

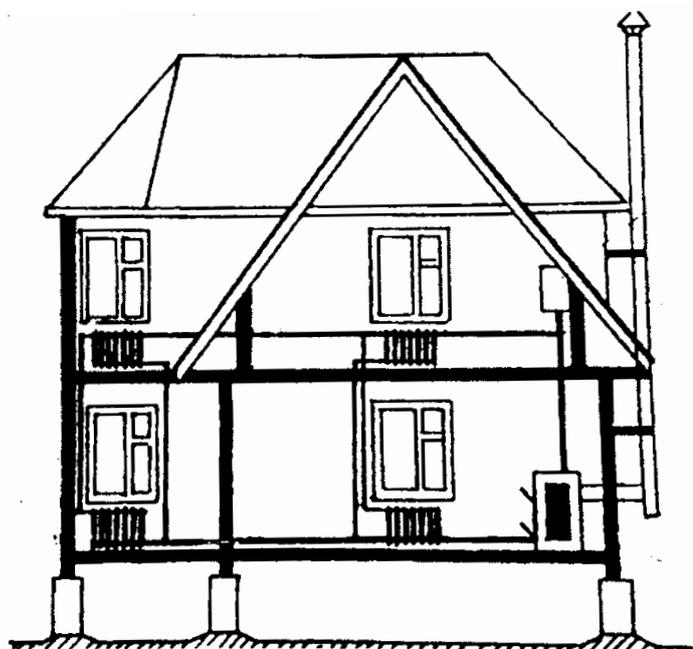
МИНОБРНАУКИ РОССИЯ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Нижегородский государственный
архитектурно- строительный университет» (ННГАСУ)

Факультет инженерно -экологических систем и сооружений
Кафедра теплогазоснабжения

**Децентрализованные системы водяного отопления индивидуальных
жилых зданий**

Учебно – методическое пособие для студентов очной и заочной форм
обучения по направлениям 08.03.01 Строительство и 13.03.01
Теплоэнергетика и теплотехника



Нижний Новгород

ННГАСУ

2016

УДК 624

ББК 38.761/38.762.1.

Децентрализованные системы водяного отопления индивидуальных жилых зданий [Текст]: Учебно – методическое пособие для студентов очной и заочной форм обучения по направлениям 08.03.01 Строительство и 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, обучающихся в Нижегородском государственном архитектурно - строительном университете; сост. Г.М. Климов. – Ниж. Новгород: ННГАСУ, 2016. – 58 с.: ил.

В учебно – методическом пособии приведены основные сведения о децентрализованных системах теплоснабжения, о тепловом балансе здания; рассмотрены с примерами методики определения теплопотерь зданием; даны сведения о водяных системах отопления, их схемы и рекомендации по выбору системы отопления для индивидуальных зданий, приведены справочные данные о составных элементах системы отопления (электроводонагреватели, расширительные баки, радиаторы), необходимые для проектирования систем отопления. Приведен список источников. Учебно – методическое пособие может быть полезно студентам ННГАСУ и специалистам по ТГВ при решении проблем отопления индивидуальных зданий.

Рис.27. Табл.32. Библиогр., назв.

Составитель: Г.М.Климов

Рецензент: Е.Н.Цой – доцент каф.ТГС, А.В. Гордеев – доц. каф. ТГС

Компьютерный набор – Г.А.Соловьев гр.391, Д.В.Александрова гр.306, М.В. Пронягина гр. 317.

Содержание

	Стр.
1. Децентрализованные системы теплоснабжения и их источники теплоты (общие сведения).....	4
2. Тепловой баланс зданий.....	6
2.1. Тепловлажностный режим помещения.....	8
2.2. Теплозащита жилого дома.....	9
2.3. Теплоснабжение здания.....	15
2.4. Экспресс методы расчёта расхода теплоты на отопление.....	25
3. Отопительные системы водяные.....	28
3.1. Системы циркуляции.....	28
3.2. Верхняя разводка.....	28
3.3. Нижняя разводка.....	30
3.4. Однотрубные системы водяного отопления.....	30
3.4.1. Длина циркуляционных колец	32
3.5. Принудительная циркуляция.....	32
3.6. Какую схему выбрать	33
3.6.1. Рекомендации по выбору и эксплуатации системы водяного отопления.....	34
3.6.2. Чему отдать предпочтение – рекомендации	35
4. Принципиальные схемы автономных систем теплоснабжения.....	35
4.1. Теплоносители.....	37
4.1.2. Расширительный бак	38
4.1.2. Мембранный расширительный бак.....	40
5. Нагревательные приборы.....	41
6. Источники.....

1. Децентрализованные системы теплоснабжения и их источники теплоты (общие сведения)

Децентрализованные системы теплоснабжения различаются по видам используемых (первичных) энергоресурсов и типам источников тепловой энергии, по назначению и видам тепловых потоков, по способам подачи теплоты и видам применяемых теплоносителей и др.

В качестве энергоресурсов для децентрализованного теплоснабжения преимущественно используют органическое топливо (газовое, жидкое и твёрдое), что обусловлено ходом исторического развития конструкций источников теплоты, простотой получения теплоты и эксплуатации источников тепловой энергии, возможностью использования органического топлива и др.

В последние 10 лет выполнены экспериментальные децентрализованные системы, использующие солнечную энергию и низкопотенциальные источники тепловой энергии (за счёт применения тепловых насосов, которые позволяют снизить расходы органического топлива на коммунально - бытовые нужды). **В качестве первых источников энергии на органическом топливе для отопления жилья были теплоёмкие печи. Применение и распространение печей основано на их определенных достоинствах, которые наиболее полно проявляются в жилищах старого типа: использование местных строительных материалов при возведении печей; сжигание разнообразного несортового топлива, самостоятельно заготавливаемого населением; высокая теплоаккумулирующая способность; одновременное выполнение функции отопления, приготовления пищи, сушки одежды и др.; к недостаткам печей относятся: низкий КПД источника; неравномерность подачи теплоты и, следовательно, дискомфорт в помещениях; большой объём для установки; зависимость планировки помещения от места и числа печей; продолжительное обслуживание и др.**

В настоящее время наиболее перспективное и преимущественное развитие получили системы теплоснабжения с использованием промышленных теплогенераторов полной заводской готовности (промышленного изготовления), выпускаемых различной тепловой мощностью для удовлетворения одного или нескольких видов теплопотребления. Такие теплогенераторы в квартирной системе позволяют существенно интенсифицировать тепловые процессы, обеспечить компактность и высокую экономичность системы, улучшить санитарно - гигиенические и эстетические условия в обслуживаемых помещениях, обеспечить надёжность, безопасность и простоту эксплуатации.

По назначению и видам покрываемых тепловых потоков различают домовые и

квартирные системы, обеспечивающие как один из видов теплоснабжения (отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, приготовление пищи), так два и более.

Домовые системы теплоснабжения обслуживают всё здание в целом (все квартиры), а источник теплоты, устанавливаемый в специальном помещении обслуживается эксплуатационным персоналом, что часто усложняет их применение. **Квартирные системы обеспечивают теплоснабжение в квартире**, источник теплоты устанавливается на кухне или в бытовом помещении в пределах квартиры. Исключением являются многоквартирные или двухквартирные сблокированные дома, где теплогенераторы могут располагаться в специализированных помещениях (подвальные помещения, кормокухня и др.) и обслуживаются, как правило, жильцами этих домов, что упрощает организацию их эксплуатации и делает их более перспективными.

Однофункциональные источники теплоты, покрывающие один из видов теплоснабжения, являются наиболее простыми и дешевыми, однако для обеспечения всех видов теплоснабжения в квартире или в здании требуется не менее трёх теплогенераторов, что приводит к росту капитальных и эксплуатационных затрат и снижению потребительских качеств системы. В связи с этим более перспективными являются комбинированные аппараты, обеспечивающие несколько видов теплоснабжения. В настоящее время существуют аппараты для двух и трёх видов теплоснабжения при работе одного топочного устройства.

По способам подачи теплоты и видам применяемых теплоносителей системы подразделяются на водяные и воздушные.

В воздушных системах отопления теплоносителем является нагретый в теплогенераторе горячий воздух, распределяемый воздушными каналами, по отапливаемым помещениям. В квартирных системах при небольшой протяженности воздуховодов преимущественно используется естественное и радиационное побуждение движения горячего воздуха, как более простое и бесшумное в эксплуатации по сравнению с механическим побуждением вентилятором.

Воздушные системы отопления имеют ряд преимуществ, которые могут оказаться решающими при выборе типа системы:

- высокие экономические показатели системы при использовании рециркуляции воздуха в помещениях;
- широкое использование неметаллических конструкционных материалов, и, следовательно наименьшая металлоемкость по сравнению с другими системами;
- при использовании огневоздушных теплогенераторов постоянная готовность к

- работе; малая тепловая инерция и невозможность повреждения (размораживание); возможное совмещение с вентиляцией и обеспечение необходимой подачи свежего воздуха в помещение.

Основным недостатком системы воздушного отопления следует считать тесную увязку архитектурно - планировочного решения здания или квартиры и проектного решения отопления, так как прокладываемые в перегородках и стенах здания воздушные каналы имеют значительное сечение и должны быть газоплотными, огне- и влагостойкими. Кроме того, в гравитационных системах при небольших действующих напорах необходимо выполнять горизонтальные воздуховоды небольшой длины, так как глубина независимого регулирования тепlopоступлений с горячим воздухом в отдельные помещения весьма ограничена. Системы воздушного отопления с механическим побуждением теплоносителя лишены этих последних недостатков, однако широкому применению таких систем препятствует отсутствие надёжных в работе и бесшумных воздушных агрегатов. **Для проектирования квартирного отопления определенный интерес представляют системы лучистого и панельного отопления, в которых теплота в помещение передается преимущественно излучением от нагревательных элементов, расположенных в панелях потолочного перекрытия, стенах или в полах.**

Обогрев излучающих поверхностей осуществляется горячим воздухом, водой или электроэнергией. Эти системы обеспечивают высокие санитарно - гигиенические условия в помещении и обладают современными эстетическими качествами. Однако в практике проектирования и застройки сельской местности лучистое и панельное отопление распространения не нашло, поскольку, как и воздушные системы, их монтируют непосредственно в строительных конструкциях зданий в процессе изготовления и монтажа. Это обстоятельство существенно затрудняет строительно - монтажные работы при возведении зданий и делает невозможным в ряде случаев монтаж систем воздушного, лучистого и панельного отопления с теплоносителем в виде воды и воздуха в зданиях реконструируемого жилого фонда. Рациональнее использовать системы водяного отопления, в которых монтаж оборудования требует минимальных переделок конструкций здания и ремонтных работ.

