

«Системы теплоснабжения и отопления»



Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Старков Вадим Николаевич

Часть 1 «Системы теплоснабжения»

- системы теплоснабжения, классификация, схемы, назначение;
- источники тепловой энергии;
- теплоносители, параметры теплоносителей, температурные графики;
- тепловые пункты

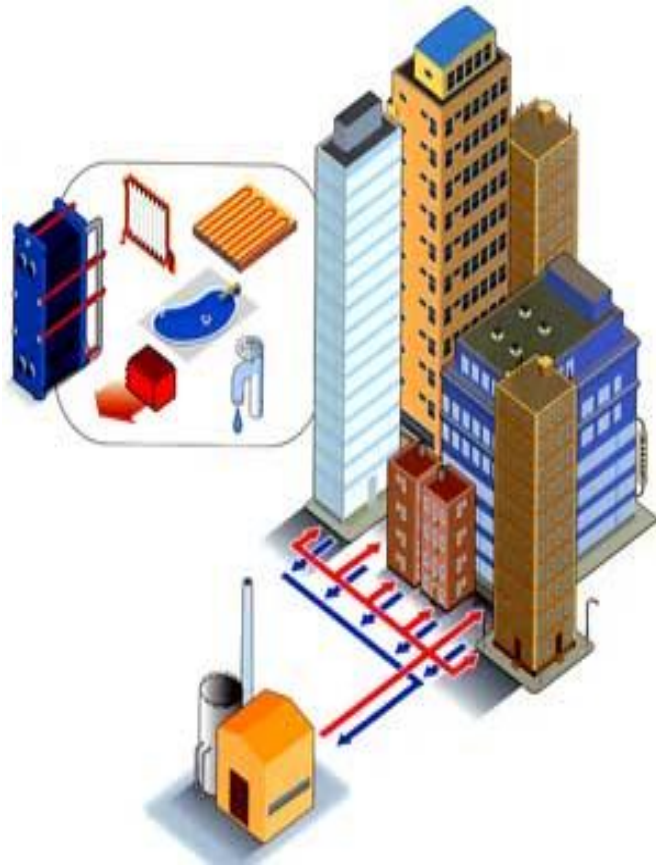


системы теплоснабжения, классификация, схемы, назначение



Система теплоснабжения - предназначена для обеспечения теплом зданий и сооружений, требуемого качества и в требуемом количестве с целью обеспечения теплового комфорта находящихся в них людей, либо для технологических потребностей.

Классификация систем теплоснабжения



- ▶ **по источнику приготовления тепла** (теплофикация, системы централизованного теплоснабжения, децентрализованное теплоснабжение);
- ▶ **по режиму потребления тепла** (сезонные, круглогодичные);
- ▶ **по роду теплоносителя** (водяные, паровые, смешанные);
- ▶ **по способу подключения системы отопления к системе теплоснабжения** (зависимые, независимые);
- ▶ **по способу подачи воды на горячее водоснабжение** (закрытые, открытые);
- ▶ **по числу теплопроводов** (однотрубные, многотрубные);
- ▶ **по способу обеспечения потребителей тепловой энергией** (одноступенчатые, многоступенчатые);
- ▶ **по способу регулирования отпуска тепла** (централизованное качественное, местное количественное).

ИСТОЧНИКИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

Наиболее экономичным способом получения тепловой энергии является комбинированная выработка ее и электрической энергии на *теплоэлектроцентралях* (ТЭЦ).



Для выработки тепловой энергии применяются котельные установки, которые подразделяют в зависимости от характера тепловых нагрузок на:

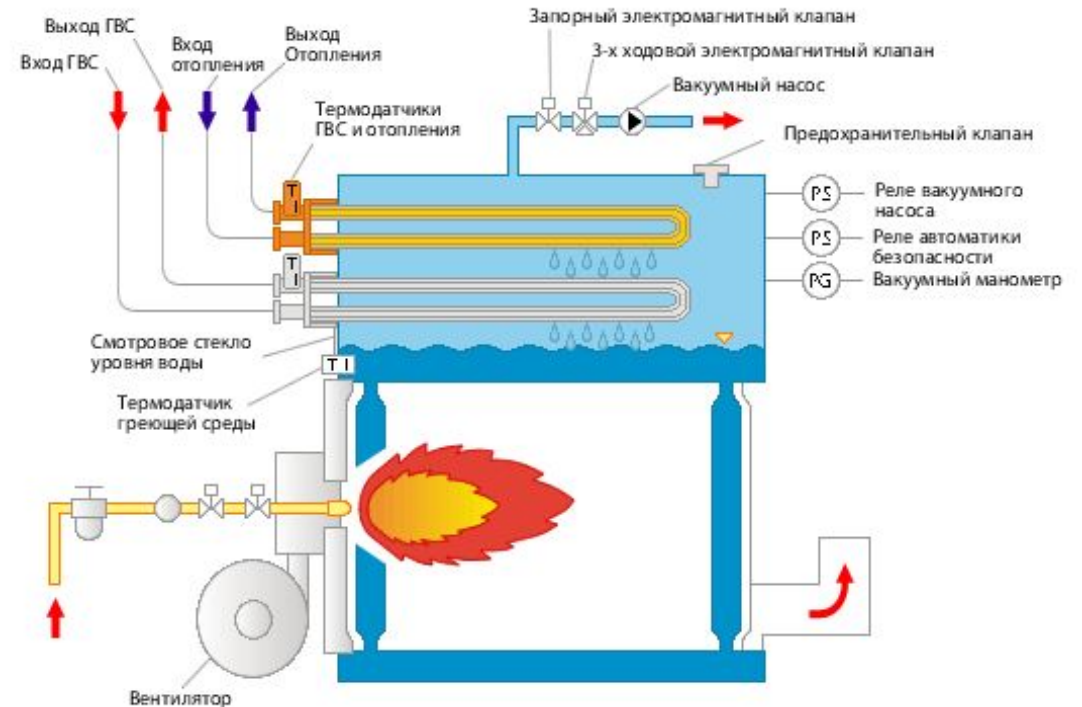
- **отопительные**, вырабатывающие теплоту для систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения;
- **производственно-отопительные** - для систем отопления, вентиляции, ГВС и для технологических целей;
- **производственные** - для технологических целей.

ИСТОЧНИКИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

Водогрейные котлы, устанавливаемые в отопительных котельных, вырабатывают горячую воду с температурой **до 200 °C**, используемую для обеспечения теплотой систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения. Они характеризуются **теплопроизводительностью**, давлением и температурой входящей в котел и выходящей из него воды. **Теплопроизводительность** котла (Гкал/ч, МВт) - это количество теплоты, вырабатываемое им в единицу времени.

В зависимости от размещения промышленные и отопительные котельные разделяются на:

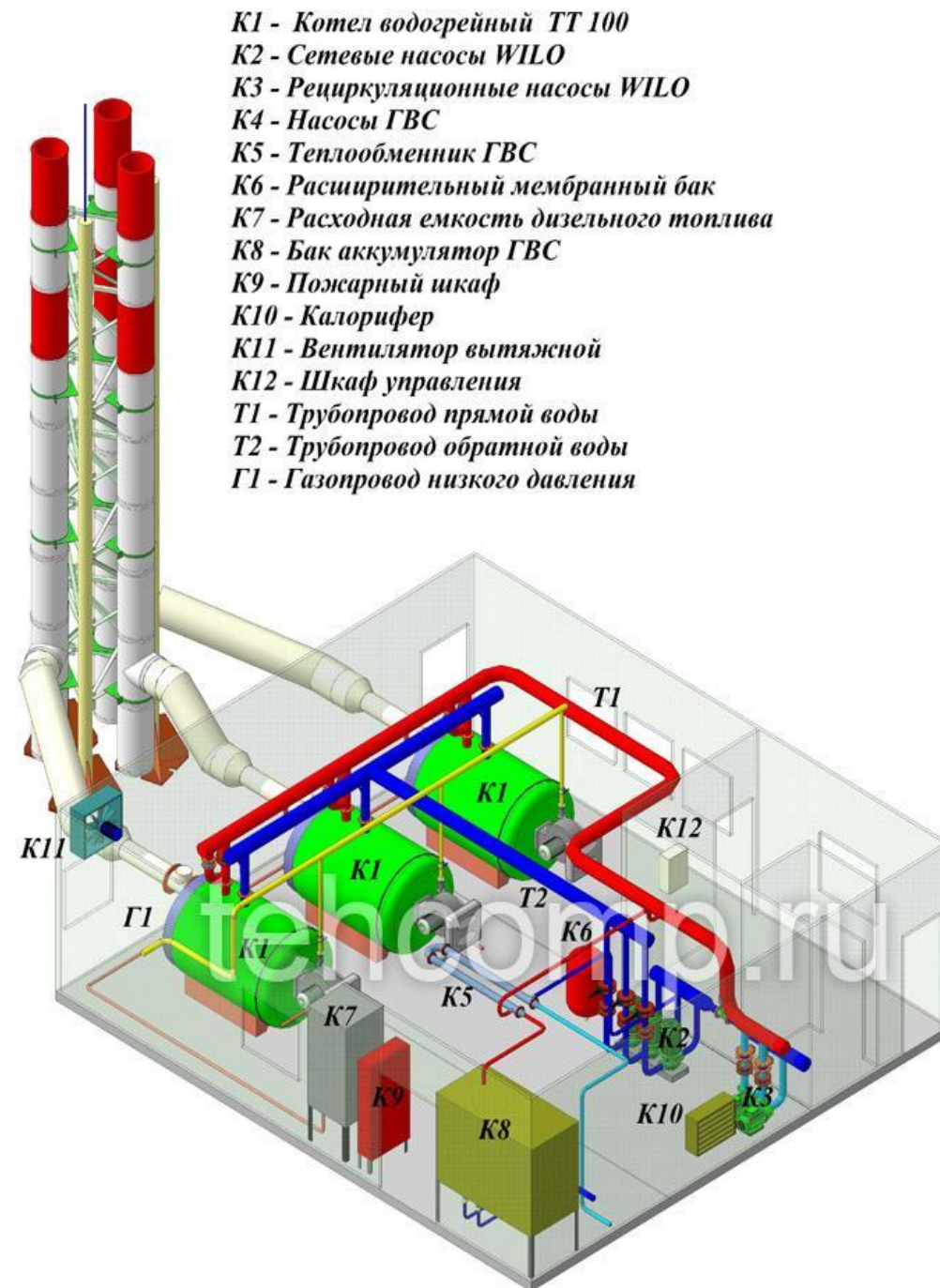
- ▶ отдельно стоящие;
- ▶ пристроенные к зданиям другого назначения;
- ▶ встроенные в здания другого назначения.



ИСТОЧНИКИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

В зависимости от надежности отпуска теплоты потребителям котельные установки (промышленные и отопительные) разделяются на две категории:

- ▶ **К первой категории** относят котельные, являющиеся единственным источником теплоты в системе теплоснабжения и обеспечивающие потребителей первой категории, не имеющих индивидуальных резервных источников теплоты.
- ▶ **Ко второй категории** относятся все остальные котельные. К потребителям теплоты первой категории относят потребителей, нарушение теплоснабжения которых связано с опасностью для жизни людей или со значительным ущербом производству (повреждение техно-логического оборудования, брак продукции).

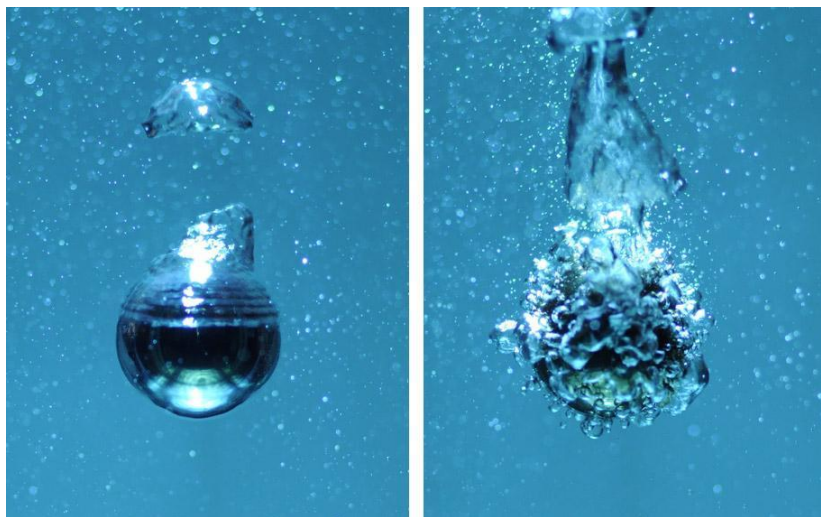


Теплоносители, параметры теплоносителей, температурные графики

В качестве теплоносителей в системах теплоснабжения используются **вода** и **водяной пар**.

Параметры теплоносителей следующие:

- ▶ **горячая вода** с рабочим давлением до 2,5 МПа и температурой до 200 °С;
- ▶ **пар** с рабочим давлением в пределах до 6,3 МПа и температурой до 450 °С.



Теплоносители, параметры теплоносителей

В системах централизованного теплоснабжения для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения жилых, общественных и производственных зданий в качестве теплоносителя следует, как правило, принимать воду.

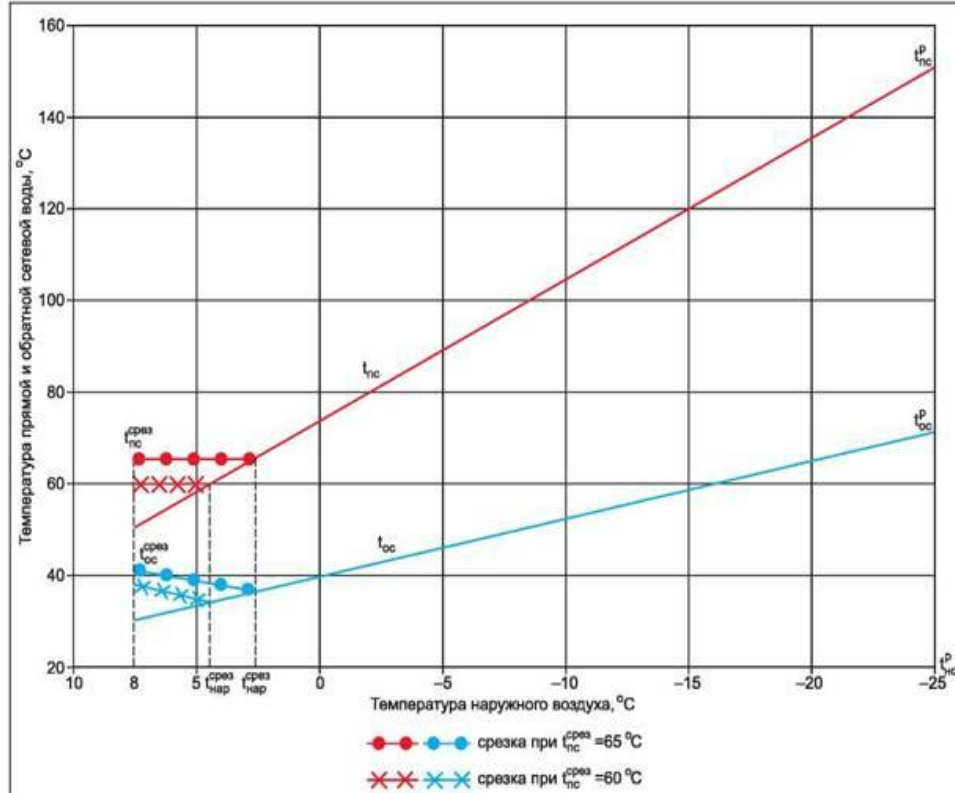
Следует также проверять возможность применения воды как теплоносителя для технологических процессов.

- ▶ **Основные преимущества воды, как теплоносителя,** по сравнению с паром:
 - ▶ большая удельная комбинированная выработка электрической энергии на ТЭЦ;
 - ▶ сохранение конденсата на ТЭЦ;
 - ▶ возможность центрального регулирования тепловой нагрузки;
 - ▶ более высокий КПД системы теплоснабжения из-за отсутствия потерь конденсата у потребителей.
- ▶ **Основные недостатки воды как теплоносителя:**
 - ▶ большой расход электрической энергии на перекачку сетевой воды по сравнению с расходом электроэнергии на перекачку конденсата в паровых сетях;
 - ▶ большая чувствительность водяных систем к авариям;
 - ▶ большая плотность воды и жесткая гидравлическая связь между всеми точками системы.

температурные графики

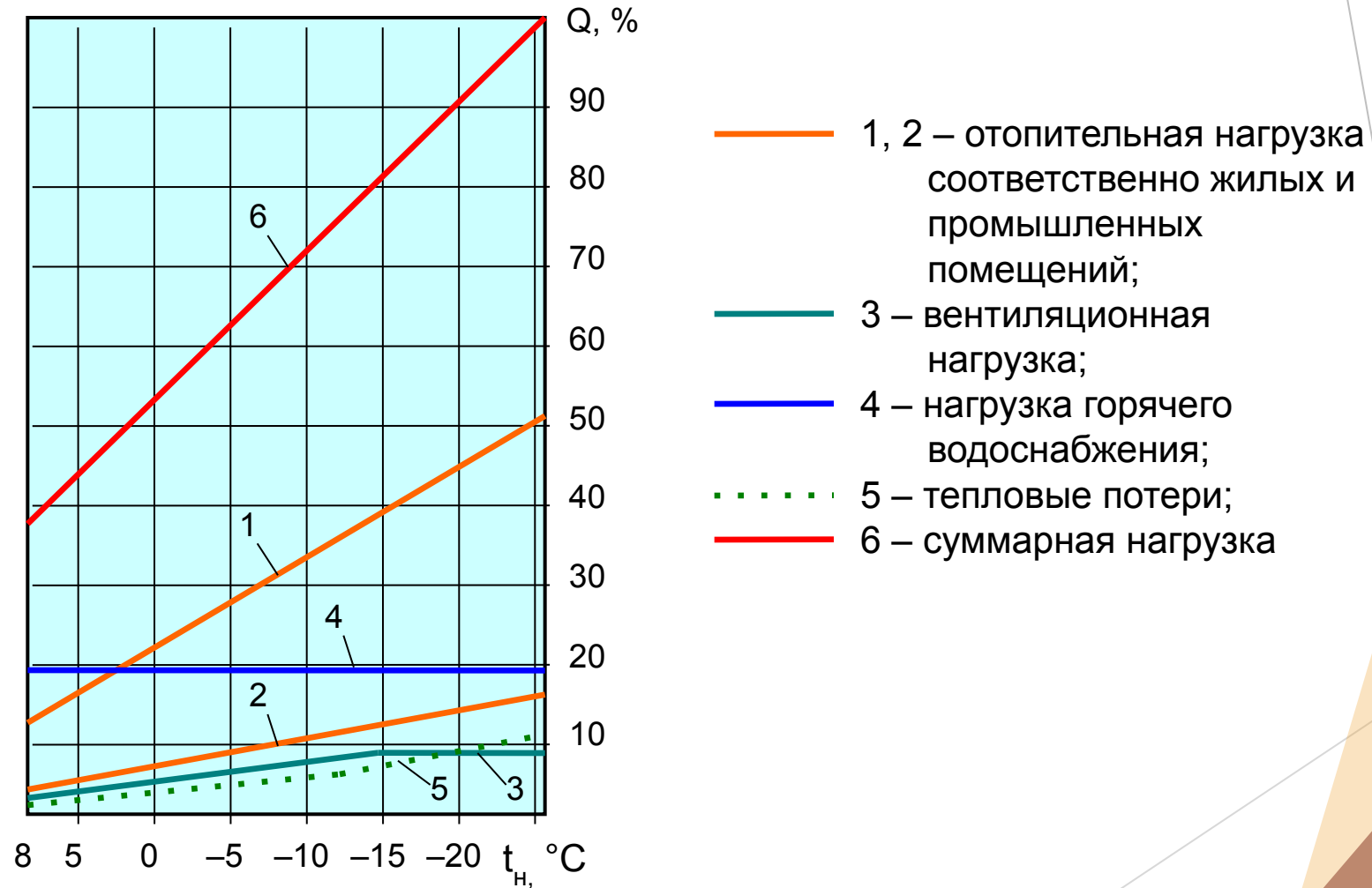
Для выбора рациональной системы теплоснабжения, экономических параметров теплоносителя и т.д. необходимо иметь графики изменения тепловых нагрузок: суточные, сезонные и годовые.

