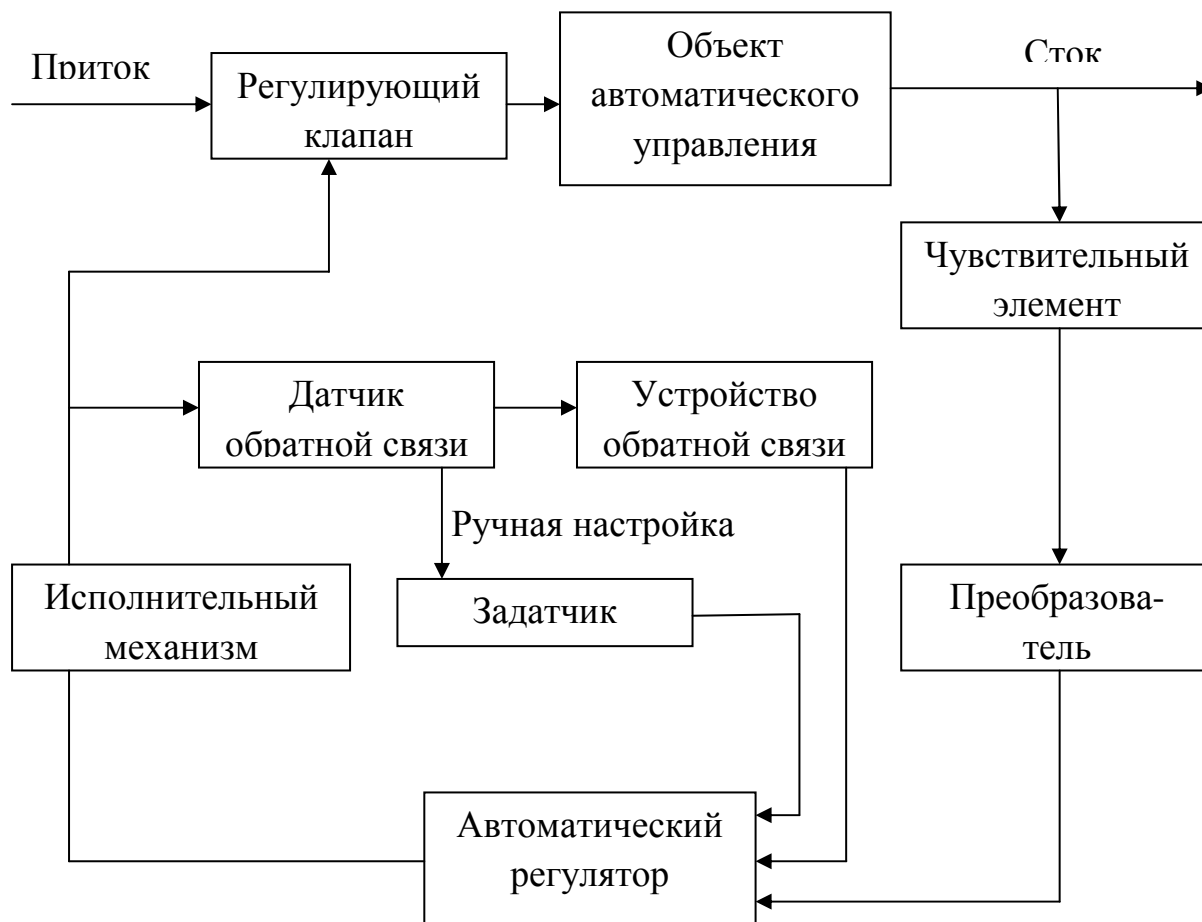


Рис. 5.1. Блок-схема системы автоматизации

Датчик регулируемого параметра, установленный на объекте управления, получает сигнал (например: изменение температуры воды и т.п.) на входе и с помощью внутреннего устройства преобразует этот сигнал в электрическую величину, пропорциональную входной, на выходе.

Выходная величина датчика унифицирована, т.е. находится в определенных пределах при изменении входного сигнала.

Это: электрическое напряжение переменного или постоянного тока ($0\div 5$) мВ;

- электрический ток (переменный или постоянный ($4\div 20$) мА).

Имеются также датчики, сигналы которых на выходе изменяются в пределах: $0\div 100$ мВ.

Выходной сигнал датчика, измеренный во времени в соответствии с изменением параметра регулирования, поступает на один из трех входов автоматического регулятора. Два других входа предназначены для сигналов обратной связи и задатчика.

Род тока, на котором работает регулятор, согласуется с выходным сигналом датчика и задатчика (переменный или постоянный).

В блоке задатчика при ручной установке требуемого (задаваемого) значения параметра регулирования формируется выходной сигнал (напряжение или ток), переменный во времени, поступающий на второй вход регулятора.

Канал обратной связи используется для сложных объектов, например, при стабилизации давления в паровом котле.

При регулировании по температуре обратная связь не нужна.

В головном блоке регулятора сигналы датчика и задатчика (и обратной связи при необходимости) алгебраически суммируются, образуя сигнал рассогласования.

При использовании САР, работающих на постоянном токе, сигналы датчика и задатчика имеют разные знаки, а при переменном токе они должны быть противофазны.

В регуляторе сигнал рассогласования усиливается по напряжению и мощности, а, кроме этого, для сложных объектов может быть продифференцирован (по скорости изменения) и проинтегрирован (по времени изменения системы).

Работоспособный (мощный) сигнал с выхода регулятора поступает на вход исполнительного механизма, который перемещает клапан в трубопроводе поступления топлива в горелочное устройство.

Исполнительный механизм представляет собой реверсивный электродвигатель, направление вращения которого определяется знаком (фазой) сигнала рассогласования.

Скорость вращения исполнительного механизма зависит от скорости изменения сигнала рассогласования.

Электродвигатель исполнительного механизма выполнен миниатюрным, небольшой мощности 10÷30 Вт. Он снабжен редуктором для увеличения момента вращения выходного вала и снижения скорости вращения.

В комплекте исполнительного механизма имеются концевые выключатели для отключения напряжения при достижении регулирующим клапаном конечной позиции.

В САР водогрейной котельной предусматриваются следующие системы:

- стабилизации температуры воды за котлом;
- стабилизации оптимального соотношения расхода газообразного топлива и воздуха;
- стабилизации разряжения в топке котла;
- стабилизации температуры воды на входе в котел (для котлов со стальными трубами, 70°C).

В САР паровой котельной имеются реагирующие системы:

- стабилизация давления пара за котлом;
- стабилизация уровня котловой воды;
- стабилизация соотношения «топливо-воздух»;
- стабилизация разрежения в топке.
- стабилизация температуры воды, поступающей в котел.

5.4. Датчики САР водогрейной котельной

Датчиком температуры воды за котлом служит электрический термометр сопротивления медный типа ТСМ. Основным элементом этого датчика является

катушка из медного изолированного провода, которая помещена в защитную трубку, погружаемую в поток воды за котлом.

Сопротивление катушки термометра соответствует возможным трем величинам: 100 Ом, 500 Ом, 1000 Ом (приведено к 0°C). При изменении температуры электрическое сопротивление датчика увеличивается. Необходимо отметить, что выбранный датчик (например, 100 Ом, имеющий маркировку ТСМ 10М) строго согласуется с типом регулятора. Например, Московский завод тепловой автоматики (МЗТА) выпускает регуляторы типа РС 29.3.2, согласованные с датчиками ТСМ градуированными 100 Ом, 50 Ом или 1000 Ом.

Датчики типа ТСМ могут работать в пределах от -20°C до +180°C.

Для более высокотемпературных процессов предусматриваются платиновые термометры ТСП с аналогичной градуировкой.

Необходимо иметь также в виду, что датчики ТСМ или ТСП, выпускаются с 2-мя, 3-мя и 4-мя выводами, которые позволяют подключать их к регуляторам по двух - и трехпроводным схемам.

Для температур от -20°C до +600°C, (1000°C) выпускаются термопары типов ТХК (до 600°C), ТХК (до 1000°C). Эти датчики могут быть подключены к регуляторам РС 29.3.3.

Для паровых котлов при регулировании уровня в барабане создается сниженный указатель уровня, снабженный дифференциальным манометром (типов ДПЭ, ДМЭ или ДСЭ), преобразующим элементом которых служит преобразователь ДТП (дифференциально-трансформаторный преобразователь). Эти датчики согласуются с регуляторами РС 29.3.1.

Для реализации системы автоматического управления котельной разрабатывается принципиальная схема, составляется спецификация оборудования, после чего создаются рабочие чертежи и выполняется монтаж системы.

Библиографический список

1. **Яновский, Ф.Б.** Энергетическая стратегия и развитие теплоснабжения в России / Ф.Б. Яновский, С.А. Михайлова // Энергосбережение. – 2003. - №6. – С. 26-32.
2. **Сотникова, О.А.** Теплоснабжение: Учебное пособие / О.А. Сотникова, В.Н. Мелькумов. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2005. – 288с.
3. **Хаванов, П.А.** Особенности применения водногликолиевых теплоносителей в автономных системах теплоснабжения / П.А. Хаванов, К.П. Барыкин // АВОК. – 2003. - №7. – С.66-68.
4. **СП 41-104-2000.** Проектирование автономных источников теплоснабжения. – М.: Госстрой России, 2001.
5. **СНиП 23-01-99*.** Строительная климатология. – М.: Госстрой России, 1997.
6. **СНиП 2.04.01.85*.** Внутренний водопровод и канализация зданий. – М.: Госстрой России, 1997.
7. **Фадеев, А.** Проблеммы с теплоснабжением? Выход есть... / А. Фадеев, Д. Пелевин, С Миронюк. – Энергослужба предприятия. – www.energosp.ru.
8. **Котлы средней и большой мощности.** Программа поставки котлов. – ООО Виссман. – 2005.
9. **Отопительные котлы Logano GE434 и Logano plus GB434.** Документация для проектирования. – Buderus. – 2005.
10. **Сергеев, Т.** Электрические котлы: типы, достоинства и недостатки / Т. Сергеев // АКВА-ТЕРМ эксперт. – 2011. - №3. – С. 10-12.
11. **СП 62.13330.** Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002 – М.: Минрегион России, 2011.
12. **Технические решения по крышным котельным на природном газе с гелиоустановкой горячего водоснабжения здания** – М.: Минстрой России, 1996.
13. **ГОСТ 21563-93.** Котлы водогрейные Основные параметры и технические требования.

14. **Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов** – М.: Госгортехнадзор России, 1993.
15. **Иванов М.** Водоподготовка в блочно-модульных котельных / М. Иванов // Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ – 2011 №1 – С. 42-43.
16. **ГОСТ 27590-88Е.** Подогреватели водо-водяных систем теплоснабжения. Общие технические условия.
17. **ГОСТ 15518-87.** Аппараты теплообменные пластинчатые. Типы, параметры и основные размеры.
18. **СП 41-101-95.** Проектирование тепловых пунктов – М.: Госстрой России – 1999.
19. **Полонский В.М.** Автономное теплоснабжение: Учебное пособие / В.М. Полонский, Г.И. Титов, А.В. Полонский - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006.
20. **ТСН 41-310-2004.** Поквартирные системы теплоснабжения от теплогенераторов на газовом топливе. Курская область. 2004. Зарегистрированы Госстроем России. 2004, №9-29/402.
21. **СП 41-108-2004.** Поквартирное теплоснабжение жилых зданий с теплогенераторами на газовом топливе. М.: ФГУП ЦПП, 2005. – 10с.
22. **Семенов В.Г.** Теплоснабжение: реальности энергосбережения, энергосбережение 2003, №1, с.32-33.
23. **Современные энергоэффективные системы отопления.** Thermo Tech, www.thermotech.ru; www.teplopol.ru.
24. **Амерханов Р.А.** Оптимизация сельскохозяйственных энергетических установок с использованием возобновляемых видов энергии – М.: КолосС, 2003.
25. **ВСН 52-86.** Установки солнечного горячего водоснабжения. Нормы проектирования – М.: Госгражданстрой СССР, 1988.
26. **Технологии и системы использования низкотемпературных и возобновляемых источников теплоты.** По материалам базы знаний, разработанной Уфимским государственным авиационным техническим университетом (кафедра АД) и институтом механики УНЦ РАН.

«Новости теплоснабжения» №11, 2001.

27. Системы тепловых насосов. Инструкции по проектированию фирмы Viessmann, 2002.

28. Закиров Д.Г. Будущее – за теплонасосными технологиями. Новости теплоснабжения №8, 2006, с.39-42.

29. СНиП II-35-76. Котельные установки. М.: ГУП ЦПП, 1999. – 49с.

30. ПБ 12-368-00. Правила безопасности систем газораспределения и газопотребления. М.: Госгражданстрой России, 2003. – 78с.

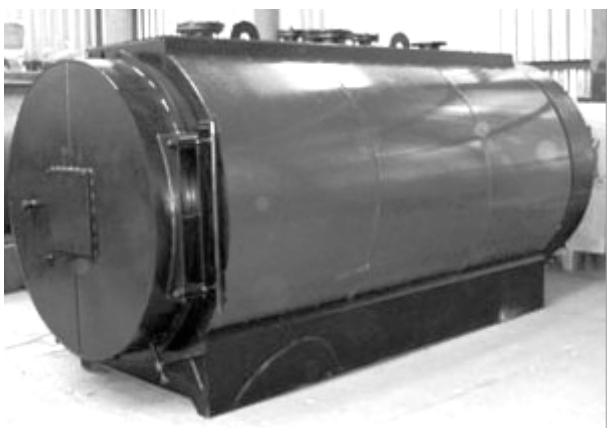
ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Технические характеристики и описание основных типов теплогенераторов отечественного и зарубежного производства для автономного теплоснабжения

Компания ЗАО «ЗИОСАБ» основана в 1996 году на базе Подольского машиностроительного завода – одного из ведущих котельных заводов России. В 2003 году открыто совместное производство ООО «Завод «ЗИОСАБ-ДОН» в г. Волгодонске.

1.1. ЗИОСАБ-ДОН - завод энергетического машиностроения



ООО «Завод энергетического машиностроения «ЗИОСАБ-ДОН» производит стальные водогрейные отопительные котлы серии «ЗИОСАБ», FR10, FR16 мощностью от 0,125 до 15 МВт.

Производственная программа Завода «ЗИОСАБ-ДОН» насчитывает 12 типов стальных автоматизированных водогрейных жаротрубных котлов мощностью от 0,125 до 3,0 МВт. Котлы комплектуются автоматикой, позволяющей организовать их работу в режиме, не требующем постоянного присутствия обслуживающего персонала с возможностью диспетчеризации.

ЗИОСАБ-125. Стальной жаротрубный горизонтальный котел номинальной теплопроизводительностью 125 кВт может быть укомплектован любой горелкой по желанию заказчика. Возможна поставка котла без горелки. Рабочий диапазон регулирования определяется моделью горелки. Вид топлива - природный газ и легкое жидкое топливо.