2. Тепловой баланс здания

В холодное время года, за счёт разности температур внутри и снаружи помещения, происходит интенсивная потеря теплоты и необходима её компенсация. Основной источник теплоты в жилых, административных, культурно-бытовых, торговых и других аналогичных помещениях - это система отопления. Как видно из **рис. 1**, теплота

в помещение может поступать от электроосветительных приборов, радио-телевизионной аппаратуры, холодильника, стиральной машины, утюгов, фенов и другого электрооборудования и электроинструментов, значительное количество теплоты выделяется при приготовлении пищи. Выделяют тепловую энергию также люди и домашние животные, например: при выполнении легкой, средней и тяжелой работы человек выделяет, в среднем, соответственно до 172 Вт; 172-193 Вт; и более 293 Вт.

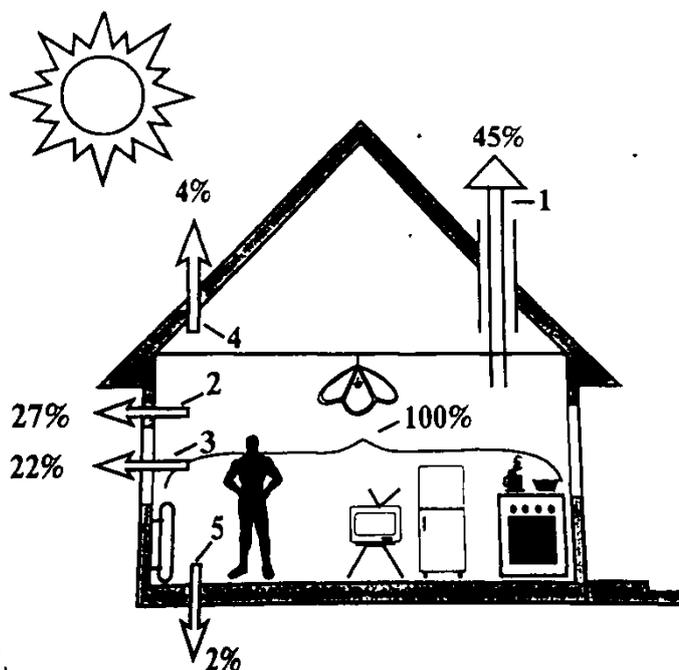


Рис.1 Примерная структура теплового баланса жилого дома в холодный период

Потери тепла: 1 - за счёт воздухообмена, включая инфильтрацию; 2 - через наружные стены; 3- через оконные проемы; 4 - через крышу; 5 - через пол.

Теряется теплота из помещения, в основном, за счёт вентиляции, проветривания и сквозняков. С этими потерями можно бороться путём приобретения кондиционеров-воздухоочистителей, установкой сложных инженерных систем, утилизирующих и возвращающих в помещение теплоту из вентиляционной системы.

При определении тепловой мощности системы отопления следует учитывать максимально возможные теплотери и минимальные теплопоступления в условиях реальной эксплуатации здания. В результате сведения всех составляющих прихода и расхода теплоты в помещение определяется дефицит ΔQ . Для определения тепловой мощности системы отопления $Q_{от}$, Вт, составляют баланс часовых расходов теплоты при расчётных зимних условиях в виде:

$$Q_{от} = \Delta Q = Q_{огр} + Q_{и} + Q_{мат} + Q_{выд} \quad (0)$$

где $Q_{огр}$ – потери теплоты через ограждающие конструкции, Вт; $Q_{и}$ – расход теплоты на нагревание инфильтрующегося через ограждающие конструкции наружного воздуха, Вт;

$Q_{\text{мат}}$ – расход теплоты на нагревание материалов, транспорта, т.д.; $Q_{\text{выд}}$ – тепловой поток, регулярно поступающий в помещение (освещение, люди, технол.оборудование), Вт.

По уравнению (0) определяют мощность систем отопления зданий, оснащенных водяными или паровыми системами с конвективными нагревательными приборами (радиаторами, регистрами и змеевиками гладких труб).

Установочная тепловая мощность $Q_{\text{от.уст.}}$ систем отопления с учетом неизбежных дополнительных потерь теплоты равна:

$$Q_{\text{от.уст.}} = 1,15 Q_{\text{от.}} \quad (0')$$

2.1. Тепловлажностный режим помещения

Все комфортные условия жилища и рабочего места имеют свои определенные физические параметры, а, следовательно поддаются контролю и регулированию.

В качестве расчётной температуры, в зимний период, для определения теплопотерь и подбора теплогенератора принимается, согласно рекомендации нормативной литературы, 18°C. Нормативный температурный перепад между температурой воздуха внутри жилого помещения, наружной стеной, чердачным покрытием и полом первого этажа не более 6,4 °C и 2°C соответственно. Максимальная температура поверхности нагревательных приборов в жилом помещении должна быть не более 95-105 °C. При более высоких температурах происходит разложение органических соединений пыли. Оптимальная относительная влажность жилого помещения 50-60%. Расчётные оптимальные скорости воздуха в помещении, в холодный период 0,2-0,3 м/с, но допустимо до 0,5 м/с. Полезно с точки зрения гигиенистов, снижать температуру на 2-3°C ночью в спальне, что связано с изменением интенсивного обмена веществ. Особенно следует отметить влажностный режим помещения, непосредственно связанный с тепловым.

Таблица 1. Температурные параметры помещения

Вид деятельности	Оптимальная температура воздуха, °C	Допустимый (комфортный) интервал температур. °C
Легкая работа	20-23	19-25
Работа средней тяжести	17-20	15-23
Тяжелая работа	16- 18	13-19

Источниками влаги в помещении являются: приготовление пищи - около 2,5л/сут. на среднюю семью из 3-4 человек: стирка и глажение белья - 14 л/нед.; душ - около 0,3л/сут. на чел.: влажная уборка - 0,15 л/м²; растение в горшке - 0,83 л/сутки на одно среднее растение; потоотделение - до 5л, при занятии физкультурой или других физичес. нагрузках. **Средняя семья может вносить до 15 л в сутки в атмосферу своего жилища.**

Влага содержится в воздухе в виде водяных паров и максимальная величина влагосодержания зависит от температуры воздуха (см. табл.2).

Таблица 2.

Температура воздуха, °С	- 10	0	10	12	16	20	30
Максимальное влагосодержание, г/м ³	2,14	4.84	9,4	10,7	13,6	17,3	30,3

Например, если у вас, при температуре внутри помещения 20°С содержится 10,7 г/м³ влаги, то когда температура снизится до 12 °С, влажность воздуха будет уже 100% и дальнейшее понижение температуры приведет к конденсации влаги с её выпадением, преимущественно на быстроостывающие ограждающие конструкции здания. Поэтому, если в холодный период года Вы приезжаете в загородный дом иногда, или наоборот, проживаете в нём постоянно, но иногда выезжаете на некоторое продолжительное время, обязательно следует тщательно проветривать помещение, перед тем, как уехать. Это позволит вам сохранить ограждающие конструкции здания от конденсации на них влаги и уберечь их от гниения плеснеобразования и намокания. Повышенное влагонасыщение ограждающих конструкций приводит к увеличению теплопотерь, что проиллюстрировано на рис.2.

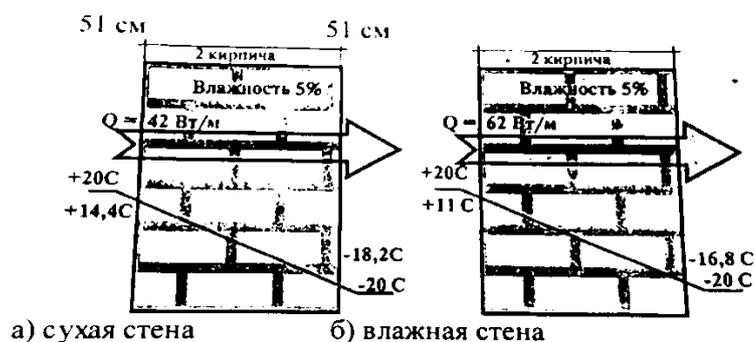


Рис. 2

2.2. Теплозащита жилого дома

Для того, чтобы правильно выбрать теплогенератор (источник теплоты системы отопления) нам нужно знать некоторые параметры.

Важнейший параметр – сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_0 . Требуемое сопротивление теплопередаче R^{TP} , (м²·°С)/Вт ограждающих конструкций, за исключением заполнения световых проемов (окон), следует определять по формуле :

$$R^{TP} = \frac{n(t_B - t_H)}{\Delta t_H \cdot \alpha_B}, \quad (1)$$

где n – коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху (табл. 3); t_B – расчётная температура

внутреннего воздуха (18°C); t_e - расчётная температура наружного воздуха, принимается по таблице 5, в зависимости от тепловой инерции ограждающей конструкции D (табл. 4); $\Delta t_{\text{н}}$ - нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха помещения и ограждающей конструкции: для наружной стены, чердачного перекрытия и пола первого этажа соответственно **6,4 и 2 °С**; $\alpha_{\text{в}}$ - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций для стен, полов и потолков жилого здания $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$.

Таблица 3.

Вид ограждающей конструкции	n
1. Наружные стены и перекрытия с кровлей из штучных материалов	1,0
2. Перекрытия чердачные с кровлей из рулонных материалов	0,9
3. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами:	
- со световыми проемами;	0,75
- без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли;	0,6
- расположенных ниже уровня земли.	0,4

Таблица 4.

Вид ограждающей конструкции:	D	Расчётная температура
Большая инерционность	$D > 7$	Наиболее холодная пятидневка
Средняя инерционность	$4 < D < 7$	Наиболее холодная трёхдневка ^{*)}
Малая инерционность	$1,5 < D < 4$	Наиболее холодные сутки
Безинерционность	$D < 1,5$	Абсолютная минимальная

^{*)}Примечание: в расчетах применяется температура наиболее холодной пятидневки, практически совпадающая с данными по средней температуре трёхдневки.

Тепловая инерция D ограждающей конструкции определяется по формуле:

$$D = R_1 S_1 + R_2 S_2 + \dots + R_M S_M \quad (2)$$

т. е. как сумма произведений сопротивлений отдельных слоёв ограждающей конструкции на коэффициент теплоусвоения материала каждого слоя S_i .

Термическое сопротивление R_1 , ($\text{м}^2 \cdot \text{°С})/\text{Вт}$ слоёв ограждающей конструкции, а также однородной (однослойной) ограждающей конструкции определяется по формуле: $R = \frac{\delta}{\lambda}$ (3).