Температурный график тепловой сети составляют в зависимости от температуры наружного воздуха и температурных режимов сети теплоснабжения



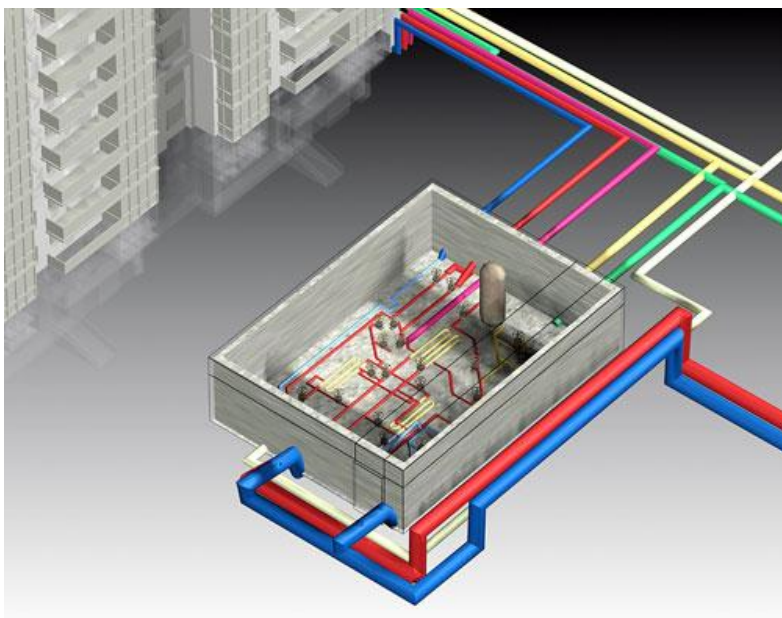
Температура наружи °C	130	140	150	180	144	130	144	и обратном T_2 трубопроводах				
						140	150	70		72		
						150	180	и коэффициенте смешения				
						и обратном T_2		1,4	1,0	0,72	0,5	2,13
						70	72	1,8 2,2 3,4	1,33 1,67 2,66	1,0 1,79 2,14	0,75 1,0 2,33	
+10	44	45	47	53	51	33	32	37	38	39	40	42
+9	46	49	51	58	54	34	33	39	40	42	43	44
+8	49	52	54	65	57	35	35	41	42	44	45	46
+7	52	55	57	69	60	36	36	43	44	46	47	48
+6	55	57	60	70	63	38	34	45	46	48	49	49
+5	57	60	63	72	65	39	39	47	48	50	51	51
+4	60	64	66	75	68	40	40	48	50	52	54	53
+3	62	67	69	80	71	42	41	50	52	54	56	55
+2	65	70	72	85	74	43	42	52	54	56	58	57
+1	68	73	75	88	76	44	44	54	56	58	60	58
+0	70	74	78	91	79	45	45	55	58	60	62	59
-1	73	78	81	95	82	46	46	57	59	62	64	60
-2	75	81	84	100	85	47	47	59	61	64	66	61
-3	78	84	87	103	87	48	48	60	63	66	68	62
-4	80	86	90	107	90	49	49	62	65	68	70	64
-5	83	88	93	110	93	50	50	64	67	70	72	65
-6	85	92	96	114	95	51	51	65	68	71	74	66
-7	87	95	99	117	98	52	52	67	70	73	76	67
-8	89	98	102	121	100	53	53	69	72	75	78	68
-9	91	100	105	125	103	54	54	70	74	77	79	69
-10	95	101	108	128	106	55	55	72	75	79	80	71
-11	97	106	110	131	108	56	56	75	77	80	83	72
-12	99	108	113	134	111	57	57	75	79	82	85	73
-13	102	111	116	137	113	58	58	77	80	84	87	74
-14	104	112	119	141	116	59	59	78	82	86	89	75
-15	108	114	122	145	119	60	60	80	84	88	91	76
-16	109	119	125	149	121	61	61	81	85	90	93	77
-17	111	122	128	155	124	62	63	83	87	91	95	78
-18	114	124	131	158	126	63	64	85	89	93	97	80
-19	116	126	133	160	129	64	65	86	90	95	99	82
-20	119	127	136	163	132	65	66	88	92	97	101	84
-21	121	131	139	167	134	66	68	89	94	98	103	86
-22	123	133	142	170	137	67	69	91	95	100	105	88
-23	125	136	144	174	139	68	70	92	97	102	106	90
-24	128	138	147	177	142	69	71	94	98	103	108	93
-25	130	140	150	180	144	70	72	95	100	105	110	95

температурные графики

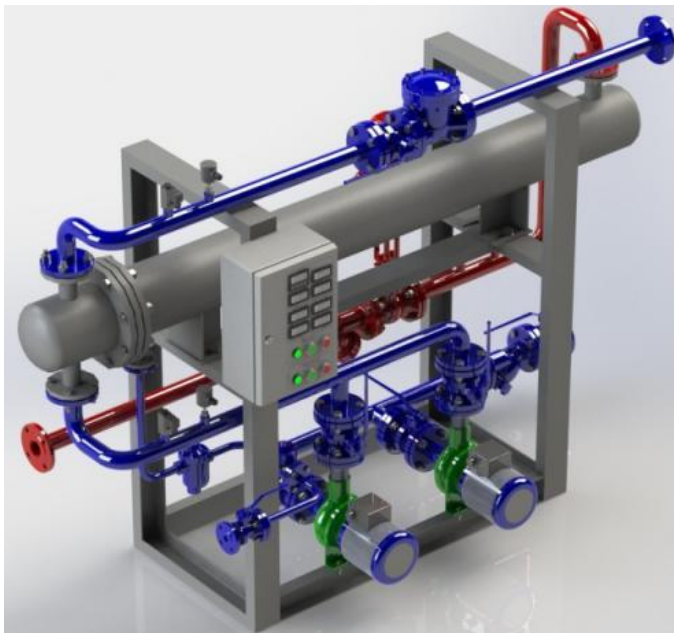


тепловые пункты

Тепловым пунктом (ТП) называется комплекс установок, которые распределяют тепло, поступающее из теплосетей в систему отопления, горячего водоснабжения или вентиляции жилых зданий и производственных сооружений. В комплектацию теплового пункта входят насосы, теплообменные аппараты, запорно-регулирующая аппаратура, устройство умягчения воды и система автоматики.



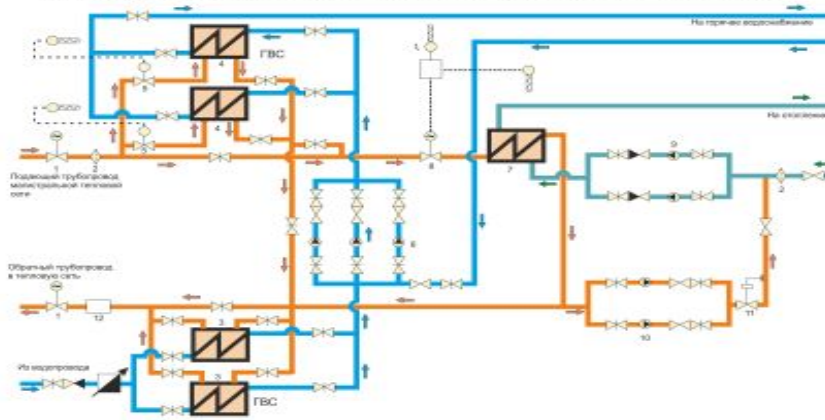
тепловые пункты



Тепловые пункты различаются по количеству и типу подключенных к ним систем теплоснабжения, индивидуальные особенности которых определяют тепловую схему и характеристики оборудования ТП, а также по типу монтажа и особенностям размещения оборудования в помещении ТП.

Различают следующие *виды тепловых пунктов*:

- ▶ *Индивидуальный тепловой пункт (ИТП).*
- ▶ *Центральный тепловой пункт (ЦТП).*
- ▶ *Блочный тепловой пункт (БТП).*



Часть 2 «Тепловые сети»

- назначение, классификация, схемы, способы прокладки;
- трубопроводы, тепловая изоляция, защита от коррозии;
- сооружения компенсации температурных расширений;
- индивидуальные тепловые пункты (ИТП), способы регулирования



назначение, классификация, схемы, способы прокладки

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

Теплопровод состоит из **3 основных элементов**: рабочего трубопровода, изоляционной и несущей конструкций



Классификация тепловых сетей

- **по виду теплоисточника:** централизованные; децентрализованные;
- **по функциональному назначению (по схемам):** магистральные теплосети (кольцевые и радиальные (лучевые); распределительные теплосети; ответвления.
- **по количеству параллельно проложенных теплопроводов:** однетрубные; двухтрубные; многотрубные;
- **по виду теплоносителя:** водяные; паровые (с возвратом конденсата и без возврата конденсата);
- **по способу прокладки:** подземные; надземные (воздушная);
- **по виду подземной прокладки:** бесканальная; канальная укладка (непроходными, полупроходными).