Характеристики котла ЗИОСАБ-125

Номинальная теплопроизводительность, кВт	125
КПД, %, не менее	90
Рабочее давление воды в котле, МПа (кгс/см ²)	0,5(5,0)
Максимальная температура воды на выходе из котла, °С	95
Номинальный расход воды, м ³ /час, при Dt=20 °С.,	5,4
Минимальный расход воды, м ³ /час, при Dt=35 °С	3,0
Водяная емкость котла, м ³	0,1
Температура уходящих газов, °С, не ниже	160
Поверхность нагрева, м ²	4,1
Габаритные размеры (без выступающих элементов), мм	1330x715x850
Масса котла (без горелки), кг, не более	338
Коэффициент избытка воздуха	
На легком жидком топливе	1,10-1,15
На природном газе	1,05-1,10
Уровень звука в контрольных точках при работе котла, дБА, не более	80
Напряжение питания, В	380/220
Сечение дымового патрубка, см ²	350
Потери в окружающую среду, q ₅ , %	0,65
Удельное потребление электро энергии, кВт/МВт	1,2

Котлы отопительные водогрейные автоматизированные серии ЗИОСАБ выполнены по ГОСТ 30735-2001, предназначены для теплоснабжения зданий и сооружений, оборудованных системами водяного отопления с принудительной циркуляцией. Область применения: стационарные и блочно-модульные транспортабельные котельные в закрытых системах теплоснабжения.

Котлы могут перевозиться железнодорожным, автомобильным и водным транспортом в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на каждом виде транспорта. Установка при транспортировке только в один ярус.

Поставка котлов осуществляется в собранном виде одним транспортабельным блоком. Хранение котлов - по группе ОЖ4 ГОСТ 15150

Транспортирование котлов в части воздействия климатических факторов по группе Ж1 ГОСТ 15150, в части механических - по группе С ГОСТ 23170.

Устройство котла серии ЗИОСАБ -125-3000.

Котел серии ЗИОСАБ - стальной, газотрубный, двухходовой по дымовым газам, горизонтального исполнения, относится к классу жаротрубных котлов с дымогарными трубами.

Котел представляет собой горизонтальную цилиндрическую конструкцию (рис.П.1), включающую корпус, дверцу топки, короб дымовых газов, опору, теплоизоляцию и декоративную облицовку. На верхней образующей корпуса расположены патрубки подвода и отвода воды с фланцами, патрубки для установки предохранительных клапанов и серьги (или рым-болты) для подъема котла. С нижней части корпуса отводится дренажная труба с трубной резьбой на конце. К патрубку, отводящему подогретую воду от котла, крепится коллектор с гнездами G1/2-В для датчиков термостата и термоманометра и запасными гнездами.

В связи с возможностью применения на котле горелок, имеющих различные посадочные размеры (размеры фланца горелки, расположение и диаметр резьбы болтов для крепления горелки на котле), котел поставляется, как правило, с глухим фланцем, который дорабатывается у Заказчика.

Котел должен устанавливаться горизонтально в соответствии с проектом котельной, выполненным и согласованным в установленном порядке. Свободное пространство над котлом и за ним, размер прохода перед фронтальной стенкой котла и расстояние от сгораемых конструкций и боковых стен должны быть не меньше указанных в Таблице П.2.

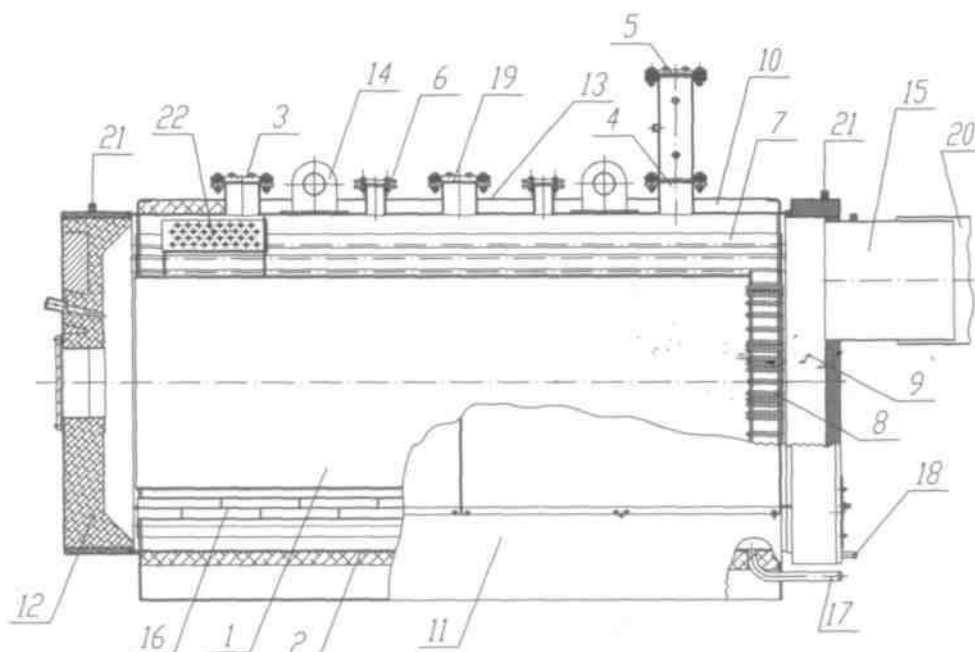


Рисунок П.1. Продольный разрез водогрейного котла серии ЗИОСАБ 125-3000.

1 - жаровая труба, 2 - обечайка корпуса котла, 3 - патрубок входа воды, 4 - патрубок выхода воды, 5 – коллектор, 6 - патрубок для установки предохранительных клапанов, 7 - дымогарные трубы, 8 - анкерные стержни, 9 - короб дымовых газов, 10 - теплоизоляция котла, 11 - опора котла, 12 - дверца, 13 - площадка обслуживания, 14- подъемные уши, 15 - патрубок отвода дымовых газов, 16 - турбулизаторы (завихрители), 17 - патрубок дренажа (слива), 18 - патрубок отвода конденсата, 19 - смотровой патрубок (на котлах теплопроизводительностью 0,75 МВт и выше), 20 - переходник, 21 - бобышка для рым-болта, 22 - направляющий щиток.

Таблица П.2

Размеры по установке котла в котельной

Модель котла	Размер				
	Свободное пространство над котлом	Свободное пространство за котлом	Размер прохода перед фронтальной стенкой котла	Расстояние от сгораемых конструкций и боковых стен	Расстояние между котлами
ЗИОСАБ-125	0,7	0,5	1,3	0,6	1,0
ЗИОСАБ-175	0,7	0,5	1,5	0,6	1,0
ЗИОСАБ-250	0,7	0,5	1,5	0,6	1,0
ЗИОСАБ-350	0,7	0,5	2,0	0,7	1,0

Продолжение таблицы. П.2

ЗИОСАБ-500	0,7	0,5	2,0	0,7	1,0
ЗИОСАБ-750	0,7	0,7	2,5	0,7	1,0
ЗИОСАБ-1000	0,7	0,7	2,5	0,7	1,0
ЗИОСАБ-1600	0,7	0,7	2,9	0,7	1,0
ЗИОСАБ-2000	0,7	0,7	2,9	0,7	1,0
ЗИОСАБ-2500	0,7	0,7	3,5	0,7	1,0

Примечание:

Допускается уменьшение размеров, указанных в Таблице 2, при условии соблюдения требований нормативных документов и согласования с производителем котлов.

В котлах должно использоваться газообразное и жидкое топливо вида, рекомендованного Изготовителем. В зависимости от комплектации дополнительным оборудованием котел может работать на следующих основных видах топлива:

- газообразное топливо - природный газ ГОСТ 5542-87;
- легкое жидкое топливо - дизельное топливо, (соляровое масло) ГОСТ 305-88; ТПБ ТУ 38101656-76; вязкость при 20°С, 4 - 6×10^6 (4 - 6); м²/С (сСт);

Примечание:

1. Возможность использования иных видов топлива должна согласовываться с Изготовителями котла и горелочных устройств.

2. Применяемое топливо должно соответствовать по своим характеристикам топливу, указанному в документации на горелку

3. Горелки, применяемые с котлом, должны иметь действующий сертификат соответствия Госстандарта РФ, разрешение на применение Ростехнадзора РФ и согласование Изготовителя котла на использование в составе котлоагрегата.

Показатели качества сетевой и подпиточной воды должны соответствовать требованиям "Правил технической эксплуатации коммунальных отопительных котельных". Вода, направляемая в котел, должна проходить докотловую обработку в установке водоподготовки, так как использование сырой воды может вызвать ускоренные процессы образования накипи и коррозии.

Закрытое акционерное общество «ЗИОСАБ» начало выпуск серии паровых и водогрейных трехходовых жаротрубно-дымогарных котлов по технической документации фирмы «Финрейла» (Финляндия).

Сочетание проверенной временем конструкции, сохранения высокого качества изготовления при размещении производства в России, заводской гарантии и конкурентноспособной цены делают котлы серии FR одним из самых выгодных предложений на рынке.

Трехходовые жаротрубно-дымогарные котлы «Финрейла» экономичны в производстве тепла. Они отлично подходят для работы в районных тепловых сетях при централизованном теплоснабжении, на небольших промышленных предприятиях и в отдельных зданиях.

Таблица П.3

Рабочие характеристики котла FR16

Рабочая температура, °С	115				
Рабочее давление, бар	10				
Теплопроизводительность, МВт	1,5	2	2,5	3	4
Гидравлическое сопротивление ($\Delta t=45^{\circ}\text{C}$), Па	4000	5000	5000	6000	5000
Аэродинамическое сопротивление, Па	375	450	510	550	735
Общая поверхность нагрева, м ²	51	64,8	78,7	98,0	118,0
Водяная емкость, м ³	4,6	6,0	7,3	8,6	10,4
Теплонапряжение топочного объема, КВт/м ³	810	937	891	834	822
Объем топки, м ³	2,3	2,5	3,3	4,2	5,6
Минимальный расход воды ($\Delta t=55^{\circ}\text{C}$), м ³ /час	23,5	31,3	39,1	47	62,6
Расход воды в номинальном режиме ($\Delta t=45^{\circ}\text{C}$), м ³ /час	28,7	38,2	47,8	57,3	76,4
КПД, не менее%	90,5	90,5	90,5	90,5	90,5
Масса котла, кг	5660	7200	8365	9870	12510

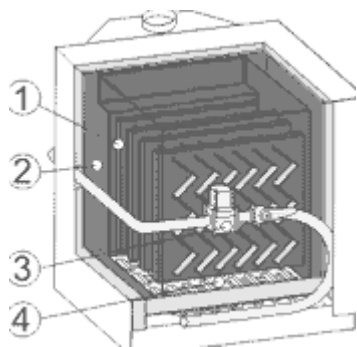
Конструкция: жаровая труба котлов размещена эксцентрично, и горелка прикреплена к одному концу жаровой трубы. Передний люк котла открывается полностью, таким образом, дымогарные трубы можно очистить вручную или механически. Высокий КПД и широкий диапазон применения. Большой водяной объем котлов эффективно выравнивает колебания нагрузки, и система донного обогрева обеспечивает ровную водоциркуляцию по всему котлу. Расчетное давление котлов составляет 10 бар. В ассортимент продукции входят также котлы давлением 12 и 16 бар. В качестве топлива используется природный газ или жидкое легкое топливо.

1.2. Саратовский завод энергетического машиностроения (Сарэнергомаш).

Саратовский завод энергетического машиностроения (Сарэнергомаш), основан в 1871 году, с 1950 года производит обширную номенклатуру теплоэнергетического и котельно-вспомогательного оборудования. Выпускает следующие типы котлов.

Котлы СарЗЭМ с атмосферной горелкой. Газовые котлы СарЗЭМ -63; -80; -100, тепловой мощностью 63, 80, 99 кВт соответственно, с автоматикой управления и безопасности САБК (или РГУ-2М1), хорошо зарекомендовали себя как неприхотливые, долговечные и безопасные отопительные установки.

Рис.П.2. Общий вид котла СарЗЭМ



1 – эффективный теплообменник из высоко-качественной стали с установленными внутри девиаторами обеспечивает равномерное распределение и нагрев сетевой воды; 2 – омываемая водой топочная камера снижает потери тепла и компенсирует тепловые напряжения; 3 –

энергонезависимая автоматика обеспечивает точное регулирование, контроль и безопасную работу котла;

4 – микрофакельная атмосферная горелка из нержавеющей стали обеспечивает оптимальное сжигание газа.

Таблица П.4

Характеристики котлов Cap3ЭМ.

Наименование параметра или размера	Cap3ЭМ-63	Cap3ЭМ-80	Cap3ЭМ-100
Номинальная теплопроизводительность, кВт	63	80	99
Вид газа	Природный (ГОСТ 5542-78)		
Давление газа, кПа (мм вод.ст.)	2,0		
Расчётный расход газа, нм ³ /ч, (при теплоте сгорания газа $Q^p_H = 8550$ ккал/нм ³)	7,2	9,1	11,4
Содержание СО, мг/м ³ , не более	119		
Содержание NO, мг/м ³ , не более	240		
Разрежение за котлом, Па, не более	40		
Теплоноситель	Вода		
Температура воды в котле, °С	50-95		
Рабочее давление, МПа (кгс/см ²), не более	0,3 (3)		
Сечение дымовой трубы, не менее, мм	180	220	220
Габаритные размеры, мм			
-высота	1079±10	1079±10	1079±10
-ширина	719±10	719±10	719±10
-глубина без дымохода	585±10	669±10	735±10
-глубина с дымоходом	883±10	967±10	1051±10
Масса, кг	271,1±30	313± 30	320±30

Котлы Cap3ЭМ-М. Двухконтурные (стальные водогрейные) предназначены для отопления и горячего водоснабжения жилых домов, производственных помещений, общественных и административных зданий.



Котлы промышленные СарЗЭМ (КВ). Стальные, автоматизированные, жаротрубные котлы, предназначены для получения горячей воды (до 115 °С), используемой в системах отопления, ГВС, технологических целях.

Котлы работают на природном газе, жидком (дизельное, мазут, нефть) и комбинированном топливе.

Для достижения высокого КПД (не менее 92 %) в котлах применены различные схемы движения дымовых газов и конфигурации топок:

КВ - 0,25 (КВ-0,5) - трехходовые с реверсивной топкой;

КВ - 0,6 (КВ-1,0) - четырехходовые;

КВ - 2,0 - двухходовой с водотрубным экономайзером;

КВ - 4,0 - трехходовой.

Все котлы комплектуются горелочными устройствами, автоматикой управления и безопасности, запорно-регулирующей арматурой, контрольно-измерительными приборами в пределах котла. Все патрубки снабжены обратными фланцами.

1.3. Компания ООО «ЭНТРОРОС»

Котлы ТЕРМОТЕХНИК ТТ 100 производятся серийно в диапазоне номинальной мощности от 1000 кВт до 5000 кВт.

ТЕРМОТЕХНИК ТТ 100 – трехходовые стальные низкотемпературные водогрейные котлы газотрубно-дымогарного типа, оснащенные топкой, работающей под наддувом (см. рис. П.3). Котлы предназначены для производства теплофикационной горячей воды с максимальной температурой 115°С 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 автономные системы отопления и вентиляции, горячего

водоснабжения промышленных, административных, коммунально-бытовых и других объектов, обеспечение тепловой энергией технологического оборудования производств.

Котлы сертифицированы по системе ГОСТ РФ и разрешены к применению Ростехнадзором РФ.