где: δ – толщина слоя, м; λ – расчётный коэффициент теплопроводности слоя, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$

Все необходимые для расчётов параметры представлены в **таблицах 5 и 6.**

Пример. Определим термическое сопротивление стены толщиной 51 см (два силикатных кирпича), на цементно-песчаном растворе. По таблице 6, столбец 4 находим расчётный коэффициент ($\delta = 0,51$), $\lambda = 0,87 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$.

$$R = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0,51}{0,87} = 0,586 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С})/\text{Вт}$$

Далее определим тепловую инерционность D для однослойной ограждающей конструкции: $D = R \cdot s = 0,586 \cdot 10,90 = 6,39$

Для населенных пунктов Московской области по табл. 5, столбец 5 находим расчётную наружную температуру воздуха - 26 °С.

По формуле (1) находим требуемое расчётное сопротивление ограждающей конструкции из силикатного кирпича толщиной 0,51м.

$$R_0^{TP} = 1 \cdot (18 - (-26)) / 6 \cdot 8,7 = 0,843 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт}$$

Ранее определенное нами термическое сопротивление кирпичной стены меньше требуемого ($0,586 < 0,843$), следовательно дом с такими ограждениями не приспособлен для проживания в нём зимой.

Представляют интерес для практических расчётов такие понятия, как плотность теплового потока q , Вт/м², и тепловой поток Q , Вт: $q = \frac{t_1 - t_{n+1}}{\Sigma R}$, Вт/м² (4)

$$Q = q \cdot F, \text{ Вт} \quad (5)$$

где t_1 — расчётная температура внутреннего воздуха, °С; t_{n+1} - расчётная температура наружного воздуха, °С; ΣR - сумма термических сопротивлений каждого из слоёв ограждающей конструкции, (м²·°C)/Вт; F - внешняя площадь ограждающей конструкции, м².

Табл. 5. Расчётные климатические параметры некоторых областных центров России

Город	Температура наружного воздуха, °С				Отопительный период		Максимальная из средних, по румбам, скоростей ветра за январь, м/с - румб
	Средне-годовая	Абсолютная миним.	Наиболее холодны суток	Наиболее холодной пяти-дневки	Продолжительн. суток	Средняя температура, °С	
1	2	3	4	5	6	7	8
Белгород	6,3	-37	-28	-23	196	-2,2	5,9-ЮЗ
Брянск	4,9	-42	-30	-26	206	-2,6	6,3 - ЮЗ
Владимир	3,4	-48	-33	-28	217	-4,4	4,5-Ю
Вологда	2,2	-48	-36	-31	228	-4,8	6- ЮВ
Воронеж	5,4	-38	-30	-26	199	-3,4	5,4 - ЮЗ
Иваново	2,7	-46	-33	-29	217	-4,4	4,9-Ю
Калуга	3,8	-46	-31	-27	214	-3,5	4,9 - ЮЗ
Кострома	2,7	-46	-35	-31	224	-4,5	5,8-Ю
Курск	5,4	-38	-30	-26	198	-3	5,3 - ЮЗ
Липецк	5,1	-38	-31	-27	199	-3,9	6-Ю
Москва	3,8	-42	-32	-26	213	-3,6	4,9-Ю
Новгород	3,9	-45	-31	-27	220	-2,6	6,6-Ю
Нижний Новгород	3,1	-41	-34	-30	218	-4,7	5,1-ЮЗ
Орел	4,6	-39	-31	-26	207	-3,3	6,5-Ю; ЮЗ; 3
Пенза	3,9	-43	-33	-29	206	-5,1	5,6-СЗ
Псков	4,6	-41	-31	-26	212	-3	4,8-Ю
Ростов-на-Дону	8,7	-33	-26	-22	175	-1,1	6,5 - В
Рязань	3,9	-41	-33	-27	212	-4,2	7,3-Ю
Самара	3,8	-43	-36	-30	206	-6,1	5,7-Ю

Саратов	5,3	-41	-33	-27	198	-5	5,6-Ю
Санкт-Петербург	4,3	-36	-29	-26	219	-2,2	4,2-ЮЗ
Смоленск	4,4	-41	-31	-26	210	-2,7	6,8-Ю
Гамбов	4,8	-39	-32	-28	202	-4,2	4,7-ЮВ; Ю; ЮЗ
Тверь	3,3	-50	-33	-29	219	-3,7	6,2-ЮЗ
Тула	4,2	-42	-31	-27	207	-3,8	5,4-Ю
Ярославль	17	-46	-34	-31	222	-1,5	6-Ю

Таблица составлена по данным СНиП 2.01.01.82. «Строительная климатология и геофизика», по данным СНиП II-3-79 "Строительная теплотехника".

Таблица 6. Теплотехнические показатели некоторых строительных материалов

Материал	Плотность кг/м ³ , ρ_0	Удельная теплоемкость, кДж/(кг·°C), C_0	Расчетный коэффициент	
			теплопроводности λ , Вт/(м ² ·°C)	Теплоусвоения, Вт/(м ² ·°C), S
1	2	3	4	5
Железобетон	2500	0,84	2,04	16,95
Бетон на гравии (щебне)	2400	0,84	1,86	17,88
Туфобетон	1800	0,84	0,99	12,79
Пемзобетон	1000	0,84	0,43	6,41
Керамзитобетон	1800	0,84	0,92	12,33
Тоже	1000	0,84	0,41	6,13
Тоже	500	0,84	0,23	3,25
Газо- и пенобетон	1000	0,84	0,47	7,09
Тоже	600	0,84	0,26	3,91
Тоже	300	0,84	0,13	1,95
Глиняный кирпич на цементно – песчаном растворе	1800	0,88	0,81	10,12
Силикатный на ц-п растворе	1800	0,88	0,87	10,90
Керамический кирпич пустотный на ц-п растворе	1600	0,88	0,64	8,48
Тоже	1200	0,88	0,52	6,62
Силикатный пустотный на ц-п растворе	1500	0,88	0,81	9,63
Сосна, ель	500	2,3	0,18	4,54
Фанера клееная	600	2,3	0,18	4,73
Плиты ДВП и ДСП	1000	2,3	0,29	7,7
Тоже	200	2,3	0,08	1,81
Пенополистирол	150	1,34	0,06	0,99
Тоже	100	1,34	0,052	0,82
Тоже	40	1,34	0,05	0,49
Пенопласт	125	1,26	0,064	0,99
Тоже	100 и меньше	1,26	0,052	0,80
Пенополиуретан	80	1,47	0,05	0,70
Тоже	40	1,47	0,04	0,42
Гравий керамзитовый	800	0,84	0,23	3,60
Тоже	200	0,84	0,12	1,66
Штукатурка:цементно-песчаная	1800	0,84	0,93	11,09
песок-известь-цемент	1700	0,84	0,87	10,42
известково –песчаная	1600	0,84	0,81	9,76
цементно - шлаковая	1400	0,84	0,64	8,11
Тоже	1200	0,84	0,58	7,15
цементно-перлитовая	1000	0,84	0,30	5,42

Продолжение таблицы 6

Тоже	800	0,84	0,26	4,51
Гипсоперлитовая	600	0,84	0,23	3,84
Плиты из гипса	1200	0,84	0,47	6,70
Тоже	1000	0,84	0,35	5,28
Листы гипсовые(сухая штукатур.)	800	0,84	0,21	3,66
Листы асбестоцементные плоские	1800	0,84	0,52	8,12
Тоже	1600	0,84	0,41	6,80
Рубероид, пергамин, толь	600	1,67	0,17	3,53
Линолеум ПВХ	1800	1,47	0,38	8,56
Тоже	1600	1,47	0,33	7,52
Тоже на тканевой основе	1800	1,47	0,35	8,22
Тоже	1600	1,47	0,29	7,05
Тоже	1400	1,47	0,23	5,87
Алюминий	2600	0,84	0,21	187,6
Медь	8500	0,42	0,47	326
Стекло оконное	2500	0,84	0,76	10,79

$$\text{Для нашего случая: } q = \frac{18 - (-26)}{0,586} = 75 \text{ Вт/м}^2$$

Если, например, дом имеет высоту этажа 3,0 м, периметр $(11 + 6,5) \cdot 2 = 35$ м, то площадь ограждающей конструкции составит $F = 35 \cdot 3 = 105 \text{ м}^2$. Вычтем площадь окон и входной двери, например, 8 окон размером 1,5 х 1,5 м и одна дверь - проем 1,0 х 2,0 м, всего $1,5 \times 1,5 \times 8 + 1,0 \times 2,0 = 20 \text{ м}^2$. $F = 105 - 20 = 85 \text{ м}^2$.

Тепловой поток (тепловые потери) нашего здания составят: $Q = F \cdot q = 75 \cdot 85 = 6375 \text{ Вт}$.

Если учесть, что тепловые потери через наружные стены составляют примерно 27% от общих теплопотерь, то можно приблизительно определить и общие теплопотери:

$$Q^{\text{общ}} = 6375 \cdot 100 / 27 = 23611 \text{ Вт} = 24 \text{ кВт}$$

Но этот расчет сделан для наиболее холодной пятидневки и, если Вы собираетесь жить в загородном доме, например, до сентября, средняя температура наружного воздуха для которого составляет 10,6 °С, теплопотери нашего здания составят всего:

$$Q^{\text{сент}} = \frac{18 \cdot 10,6}{0,586} \cdot 85 \cdot \frac{100}{27} = 4 \text{ кВт}$$

Снижение теплопотерь, а, следовательно, и экономия энергоносителя (электричество, газ, дрова, уголь, жидкое топливо), достигается за счет применения теплоизоляционных материалов, характеризующихся низкой теплопроводностью (0,02 – 0,2 Вт/м·°К), высокой пористостью (70 - 98%), незначительной плотностью и определенной прочностью.

Некоторые из широко применяемых в нашей стране теплоизоляционных материалов представлены в **таблице 6**, на другие, недавно появившиеся, такие, как Эковата, Изовер и другое можно получить данные у фирмы-продавца.