Схема тепловых сетей

Схема тепловой сети определяется размещением источников тепла по отношению к району потребления, характером тепловой нагрузки и видом теплоносителя.

Водяные сети разделяют на **магистральные** и **распределительные**. По магистральным сетям теплоноситель подается от источников тепла в районы потребления. По распределительным сетям вода подается на групповые тепловые подстанции и местные тепловые подстанции и к абонентам.

При теплоснабжении крупных городов от нескольких ТЭЦ создаётся **кольцевая тепловая сеть** с несколькими источниками питания. При диаметрах магистралей, отходящих от источника тепла 700 мм и менее применяют **радиальную схему тепловой сети**.

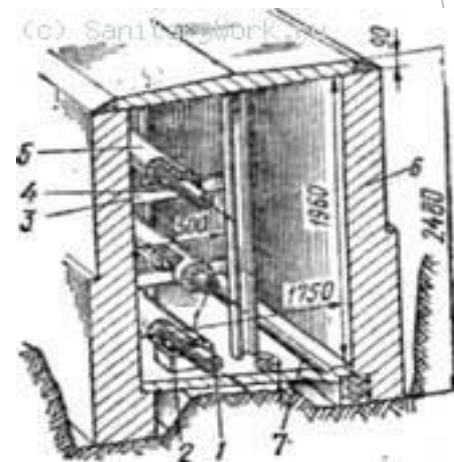
способы прокладки тепловых сетей

Трубопроводы тепловых сетей размещают в отведенных для инженерных сетей технических полосах параллельно красным линиям улиц, дорог и проездов вне проезжей части и полосы зеленых насаждений.

По территории населенных мест предусматривают подземную прокладку тепловых сетей — **бесканальную**, в **непроходных каналах**, в общегородских или внутриквартальных коллекторах совместно с другими инженерными сетями.

Полупроходные каналы используют под проездами с интенсивным уличным движением, под железнодорожными путями. Для размещения нескольких теплопроводов больших диаметров используется способ прокладки теплопроводов в **проходных каналах**.

На площадках промышленных предприятий предусматривают **надземную прокладку** тепловых сетей по опорам и эстакадам.



трубопроводы, тепловая изоляция, защита от коррозии



В системах централизованного теплоснабжения в настоящее время применяются **стальные, гофрированные из нержавеющей стали, ВЧШГ и полимерные** трубы.

Требования к трубам, применяемым для теплопроводов:

- ▶ механическая прочность и герметичность;
- ▶ эластичность и стойкость;
- ▶ постоянство механических свойств;
- ▶ стойкость против внешней и внутренней коррозии;
- ▶ малая шероховатость внутренних поверхностей;
- ▶ отсутствие эрозии внутренних поверхностей;
- ▶ малый коэффициент температурных деформаций;
- ▶ высокие теплоизолирующие свойства стенок трубы;
- ▶ надежность и герметичность соединения элементов;
- ▶ простота хранения, транспортировки и монтажа.



ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ

Тепловая изоляция - конструктивный элемент теплопровода, включающая теплоизоляционные материалы и конструкции. Она предназначена для снижения потерь тепла трубопроводами и оборудованием тепловых сетей поддержания заданной температуры теплоносителя, а также недопущения высокой температуры на поверхности теплопроводов и оборудования.

Основные требования к теплоизоляционным конструкциям:

низкая теплопроводность как в сухом состоянии, так и в состоянии естественной влажности; **малое водопоглощение** и небольшая высота капиллярного подъема жидкой влаги; малая коррозионная активность; высокое электрическое сопротивление; щелочная реакция среды ($\text{pH} > 8,5$); достаточная механическая прочность; высокая биостойкость; индустриальность в изготовлении теплоизоляционных конструкций.



защита от коррозии

В действующем теплотрассе возникает **внутренняя** и **наружная коррозия**.

Внутреннюю коррозию вызывает кислород, содержащийся в сетевой воде или конденсате. **Наружная коррозия** металла является следствием химических или электрохимических реакций, возникающих под воздействием окружающей среды.



Важным средством защиты является антикоррозионное покрытие труб.

Электрическую коррозию металла вызывает блуждающий электрический потенциал между грунтом и трубопроводом. Средства защиты сетей от блуждающих токов делятся на **пассивные** и **активные**.

К пассивной защите относятся мероприятия, увеличивающие переходное сопротивление между грунтом и трубопроводом.

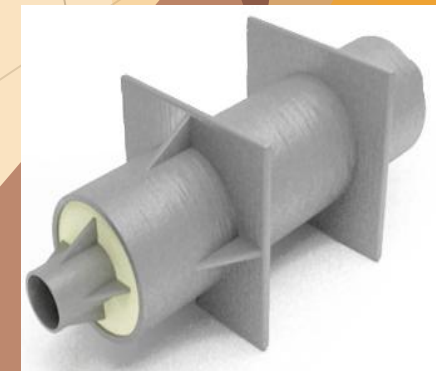
К активным способам защиты относятся дренажные, катодные и протекторные устройства.

сооружения компенсации температурных расширений

Опоры, как детали трубопровода воспринимают от них усилия и передают их на несущие конструкции или грунт. В тепловых сетях применяют два типа опор: *подвижные* и *неподвижные*.

Подвижные опоры воспринимают вес трубопровода и обеспечивают его свободное перемещение при температурных деформациях. Подвижные опоры бывают *скользящие* и *катковые*. В ряде случаев применяются также *подвесные* опоры.

Неподвижные опоры фиксируют положение трубопроводов в определённых точках и воспринимают усилия, возникающие в местах фиксации под действием температурных деформаций и внутреннего давления.



сооружения компенсации температурных расширений



Компенсация удлинений труб производится различными устройствами, принцип действия которых можно разделить на две группы:

радиальные или гибкие устройства, воспринимающие удлинения трубопроводов изгибом или кручением криволинейных участков труб или изгибом специальных эластичных вставок (*П-образные, S-образные, лирообразные, омегаобразные*);

осевые устройства скользящего и упругого типов, в которых удлинения воспринимаются телескопическим перемещением труб или сжатием пружинных вставок (*сальниковые, линзовые, сильфонные*).

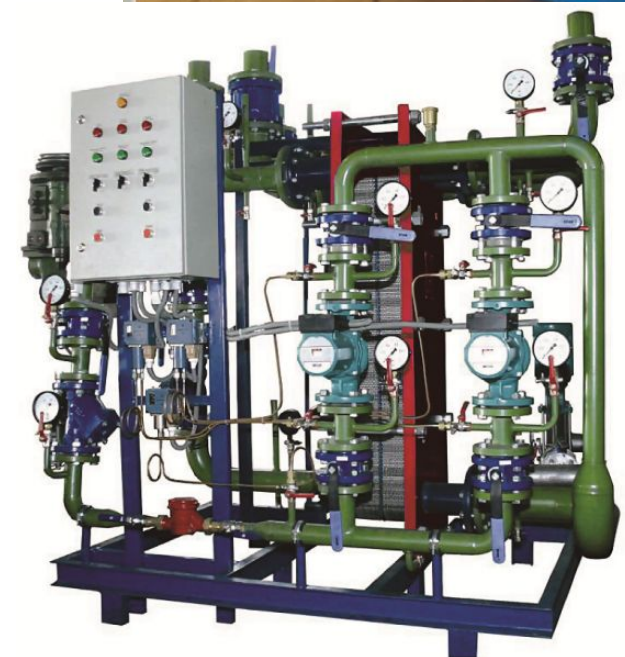


индивидуальные тепловые пункты (ИТП), способы регулирования

Индивидуальный тепловой пункт — это узел, обеспечивающий передачу тепловой энергии из центральной тепловой сети к потребителю. Тепловые пункты обслуживают дома, здания и сооружения (индивидуальный тепловой пункт).

Главная задача ИТП — трансформация параметров теплоносителя тепловой сети на параметры, требуемые для систем отопления и вентиляции и рациональное распределение тепла между квартирами дома, помещениями зданий и сооружений.

Для автоматизированного управления тепловыми процессами используются электронные регуляторы и специализированные контроллеры.



Часть 3 «Системы отопления зданий и сооружений»

- системы отопления, назначение, классификация, требования;
- виды систем отопления



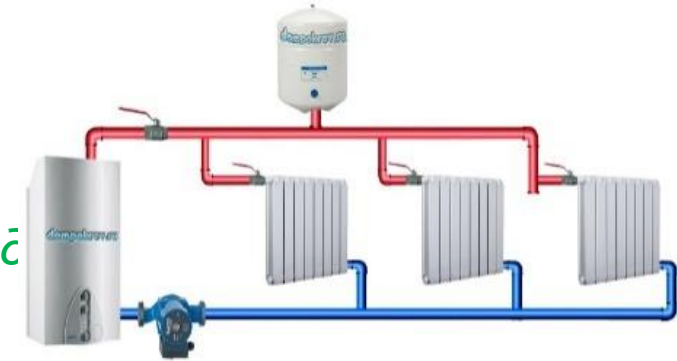
системы отопления, назначение, классификация, требования



Отопление — искусственное обогревание помещений здания с возмещением теплопотерь для поддержания в них температуры на заданном уровне, определяемом условиями теплового комфорта для находящихся людей и требованиями протекающего технологического процесса.