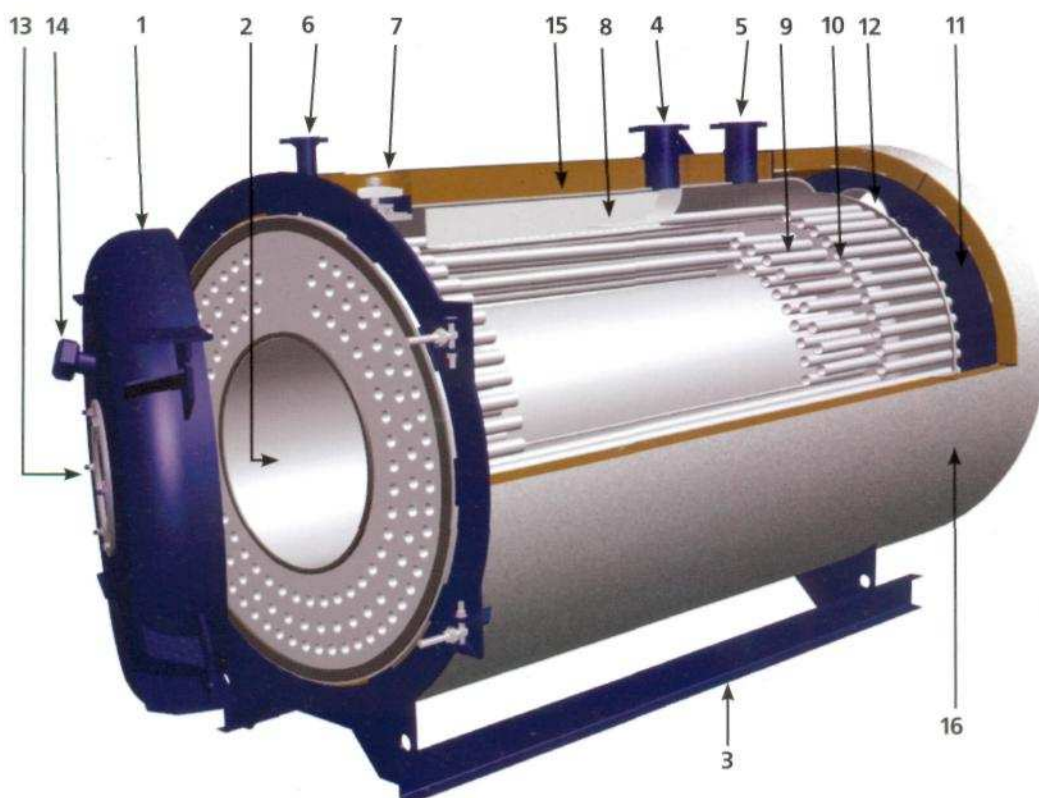


Рис. П.3. Общий вид котла ТЕРМОТЕХНИК ТТ 100

1 - фронтальная дверь, 2 - камера сгорания (топка), 3 - рамное основание, 4 - патрубок входа теплоносителя, 5 - патрубок выхода теплоносителя, 6¹ - патрубок предохранительной линии, 7 - смотровой люк, 8 - водонаправляющий элемент, 9² - дымогарные трубы второго хода, 10 - дымогарные трубы третьего хода, 11 - сборная камера дымовых газов, 12 - патрубок отвода дымовых газов, 13 - горелочная плита, 14 - смотровой глазок, 15 - теплоизоляция, 16 - защитный кожух.

¹⁾ Котлы ТЕРМОТЕХНИК ТТ 100 мощностью 2000 кВт и более оснащены двумя патрубками предохранительной линии.

²⁾ Котлы ТЕРМОТЕХНИК ТТ 100 1000.. 3500 кВт имеют двухрядную, а котлы ТЕРМОТЕХНИК ТТ 100 4200 и 5000 кВт - трехрядную схему расположения дымогарных труб второго хода.

Котел ТТ 100 сконструирован как трехходовой котел газотрубно-дымогарного типа (см. рис. П.4).

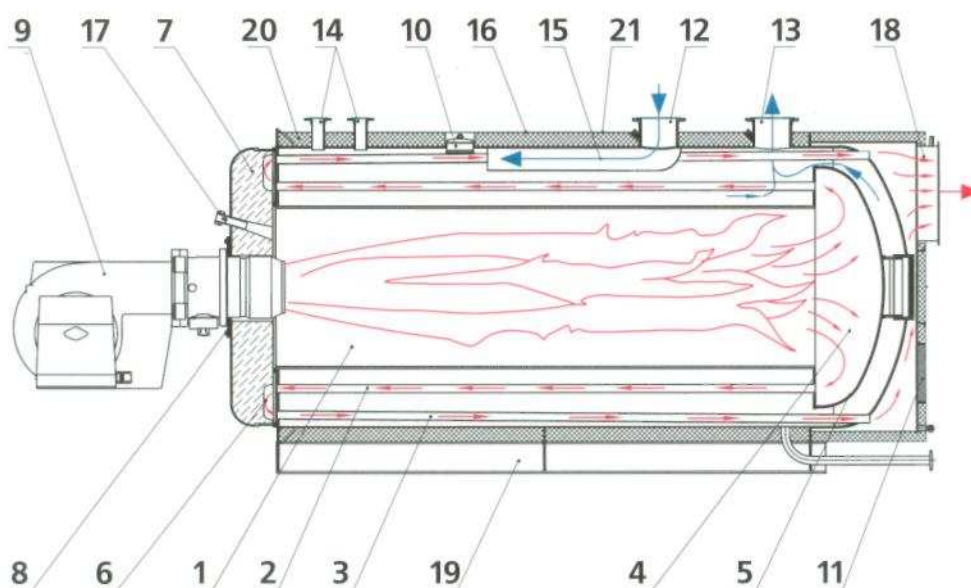


Рис. П.4. Разрез котла ТТ 100

Камера сгорания (поз. 1) и корпус котла имеют цилиндрическую форму. Конвективные поверхности нагрева образованы дымогарными трубами второго и третьего хода (поз. 2, 3), расположенными симметрично вокруг камеры сгорания (поз. 1). Двух-, трехрядная схема расположения дымогарных труб второго хода увеличивает площадь и интенсивность теплообмена. Полностью омываемая водой первая поворотная камера (поз. 4) образована задней трубной доской и торосферическим днищем (поз. 5). Вторая поворотная камера (поз. 6) образована передней трубной доской и специально сформированной футеровкой фронтальной двери котла (поз. 7). Фронтальная крышка (поз. 8) может полностью откидываться, либо открываться с установленной на ней горелкой (поз. 9), по желанию, вправо или влево. При открытой фронтальной крышке обеспечивается удобный доступ к камере сгорания и дымогарным трубам при техническом обслуживании и чистке котла. Осмотр и чистку первой поворотной камеры можно производить через камеру сгорания. Для осмотра дымогарных труб со стороны

водного пространства в верхней части корпуса котла предусмотрен смотровой люк (поз. 10). Чистка коллектора дымовых газов производится через люк в сборной камере дымовых газов котла (поз. 11). Патрубки входа и выхода воды (поз. 12, 13), а также патрубков аварийной линии (поз.14) расположены сверху котла. Котлы ТТ 100 мощностью 2000 кВт и более имеют два патрубка аварийной линии. В патрубки входа и выхода воды вварены штуцера для датчиков температуры. Под патрубком входа воды смонтирован водонаправляющий элемент (поз. 15) для плавного перемешивания холодной обратной воды с теплой котловой. Для монтажа горелки на фронтальной крышке имеется горелочная плита. Визуальный контроль пламени в камере сгорания осуществляется через смотровой глазок (поз. 17). Патрубок отвода дымовых газов (поз. 18) расположен в верхней части задней стенки котла. Для равномерного распределения весовой нагрузки котел имеет рамное основание из швеллера (поз. 19). Сплошная охватывающая теплоизоляция котла (поз. 20) состоит из минераловатных матов толщиной 100 мм. Снаружи корпус котла обшит защитным кожухом из алюминиевого листа (поз. 21). Для транспортировки котла предусмотрены обухи, приваренные к верхней части корпуса симметрично относительно центра масс котла.

Таблица П.5

Гидравлические и газодинамические характеристики котлов

Номинальная тепловая мощность, кВт	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4200	5000
Расход воды номинальный для ДТ15К, м ³ /ч	57	86	115	143	172	200	240	287
Гидравлическое сопротивление водяного контура при расходе теплоносителя для АТ 15К, кПа	2,9	6,6	5,3	8,3	3,8	5,2	6,4	3,7
Аэродинамическое сопротивление газового тракта для максимальной мощности, кПа	0,29	0,65	0,42	0,65	0,71	1,0	0,84	1,2

Технические характеристики

Номинальная тепловая мощность, кВт	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4200	5000
Вид топлива	Природный газ низкого давления по ГОСТ 5542-87 пропан-бутан по ГОСТ 20448-90 легкое топливо по ГОСТ 305-82							
Максимальная температура воды на выходе, °С	115							
Минимальная температура воды на входе, °С	70							
Максимальное избыточное давление воды, МПа	0,6							
Водяной объем котла, м ³	1,76	1,86	2,80	3,0	4,10	4,60	5,4	6,4
Масса сухого котла, не более, кг	2790	2950	5240	5500	6900	7900	9900	12000

1.4. ОАО «Жуковский машиностроительный завод»

Котлы АОГВ, АКГВ «Эконом», «Универсал», «Комфорт»

Напольный газовый одноконтурный/двухконтурный котел. Предназначен для автономного отопления (АОГВ) и горячего водоснабжения (АКГВ) домов, дач и коттеджей площадью до 250 м². Оснащен стальным теплообменником, медным контуром ГВС (АКГВ), атмосферной горелкой, работающей на природном или сжиженном газе, встроенным пьезоподжигом. Безопасность и управление работой котла обеспечивает энергонезависимый блок автоматики. В зависимости от комплектации котел оснащается одним из трех видов автоматики:

- «Эконом» (отечественная автоматика)

- «Универсал» (импортная автоматика)

- «Комфорт» (импортная автоматика).

Автоматика отключает подачу газа к запальнику и горелке при:

- погасании запальника;

- падении давления газа в сети ниже допустимого или прекращении подачи газа;
- отсутствии тяги в дымоходе;
- повышении температуры воды в баке котла выше 93-100 °С (модели «Универсал», «Комфорт»).

В моделях «Комфорт» автоматика обеспечивает плавное регулирование расхода газа в пределах от 100 до 20 % мощности горелки.

Котлы КОВ-СГ, КОВ-Г «Эконом», «Комфорт»



Напольный газовый одноконтурный котел. Предназначен для автономного отопления домов, дач, коттеджей площадью до 610 м². Оснащен стальным, чугунным (КОВ-Г) теплообменником, атмосферной горелкой, работающей на природном газе, встроенным пьезоподжигом. Безопасность и управление работой котла обеспечивает энергонезависимый блок автоматики. В зависимости от комплектации котел оснащается одним из двух видов автоматики:

- «Эконом» (отечественная автоматика)

- «Комфорт» (импортная автоматика).

Автоматика отключает подачу газа к запальнику и горелке при:

- погасании запальника;
- падении давления газа в сети ниже допустимого или прекращении подачи газа;
- отсутствии тяги в дымоходе;
- повышении температуры воды в баке котла выше 93-100 °С (модели «Комфорт»).

В моделях «Комфорт» автоматика обеспечивает плавное регулирование расхода газа в пределах от 100 до 20 % мощности горелки, возможно подключение комнатного термостата.

Котлы АОГВ и АКГВ

Таблица П.7

Характеристики	АОГВ-11,6-3 АКГВ-11,6-3	АОГВ-17,4-3 АКГВ-17,4-3	АОГВ-23,2-3 АКГВ-23,2-3	АОГВ-29-3А АКГВ-29-3
Тепловая мощность, кВт	11,6	17,4	23,2	29
Отапливаемая площадь, м ²	до 110	до 140	до 200	до 250
КПД при отоплении/ГВС*, не менее, %	86/80	88/80	88/80	89/80
Расход природного/сжиженного газа, м ³ /ч (кг/ч)	1,3/0,86	1,87/1,3	2,55/1,74	3,18/2,17
Производительность по ГВС при $\Delta t=35^{\circ}\text{C}$ (мин./макс)*, л/мин	3,34	5,4	7,1	8,9
Присоединение газа/отопления/ГВС, дюйм	G1/2/G 1 1/2/G1/2	G3/4/G2/G1/2	G3/4/G2/G1/2	G3/4/G2/G1/2
Габариты (высота x ширина x глубина), мм	850x310x412	1050x420x480	1050x420x480	1050x420x480
Масса (без упаковки), кг	30/35**	30/35**	52/60**	55/63**

* АКГВ, ** АОГВ/АКГВ

Котлы КОВ-СГ и КОВ-Г

Таблица П.8

Характеристики	КОВ-СГ-43	КОВ-СГ-50	КОВ-Г-68
Тепловая мощность, кВт	43	50	68
Отапливаемая площадь, м ²	до 360	до 430	до 610
КПД, не менее, %	85	85	90
Расход природного газа, м ³ /ч	4,7	5,5	7,4
Давление воды в системе отопления, кПа	150	150	300
Наружный диаметр газоотвода, мм	165	165	190
Присоединение газа/отопления, дюйм	G 3/4/G 2	G 3/4/G 2	G 3/4/G 2
Габариты (высота x ширина x глубина), мм	995x455x600	995x455x600	830x930x640
Масса (без упаковки), кг	71	75	350

1.5. Теплогенераторы фирмы Viessmann (Германия)



Промышленная группа Viessmann (Виссманн) - крупнейший производитель оборудования для систем теплоснабжения мирового уровня. Компания была основана в 1917 году. Компания Viessmann владеет 22 заводами в 10 странах. Производственная программа Viessmann

включает в себя широкий диапазон отопительного оборудования мощностью от 1,5 до 20 000 кВт: отопительные котлы напольного и настенного типа, работающие на газе и на жидком топливе, использующие низкотемпературный и конденсационный тип устройства.

Для использования в автономном и квартирном теплоснабжении можно выделить следующие виды котлов:

- настенные газовые котлы Vitopend (тепловой мощностью 10,5-31кВт) и напольные газовые котлы Vitogas (29-140 кВт);
- настенные газовые конденсационные котлы Vitodens с модулируемой горелкой (тепловой мощностью 19-105кВт) и напольные конденсационные котлы Vitocrossal с модулируемой газовой горелкой (26-60 кВт);
- котлы средней мощности от 80 до 2000 кВт.



Газовый конденсационный котел Crossal Vitocrossal 300 тип CR3. Обладает высокой эксплуатационной надежностью и длительным сроком эксплуатации за счет коррозионно-стойких поверхностей теплообмена. Теплообменные поверхности Inox-Crossal обеспечивают высокую

интенсивность теплообмена и высокую скорость конденсации в котле Vitocrossal 300. Поверхности нагрева Inox-Crossal из нержавеющей стали обеспечивают высокую энергоэффективность работы котла и высокий эффект самоочистки.

Основные преимущества газовых конденсационных котлов тепловой мощностью от 787 до 978 кВт:

- коэффициент полезного действия: до 98% (Hs) / 109% (Hi);
- высокая энергоэффективность работы котла и высокая коррозионная стойкость благодаря теплообменным поверхностям Inox-Crossal из высококачественной нержавеющей стали;
- поверхности нагрева Inox-Crossal благодаря направленному движению потока обеспечивают высокую степень самоочистки;
- возможна комплектация под заказ газовыми модулируемыми горелками Elco или Weishaupt;
- два патрубка обратной магистрали обеспечивают гидравлическое присоединение котла к системе;
- допустимое рабочее давление котла 6 бар.