Допустим, Вы хотите утеплить рассмотренную выше ограждающую конструкцию из силикатного кирпича, с целью приспособить дом и для зимнего в нём проживания. В качестве утеплителя выбираем пенопластовые листы толщиной 5 см, сверху листы обшиваем вагонкой, толщиной 13мм. Определим термическое сопротивление каждого слоя:

$$R_K = \frac{0,51}{0,87} = 0,586; R_n = \frac{0,05}{0,064} = 0,781; R_B = \frac{0,013}{0,35} = 0,037;$$

$$\text{Общее термическое сопротивление составит: } R_{\text{общ}} = 0,586 + 0,781 + 0,037 = 1,404$$

$$\text{Плотность теплового потока утепленного дома составит: } q = \frac{18 - (-26)}{1,404} = 31,34 \text{ Вт/м}^2$$

Теплопотери через стены дома составят: $Q = 31,34 \cdot 85 = 2664 \text{ Вт} = 2,66 \text{ кВт}$ и от всего дома, в целом: $Q_{\text{общ}} = 2,66 \cdot \frac{100}{27} = 9,9 \text{ кВт}$

Но это была проверка на самые суровые условия. Отопительный сезон, а он начинается, когда температура наружного воздуха опускается до $+8 \text{ }^\circ\text{C}$, длится в Московской области 213 дней и средняя температура наружного воздуха отопительного сезона $-3,6^\circ\text{C}$ (табл. 5. столбцы 6 и 7).

Суммарные тепловые потери за отопительный сезон наружными стеновыми ограждениями составят (по нашему примеру):

$$\text{для стены без теплоизоляции: } Q = \frac{18 - (-26)}{0,586} \cdot 24 \cdot 213 \cdot 85 = 16016465 \text{ Вт} = 16016 \text{ кВт}$$

$$\text{для стены без теплоизоляции: } Q^n = \frac{18 - (-3,6)}{0,586} \cdot 24 \cdot 213 \cdot 85 = 6684910 \text{ Вт} = 6685 \text{ кВт}$$

Полученные результаты - предмет для размышления. Значительную часть теплоты в доме теряете через окна. **Сопротивление теплопередаче окон различной конструкции для Московской, Ленинградской и Курской областей представлено в таблице 7.**

Конструкция окна	Сопротивление теплопередаче ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)/Вт
Одинарное остекление в деревянных переплетах	0,18
Двухслойный стеклопакет в деревянном переплете	0,36
Двойное остекление в деревянных спаренных переплетах	0,39
Двойное остекление в деревянных отдельных переплетах	0,42
Тройное остекление в деревянных отдельно-спаренных переплетах	0,55
Двухслойный стеклопакет и одинарное остекление в отдельных деревянных переплетах	0,58

Кроме того, на отечественном рынке появились пластиковые, алюминиевые и деревянные окна с вакуумными стеклопакетами, изготавливаемые по зарубежным технологиям; имеющие высокое сопротивление теплопередаче, величине которого не уступает и их стоимость - информация к размышлению.

Улучшают теплозащиту окон внешние и внутренние жалюзи, занавески и портьеры, за счет экранирования отрицательного излучения холодной поверхности стекла.

Кроме влажности, о которой говорилось ранее, на величину теплоотерь влияет ветер. Ветер не обладает постоянной скоростью и направлением, он дует как бы толчками, или порывами, отделенными друг от друга интервалами более слабого ветра. Однако на тепловые потери здания оказывают влияние не отдельные порывы ветра, а его усредненные за определенный отрезок времени значения. В таблице 5 представлена максимальная из средних (по румбам) скоростей ветра за наиболее холодный месяц зимы - январь. Как видно из таблицы, господствующими ветрами в Европейской части России являются ветры с юго-запада.

Пример влияния ветра на величину общих теплоотерь для здания в 2,5 кирпича представлен в таблице 8.

Таблица 8.

Показатель	Скорость ветра, м/с			
	0	5	10	15
Суммарные тепловые потери %	100	116	123	139

Есть в природе и положительные факторы (плюсовая часть баланса) – это инсоляция (солнечная радиация). Данные о влиянии солнечной радиации на температуру воздуха в помещении для здания, расположенного на широте 60° (Ленинградская область) представлены в таблице 9.

Таблица 9.

Показатели	Месяц				
	XII	I	II	III	IV
Средняя интенсивность радиации на поверхности стены за период облучения, Вт/м ²	250	300	400	437	428
	64	93	146	316	406
Среднее количество тепла, проникающее через окна за период облучения, Вт/м ²	100	120	160	175	171
	26	37	77	126	163
Продолжительность радиации, ч	5,5	6,7	9,0	10,4	10,4
	2,8		5,0	6,0	7,3
Прирост температуры воздуха в помещении, °С: среднесуточный	1,0	1,5	2,6	3,3	3,2
	0,1	0,2	0,7	1,4	2,1
минимальный	0,8	1,2	2,1	2,6	2,5
	0,1	0,2	0,5	1,1	1,7
максимальный	1,4	2,0	3,3	4,1	4,0
	0,2	0,4	1,0	2,0	2,9

2.3. Теплоснабжение здания

Зная тепловые потери здания можно выбрать систему отопления, подобрать теплогенератор и отопительные приборы. Характеристики различных систем отопления представлены в таблице 10.

Не вдаваясь в конструкторские особенности перечисленных в таблице отопительных систем, а также возможных их гибридов, можно оценить и выбрать для себя хороший вариант.

ЗАПОМНИТЕ! Все рекламы представляют только достоинства, недостатки Вы должны найти сами. Например: широко рекламируемый тёплый пол - гибрид панельно-лучистой и электрической систем. Тёплый пол представляет собой замкнутое в пол ТЭН-кабель, распределенный по всей площади помещения, обладая всеми перечисленными в рекламе положительными качествами, имеет и недостатки. Нам, уже имеющим представление о сопротивлении теплопередаче различных материалов ясно, что греющий кабель, расположенный между бетонным перекрытием и деревянным полом, будет греть большей степени бетонное перекрытие, в лучшем случае потолок ниже расположенного этажа, в худшем - подвала. Ну, конечно, если у нас полы не деревянные, а мраморные, керамические или линолеум по бетону (по стяжке ТЭН-кабеля), тогда теплоты будет больше.

Также в жилых комнатах и спальнях от нагретого пола, вместе с пылью и обитающими в ней вирусами, бактериями и другими микроорганизмами, теплый воздух поднимается вверх, затем вся эта смесь попадает к нам в дыхательные пути, оседает на одежде, предметах, продуктах. Кроме того, вряд ли принесет пользу вам и домашним животным электромагнитное поле работающего под всей поверхностью пола электрокабеля. Однако, в ваннах и санузлах применение теплого пола возможно, только нужно проследить за качеством изоляции кабеля, ТЭНа и качеством его укладки и замощивания – ведь ходить в ванне Вам придется не в резиновых сапогах.

Таблица 10. Характеристики различных систем отопления

Отопления:	Преимущества	Недостатки
печное	Возможность использования несортного топлива (макулатуры, мусора и т.п.), высокая теплоаккумулирующая способность, возможность отопления с одновременным приготовлением пищи.	Низкий КПД, занимают большую площадь, невозможность быстро прогреть помещение, неравномерный прогрев помещения, необходимая площадь для хранения дров или угля, возможность отравления угарным газом, уступает другим системам в санитарно-гигиенических параметрах.
водяное	Обеспечивает равномерность температуры помещения. Ограничивает верхний предел температуры поверхности отопительных приборов, что исключает пригорание на них пыли. Простота регулирования теплоотдачи отопительных приборов. Бесшумность работы, долговечность, высокие санитарно гигиенические показатели.	Опасность замерзания теплоносителя, с разрушением коммуникаций и оборудования.
электро-отопление	Высокий уровень надежности гибкость управления, компактность отопительных приборов, высокий КПД, комфортность и гигиеничность.	Относительно высокая стоимость электроэнергии.

Продолжение таблицы 10

паровое	Высокая теплоотдача отопительных приборов, меньший расход металла, быстрый нагрев помещения, меньшая, чем у водяного отопления, опасность размораживания.	Высокая температура на поверхности труб и приборов, что не отвечает санитарно-гигиеническим требованиям, невозможность центрального регулирования, быстрая коррозия труб, особенно конденсаторов, повышенные теплопотери, шумы и удары в системе вследствие попутной конденсации пара.
воздушное	Возможность совмещения с системой вентиляции, отсутствие в отапливаемом помещении каких-либо отопительных приборов, быстрый прогрев помещения, центральное качественное регулирование.	Большие сечения каналов (воздуховодов), большие бесполезные потери при прокладке воздуховодов в холодных помещениях малая теплоаккумулирующая способность (быстрое остывание помещения после отключения системы)
панельно-лучистое	Обеспечение повышенных санитарно-гигиенических показателей, индустриальность, снижение материалоемкости, легкость монтажа.	Большая теплоёмкость, затрудняющая индивидуальное регулирование теплоотдачи, сложность ремонта и замены отдельных элементов системы.

Проанализировав таблицу 10, можно сделать вывод, что наиболее удачными являются системы водяного и электрического отопления. Некоторые из имеющихся недостатков этих систем уже преодолены. Например, существуют теплоносители – антифризы, не замерзающие при температурах - 50 °С и ниже. Что касается относительно высокой стоимости электроэнергии, то дрова, конечно, дешевле, но их надо завезти, напилить, наколоть, построить для них дровяной сарай, да и КПД дровяного котла своё съест, так, что по деньгам так на так и получается, зато хлопот меньше, да и вместо дровяного сарайчика можно разбить клубничные грядки или огуречные, можно даже цветы посадить, но это - кому что. Очевидно, что объединение водяной и электрической систем отопления даст ещё более положительный результат.

2.3.1. При подборе печей прежде всего необходимо определить их теплопроизводительность, равную теплопотерям помещений при расчётной температуре наружного воздуха. Определить теплопотери жилых комнат одноэтажных усадебных домов, строящихся по типовым проектам, можно по номограммам, показанным на рис. 4а,б. Номограммой на рис. 4а пользуются следующим образом: наносят на оси абсцисс точку 1, соответствующую площади данного помещения, и проводят вертикаль до наклонной линии, соответствующей заданной длине наружной стены помещения. Точку пересечения 2 сносят по графику, и находят на оси ординат точку 3, указывающую значение произведения К-Ф наружных ограждений данной комнаты. Для определения теплопотерь комнаты следует полученную из номограммы величину К-Ф умножить на расчётную разность температур. Номограмма на рис.4б отличается от предыдущей

номограммы тем, что вместо наклонных линий наклонной длины комнат, нанесены линии разной высоты помещений.

Определить теплотери Q_0 в Вт по каждому помещению в отдельности можно по формуле:

$$Q_0 = \Sigma F \frac{n}{R_0} (t_b - t_n), \text{ Вт} \quad (6)$$

где F - расчётная площадь ограждающей конструкции, м^2 ; n - коэффициент учёта положения наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху [3]; R_0 - сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт}$; t_b - расчётная температура воздуха в помещении, $^{\circ}\text{C}$ [2]; t_n - расчетная температура наружного воздуха, равная температуре холодной пятидневки при расчёте потерь теплоты через наружные ограждения или температуре воздуха более холодного смежного помещения при расчёте потерь теплоты через внутренние ограждения, $^{\circ}\text{C}$ [2].