Система отопления — это совокупность конструктивных элементов со связями между ними, предназначенных для получения, переноса и передачи необходимого количества теплоты в обогреваемые помещения.

Система отопления состоит из следующих **основных конструктивных элементов**: *теплоисточника; теплопроводящих отопительных приборов.*



Требования, предъявляемые к системам отопления:

санитарно-гигиенические; экономические; архитектурно-строительные; производственно-монтажные; эксплуатационные.



классификация систем отопления

Системы отопления классифицируются по следующим основным параметрам:

- ▶ **по расположению основных элементов** - местные, центральные;



- ▶ **по виду основного (вторичного) теплоносителя** - водяные, паровые, воздушные, газовые.



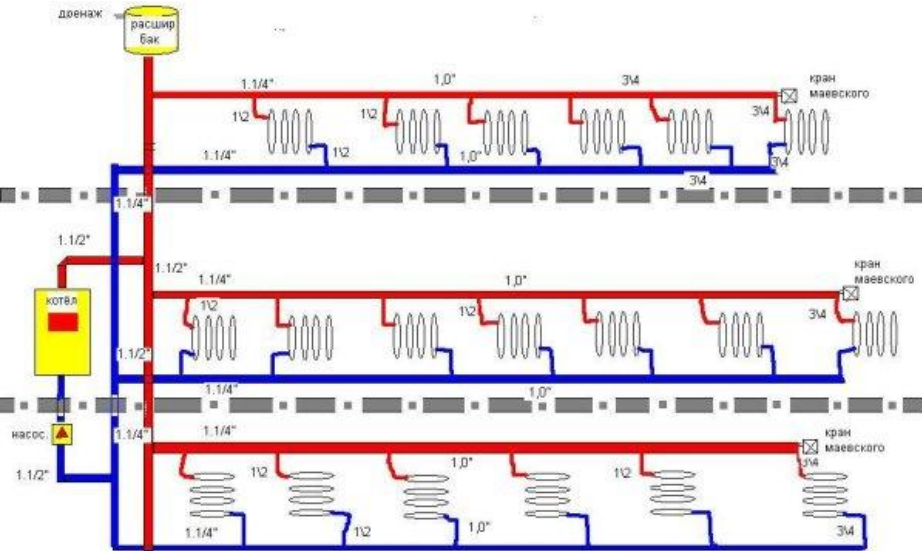
Наибольшее распространение в качестве теплоносителей в системах отопления получили *вода, пар, воздух и антифриз*.

ВИДЫ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ



В настоящее время в России применяют следующие системы отопления:

- ▶ системы водяного отопления (центральные и местные),
- ▶ системы поквартирного отопления,
- ▶ системы воздушного отопления,
- ▶ системы парового отопления,
- ▶ системы солнечного отопления,
- ▶ системы теплонасосного отопления,
- ▶ системы панельно-лучистого отопления,
- ▶ системы электрического отопления,
- ▶ системы газового отопления,
- ▶ печное отопление.



Водяное отопление

Водяное отопление предназначено для создание тепловых условий в помещениях, благоприятных для жизни и деятельности человека. Оно осуществляется посредством циркуляции перегретого относительно воздуха теплоносителя (воды) по системе отопления и передачи тепловой энергии через отопительные приборы.

Области применения: отопление жилых, производственных, общественных, гражданских и сельскохозяйственных зданий и сооружений.

Классификация систем водяного отопления

- **по способу побуждения** - насосные, гравитационные;
- **по температуре теплоносителя**;
- **по конструкции системы** - вертикальные со стояками; горизонтальные с ветвями; с квартирной разводкой;
- **по количеству труб в стояках или ветвях** - однотрубные, двухтрубные;
- **по расположению магистралей** - с верхней разводкой; с нижней разводкой; с опрокинутой циркуляцией;
- **по схеме движения воды в магистралях** - тупиковые; с попутным движением.

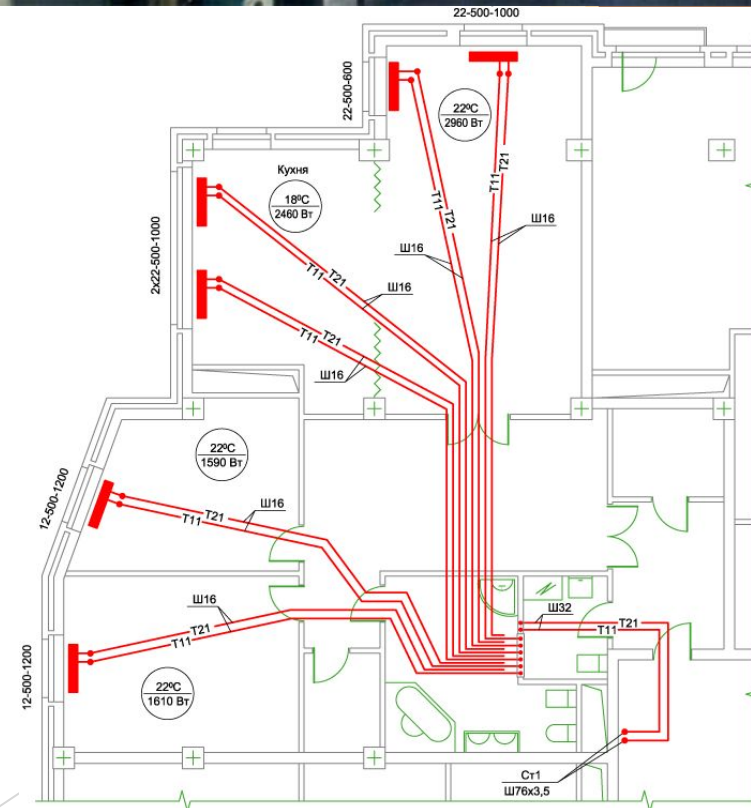
Поквартирное отопление

Системы поквартирного отопления

предназначены для отопления (и теплоснабжения) отдельных квартир или индивидуальных жилых домов от собственного источника тепла.

Классификация систем поквартирного отопления:

- ▶ *по виду используемого энергоносителя:* на органическом топливе (жидком, газообразном, реже – твердом); электрические; теплонасосные; комбинированные (поливалентные);
- ▶ *по виду теплоносителя:* водяные; воздушные.



Воздушное отопление

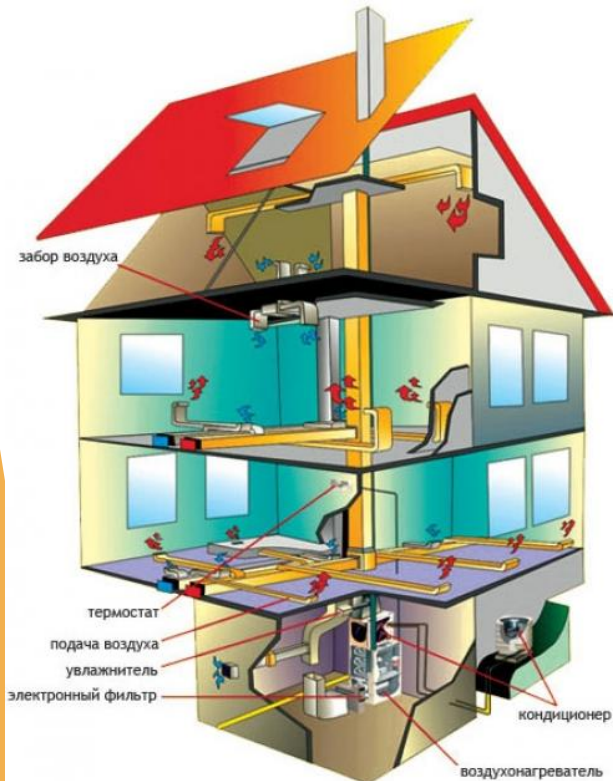


Воздушное отопление осуществляется перегретым относительно внутреннего воздухом. При воздушном отоплении циркулирующий нагретый воздух охлаждается, передавая теплоту при смешивании с воздухом обогреваемых помещений и иногда через внутренние ограждения. Охлаждённый воздух возвращается к нагревателю.

Области применения: отопление производственных, гражданских и сельскохозяйственных зданий рециркуляцией воздуха либо совмещением с общеобменной вентиляцией и кондиционированием воздуха.

Классификация систем воздушного отопления:

- ▶ *по месту получения тепла;*
- ▶ *по способу побуждения воздуха;*
- ▶ *по схеме движения воздуха.*



Паровое отопление

Паровое отопление — это передача помещению тепла, выделяющегося в приборе отопления, при конденсации в нем пара насыщенного. Массовая теплоемкость пара больше в пять сот раз, чем у воды. В паровой системе отопления различают: две среды, которые перемещаются по трубопроводу — это пар и конденсат, и два типа трубопроводов — паропровод и конденсатопровод.

Области применения: помещения с кратковременным пребыванием людей, производственные помещения без значительных выделений пыли, отопление высотных зданий с давлением пара ниже атмосферного.

Классификация систем парового отопления:

- по давлению пара;
- по способу возврата конденсата;
- по месту расположения паровой магистрали;
- по количеству труб;
- по виду конденсатопровода.