1.6. Теплогенераторы фирмы Buderus (Германия)



История компании началась в 1731 году с производства на небольшом заводе чугуна для его дальнейшей переработки, а также чугунных элементов для печей и очагов. В наши дни Buderus (Будерус) – это комплексный поставщик современной энергоэффективной отопительной техники и систем комфортного климата.

Компания выпускает отопительные котлы широкого модельного ряда:

- настенные газовые конденсационные котлы Buderus мощностью 24 - 100 кВт;
- напольные газовые конденсационные котлы мощностью от 50 до 19200 кВт;
- настенные газовые котлы мощностью 7,8-28 кВт;

- напольные чугунные котлы с наддувными горелками, работающие на газе или дизельном топливе до 1200 кВт;
- напольные газовые котлы с атмосферной горелкой мощностью до 750 кВт;
- напольные стальные котлы, работающие на газе или дизельном топливе с диапазоном мощности 71-19200 кВт.



Напольный стальной отопительный котел Buderus Logano SK645/SK745, работающий на дизельном топливе или газе мощностью от 120 до 1850 кВт. Диапазон мощности 120 - 1850 кВт. Низкотемпературный отопительный котел, имеющий топочную камеру с поворотом газового потока по DIN EN 303 для работы на дизельном топливе или газе. Комбинируется с различными системами управления из программы Будерус.

Топочная камера с поворотом газового потока, с незначительной объемной на-грузкой для низкоэмиссионного режима работы при высоком стандартизированном коэффициенте использования (до 93 %). Существенно снижены шумы при работе благодаря звукопоглощающей подставке под котел и шумоглушителю дымовых газов.

Возможно расширение комплектации всех систем управления дополнительными модулями.

1.7. Теплогенераторы фирмы Ecoflam (Италия)

Теплогенераторы фирмы Ecoflam характеризуются следующими показателями:

- наличие автоматики безопасности. Благодаря двум электромагнитным клапанам – рабочему и аварийному – осуществляется автоматический контроль отсутствия утечки газа в горелке. В случае исчезновения пламени автоматика позволяет также прекратить работу горелки (в течение двух секунд);

- горение происходит в герметичной камере сгорания при постоянно работающем вентиляторе: тем самым исключается возможность отравления продуктами сгорания;
- сезонный коэффициент полезного действия котлов Ecoflam – 90-93%. Он достигается за счет надежной работы системы автоматики котла. Отсутствие фитиля дополнительно уменьшает расход топлива;
- конструкция горелки позволяет поддерживать стабильное горение при изменяющихся атмосферных условиях и перепадах давления газа (при 60 мм вод. ст. и открытом клапане горелка в состоянии работать в стабильном режиме);
- горелки котлов Ecoflam работают 6-8 часов в сутки; при гашении горелки автоматическая заслонка предотвращает потери теплоты через газозод дымовых газов;
- котлы могут быть оснащены не только одноступенчатыми, но и двухступенчатыми горелками, а также горелками с непрерывным регулированием подачи топлива;
- котлы могут работать на природном или сжиженном газе, солярке, мазуте и других нефтепродуктах;
- в котлах приготавливается теплоноситель как для отопления, так и для горячего водоснабжения (в последнем случае они оснащаются емкостными бойлерами объемом от 30 до 5000 л). Магнийевый анод защищает бойлер от электрохимической коррозии.

Выпускаются различные модели отопительного оборудования Ecoflam.

Напольные теплогенераторы серии Ecomax N

Котлы Ecomax N 70 – 350 (Ecomax 6 – 35) могут работать на пониженной тепловой мощности с более высоким КПД. Это стальные жаротрубные котлы с реверсивной топкой в комплекте с дутьевой.



Рис. П. 5. Общий вид котла Ecomax N

Конструкция котлов Ecomax N обеспечивает максимальную теплопроизводительность, бесшумность, безопасность и долговечность. Данный котел идеально подходит для использования в новой отопительной системе, а также для замены устаревшего оборудования действующих котельных с ограниченной площадью и трудным доступом к месту установки. Надежность котлов Ecomax N обеспечивается благодаря идеальному сочетанию корпуса котла и горелки, которая подбирается сразу же на этапе проектирования. В рамках проекта Ecomax N создано новое поколение компактных котлоагрегатов, которые могут работать в режиме плавающей температуры.

Основные характеристики котлов:

- котел укомплектовывается дутьевой горелкой на газе или дизельном топливе и образуют единое целое с точки зрения обеспечения мощности и полной безопасности;
- реверсивная топка с наддувом с гарантией 4 года;
- турбуляторы специальной конструкции;
- котел укомплектовывается пультом управления, который соединяется с горелкой;
- высокоэффективная термоизоляция;
- высокий сезонный КПД.

В случае особых требований по понижению уровня шума в помещении котельной по отдельному заказу поставляется дополнительный глушитель, который монтируется на воздухозабор горелки.

КПД котла при 30% от номинальной мощности (Тср.=50°C)		90,1	90,1	90,1	90,1	90,1	90,1	90,1	90,2	90,2	90,2	90,2
%CO ₂ в уходящих газах (прир. газ)		9,8-10,2										
%CO ₂ в уходящих газах (сжиж. газ)		10,5-12,5										
Выбросы окиси азота ppm		<55										
NOx (0% O ₂) для метана мг/кВтч		<97										
Выбросы окиси азота ppm		<100										
NOx (0% O ₂) для дизтоплива мг/кВтч		<180										
Макс. рабочее давление котла бар		6										
Потребляемая мощность, макс.	Дизтопли во кВт	0,1	0,1	0,13	0,13	0,13	0,13	0,25	0,37	0,55	0,55	
	Газ кВт	0,075	0,075	0,075	0,25	0,25	0,25	0,3	0,3	0,3	0,55	
Объем л		105	105	123	123	123	172	172	220	300	356	
Потеря напора со стороны воды мбар		9	10	11	12	13	14	15	16	16	18	
Противодавление в камере сгорания мбар		0,8	1	0,8	1	1,1	1,2	1,9	2	2	2,9	
Вес кг		200	200	240	240	240	320	320	400	440	500	
электропитание В/Гц		230/50/1	230/50/1	230/50/1	230/50/1	230/50/1	230/50/1	230/50/1	230/50/1	230/50/1	400/50/3	
Максимальная электрическая мощность	дизтопли во) кВт	0,35	0,35	0,4	0,4	0,4	0,4	0,45	0,75	1	1	
	(газ) кВт	0,25	0,25	0,25	0,45	0,45	0,50	0,55	0,55	0,55	1	

Потеря напора при $\Delta T=12^{\circ}\text{C}$.

Напольные котлы серии Duomax PN

Duomax PN 104-160. Стальной жаротрубный 2-х топочный котел горизонтальной компоновки в комплекте с дутьевыми горелками.

Система автоматического поступенчатого регулирования мощности гарантирует эффективность и экономичность системы отопления.

В научно-исследовательских лабораториях компании ECOFLAM созданы инновационные котлы Duomax. Преимущество этих котлов заключается в том, что в их основе лежит принцип разбиения мощности, отдаваемой системе отопления. Котлы серии Duomax PN (с независимыми топками) позволяют обеспечить полный контроль за работой всех узлов оборудования, а кроме того, гарантируют экономию топлива, уменьшение количества вредных выбросов и исключительно низкий уровень шума. Котлы Duomax PN изготавливаются из высококачественных материалов. Они долговечны и надежны и имеют основные характеристики:

- две топки горизонтальной компоновки с 2-мя дутьевыми газовыми или жидкотопливными горелками;
- котел и горелки образуют единое целое с точки зрения обеспечения мощности и полной безопасности;
- две реверсивные топки с наддувом имеют гарантию на 4 года;

Работа котла возможна на 1 или 2 ступенях в каждой из топок (всего 2 или 4 режима мощности). Наличие независимых термостатов дает возможность управлять каждой из топок по отдельности (2х- или 4х-ступенчатые модели). Котел имеет турбуляторы специальной конструкции. Укомплектовывается пультом управления, соединенным с горелками. Термоизоляция высокоэффективна, котел компактен и имеет высокий сезонный КПД.

В случае особых требований по понижению уровня шума в помещении котельной по отдельному заказу поставляется дополнительный глушитель,

который монтируется на воздухозабор горелки. Модель Duomax PN серийно комплектуется съемной шумопоглощающей насадкой.

Таблица. П. 10

Технические характеристики котла Duomax PN

DUOMAX PN		140	160	180	200	240	300	400	500	600	
DUOMAX (до июля 2005г.)		120	140	170	200	240	280	350	500	600	
Полезная мощность.	макс	ккал/час	120,400	137,600	154,800	172,000	206,400	258,000	344,000	430,000	516,000
		кВт	140	160	180	200	240	300	400	500	600
	мин.	ккал/час	60,200	68,800	77,400	43,000	51,600	64,500	86,000	107,500	129,000
		кВт	70	80	90	50	60	75	100	125	150
Теплопроизводительность	макс	ккал/час	131,160	149,900	168,620	187,360	224,840	281,040	374,720	468,400	559,040
		кВт	152,6	174,2	196,0	217,8	261,4	326,8	435,8	544,6	650,0
	мин.	ккал/час	65,580	74,950	84,310	46,840	56,210	70,260	93,680	117,100	139,760
		кВт	76,3	87,1	98,0	54,5	65,4	81,7	108,9	136,2	162,5
КПД котла при номинальной мощности (Т1/Т2=80°С/60°С)		91,8									
КПД котла при 30% от номинальной мощности (Тср.=50°С)		90,1	90,1	90,1	90,1	90,1	90,1	90,2	90,2	90,2	
%СО ₂ в уходящих газах (прир. газ)		9,8-10,2									
%СО ₂ в уходящих газах (сжиж. газ)		10,5-12,5									

Выбросы окиси азота ppm	<55								
NO _x (0% O ₂) для метана мг/кВтч	<97								
Выбросы окиси азота ppm	<100								
NO _x (0% O ₂) для дизтоплива мг/кВтч	<180								
Макс. рабочее давление котла бар	6								
Объем л	105x2	105x2	123x2	123x2	123x2	172x2	172x2	220x2	300x2
Потеря напора со стороны воды ¹ мбар	9	10	11	12	13	14	15	16	16
Противодавление в камере сгорания мбар	0,8	1	0,8	1	1,1	1,2	1,9	2	2
Вес кг	200x2	200x2	240x2	240x2	240x2	320x2	320x2	400x2	440x2

1.8. Теплогенераторы фирмы De Dietrich Thermique (Франция)

Фирма De Dietrich Thermique (Де Дитриш Термик) - один из ведущих мировых производителей отопительной техники и номер один во Франции. Экономия энергии и защита окружающей среды многие годы являются приоритетными направлениями развития компании.

Серия напольных чугунных котлов GT 330 от 70 до 330 кВт

GT 330 - это низкотемпературные чугунные котлы, полезной мощностью от 70 до 330 кВт, с повышенным КПД сгорания до 93 %, с топкой под давлением, для работы с жидкотопливными или газовыми горелками.

Теплообменник из эвтектического чугуна с высокой антикоррозионной устойчивостью, для работы при низких модулируемых температурах до 30°C в подающей линии.

Трехходовой принцип удаления дымовых газов позволяет получить благоприятные акустические характеристики, объемная камера сгорания гарантирует хорошую адаптацию горелки любого типа, оребренная

поверхность дымовых каналов и чугунные ускорители конвекции обеспечивают оптимальный теплообмен, возможность поставки теплообменника котла отдельными секциями гарантирует установку котла в любых котельных, даже с затрудненным доступом.

Дверца горелки и дверца для чистки на реверсивных шарнирах.

Усиленная тепловая изоляция из стекловолокна толщиной 100 мм.

Широкий выбор панелей управления, позволяющих регулировать работу 2-х ступенчатой и модулирующей горелки.

Таблица П. 11

Технические характеристики серии котлов GT 300.

Модель	GT	334	335	336	337	338	339	
Номинальная мощность P _n	кВт	105	140	180	130	280	330	
КПД при максимальной мощности и средней температуре 70°C	%	90,0	90,1	90,4	91,0	90,7	91,3	
Номинальный расход воды при P _n и ΔT=15K	м ³ /ч	6,0	8,0	10,3	13,2	16,1	18,9	
Электрическая мощность при P _n (без циркуляционного насоса) (с панелью Стандарт, ВЗ, КЗ и Diematic-m 3)	Вт	0	0	0	0	0	0	
Электрическая мощность при P _n	Вт	10	10	10	10	10	10	
Диапазон полезной мощности	кВт	70-105	105-140	140-180	180-230	230-280	280-330	
Электрическая мощность циркуляционного насоса	Вт	96	116	136	156	176	196	
Потери напора при ΔT=15K ¹	мбар	6,2	10,9	20,4	30	44,5	63,8	
Камера сгорания (d 377 мм)	Длина	мм	781	941	1101	1261	1369	
	Объем	м ³	0,096	0,122	0,148	0,174	0,200	0,226
Массовый расход продуктов сгорания	жидкое топливо	кг/ч	178	238	306	391	475	560
	природный газ	кг/ч	187	250	321	410	499	588
Объем контура дымовых газов ¹	м ³	0,163	0,206	0,249	0,292	0,335	0,378	
Температура дымовых газов	°C	210	210	210	210	210	210	
Избыточное давление в топочном пространстве ¹	мбар	0,3	0,6	1,1	1,6	2,2	2,5	
Вес нетто (без воды) (с панелью Diematic-m 3)	кг	612	736	846	981	1103	1230	

¹Для номинального режима работы: CO₂ = 13% для жидкого топлива и CO₂ = 9 % для природного газа, разрежение на патрубке дымовых газов 0 мбар.

Устройство пластинчатого теплообменника

Пластинчатые теплообменники, предназначены для передачи тепла от одного теплоносителя другому через поверхность гофрированной пластины. Достоинство - полностью разборная конструкция. Позволяет осуществлять химическую и механическую (с разборкой) очистку. Применяется для загрязненных сред или сред с высоким содержанием солей. В качестве теплоносителя используется вода, пар, воздух, масла, другие среды. Рекомендуется к установке в условиях неизвестного качества воды.

Конструктивно пластинчатый теплообменник представляет собой пакет пластин и прокладок, установленный в специальную раму и стянутый резьбовыми шпильками до определенного размера.

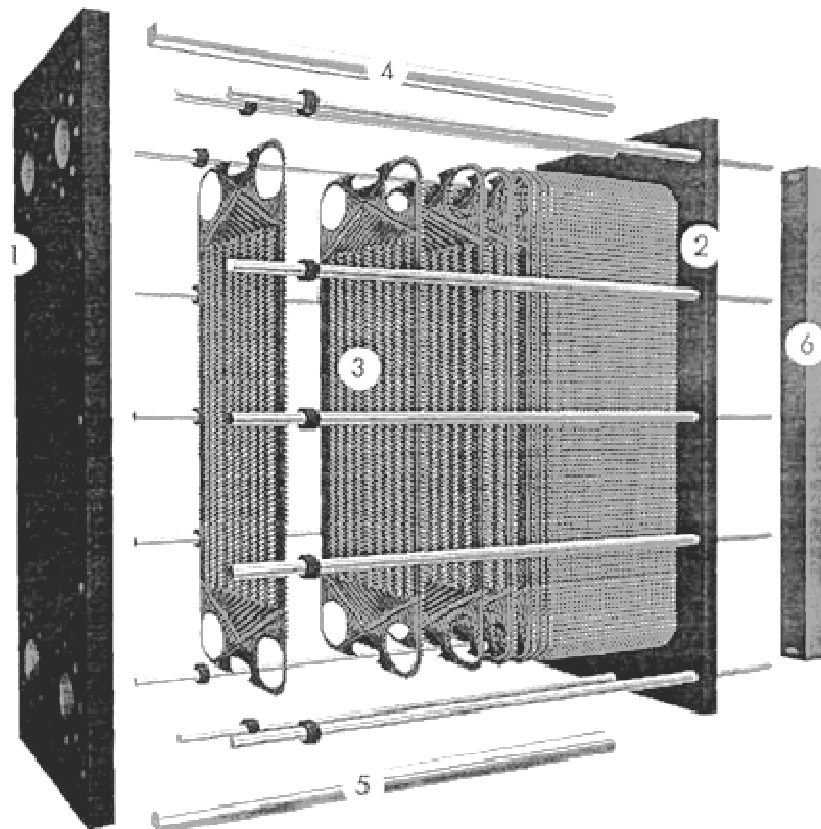


Рис. П.2.1. Конструкция пластинчатого теплообменника

Такая конструкция теплообменника обеспечивает эффективную компоновку теплообменной поверхности и, соответственно, малые габариты самого аппарата.