Термическое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_g} + \Sigma \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_n}, (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт} \quad (7)$$

где α_g - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$, для стен, полов, потолков можно принять $\alpha_g = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$; α_n - коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждения, для наружных стен, покрытий, перекрытий можно принять $\alpha_n = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ [3]; δ - толщина слоя материала, м; λ - расчётный коэффициент теплопроводности строительного материала. $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ [3].

Размеры помещений в плане берутся по общим правилам обмера стен и перекрытий, а именно: длина наружных стен неугловых помещений измеряется между осями внутренних стен; наружных стен угловых помещений - от линий пересечения наружных поверхностей стен до оси внутренних стен; глубина помещений – от внутренней поверхности наружной стены до оси внутренней стены.

Тепловые потери в помещении рассчитываются с учетом поправочного коэффициента, который в зависимости от размеров и конструкции отступок принимается следующим: 0,75 - при: а) закрытых - с боков, но открытых сверху и внизу поверхностях при ширине 13 см и более; б) открытых с обеих сторон поверхностях при ширине от 7 до 13 см; в) открытых с обеих сторон поверхностях, закрытых с боков и нижней поверхности, с нижней решеткой и открытых сверху поверхностях; 0,5 - при закрытых поверхностях с нижней и верхней решётками.

2.3.2 После того как определены тепловые потери помещения, следует подобрать печь согласно таблице технических характеристик отопительных печей и с учётом компоновочных размеров. По типовым альбомам выбирают отопительную печь

соответствующей тепловой мощности Q в Вт. Выбирать печи по теплоотдаче и проверять по теплоустойчивости помещений следует при двух топках печи в сутки. При повышении наружной температуры и уменьшении разности температур внутреннего и наружного воздуха до 60 - 65% от расчетной возможен переход на одну топку в сутки.

Подбор печей периодического действия производят из расчёта определенного количества топок печи в течение суток: для средней полосы — 2 раза в сутки, для северных широт с расчётной температурой минус 36 °С и ниже — 2 раза при увеличенной продолжительности топки, для южных районов, имеющих расчётную температуру отопления 5°С и выше — 1 раз в сутки. Теплоотдача печи Q , должна быть равна теплопотерям помещения с допускаемым отклонением $\pm 15\% Q_0$.

При обслуживании одной печью нескольких, смежных помещений печь следует устанавливать так, чтобы теплоотдача выходящей в каждое помещение части нагревательной поверхности её возмещала теплопотери этого помещения. Если теплоотдача выбранной печи превосходит теплопотери помещения больше, чем на 15%, то необходимо взять печь меньших размеров. От чего зависят эти тепловые потери? Они тем больше, чем больше разность температур в доме и на улице. Они тем меньше, чем выше теплозащитные свойства стены (или, как говорят, осаждающей поверхности). Стена сопротивляется утечке тепла, поэтому ее теплозащитные свойства оценивают величиной, называемой сопротивлением теплопередаче.

Формула проста, как закон Ома:
$$R_T = \frac{\Delta T}{q}, \quad (8)$$

где q — это количество тепла, которое теряет квадратный метр ограждающей поверхности (стены, крыша и т.д.). Его измеряют в ваттах на квадратный метр ($Вт/м^2$); ΔT — это разница между температурой на улице и в комнате (°С) и, наконец, R_T это сопротивление теплопередаче, $\frac{°C}{Вт/м^2}$ или $\frac{°C \cdot м^2}{Вт}$. **Значение R_T для разных материалов (заданной толщины) можно взять из таблицы 11.**

Таблица 11. Сопротивление теплопередаче различных материалов

Материал и толщина стены	Сопротивление теплопередаче $R_T, \frac{°C}{Вт/м^2}$
1	2
1.Кирпичная стена:	
1.1.толщиной в 3 кирпича (79см)	0,592
1.2.толщиной в 2,5 кирпича (67 см)	0,502
1.3.толщиной в 2 кирпича(54см)	0,405
1.4.толщиной в 1 кирпич (25 см)	0,187
2.Сруб из бревен d=25см	
2.1.d = 20см	0,440

Продолжение таблицы 11

3.Сруб из бруса :	
3.1.толщиной 20 см	0,806
3.2.толщиной 10 см	0,353
4.Каркасная стена (доска + минвата+доска) 20 см	
5.1.Стена из пенобетона 20 см,	0,476
5.2.30 см	0,709
6.Штукатурка по кирпичу, бетону, пенобетону (2 – 3 см)	
7.Потолочное (чердачное) перекрытие	1,43
8.Деревянные полы	1,85
9.Двойные деревянные двери	0,21

Если речь идет о многослойной стенке, то сопротивления слоев просто складывают (в точности, как в электрической цепи). Например, сопротивление стены из дерева, обложенного кирпичом, является суммой трёх сопротивлений: кирпичной и деревянной стенки и воздушной прослойки между ними: $R_T(\text{сумм.}) = R_T(\text{дер.}) + R_T(\text{возд.}) + R_T(\text{кирп.})$ (9)

Строго говоря, чтобы оценить тепловой поток через некоторую преграду (например кирпичную стену), нужно рассматривать три слоя: сама стена; тонкая воздушная пленка, прилегающая к стене снаружи; такая же воздушная пленка внутри помещения (см.рис.3).

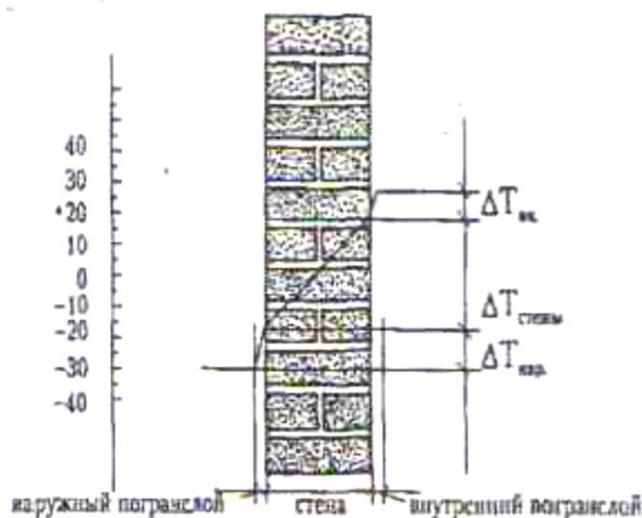


Рис.3. Распределение температуры и пограничные слои воздуха при передаче теплоты через стену

В этой тонкой воздушной прослойке (пограничный слой) происходит резкий скачок от температуры стены до температуры окружающего воздуха (рис.3), т.е. она имеет своё сопротивление передаче теплоты. Поэтому на самом деле при утечке теплоты через стену надо рассматривать полное тепловое сопротивление: $R_T(\text{полн.}) = R_T(\text{стен.}) + R_T(\text{внутр. погранслоя}) + R_T(\text{нар.погранслоя})$.

В строительных справочниках обычно указывают тепловое сопротивление материала, рассчитанное с учётом влияния погранслоя (в первую очередь того, что снаружи). В частности, даются разные цифры для угловых помещений (там влияет завихрение воздуха,

обтекающего дом) и неугловых, а также учитывается разная тепловая картина для помещений первого и верхнего (верхних) этажей. Посмотрим, как влияет коэффициент сопротивления теплопередаче на унос теплоты из комнаты на улицу.

Мы сделаем это на примере данных для окон разной конструкции (**табл.12**), чтобы показать, как важен правильный выбор окна для теплозащиты жилья. Выпишем коэффициент сопротивления теплопередаче и рядом – тепловые потери через окно (при температуре в комнате $+20^{\circ}\text{C}$, а на улице -30°C). Возьмем размеры окна $1,0 \times 1,6\text{м}$. Напомним, что теплотери считаются так: $R_T = \Delta T/q$.

Как видно из **таблицы 12**, современные стеклопакеты позволяют уменьшить теплотери окна почти в два раза. Для десяти окон экономия достигнет киловатта, что в месяц 720 киловатт-часов! Попробуем применить все эти сведения к конкретным примерам - для оценки тепловых потерь комнат, находящихся в разных условиях (с точки зрения влияния наружных условий).

В расчётах удельных тепловых потерь (на 1 кв. м поверхности) участвуют две величины: перепад температур ΔT ; сопротивление теплопередаче R_T . Температура в помещении обычно считается равной 20°C .

В качестве наружной температуры берут среднюю температуру самой холодной недели в году для данной местности (например, -30°C , тогда $\Delta T = 50^{\circ}\text{C}$). Коэффициент R_T различных материалов и толщин ограждающей поверхности дан в **таблице 11**.

Пусть $R_T = 0,806$ (стена из бруса толщиной 20 см). Количество тепла, теряемое квадратным метром, получим, разделив ΔT на R_T , то есть $50/0,806 = 62$ ($\text{Вт}/\text{м}^2$).

Таблица 12. Тепловые потери окон различной конструкции

Тип окна	$R_T, \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{Вт}/\text{м}^2}$	$q, \text{Вт}/\text{м}^2$	$Q, \text{Вт}$
Обычное окно с двойными рамами	0,37	135	216
Стеклопакет (толщина стекла 4 мм)			
4-16-4	0,32	156	250
4-Arg16-4	0,34	147	235
4-16-4К	0,53	94	151
4-Arg16-4 К	0,59	85	136
Двухкамерный стеклопакет			
4-6-4-6-4	0,42	119	190
4-Arg6-4-Arg6-4	0,44	114	182
4-6-4-6-4К	0,53	94	151
4-Arg6-4-Arg6-4К	0,60	83	133
4-8-4-8-4	0,45	111	178
4-Arg8-4-Arg8-4	0,47	106	170
4-8-4-8-4К	0,55	91	146
4-Arg8-4-Arg8-4К	0,67	81	131
4-10-4-10-4	0,47	106	170
4-Arg10-4-Arg10-4	0,49	102	163

Продолжение таблицы 12

4-10-4-10-4К	0,58	86	138
4-Ar10-4-Ar10-4К	0,65	77	123
4-12-4-12-4	0,49	102	163
4-Ar12-4-Ar12-4	0,52	96	154
4-12-4-12-4К	0,61	82	131
4-Ar12-4-Ar12-4К	0,68	73	117
4-16-4-16-4	0,52	96	154
4-Ar16-4-Ar16-4	0,55	91	146
4-16-4-16-4К	0,65	77	123
4-Ar16-4-Ar16-4К	0,72	69	111

Примечание: чётные цифры в условном обозначении стеклопакета означают воздушный зазор в мм; символ Ar означает, что зазор заполнен не воздухом, а аргоном; литера К означает, что наружное стекло имеет специальное прозрачное теплозащитное покрытие.