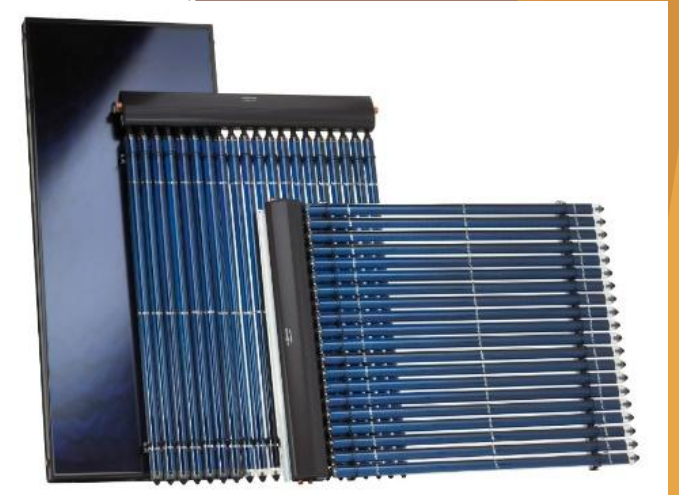


Солнечное (гелио) отопление

Системами солнечного отопления называются системы, использующие в качестве теплоисточника энергию солнечной радиации. Их характерным отличием от других систем низкотемпературного отопления является применение специального элемента - **гелиоприемника**, предназначенного для улавливания солнечной радиации и преобразования ее в тепловую энергию. Предназначены для частичного замещения отопительной нагрузки (30÷40%) за счёт использования энергии Солнца.

Классификация систем солнечного отопления:

- ▶ по технологии преобразования солнечной энергии в тепловую;
- ▶ по виду замещаемой нагрузки;
- ▶ по виду первичного теплоносителя активные системы бывают;
- ▶ по объёму аккумуляторов;
- ▶ по потенциалу теплоносителя.



Теплонасосное отопление

Теплонасосное отопление служит для отопления за счёт отбора теплоты тепловыми насосами от возобновляемых и вторичных низкопотенциальных энергоисточников. Тепловой насос – трансформатор теплоты с низкой температурой ($0\div 30^{\circ}\text{C}$) на более высокую температуру ($50\div 90^{\circ}\text{C}$) путём внешнего подвода энергии.

Классификация систем теплонасосного отопления:

- ▶ по принципу действия;
- ▶ по виду теплоносителей;
- ▶ парокомпрессионные.

Источники низкопотенциального тепла:

грунтовые коллекторы на глубине 2 м; грунтовые скважины глубиной 30-100 м; артезианская вода; наружный воздух; вторичные тепловые ресурсы; солнечные коллекторы.



Панельно-лучистое отопление

Панельно-лучистое отопление

осуществляется панелями, вмонтированными в ограждающие конструкции или навешенными на ограждающие конструкции, при этом радиационная температура помещения выше температуры внутреннего воздуха.

Классификация систем панельно-лучистого отопления:

- по температуре поверхности;
- по виду энергоносителя;
- по месту расположения;
- по виду панелей.



Электрическое отопление

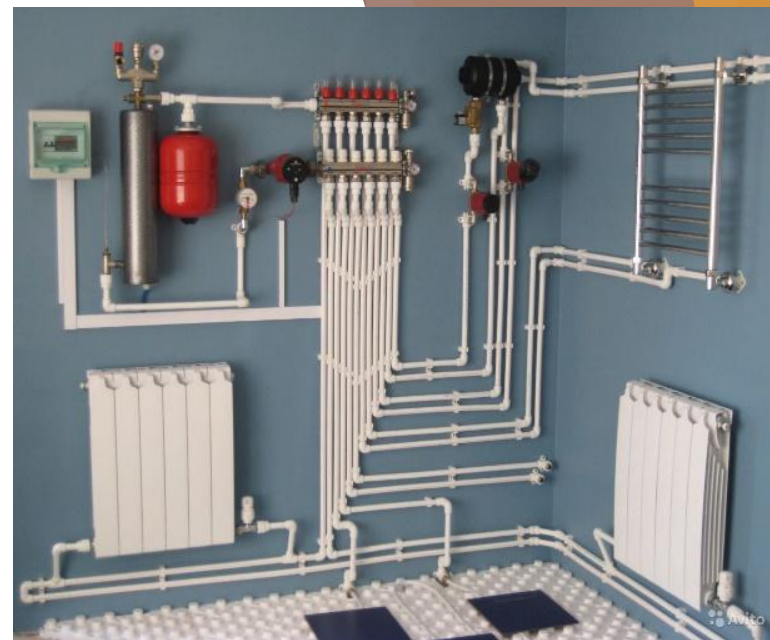
Электрическим отоплением называются системы, преобразующие электрическую энергию в теплоту. Системы электрического отопления относятся к местным системам отопления. Они предназначены для частичного или полного замещения отопительной нагрузки.

Области применения:

- ▶ отдельные удалённые от сетей теплоснабжения объекты;
- ▶ временные и мобильные здания;
- ▶ рабочие места в неотапливаемых помещениях;
- ▶ помещения кратковременного использования.

Классификация систем электрического отопления:

- ▶ *по способу преобразования электроэнергии в теплоту;*
- ▶ *по месту преобразования:*
- ▶ *по графику потребления электроэнергии.*



Газовое отопление

Газовое отопление представляет собой систему, предусматривающую размещение нагревательных приборов внутри отапливаемого помещения. В состав такой системы отопления, помимо отопительных приборов, входят газопроводы, через которые осуществляется поступление топлива и отдача тепла, а также запорно-регулирующая арматура и автоматические приборы для безопасного использования газа.

Системы газового отопления бывают:

- ▶ с комнатными печами, работающими на газе;
- ▶ с газовыми водонагревателями;
- ▶ с газовыми нетеплоёмкими отопительными приборами;
- ▶ с газоздушными теплообменниками;
- ▶ с газоздушными излучателями;
- ▶ с газовыми горелками инфракрасного излучения.



Печное отопление



Печное отопление относится к местным системам отопления, при которых получение, перенос и передача теплоты происходит в одном и том же обогреваемом помещении.

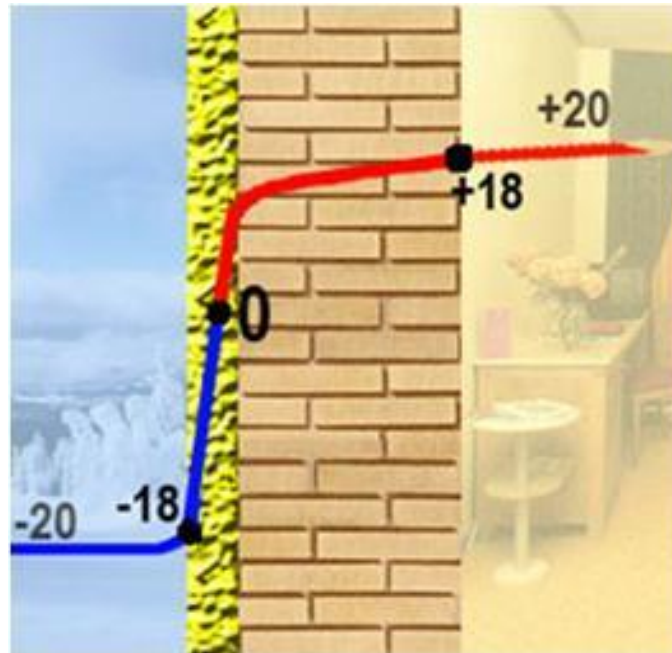
Классификация отопительных печей:

- *по теплоёмкости;*
- *по температуре теплоотдающей поверхности;*
- *по форме в плане;*
- *по материалу массива и отделке внешней поверхности;*
- *по схеме движения дымовых газов;*
- *по способу отвода дымовых газов.*



Часть 4 «Системы отопления зданий и сооружений»

- тепловой режим зданий;
- тепловой баланс зданий, тепловые потери через ограждающие конструкции;
- отопительные приборы и оборудование;
- теплопроводы систем отопления, тепловая изоляция, автоматика и регулирование



тепловой режим зданий

Тепловой режим здания - совокупность всех факторов и процессов, определяющих тепловое состояние его помещений. Помещения здания находятся под сложным воздействием внешних и внутренних факторов. Поступающее через наружные ограждения, а также от бытового и технологического оборудования потоки теплоты, влаги воздуха являются возмущающими воздействиями.

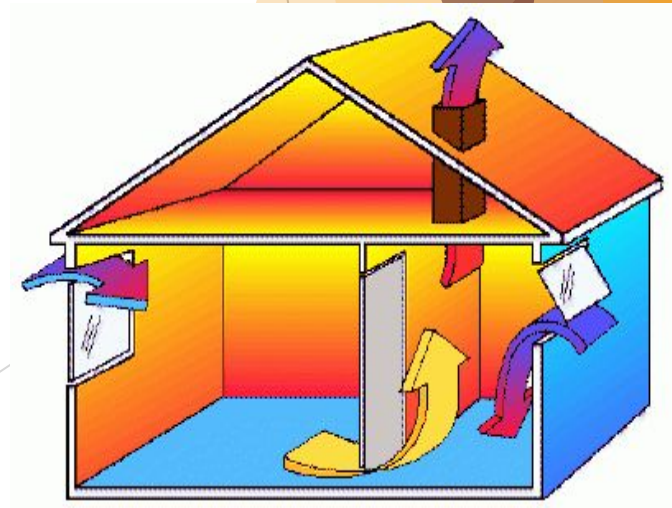
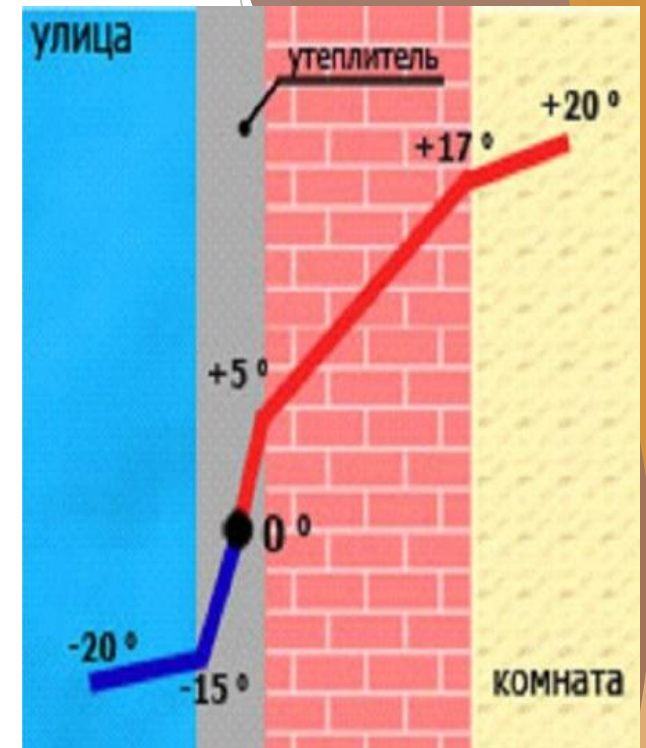
Регулирующие потоки от системы отопления (О), охлаждения (ОХ), вентиляции (В) и кондиционирования воздуха (КВ) обеспечивают в помещениях необходимые температурные, аэродинамические и влажное условия. Наибольшее влияние на температуру ощущения находящихся в помещении людей оказывает температура окружающих поверхностей и внутреннего воздуха. Только при определенном их сочетании составляющие теплового баланса человека не выходят за допустимые пределы, и его система терморегуляции работает без перенапряжения.