Рама состоит из неподвижной плиты (1) и прижимной плиты (2), задней стойки (6), которая соединена с неподвижной плитой верхней направляющей (4) и нижней направляющей (5). Рамы разборных теплообменников «Ридан» выпускаются разной длины для обеспечения установки в нее различного количества пластин. Между неподвижной и прижимной плитами находится расчетное количество пластин (3) с резиновыми уплотнительными прокладками. Пакет прижат к неподвижной плите прижимной плитой резьбовыми стяжками. Степень сжатия достаточна для уплотнения и герметизации внутренних полостей теплообменника. При стягивании пакета пластин образуется ряд каналов, по которым протекают жидкости, участвующие в теплообмене.

В процессе теплообмена жидкости движутся навстречу друг другу (в противотоке), и горячая жидкость передает тепло холодной через пластину.

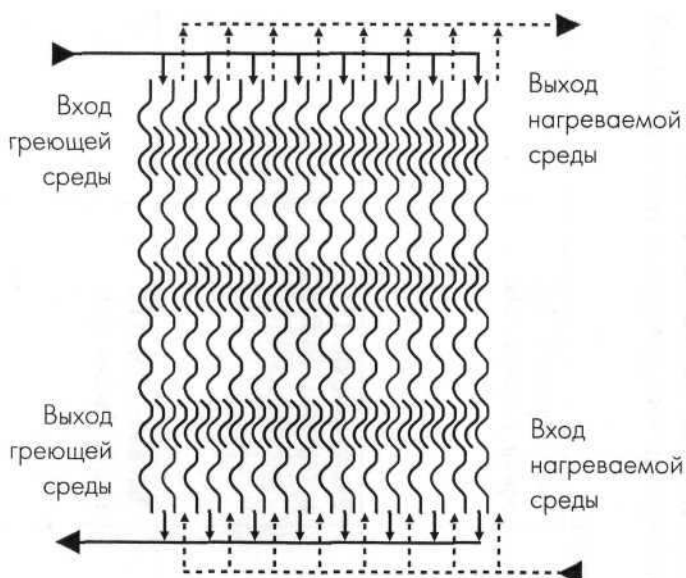


Рис. П.2.2. Схема движения сред

В местах их возможного перетекания находится либо стальная пластина, либо двойное резиновое уплотнение, что исключает смешение жидкостей.

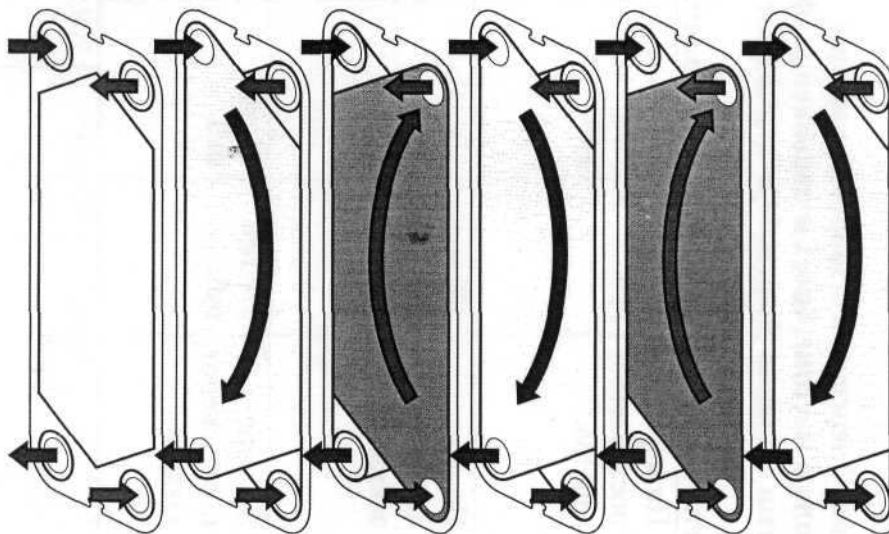
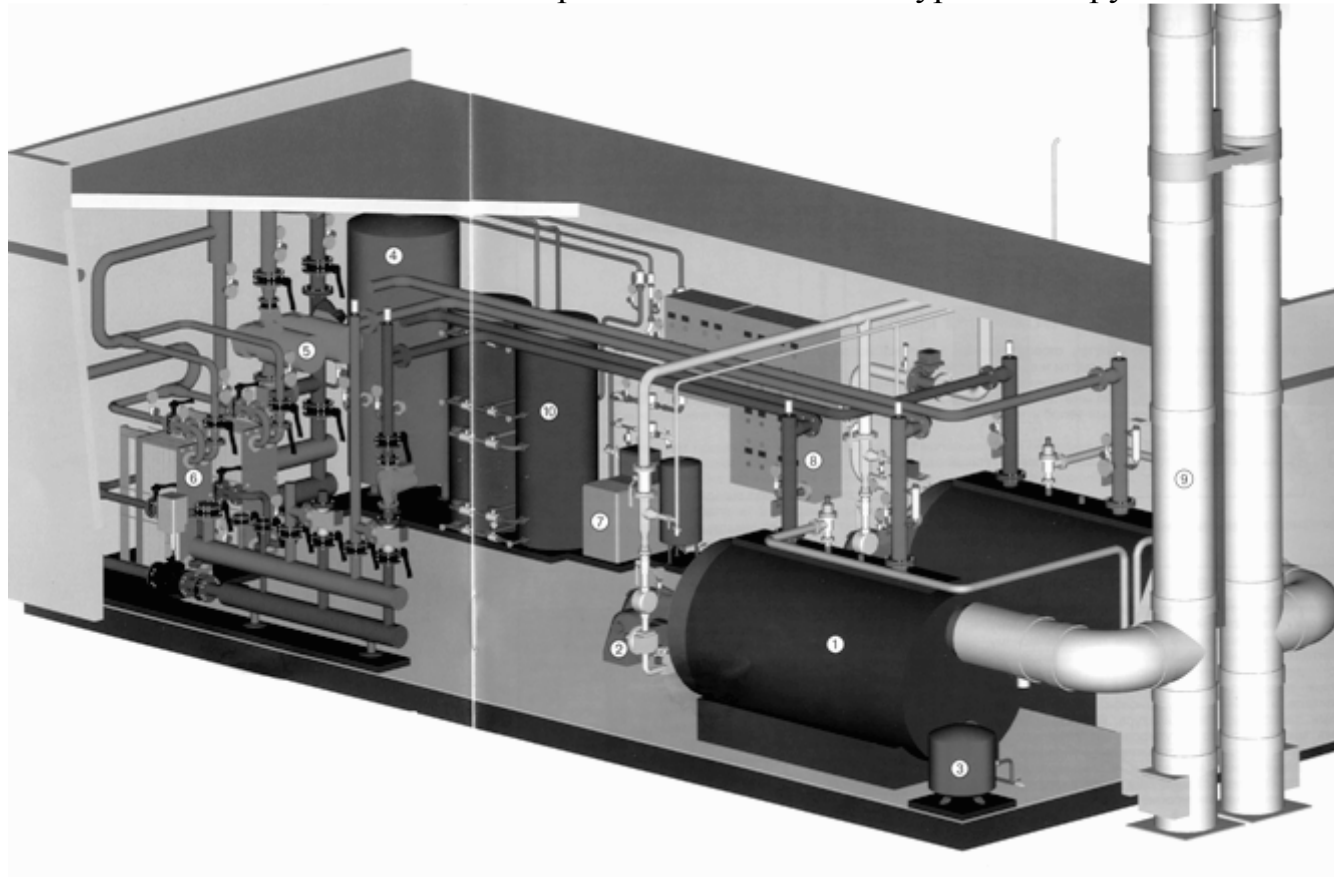


Рис. П.2.3. Схема набора пластин

Пакет пластин набирается для организации определенного количества параллельных каналов (обеспечение необходимого сечения для протока жидкости) и необходимой площади теплообмена.

Модульная котельная РАЦИОНАЛ с котлами РЭМЭКС

Рис.П.3.1. Базовое исполнение с закрытым котловым контуром и оборудованием ГВС



1- котлы фирмы РЭМЭКС, 2 –горелки фирмы Weishaupt, 3 – бак расширительный мембранный, 4 – установка - поддержания давления, 5 – насос циркуляционный сетевой, 6 – теплообменники системы теплоснабжения, 7 – установка умягчения подпиточной воды, 8 – шкаф управления, 9 – дымовые трубы из нержавеющей стали, утепленные, 10 – емкостные водонагреватели.

Технические характеристики

модульных котельных РАЦИОНАЛ. Базовое исполнение с котлами РЭМЭКС

Таблица П.3.1

Типоразмер	Номинальная мощность	Вид топлива	Тип горелок	Расход топлива ¹ МК, газ (м ³ /ч), диз. (кг/ч)	КПД, % (не менее) (газ/мазут)	Номинальная мощность, кВт.	Погрегатная мощность, кВт	Количество котлов	Количество блок-модулей
РАЦИОНАЛ 200	220	газ	WG 20	27	92	220	110	2	1
		дизельное	WL 20	20	92				
		газ/дизель	WGL 30	27/20	92				
РАЦИОНАЛ 350	360	газ	WG 20 /WG 30	44	92	360	110 250	2	1
		дизельное	WL 20 /WL 30	33	92				
		газ/дизель	WGL 30	44/33	92				
РАЦИОНАЛ 500	500	газ	WG 30	62	92	500	250	2	1
		дизельное	WL 30	46	92				
		газ/дизель	WGL 30	62/46	92				
РАЦИОНАЛ 750	800	газ	WG 40	98	92	800	400	2	1
		дизельное	WL 40	73	92				
		газ/дизель	GL 3	98/73	92				

РАЦИОНАЛ 1000	1000	газ	G 5	123	92	1000	500	2	1
		дизельное	L 3	92	92				
		газ/дизель	GL 3	123/92	92				
РАЦИОНАЛ 1500	1600	газ	G 7	197	92	1600	800	2	2
		дизельное	L 5	147	92				
		газ/дизель	GL 5	197/147	92				
РАЦИОНАЛ 2000	2200	газ	G 7	270	92	2200	1100	2	2
		дизельное	L 7	202	92				
		газ/дизель	GL 7	270/202	92				
	1900	нефть/мазут	MS 7	194	87	1900			
РАЦИОНАЛ 2500	2700	газ	G 30	332	92	2700	1100 1600	2	2
		дизельное	L 7	247	92				
		газ/дизель	GL 30	332/247	92				
	2350	нефть/мазут	MS 7	240	87	2350			
РАЦИОНАЛ 3000	3200	газ	G 30	394	92	3200	1600	2	2
		дизельное	L 7	293	92				
		газ/дизель	GL 30	394/293	92				
	2800	нефть/мазут	MS 7	286	87	2800			
РАЦИОНАЛ 4000	4000	газ	G 40	492	92	4000	2000	2	2
		дизельное	L 8	367	92				

		газ/дизель	GL 40	492/367	92				
	3400	нефть/мазут	MS 8	348	87	3400			
РАЦИОНАЛ 5000	5150	газ	G 40 /G 50	634	92	5150	2000 3150	2	2
		дизельное	L 8 /L 10	472	92				
		газ/дизель	RGL 40 /RGL 50	634/472	92				
	4400	нефть/мазут	RMS 8 /RMS 10	450	87	4400			
РАЦИОНАЛ 6000	6300	газ	G 50	776	92	6300	3150	2	2
		дизельное	L 10	577	92				
		газ/дизель	RGL 50	776/577	92				
	5400	нефть/мазут	RGMS 10	552	87	5400			
РАЦИОНАЛ 8000	8150	газ	G 50 /G 60	1003	92	8150	3150 5000	2	2
		дизельное	RL 10 /RL 50	747	92				
		газ/дизель	RGL 50 /RGL 60	1003/747	92				
РАЦИОНАЛ 10000	10000	газ	G 60	1230	92	10000	5000	2	2
		дизельное	RL 50	916	92				
		газ/дизель	RGL 60	1230/916	92				
РАЦИОНАЛ 12500	13150	газ	G 50 /G 60	1618	92	13150	3150	3	3
		дизельное	RL 10 /RL 50	1205	92		5000		
		газ/дизель	RGL 50 /RGL 60	1618/1205	92		5000		
РАЦИОНАЛ	15000	газ	G 60	1846	92	15000	5000	3	3

15000	дизельное	RL 50	1376	92				
	газ/дизель	RGL 60	1846/1376	92				

¹ Данные расхода топлива действительны для: газа природного (тип LL) - теплота сгорания 8,83 кВтч/м³; дизельного топлива (тип EL) - теплота сгорания 11,86 кВтч/кг (вязкость до 6 мм²/с при 20°C), мазут (тип S) - теплота сгорания 11,24 кВтч/кг (вязкость до 50 мм²/с при 100°C), нефть - теплота сгорания 11,24 кВтч/кг (вязкость до 16 мм²/с при 20°C) и определены при нормальных условиях: температуре 0°C и давлении 1013,25 мбар.

Температурный график теплоносителя, °C – 95/70.

Режим работы котельной – автоматизированный (без постоянного присутствия обслуживающего персонала) с дистанционным контролем работы котельной.