Таблица 13. Удельные теплотери элементов ограждения здания (на 1 м² по внутреннему контуру стен) в зависимости от средней температуры самой холодной недели в году.

Характеристика ограждения	Наружная температура, °С	Теплотери, кВт/м ²
Окно с двойным остеклением	-24	117
	-26	126
	-28	131
	-30	135
Сплошные деревянные двери (двойные)	-24	204
	-26	219
	-28	228
	-30	234
Чердачное перекрытие	-24	30
	-26	33
	-28	34
	-30	35
Деревянные полы над подвалом	-24	22
	-26	25
	-28	26
	-30	26

Для того чтобы совсем упростить расчёты теплотерь, в строительных справочниках часто приводят теплотери разного вида стен, перекрытий и т. д. для нескольких значений температуры зимнего воздуха, (табл.14).

Таблица 14. Удельные теплотери элементов ограждения здания (на 1 м² по внутреннему контуру стен) в зависимости от средней температуры самой холодной недели в году.

Характеристика ограждения	Наружная температура	Теплотери, Вт/м ²			
		Первый этаж		Верхний этаж	
		Угловая комната	Неуглов. комната	Угловая комната	Неуглов. комната
Стена в 2,5 кирпича (67 см) с внутр. штукатуркой	-24	76	75	70	66
	-26	83	8	75	71

Продолжение таблицы 14

	-28	87	83	78	75
	-30	89	85	80	76
Стена в 2 кирпича (54 см) с внутр. штукатуркой	-24	91	90	82	79
	-26	97	96	87	87
	-28	102	101	91	89
	-30	104	102	94	91
	-24	61	60	55	52
Рубленая стена (25 см) с внутр. обшивкой	-26	65	63	58	56
	-28	67	66	61	58
	-30	70	67	62	60
	-24	76	76	69	66
Рубленая стена (20 см) с внутр. обшивкой	-26	83	81	75	72
	-28	87	84	78	75
	-30	89	87	80	77
	-24	76	76	69	66
Стена из бруса (18 см) с внутр. 1 обшивкой — 26	-26	83	81	75	72
	-28	87	84	78	75
	-24	87	85	78	76
Стена из бруса (10 см) с внутр. 1 обшивкой – 26	-26	94	91	83	82
	-28	98	96	87	85
	-30	101	98	89	87
	-24	62	60	55	54
Каркасная стена (20 см) с керамзитовым заполнением	-26	65	63	58	56
	-28	68	66	61	59
	-30	71	69	63	62
Стена из пенобетона (20 см) с внутр. штукатуркой	-24	92	89	87	80
	-26	97	94	87	84
	-28	101	98	90	88
	-30	105	102	94	91

Примечание: Если за стеной находится наружное неотапливаемое помещение (сени, застекленная веранда и т.д.), то потери теплоты через неё составляют 70% от расчётных, а если за этим неотапливаемым помещением не улица, а ещё одно помещение наружу (например, сени, выходящие на веранду), то 40% от расчётного значения.

Рассмотрим пример расчёта тепловых потерь комнаты с помощью таблиц теплопотерь, I вариант (рис. 4а).

Угловая комната площадью 18 м^2 . Характеристики комнаты: этаж первый; площадь 16 м^2 ($5 \times 3,2$); высота потолка $2,75\text{ м}$; наружных стен – две (угловая) (брус толщиной 18 см , обшит изнутри гипроком и оклеен обоями); окон – два (высота $1,6\text{ м}$, ширина $1,0\text{ м}$); полы – деревянные утепленные, снизу – подпол.

Рассчитаем площади теплоотдающих поверхностей. Площадь наружных стен за вычетом окон: $S_1 = (5+3,2) \times 2,75 - 2 \times 1,0 \times 1,6 = 22,14 - 3,2 = 18,82\text{ м}^2$. Площадь окон: $S_2 = 2 \times 1,0 \times 1,6 = 3,2\text{ м}^2$. Площадь пола: $S_3 = 5 \times 3,2 = 16\text{ м}^2$. Площадь потолка: $S_4 = 5 \times 3,2 = 16\text{ м}^2$.

Площадь внутренних перегородок в расчете не участвует, так как через них теплота не уходит, ведь по обе стороны перегородки температура одинакова.

Теперь оценим теплопотери каждой из поверхностей: $Q_1 = S_1 \times 62 = 18,82 \times 62 = 1177 \text{ Вт}$;
 $Q_2 = S_2 \times 135 = 3,2 \times 135 = 432 \text{ Вт}$; $Q_3 = S_3 \times 35 = 560 \text{ Вт}$; $Q_4 = S_4 \times 27 = 432 \text{ Вт}$
 $Q_a = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 2600 \text{ Вт}$

Суммарные теплопотери комнаты $Q_a = 2600 \text{ Вт}$. Заметим, что через окна, полы и потолок уходит примерно столько же теплоты, сколько через стены. Результат расчёта (2,6 кВт) показывает теплопотери комнаты в самые морозные дни года. Естественно, чем теплее на улице, тем меньше уйдет из комнаты теплоты.

II вариант (рис. 4б)

Комната под крышей площадью 16 м^2 . Характеристики комнаты: этаж верхний (помещение под крышей); площадь 16 м^2 (3,8 x 4,2); высота потолка 2,4 м; наружные стены - два ската крыши (шифер, обрешётка, 10 см утеплителя, вагонка) и фронтоны (брус толщиной 10 см, обшитый вагонкой); окон - четыре (по два в каждом фронтоне), высотой 1,6 и шириной 0,8. Расчётная наружная температура – 30°C .

Площадь торцевых стен (за вычетом окон): $S_1 = 2(3,8 \times 2,3 - 0,6 \times 0,8 - 2 \times 1,6 \times 0,8) = 2(8,74 - 0,48 - 2,56) = 2 \times 5,70 = 11,4 \text{ м}^2$. Площадь четырех окон: $S_2 = 4 \times 1,6 \times 0,8 = 5,12 \text{ м}^2$. Может оказаться, что в таблицах которыми мы воспользовались, нет данных для таких многослойных стен, какие получились в нашем доме после теплоизоляционных работ. Тогда придется суммировать тепловые сопротивления всех слоёв, из которых состоит стена.

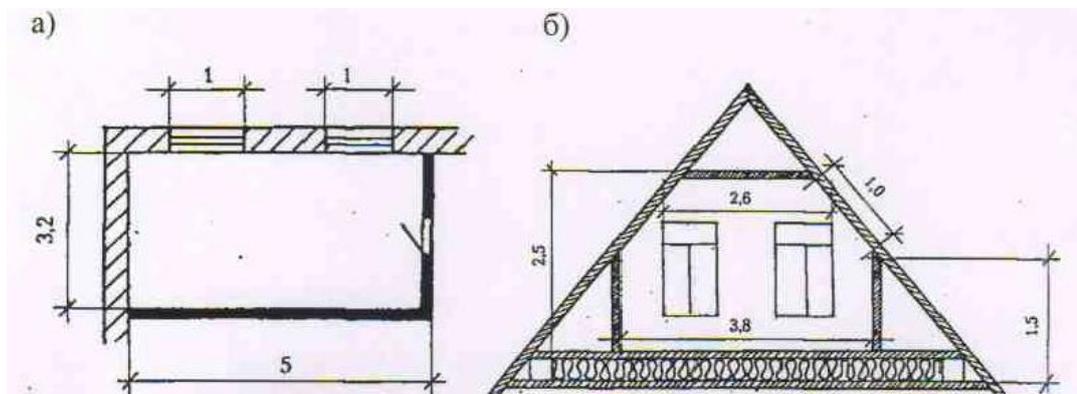


Рис. 4. К расчёту теплопотерь комнаты (размеры в мм): а — угловая комната (первый этаж); б комната под крышей (мансарда).

Площадь скатов крыши, ограничивающих, комнату: $S_3 = 2 \times 1,0 \times 4,2 = 8,4 \text{ м}^2$.

Площадь боковых перегородок: $S_4 = 1,5 \times 4,2 + 1,5 \times 4,2 = 12,6 \text{ м}^2$.

Площадь потолка: $S_5 = 2,6 \times 4,2 = 10,92 \text{ м}^2$.

Теперь оценим тепловые потери этих поверхностей (через пол тепло не уходит — там теплое помещение) $Q_1 = S_1 \times 89 = 11,4 \times 89 = 1074,6 \text{ Вт}$; $Q_2 = S_2 \times 135 = 5,12 \times 135 = 1792 \text{ Вт}$;
 $Q_3 = S_3 \times 75 = 8,4 \times 75 = 630 \text{ Вт}$; $Q_4 = S_4 \times 55 \times 0,7 = 12,6 \times 89 \times 0,7 = 784,98 \text{ Вт}$; $Q_5 = S_5 \times 35 = 10,92 \times 35 = 382 \text{ Вт}$. Общие тепловые потери комнаты составляют: $Q_6 = 4664 \approx 4700 \text{ Вт}$.

Заметим, что для стен и потолка мы считаем теплопотери по худшему варианту, то есть как для угловых помещений, а для потолка и продольных стен вводим 70-процентный коэффициент, так как за ними расположены неотапливаемые наружные помещения (чердак и пазухи).

Как видим, теплая комната первого этажа теряет (а значит, потребляет) почти в 2 раза меньше тепла, чем мансардная комната с тонкими стенками и большой площадью остекления. Чтобы такое помещение сделать пригодным для зимнего проживания, нужно серьезно утеплять в первую очередь торцевые стены и окна (через них уходит 60% теплоты).

Таким образом, расчёты подобного типа для каждой комнаты дома покажут, где «слабое звено» и как его исключить с помощью дополнительной изоляции.

2.4. Экспресс методы расчёта расхода теплоты на отопление

Расход теплоты на отопление при отсутствии проектных данных или их несоответствии натуре для расчётных условий определяют, но укрупнённым измерителям, а в отдельных случаях по площади поверхности фактически установленных отопительных приборов.

2.4.1. Для некоторых жилых зданий расход теплоты (Вт) можно определить по номограмме. Для других жилых, а также общественных и производственных зданий — по формуле:

$$Q_{от}^p = a \cdot q \cdot V (t_{вн}^p - t_{н.от}^p), \quad (10)$$

где a - поправочный коэффициент, применяемый в тех случаях, когда расчётная температура наружного воздуха для жилых и общественных зданий отличается от -30°C (табл. 16). Для промышленных зданий $a = 1$; q - тепловая отопительная характеристика зданий, Вт/м³·К, представляющая собой поток теплоты, теряемый 1м³ наружного объёма здания в единицу времени при разности температур внутреннего и наружного воздуха 1°C (табл.15); V - объём зданий по наружному обмеру, м³; $t_{вн}^p$ - расчётная внутренняя температура зданий (усредненная), °C (табл. 15); $t_{н.от}^p$ - расчётная температура наружного воздуха для проектирования отопления, °C (табл. 15).