Температурные условия в помещении предопределяются характером и интенсивностью протекающих теплообменных процессов.

тепловой режим зданий

Конвективный теплообмен возникает между воздухом и изотермическими поверхностями: лучистый теплообмен между отдельными поверхностями с различной температурой. Струйный теплообмен происходит в результате турбулентного перемешивания изотермических струй с воздухом основного объема помещения. **Теплопередача** (в основном теплопроводность) наблюдается в ограждениях здания и от теплоносителя к поверхности приборов систем отопления и охлаждения.

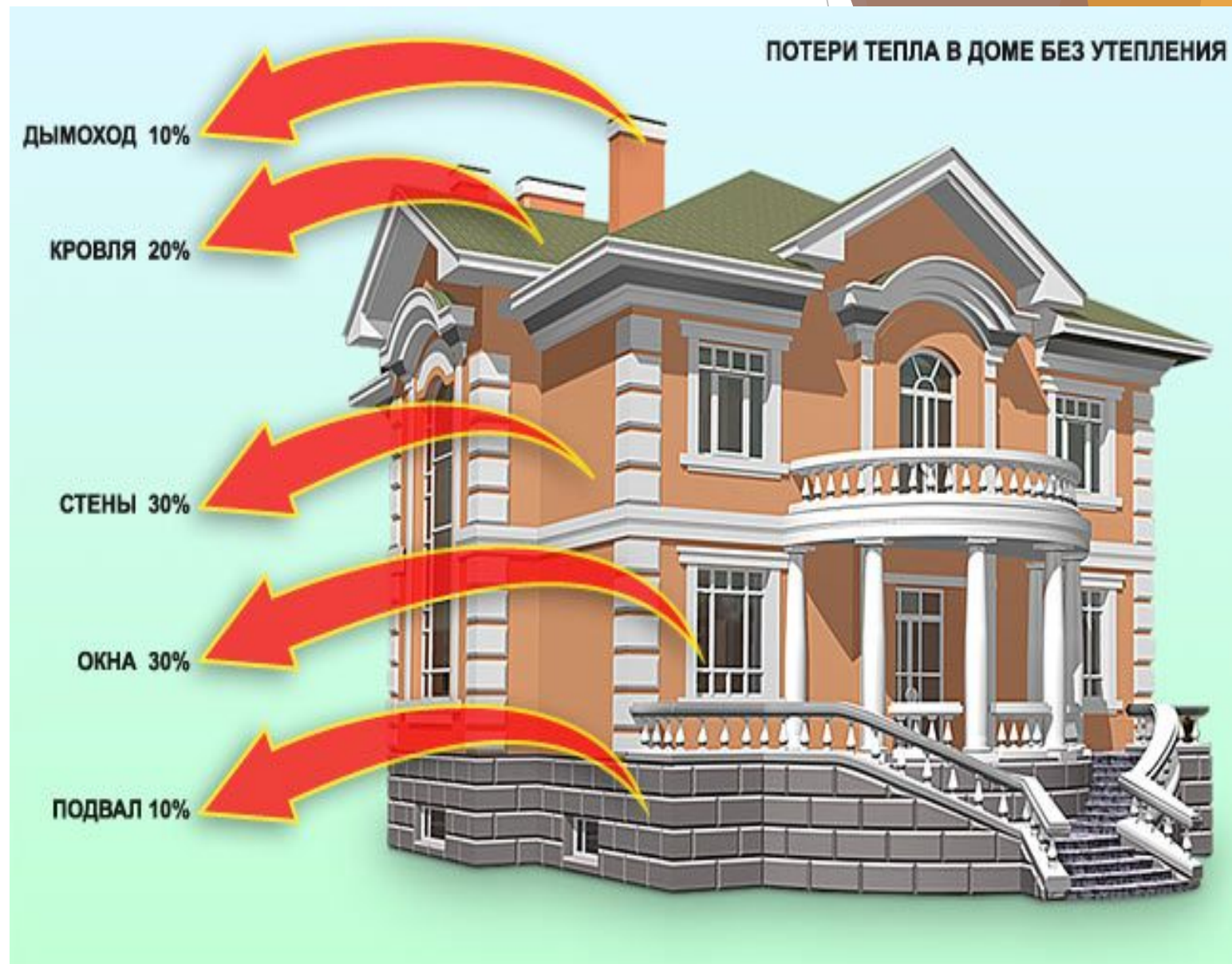
Необходимые теплозащитные свойства ограждений выбирают в каждом конкретном случае с учетом заданной обеспеченности расчетных внутренних условий и параметров наружного климата. **Минимальный уровень теплозащиты** оценивает минимальным допустимым сопротивлением теплопередаче ограждения и показателем тепловой инерции ограждения. **Максимальный уровень теплозащиты** ограничивается экономическими соображениями.



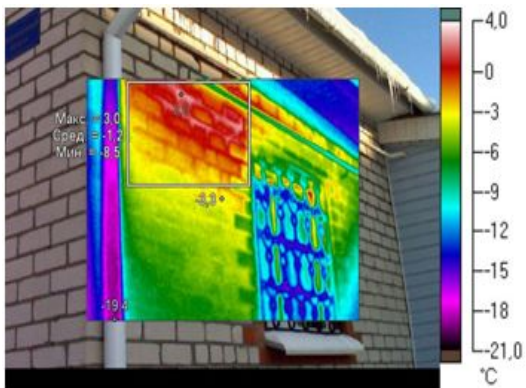
тепловой баланс зданий, тепловые потери через ограждающие конструкции

Структура теплопотерь в многоэтажном жилом

здании имеет вид: наружные
стены - 29-30% потерь
тепловой энергии,
светопрозрачные наружные
ограждения - 25-26%, пол
первого этажа и потолок
последнего - 4-5%,
теплопотери с
инфильтрацией - 40%.
Потенциал экономии
составляет 50%.



тепловые потери через ограждающие конструкции



Для обеспечения в помещениях параметров воздуха в пределах допустимых норм, при расчете тепловой мощности системы отопления необходимо учитывать:

- потери теплоты через ограждающие конструкции зданий и помещений;
- расход теплоты на нагревание инфильтрующегося в помещения наружного воздуха;
- расход теплоты на нагревание материалов и транспортных средств, поступающих в помещения;
- приток теплоты, регулярно поступающей в помещения от электрических приборов, освещения, технологического оборудования и других источников.

При выборе оборудования для отопления зданий исходным является расчет тепловых потерь сквозь наружные строительные ограждения здания - стены, перекрытия, покрытия, полы и проемы (окна, фонари, двери и ворота).

тепловые потери через ограждающие конструкции

Переход теплоты из помещения к наружной стенке через ограждение является сложным процессом теплопередачи. Внутренняя поверхность наружного ограждения обменивается теплотой с помещением. Это явление называется сопротивлением теплообмену на внутренней поверхности. Наружная поверхность отдаёт тепло наружному воздуху, окружающим поверхностям и небосводу. Это явление называется сопротивлением теплообмену на наружной поверхности.

Тепловой поток последовательно преодолевает сопротивление теплообмену на внутренней поверхности, термического материала тощи ограждения и теплоперехода на наружной поверхности - это называется **общим сопротивлением теплопередачи**.