Блочно-модульные котельные ОАО «Бийский котельный завод»

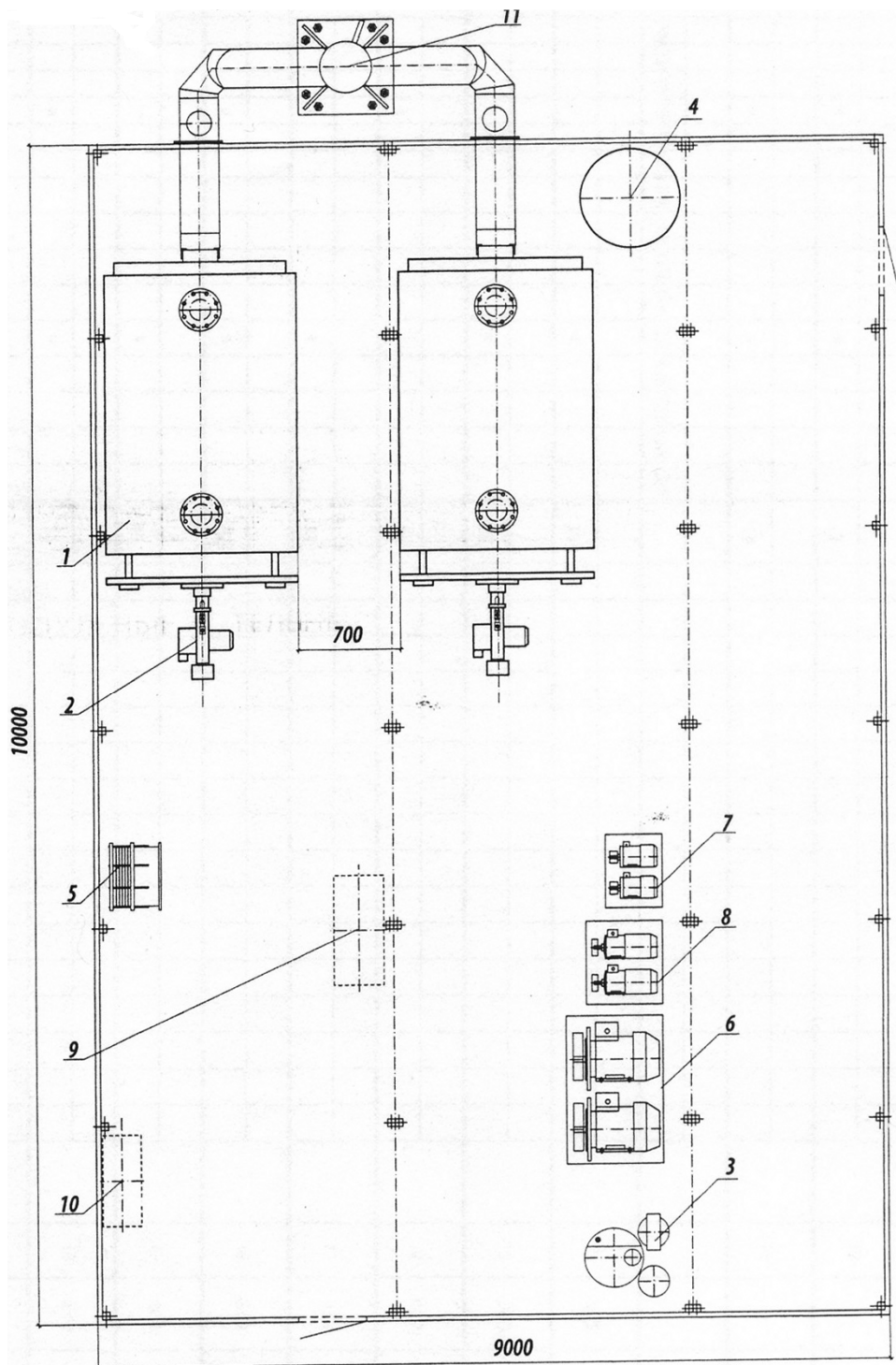


Рис.П.4.1 Компоновка водогрейной блочно-модульной котельной «БиКЗ-БМК»

1 - котел водогрейный жаротрубный КВА-2,5, 2- горелка газовая (производства Италия), 3 – установка умягчения воды непрерывного действия, 4 – расширительный бак, 5 – пластинчатый теплообменник, 6 – насосы сетевой воды, 7 – насосы рециркуляции, 8 – насосы горячего водоснабжения, 9 – щит автоматики, 10 – газорегуляторная установка, 11 – дымовая труба.

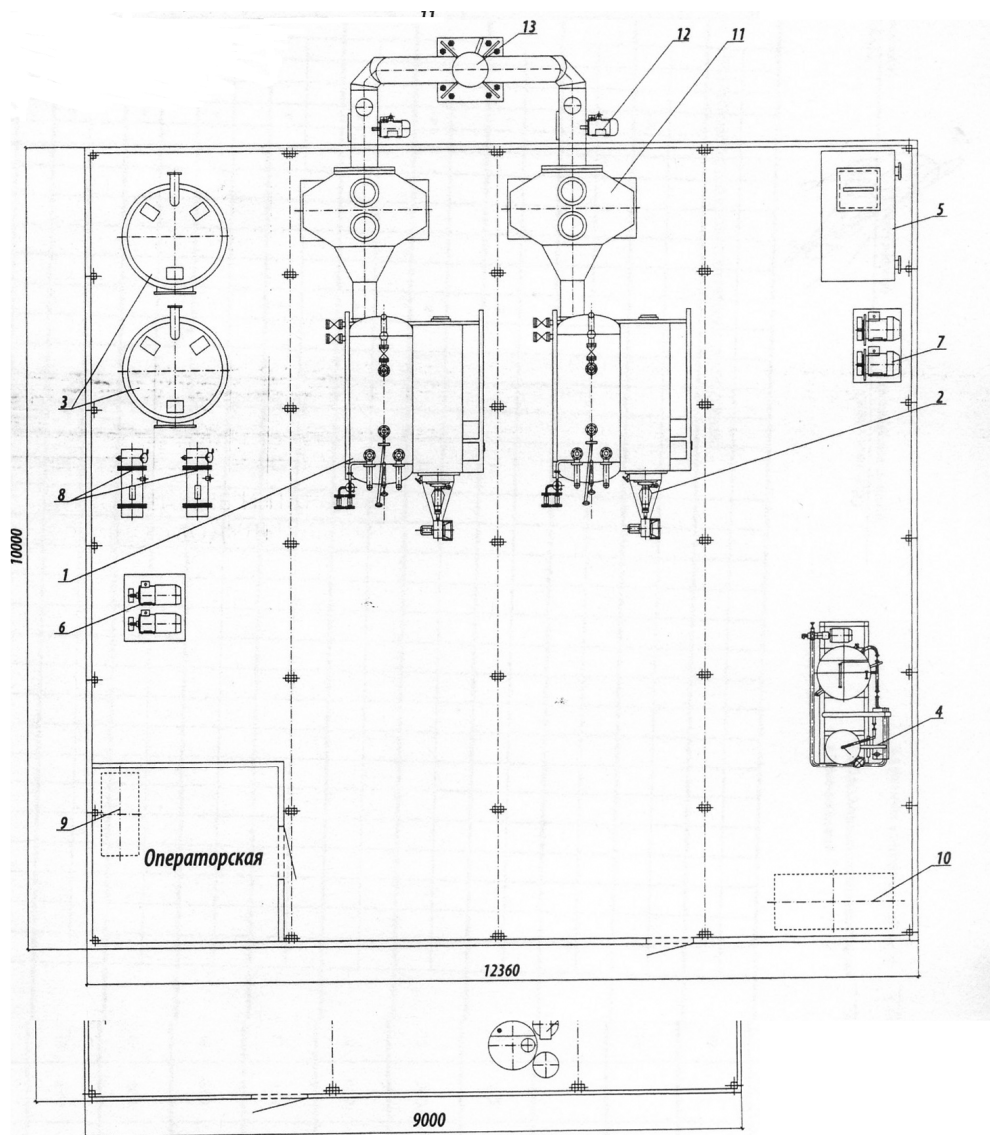


Рис П.4.3 Компоновка паровой блочно-модульной котельной «БиКЗ-БМК»

1- Котел паровой ДСЕ-2,5-1,4ГМ (ОАО «БиКЗ»), 2 - горелка газо-мазутная РГМГ-2 в комплекте с вентилятором ВД-2,8/3000, 3 - атмосферные деаэраторы ДА-3 (ОАО «БиКЗ»), 4. - водоподготовительная установка, 5 - бак запаса питательной воды, 6 - насосы исходной воды ЛМ-32-3,15, 7 - насосы питательные ЦНС-4/160, 8 - теплообменники водо-водяные (Россия), 9 - щит автоматики, 10 - газорегуляторная установка, 11 - экономайзер БВЭС-1-2 (ОАО «БиКЗ»), - дымосос ДН-8,0/1500, 13 - дымовая труба.

Основные технические характеристики блочно-модульных котельных
«БиКЗ-БМК»

Газо-дизельные паровые котельные

Таблица П.4.1

Тип котельной	МКУ-0,5	ПКН-2Г	МКУ-1	МКУ-1,5	МКУ-2	МКУ-2,5	МКУ-3
Количество котлов	2	1	2	2	2	2	2
Вид топлива	Газ Дизель Мазут	Газ	Газ Дизель Мазут	Газ Дизель Мазут	Газ Дизель Мазут	Газ Дизель Мазут	Газ Дизель Мазут
Количество модулей	2	1	2	2	2	2	2
Паропроизводительность (тонн пара в час)	0,510 / 0,530	1	1	1,6	2	2,5	3
Температура пара на выходе, °С	194 / 174	174	174	174	174	194	174

Продолжение таблицы П.4.1

Тип котельной	МКУ-5	МКУ-7,5	МКУ-10	МКУ-12	МКУ-15	МКУ-20
Количество котлов	2	2	2	3	4	5
Вид топлива	Газ Мазут	Газ Мазут	Газ Мазут	Газ Мазут	Газ Мазут	Газ Мазут
Количество модулей	4	4	4	5	5	7
Паропроизводительность (тонн пара в час)	5	8	10,5	12	16	20
Температура пара на выходе, °С	194	194	194	194	194	194

Газо-дизельные водогрейные котельные

Таблица П.4.2

Тип котельной	МВК У-0,5	МВК У-1	МВК У-1,5	МВК У-2	МВК У-2,5	МВК У-3	МВК У-4	МВК У-5	МВК У-6	МВК У-7
Количество котлов	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Вид топлива	Газ Дизель Мазут								Газ Мазут	
Количество модулей	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
Теплопроизводительность, МВт (ГКал)	0,5 (0,43)	1 (0,86)	1,5 (1,29)	2 (1,72)	2,6 (2,24)	3,2 (2,75)	4 (3,44)	4,8 (4,13)	6 (5,16)	7 (6,02)
Отапливаемая площадь, м ²	4000	8500	13000	17000	22000	28000	34000	41000	52000	60000

Продолжение таблицы П.4.2

Тип котельной	МВК У-8	МВК У-9	МВК У-10	МВК У-15	МВК У-20	МВК У-25	МВК У-30	МВК У-35	МВК У-40
Количество котлов	2	2	2	3	3	3	3	3	4
Вид топлива	Газ Мазут								
Количество модулей	3	3	3	5	6	7	7	7	7
Теплопроизводительность, МВт (ГКал)	8 (6,88)	9,3 (8)	10 (8,6)	15 (12,9)	20 (17,2)	25 (21,5)	30 (25,8)	35 (30,1)	40 (34,4)
Отапливаемая площадь, м ²	69000	80000	86000	129000	172000	215000	258000	301000	344000

Передвижные блочно-модульные котельные ОАО «Бийский котельный завод»

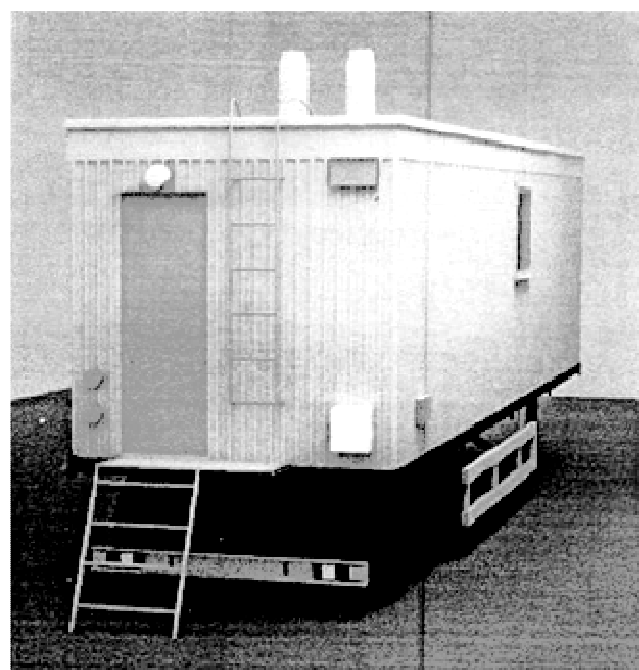
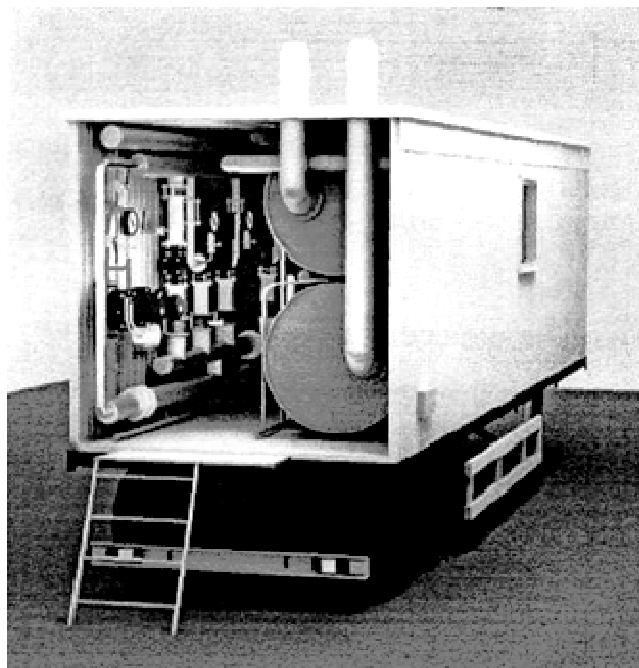


Рис.П.5.1 Общий вид передвижной модульной водогрейной котельной установки МВКУ 2,0Д с котлом КВа-2,0 и горелкой импортного производства.