Таблица 15. Тепловые характеристики жилых, общественных и производственных зданий при расчётной наружной температуре - 30° С и их внутренняя расчётная температура

Назначение здания	Строительный объём здания, тыс. м ³	Тепловая характеристика, Вт/(м ² ·К)		Внутр.расчётная температура (усредненная), °С, t ^p _в
		Отопительная, q _{от}	Вентиляционная, q _в	
1	2	3	4	5
Малозэтажные жилые и общественные здания	До 0,3	0,87	Не учитывается То же » »	18
	0,5	0,76		
	0,8	0,64		
	1,0	0,58		
Многоэтажные жилые здания, гостиницы, общежития	До 3	0,49	Не учиты - вается То же » » » »	18
	5	0,44		
	10	0,38		
	15	0,36		
	20	0,34		
	25	0,32		
	30 Свыше 30	0,31 0,30		
Бытовые и административ. - вспомогательные помещения производств. зданий	0,5- 1,0	0,7-0,52	» »	18
	1,0- 2,0	0,52 - 0,47		
Административ. здания	До 5	0,50	0,10	18
	10	0,44	0,09	
	15	0,41	0,08	
	Свыше 15	0,37	0,07	
Клубы	До 5 10	0,43	0,29	18
		0,38	0,27	
Кинотеатры	До 5 10 Свыше 10	0,43	0,50	14
		0,37	0,45	
		0,35	0,44	
Магазины	10	0,38	0,09	15
Детские сады, ясли	До 5	0,44	0,39	20
	Свыше 5	0,39	0,12	
Школы	До 5	0,45	0,10	16
	10	0,41	0,09	
	Свыше 10	0,38	0,08	
Поликлиники, больницы	До 5	0,47	0,34	20
	10	0,42	0,33	
Бани	До 5	0,33	1,16	25
Прачечные	До 5	0,44	0,93	15
Предприятия общественного питания (кухни, столовые)	До 5	0,41	0,81	16
	10	0,38	0,76	
	Свыше 10	0,35	0,70	
Ремонтные мастерские	5—10	0,7—0,6	0,23—0,17	20
Столярные мастерские	До 5	0,52	0,52	16

Примечания: В районах с расчётной зимней температурой - 31°C и ниже в жилых комнатах внутреннюю расчётную температуру принимают равной 20°C. В угловых помещениях жилых зданий эту температуру увеличивают на 2 °С (для всех климатических зон).

Таблица 16. Значение поправочного коэффициента “а” для заданной расчётной температуры наружного воздуха

$t_{н.от}^p, °C$	- 10	- 15	-20	-25	- 30	-35	-40	- 45	-50
a	1,46	1,28	1,17	1,08	1,00	0,95	0,90	0,85	0,82

2.4.2. Для жилых зданий введён укрупненный показатель q , Вт/м², то есть максимальный часовой расход теплоты на 1 м² жилой площади здания. Эту характеристику приводят для различных расчётных температур наружного воздуха в числе технико-экономических показателей проекта.

Таблица 17. Значения q в зависимости от расчётных значений температуры наружного воздуха приведены ниже:

°C	0	- 10	-15	-20	-25	-30	-35	-40
$q, \text{Вт/м}^2$	93	128	140	151	164	175	182	186

При таких температурах расход теплоты на отопление зданий равен: $Q_{от}^p = q \cdot F_{ж}$ (11)

где $F_{ж}$ - жилая площадь здания, м².

2.4.3. Расчётные отопительные потоки можно также определить по площади поверхности фактически установленных приборов (по отдельным отапливаемым помещениям) по удобной для применения формуле: $Q_{от}^p = q_{от.п} \cdot F \cdot K$ (12)

где $q_{от.п}$ – тепловая характеристика отопительного прибора, Вт/м², равная теплопередаче 1 эквивалентного квадратного метра* отопительного прибора в зависимости от расчётной температуры воды, входящей и выходящей из прибора, и расчётной температуры воздуха внутри отапливаемого помещения; F – площадь поверхности нагрева отопительного прибора, м²; K –коэффициент, зависящий от конструкции отопительного прибора.

Произведение $K \cdot F$ в этой формуле будет равно площади эквивалентной поверхности нагрева отопительного прибора.

*В справочниках по санитарно-техническим устройствам площадь поверхности нагрева отопительных приборов принято исчислять в эквивалентных квадратных метрах. **Эквивалентный квадратный метр–площадь поверхности нагрева отопительного прибора, отдающего 506Вт теплоты при разности средних температур теплоносителя и воздуха 64,5°C. Расход воды через прибор в расчёте на 1 эквивалентный квадратный метр составляет 17,4 кг/ч, а теплоноситель в прибор подается по схеме «сверху вниз».**

2.4.4. Расход теплоты на вентиляцию для действующих установок, когда подача воздуха соответствует проектной, а также для установок, находящихся в стадии монтажа принимают по проектным данным. При отсутствии проектных данных необходимый

расход теплоты на вентиляцию для расчётных условий достаточно точно можно определить по формуле:

$$Q_{\text{в}}^{\text{р}} = a \cdot q_{\text{в}} \cdot V (t_{\text{вн}}^{\text{р}} - t_{\text{н.в}}^{\text{р}}) \quad (13)$$

где $q_{\text{в}}$ – тепловая вентиляционная характеристика. Вт/м³·К, представляющая собой расход теплоты на вентиляцию 1 м³ здания в единицу времени при разности внутренней и наружной температур 1 °С (табл. 15); $t_{\text{н.в}}^{\text{р}}$ -расчётная температура наружного воздуха для проектирования вентиляции (табл. 15) .

3.Отопительные системы водяные

Основными элементами отопительной системы являются: теплогенератор (отопительный котёл);отопительные приборы; разводящие коммуникации (трубы) и теплоноситель.

3.1.Системы циркуляции теплоносителя

Система циркуляции теплоносителя – это сеть труб, по которым горячая вода подводится к отопительным приборам и отводится от них. Этот циркуляционный контур содержит также вспомогательные элементы: вентили, расширительный бак и т. д.

Перечень элементов циркуляционного контура таков: котёл; главный стояк (подающий стояк); разводящая магистраль: горячие стояки; обратные стояки; обратная магистраль; расширительный бак; сигнальная линия; запорные вентили.

Традиционно существуют различные схемы разводки воды по радиаторам: верхняя разводка и нижняя разводка; однотрубные системы (с подающим стояком) и двухтрубные (с подающим и обратным стояками); системы с горизонтальной разводкой; системы с попутным движением воды и тупиковые.

Рассмотрим назначение этих элементов на примере двухтрубной системы. Она существует в двух вариантах. Самый простой из них - вариант с верхней разводкой воды (рис. 6).

3.2. Верхняя разводка теплоносителя (см. рис.5)

Нагретая в котле вода поднимается по главному стояку и поступает в расширительный бак. Расширительный бак находится в самой верхней точке системы и служит для того, чтобы давление в системе не зависело от объёма и плотности воды. Для этого в расширительном баке предусмотрен достаточный объём над зеркалом воды, причем этот объём сообщается с атмосферой (через отверстия в крышке).Конструкция расширительного бака будет описана ниже. Разводящая магистраль — это труба, по которой горячая вода поступает к горячим стоякам. Она должна иметь небольшой уклон по ходу движения воды. Горячие (подающие) стояки проходят через все этажи-дома в непосредственной близости к радиаторам (как правило, в простенках между окнами). Обратные стояки это особенность двухтрубной системы. По ним через все этажи вода из радиаторов (охлажденная)

поступает в обратную магистраль. Обратная магистраль также имеет уклон по ходу движения воды и служит для сбора отработанной воды и подачи её в отопительный котёл. Сигнальная линия — это вертикальная трубка, подключенная к патрубку, врезанному в расширительный бак чуть ниже уровня зеркала воды. Вода стекает по этой трубке в воронку, подключенную к сливу, причём трубка снабжена краном. Если при открывании крана вода не течёт, то это сигнализирует о недостаточном количестве воды в системе. Запорные вентили на входе горячей воды в радиатор позволяют регулировать расход горячей воды и тем самым температуру радиатора, а также отсекать его от системы для замены или ремонта.

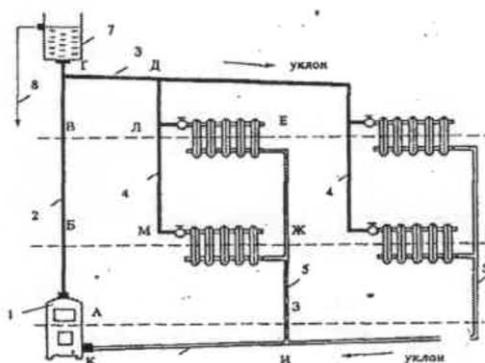


Рис. 5. Циркуляционный контур с верхней разводкой: 1 - котёл; 2 - главный стояк (ствол); 3 - разводящая магистраль (разводка); 4 - горячие стояки; 5 - обратные стояки; 6 - обратная магистраль (обратка); 7 - расширительный бак; 8 - сигнальная линия.

Как при верхней, так и при нижней разводке горячая вода поднимается вверх и поступает в разводящие магистрали, а оттуда через подающие стояки в отопительные приборы. Отдав теплоту в радиаторах, вода становится тяжелее и спускается самотёком через обратные стояки в обратную магистраль. Поступая в котёл, она, будучи более плотной, вытесняет горячую воду вверх. Таким образом, разность плотностей (весов) столбов горячей и холодной воды является источником напора.

Проследим, как образуется этот напор (**рис. 5**). Выше верхней штриховой линии вода горячая (95°C). Ниже нижней штриховой линии отработанная вода имеет температуру 70°C .

На участке АВ (главный ствол) циркулирует горячая вода (95°C), она ещё не отдала теплоты. На участке ЕЗ – отработанная вода (70°C). Эти два вертикальных столба АВ и ЕЗ имеют разный вес (он зависит от разности температур и высоты столбов), они и создают напор в кольце АВГДЛ ЕЖЗИК, то есть в радиаторах верхнего этажа. Для нижнего этажа (кольцо АВГДЛМЖЗИК) напор создает разный вес столбов АВ и ЖЗ (столб ЕЖ в этом контуре не участвует). Разница температур воды и её плотностей та же, а вот высота столбов меньше, чем для верхнего этажа.