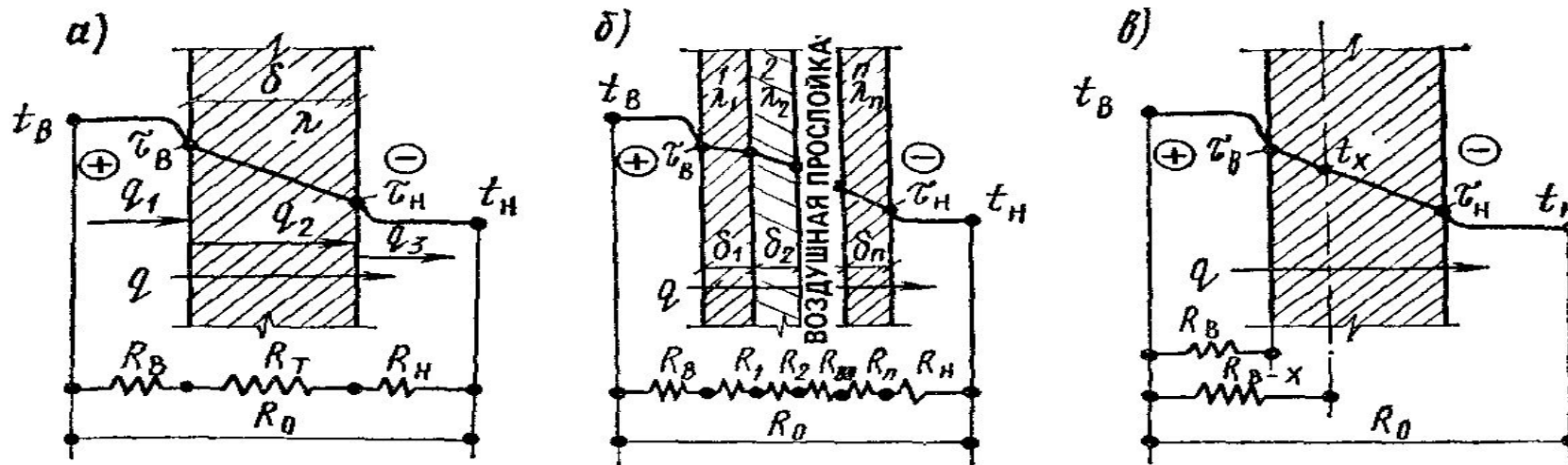


Рис. 2.4. Стационарная теплопередача через однослойное ограждение (а), многослойное с воздушной прослойкой (б) и определение температуры в произвольном сечении ограждения (в)

отопительные приборы и оборудование

Критерии требований к отопительным приборам:

Санитарно-гигиенические. Существуют стандарты, ограничивающие максимальную температуру поверхности. Приборы должны иметь наименьшую горизонтальную площадь, что не позволяет скапливаться большому количеству пыли. Форма установки должна позволять беспрепятственно выполнять уборку, удалять пыль и другие загрязнения, а также очищать поверхности, которые находятся рядом.

Экономические. Любая установка должна гарантировать оптимальное соотношение цены и эффективности, минимизировать затраты на изготовление, использование металла и обслуживание при эксплуатации.

Архитектурно-строительные. Приборы должны хорошо вписываться в существующие стилистические концепции и занимать небольшой объем пространства.

Монтажно-производственные. Любой агрегат обязан обладать достаточной прочностью и надежностью. А его монтаж не должен требовать привлечения суперпрофессиональной рабочей силы.

Эксплуатационные. Современные отопительные установки должны позволять регулировать теплоотдачу, обеспечивать достаточную тепло- и водоустойчивость при работе в максимально допустимых технических параметрах.

Теплотехнические. Важна максимизация теплового потока, который отдает теплоноситель из расчета на единицу площади помещения.

Классификация отопительных приборов

1. По преобладающему способу теплоотдачи отопительные приборы делятся на:

- радиационные (передающие излучением не менее 50 % общего теплового потока, это потолочные отопительные панели и излучатели);
- конвективно-радиационные (передающие конвекцией от 50 до 75 % общего теплового потока, это радиаторы секционные и панельные, гладкотрубные приборы, напольные отопительные панели) ;
- конвективные (передающие конвекцией не менее 75 % общего теплового потока, это конвекторы и ребристые трубы), .

2. По высоте:

высокие (более 650 мм); средние (450-650 мм); низкие (более 200 - 450 мм).

3. По глубине установки:

малой глубины (до 120 мм); средней (120-200 мм); большой (более 200 мм)

4. По величине тепловой инерции:

малой тепловой инерции (конвектор); большой тепловой инерции (чугунные радиаторы).

Виды отопительных приборов

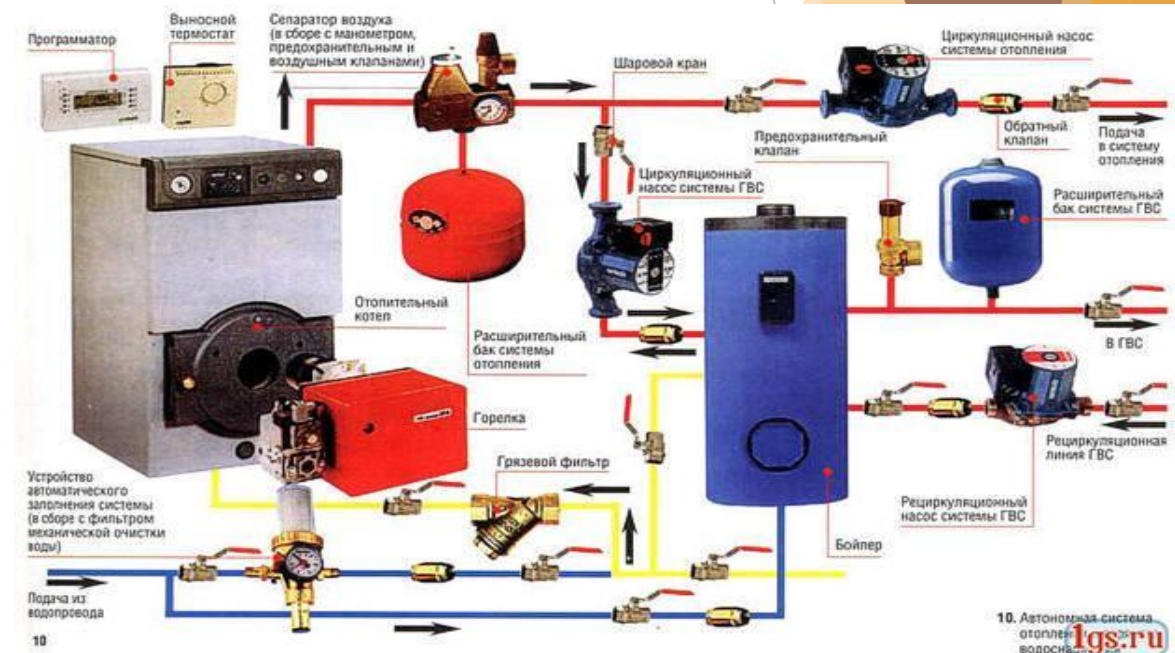
1. Радиаторы секционные (чугунные, стальные, алюминиевые, биметаллические).
2. Радиаторы панельные (стальные, неметаллические, бетонные).
3. Гладкотрубные приборы.
4. Конвекторы.
5. Ребристые трубы



Оборудование систем отопления

► В системах отопления применяется следующее оборудование:

1. Запорная, предохранительная и регулирующая арматура.
2. Воздухосборники и воздухоотводчики.
3. Расширительные баки (открытые и закрытые).
4. Циркуляционные насосы.
5. Обратные клапаны.
6. Фильтры.
7. Измерительную арматуру (термометры, манометры, расходомеры, теплосчётчики).
8. Автоматика управления, программаторы.
9. И прочее.



теплопроводы систем отопления, тепловая изоляция, автоматика и регулирование



Теплопроводы систем отопления предназначены для подачи теплоносителя (воды, пара и др.) к отопительным приборам. Традиционно используются теплопроводы из следующих материалов: **стали, меди и полимеров**.



Традиционно применяемые в России **стальные трубопроводы** достаточно долговечны и относительно дешевы. Водогазопроводные трубы ГОСТ 3262-75* и стальные электросварные трубы ГОСТ 10704-91*.

Медные трубы для систем отопления имеют большую стоимость по сравнению со стальными, более высокую коррозионную стойкость.

Полимерные трубопроводы - из полиэтилена с усовершенствованной молекулярной структурой, полипропилена, хлорированного поливинилхлорида, металлополимера, которые отвечают санитарным нормам. Причем вводятся ограничения на температуру теплоносителя не более 90 °С и рабочее давление до 1,0 Мпа.



ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ

Теплоизоляционные материалы и конструкции предназначены для уменьшения потерь тепла трубопроводами и оборудованием систем отопления.

Различают **три группы** материалов в зависимости от теплопроводности:

- **низкой теплопроводности** до $0,06 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ при средней температуре материала в конструкции 25°C и не более $0,08 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ при 125°C ;
- **средней теплопроводности** $0,06 \div 0,115 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ при 25°C и $0,08 \div 0,14 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ при 125°C ;
- **повышенной теплопроводности** $0,115 \div 0,175 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ при 25°C и $0,14 \div 0,21 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ при 125°C



Автоматика систем отопления

К таким видам относится **комнатный регулятор системы отопления**. Обычно такой прибор устанавливается в комнате. Его прикрепляют к стене, где он контролирует температурный режим воздуха. Самое важное, что это не просто регулятор — это целый комплекс устройств, которые отключают и включают подачу топлива (обычно такой вариант используется в системах, где установлены газовые или электрические котлы) или включают и отключают циркуляционный насос.

Термостатический вентиль - прибор автоматики специально изобретен для того, чтобы можно было контролировать и регулировать температуру внутри каждого отдельного помещения дома. Устанавливают его на отопительные приборы — радиатор или контур теплого пола.



Регулирование систем отопления

- ▶ Для регулирования теплопередачи приборов отопления используют **качественное** и **количественное** регулирование.
- ▶ **Качественное регулирование** достигается изменением температуры теплоносителя, подаваемого в систему отопления. Качественное регулирование по месту осуществления может быть центральным, проводимым на тепловой станции, и местным, выполненным в тепловом пункте здания.
- ▶ **Количественное регулирование** теплопередачи приборов осуществляется изменением количества теплоносителя, подаваемого в систему отопления или прибор. По месту проведения оно может быть не только центральным и местным, но и индивидуальным, то есть выполняться у каждого отопительного прибора.



Благодарю за внимание.



Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Старков Вадим Николаевич

email:vstar15@mail.ru

+7-921-400-74-54

+7-911-840-77-12