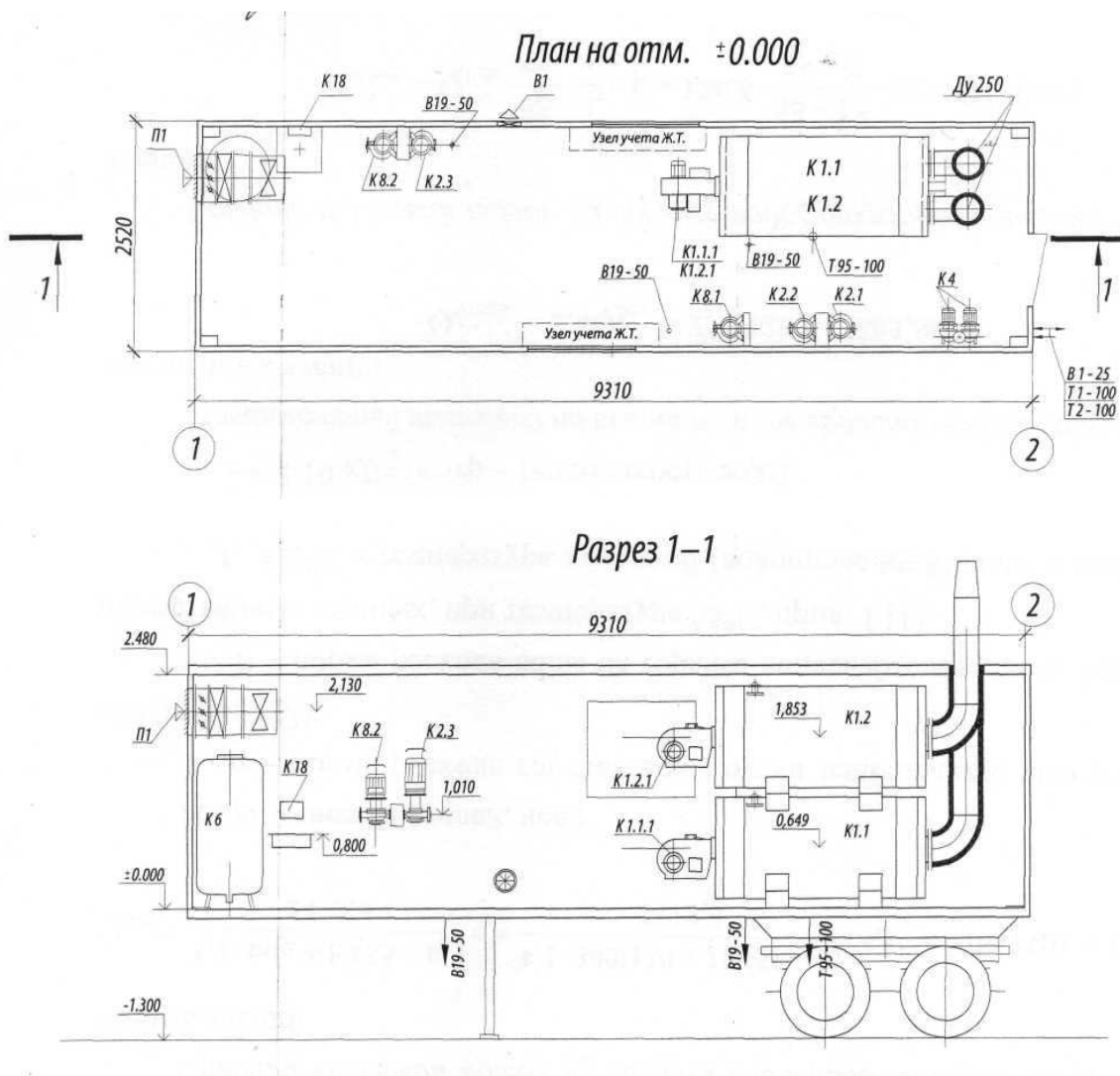


Рис.П.5.2 Компоновка основного оборудования передвижной БМК «БиКЗ-БМК»

Основные технические характеристики передвижных модульных водогрейных котельных серии МВКУ «БиКЗ-БМК»

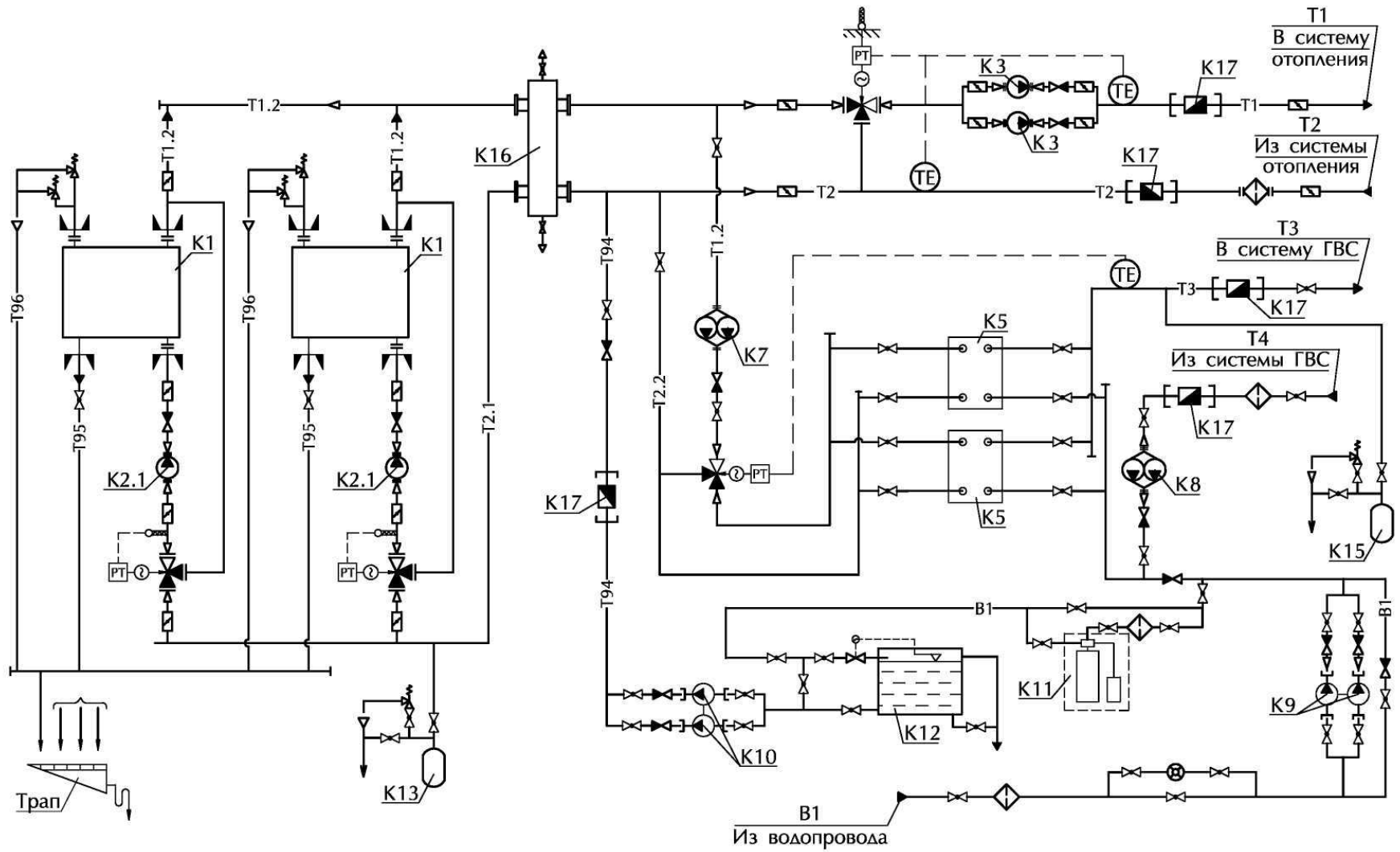
Таблица П. 5.1

Наименование	МВКУ-0,5Д	МВКУ-1,0Д	МВКУ-1,6Д	МВКУ-2ДЦ
Теплопроизводительность, МВт	0,5	1,0	1,6	2,0
Расчётный КПД, %	92	92	92	92
Давление теплоносителя, МПа (кгс/см ²)	до 0,6 (6,0)	до 0,6 (6,0)	до 0,6 (6,0)	до 0,6 (6,0)
Температурный график работы котельной ¹ , °С	95-70	95-70	95-70	95-70
Напряжение электросети, В	220/380	220/380	220/380	220/380
Топливо	дизельное топливо			
Расход топлива при номинальной нагрузке, кг/ч (Q _i =10200 ккал/кг)	46	92	146	183
Дымовая труба	входит в комплект поставки котельной			
Габариты котельной (без дымовой трубы) ² , м:				
-длина	7,0	7,0	8,0	8,0
-ширина	2,4	2,4	2,4	2,4
-высота	2,7	2,7	2,7	2,7
Количество блок-модулей, шт.	1	1	1	1
Срок службы котельной не менее, лет	15	15	15	15

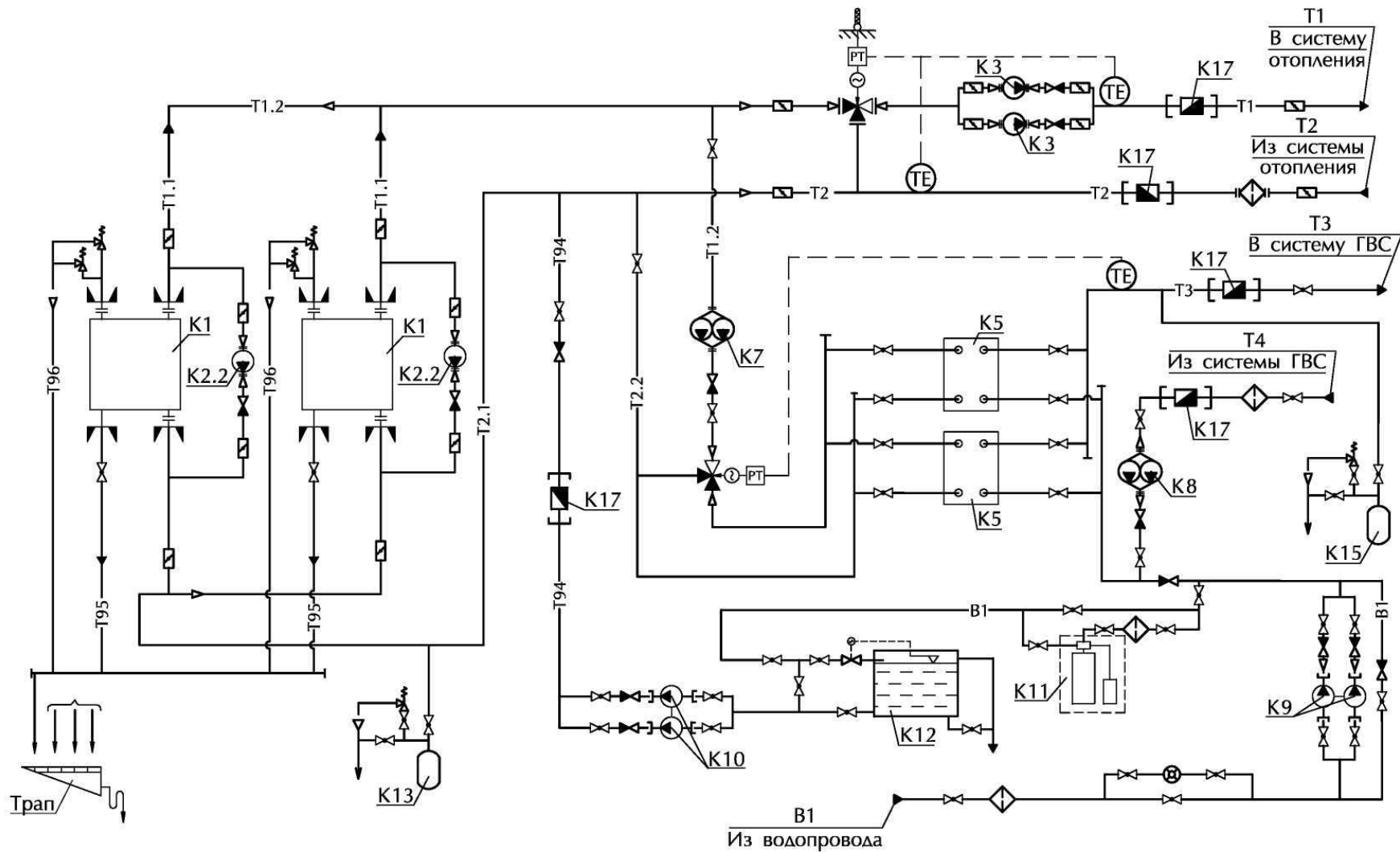
¹По желанию Заказчика оборудование в котельной может быть подобрано таким образом, чтобы обеспечивать работу котельной по графику 115-70°С.

²Точные габариты котельной определяются после заполнения опросного листа.

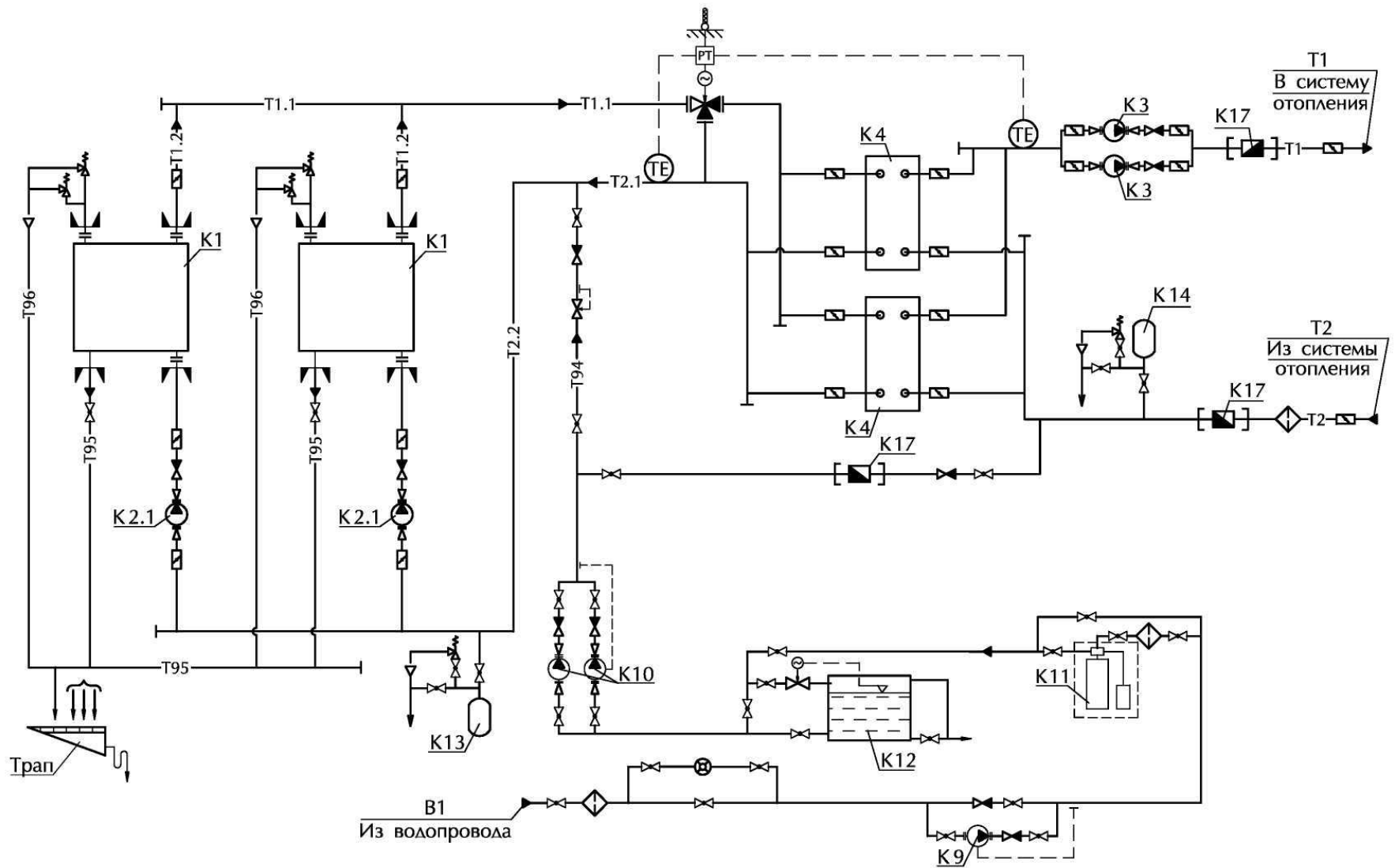
Тепловая схема котельной с гидравлическим разделителем



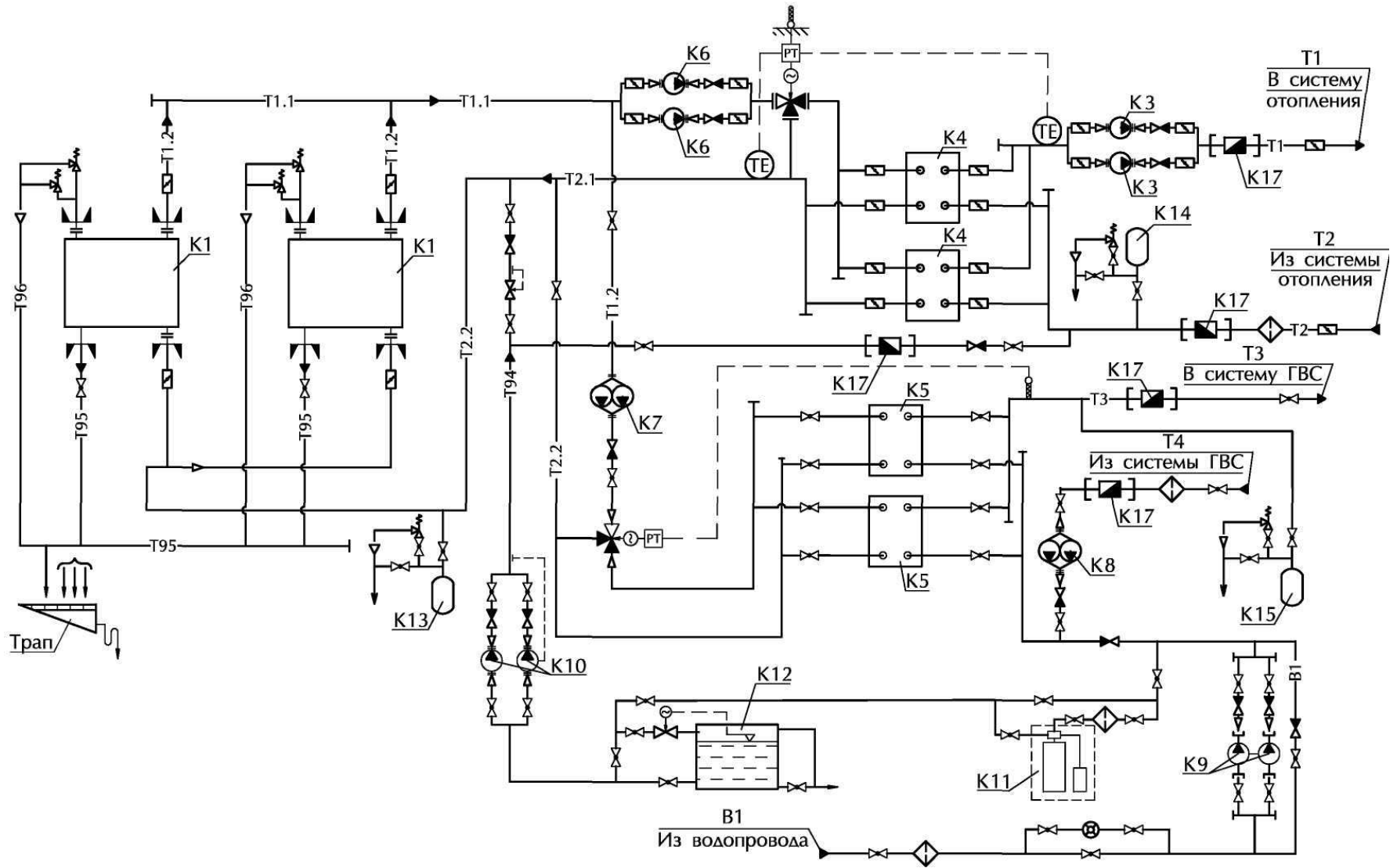
Тепловая схема котельной с открытым котловым контуром на отопление и теплообменниками на ГВС



Тепловая схема котельной с закрытым котловым контуром на отопление



Тепловая схема котельной с закрытым котловым контуром на отопление и теплообменниками на ГВС




Комплектация котельной

Марка Поз.	Обозначение	Наименование	Кол. ед.	Примеч.
K1	фирма "Viessmann", "Riello"	Котел стальной водогрейный	2	шт.
K2.1	фирма "Wilo", "Grundfos"	Циркуляционный котловой насос	2	шт.
K2.2	фирма "Wilo", "Grundfos"	Подмешивающий котловой насос	2	шт.
K3	фирма "Wilo", "Grundfos"	Насос сетевой системы отопления	2	шт.
K4	фирма "Funke", "РИДАН"	Подогреватель сетевой	2	шт.
K5	фирма "Funke", "РИДАН"	Подогреватель контура ГВС	2	шт.
K6	фирма "Wilo", "Grundfos"	Насос греющей воды системы отопления	2	шт.
K7	фирма "Wilo", "Grundfos"	Насос греющей воды контура ГВС	1	шт.
K8	фирма "Wilo", "Grundfos"	Циркуляционный насос контура ГВС	1	шт.
K9	фирма "Wilo", "Grundfos"	Повысительный насос холодной воды	2(1)*	шт.
K10	фирма "Wilo", "Grundfos"	Насос подпиточный	2	шт.
K11	фирма "Гейзер"	Система химической обработки воды (Na-катионирование)	1(2)*	шт.
K12	фирма "Aquatech"	Бак запаса питательной воды	1	шт.
K13	фирма "Flamco", "Reflex"	Бак расширительный котловой	1(2)*	шт.
K14	фирма "Flamco", "Reflex"	Бак расширительный сетевой	1(2)*	шт.
K15	фирма "Varem", "Flamco"	Бак расширительный ГВС	1	шт.
K16	фирма "Vitotherm"	Разделитель гидравлический	1	шт.
K17	фирма "Теплоком"	Комплект узлов учета тепла	1	компл.

* В зависимости от мощности котельной количество оборудования может изменяться .

Условные обозначения к тепловым схемам:

- [] - узел учета тепловой энергии;
-  - кран шаровой;
-  - клапан обратный;
-  - затвор поворотный;
-  - клапан предохранительный угловой;
-  - клапан регулирующий трехходовой;
-  - клапан регулирующий "после себя";
-  - фильтр сетчатый;
-  - водомер.

Тепловые насосы

Группа компаний «Инсолар»

Первое предприятие группы создано в 1987 году на базе сектора "Нетрадиционных источников энергии" НИИ строительной физики Госстроя СССР - Научно-производственный центр (НПЦ) "ИНСОЛАР". Затем - научно-производственное объединение (НПО) "ИНСОЛАР" при Союзе Архитекторов СССР.



Рис.П.7.1 Тепловой насос INSOLAR

Область применения – нагрев воды для горячего водоснабжения зданий и отопления.

Технические характеристики

Таблица П.7.1

Характеристика		INSOLAR H-WCh300/A3	INSOLAR H-WCh600/A3
Холодопроизводительность, кВт		24	36
Теплопроизводительность, кВт		26	50,5
Потребляемая мощность, кВт	в режиме охлаждения	9,5	14
	в режиме нагрева	9,3	16,9
Тип компрессоров		спиральный	спиральный
Количество компрессоров		2	2
Хладагент		R407A	R407A
Масса заправленного хладагента, кг		4,8	13,5
Ширина, м		0,8	1,1
Высота, м		0,72	1,1
Глубина, м		0,6	0,8
Вес, кг		165	220

Фирма Viessmann (Германия)



Рис.П.7.2 Общий вид и устройство тепловых насосов фирмы Viessmann

Тепловой насос с электроприводом для отопления и приготовления горячей воды в моновалентных или бивалентных отопительных установках.

VITOCAL 300-G Тип ВWC, WWC

- Тип ВWC:

Рассольно-водяной тепловой насос, 6,2 - 17,6 кВт.

- Тип WWC:

Водо-водяной тепловой насос, 8,0 - 21,6 кВт.

- Компактный тепловой насос со встроенными первичными и вторичными насосами, переключающим клапаном (отопление/горячая вода) и блоком предохранительных устройств.

Технические характеристики

Таблица П.7.2

Характеристика		BWC 108	BWC 110	WWC 112	WWC 117
Тепловая мощность, кВт		8,4	10,2	15,8	21,6
Холодопроизводительность, кВт		6,6	8,1	13,3	17,9
Потребляемая электрическая мощность, кВт		1,82	2,23	2,8	4,3
Хладагент		R 407 C	R 407 C	R 407 C	R 407 C
Количество воды для наполнения, кг		1,8	2,3	2,44	2,1
Длина, мм		720	720	720	720
Ширина, мм		600	600	600	600
Высота, мм		1065	1065	1065	1065
Рассол/Грунтовые воды (первичный контур)	Объем рассола, л	2,8	3,2	4	4
	Макс. температура подачи, °С	25	25	25	25
	Мин. температура подачи, °С	-5	-5	8	8
	Мин. объемный расход, л/ч	1220	1490	3000	4100
Теплоноситель (вторичный контур)	Объем, л	4,5	5,2	5,2	5,2
	Макс. температура подачи, °С	65	65	65	65
	Мин. объемный расход, л/ч	720	880	1040	1510
Масса, кг		150	159	165	175

Фирма NIBE(Швеция)



[NIBE Industrier](#) - европейский производитель теплового оборудования. NIBE производит 15 видов различных тепловых насосов, мощностью от 5 до 40 кВт. По сравнению с тепловыми системами на минеральном топливе позволяют экономить до 7,5% энергии, используемой для отопления и горячего водоснабжения. Тепловые насосы типа FIGHTER предназначены для обогрева небольших и многоэтажных частных домов, а также промышленных зданий. При параллельном соединении общая мощность может достигать 360 кВт.

Геотермальные тепловые насосы

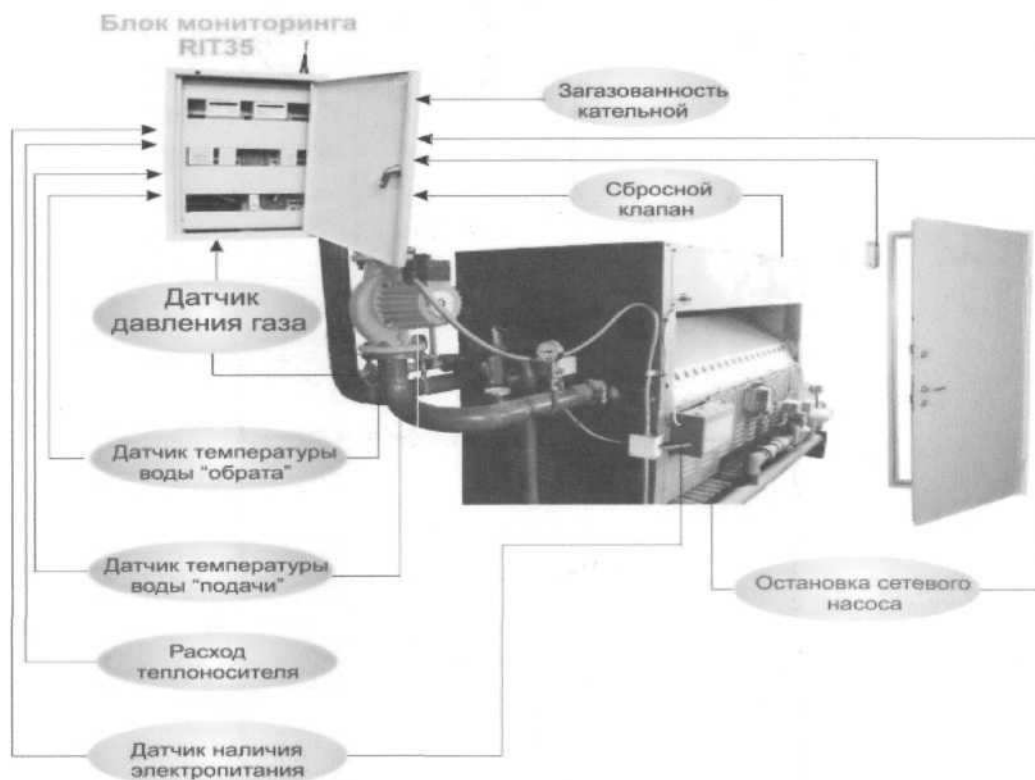
Технические характеристики

Таблица П.7.3

Характеристика	FIGHTER 1240-8	F1145-12	FIGHTER 1140-5
Тепловая мощность, кВт	8,3	11,9	4,8
Потребляемая мощность, кВт	1,8	2,5	1,0
Хладагент	R 407 C	R 407 C	R 407 C
Длина, мм	625	620	625
Ширина, мм	600	600	600
Высота, мм	1700	1500	1000
Вес нетто, кг	300	145	170

Система контроля и управления работы газовых котлов ООО ПКП «Вектор»

Для проведения контроля и оповещения диспетчера о техническом состоянии инженерного оборудования, сосредоточенного на объектах тепловых сетей, котельных ООО ПКП «Вектор» предлагает установку комплекса оборудования, позволяющего дистанционно контролировать такие параметры как: загазованность котельных, остановка котлов, остановка сетевых насосов, отсутствие электропитания, давление теплоносителя на подаче и обрате, температура теплоносителя на подаче и обрате, расход теплоносителя.



Вышеуказанный комплекс оборудования предусматривает сбор показаний различного рода счетчиков, датчиков и передачу информации на районный диспетчерский пункт (РДП), оператору местного ДП по каналам сотовой связи стандарта GSM.

Рецензия

на учебное пособие Мазуровой О.К., Кузнецова Н.В., Бутенко А.Н.
«Автономное теплоснабжение»

В современной практике строительства всё более широкое применение находит автономное теплоснабжение, которое является новым направлением в теплоснабжении, отличным от централизованного.

В учебном пособии авторами изложены основные положения проектирования автономного теплоснабжения, даны применяемые в настоящее время конструктивные решения по автономным котельным. Приведены рекомендации по проектированию крышных котельных, поквартирного теплоснабжения, систем отопления «Теплый пол». В учебном пособии рассмотрены основные тепловые схемы использования возобновляемых источников энергии для горячего водоснабжения и низкотемпературного отопления с применением солнечных коллекторов и тепловых насосов. В приложении приведены основные технические характеристики оборудования котельных.

Учебное пособие Мазуровой О.К., Кузнецова Н.В., Бутенко А.Н. «Автономное теплоснабжение» полезно для изучения дисциплин «Теплогенерирующие установки» и «Теплоснабжение». На основании вышеизложенного учебное пособие рекомендуется к опубликованию.

Доцент кафедры

«Теплоэнергетика на железнодорожном транспорте»

ФГБОУ ВПО «Ростовского государственного университета путей сообщения»

Канд. техн. наук,

В.Н. Малоземов

Рецензия

на учебное пособие Мазуровой О.К., Кузнецова Н.В., Бутенко А.Н.

«Автономное теплоснабжение»

В современной практике строительства всё более широкое применение находит автономное теплоснабжение, которое является новым направлением в теплоснабжении, отличным от централизованного.

В учебном пособии авторами изложены основные положения проектирования автономного теплоснабжения, даны применяемые в настоящее время конструктивные решения по автономным котельным. Приведены рекомендации по проектированию крышных котельных, поквартирного теплоснабжения, систем отопления «Теплый пол». В учебном пособии рассмотрены основные тепловые схемы использования возобновляемых источников энергии для горячего водоснабжения и низкотемпературного отопления с применением солнечных коллекторов и тепловых насосов. В приложении приведены основные технические характеристики оборудования котельных.

Учебное пособие Мазуровой О.К., Кузнецова Н.В., Бутенко А.Н. «Автономное теплоснабжение» полезно для изучения дисциплин «Теплогенерирующие установки» и «Теплоснабжение». На основании вышеизложенного учебное пособие рекомендуется к опубликованию.

Доцент кафедры

«Теплоэнергетика на железнодорожном транспорте»

ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный университет путей сообщения»

Канд. техн. наук,

В.Н. Малоземов