3.3. Нижняя разводка теплоносителя (см.рис.6)

При нижней разводке подающая магистраль, которая питает горячие (восходящие) стояки, располагается ниже жилого помещения (в подпольном канале или в подвале). Обратные стояки присоединяются к общей обратной магистрали, проложенной ещё ниже. Кроме того, как видно из **рисунка 6**, схему дополняет верхняя воздушная линия, которая нужна, чтобы скапливающимися в радиаторах воздушные пузыри могли удалиться в атмосферу через расширительный бак (или специальный бак - воздухоотборник).

Если рассмотреть схему с нижней разводкой, мы получим ту же картину: при двухтрубной системе радиаторы нижнего этажа работают хуже, так как для них напор воды мал. Приходится заглублять котёл хотя бы на 3 м ниже этих радиаторов.

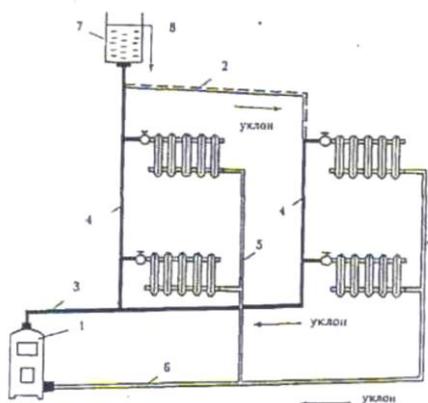


Рис.6 Схема водяного отопления с естественной циркуляцией воды с нижней разводкой: 1 - котёл; 2 - воздушная линия; 3 - разводка; 4 - горячие стояки; 5 - обратные стояки; 6 - обратная магистраль (обратка); 7 - расширительный бак; 8 - сигнальная линия.

3.4. Однотрубные системы водяного отопления

Рассмотренная выше двухтрубная система отчасти напоминает параллельное подключение приборов (например, лампочек) в электрической цепи — фазный провод подобен горячей линии. Если следовать этой аналогии, однотрубная система напоминает последовательную электрическую цепь: отработанная вода верхнего этажа поступает в качестве горячей в батарею этажа, расположенного ниже, и т. д. Таким образом, если в двухтрубной системе на всех этажах вода на входе в радиатор имела одну и ту же температуру (95°C), но разный напор и скорость, то здесь при последовательном прохождении вода через все этажи течёт с одной скоростью, а вот температура её на верхнем этаже самая высокая, а чем ниже этаж, тем она ниже. Поэтому на нижних этажах приходится увеличивать площадь радиаторов. Можно частично исправить ситуацию, если у каждого радиатора поставить перемычку, чтобы часть горячей воды шла к нижнему этажу мимо радиатора, не остывая (**рис. 7**). Правда, эта маленькая хитрость не останется безнаказанной: напор и скорость циркуляции тут же несколько упадут. Почему так?

Представим себе, что запорные вентили всех радиаторов перекрыты и вода от верхней магистрали движется вниз по перемычкам, минуя радиаторы, то есть не остывая. И в подающем, и в опускном стояках столбы воды имеют одинаковую температуру и плотность. Напора нет. И наоборот, если убрать перемычки и пропускать воду последовательно через радиаторы, вода будет остывать и тяжелеть от радиатора к радиатору. У радиаторов нижнего этажа самая неблагоприятная роль -теплоты им достаётся меньше, а работы по созданию напора - столько же. Отметим, что в однотрубных системах подъёмный трубопровод следует защищать от теплопотерь, иначе снизится разность температур и напор. А вот отпускные трубы утеплять не надо - остывая в них, вода становится тяжелее, что способствует увеличению напора.

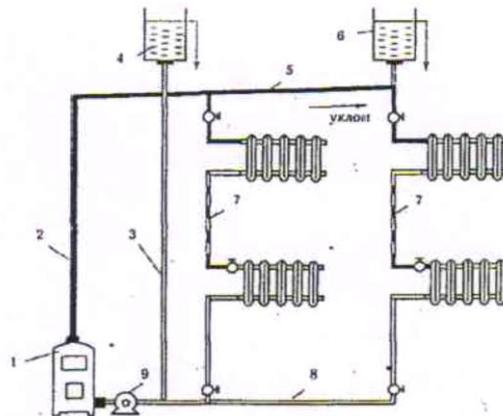


Рис. 7. Однотрубный циркуляционный контур: 1 - котёл; 2 - главный стояк; 3 - расширительная труба; 4 - расширительный бак; 5 - верхняя разводка; 6 -воздухосборник; 7 - обратные стояки; 8 - обратная линия; 9 - насос.

Следует упомянуть однотрубные системы с горизонтальной проточной системой.

Все отопительные приборы каждого этажа объединены в общую линию. Система эта проста в монтаже, требует меньшего количества труб, не нужны стояки у каждой батареи. Но, к сожалению, она неудобна в эксплуатации, так как склонна к образованию воздушных пробок (см. рис. 8).

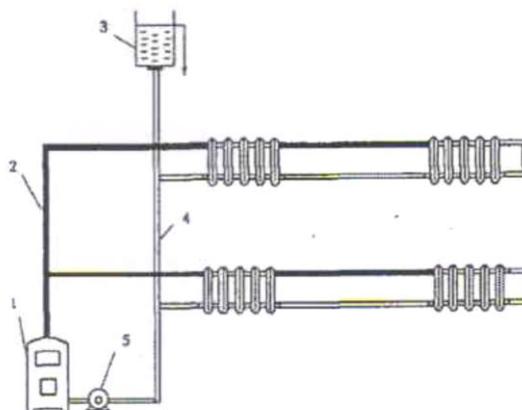


Рис.8. Однотрубный котел с горизонтальной проточной системой: 1 - главный стояк; 2 - насос, 3 - расширительный бак; 4 - расширительная труба; 5 котел;

3.4.1. Длина циркуляционных колец

Если рассмотреть схему с несколькими стояками, то нетрудно видеть, что чем дальше стояк от котла, тем длиннее проходящее через него циркуляционное кольцо. Поскольку гидравлическое сопротивление колец окажется также разным, ближние стояки получают преимущество в скорости протекания воды и количества теплоты.

Избежать указанного недостатка можно с помощью, так называемой схемы с попутным движением (рис. 9), где длина всех колец одинакова.

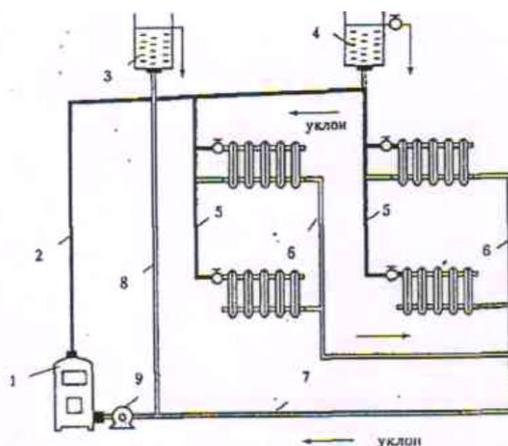


Рис.9. Система водяного отопления с попутным движением воды: 1 - котел; 2 - главный стояк; 3 - расширительный бак; 4 - воздухоотборник; 5 - подающие стояки; 6 - обратные стояки; 7 - обратная линия; 8 - расширительная труба; 9 - насос.

3.5. Принудительная циркуляция теплоносителя (см.рис.10)

Мы видим, что естественная циркуляция воды в системе плохо справляется в том случае, когда стояки с горячей и остывшей водой имеют малую высоту - напор тоже становится мал. Это существенно, например, для радиаторов первого этажа, если в доме нет подвала и котёл находится на том же уровне, что и радиаторы.

В этой ситуации имеет смысл использовать циркуляционный насос, который и создает необходимый напор. Такой насос предпочтительно ставить в обратной магистрали, там, где вода охлаждена, - это увеличивает его срок службы. Расширительный бак, как и насос, подключают к обратной магистрали, а к самой высокой точке разводки подключают воздухоотборник (см. рис. 10).

В качестве циркуляционного насоса по своим параметрам хорошо подойдет малошумящий горизонтальный центробежный насос - у него достаточная производительность и не слишком большой напор. Отечественная промышленность предлагает насосы ЦНИПС и УВС.

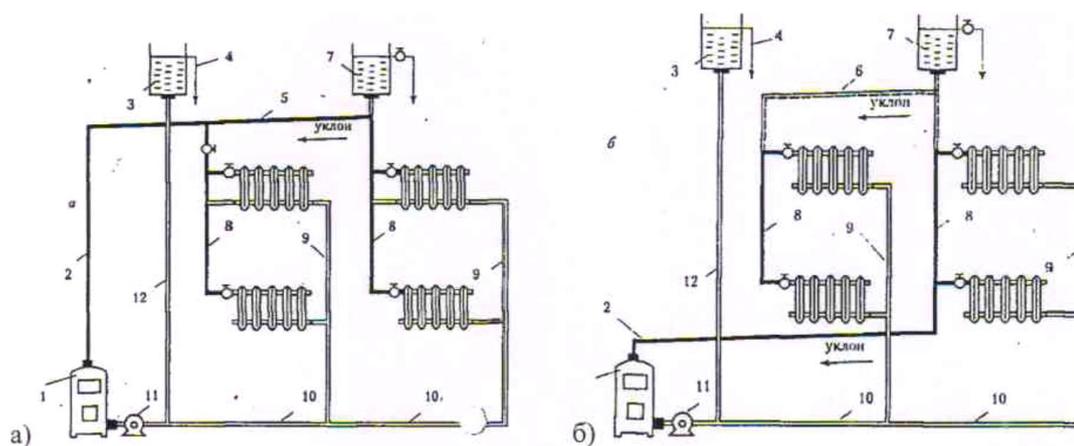


Рис.10. Система принудительной циркуляции с верхней (а) и нижней (б) разводкой:

1 - котёл; 2 - подающая линия; 3 - расширительный бак; 4 - сигнальная линия; 5 – подающая линия (верхняя магистраль); 6 - воздушная линия; 7 - воздухосборник; 8 - подающие стояки; 9 - обратные стояки; 10 - обратная магистраль; 11 - насос; 12 - расширительная труба.

Итак, выгоды применения насосной циркуляции таковы: равный напор на всех этажах; достаточный напор на первом этаже при отсутствии подвала; возможность подавать горячую воду достаточно далеко от котла; возможность уменьшения диаметра трубопроводов (и тем самым их стоимости). Недостаток у насосной схемы один - зависимость от бесперебойного электроснабжения дома.

3.6. Какую систему выбрать?

Как мы убедились, существует немало схем разводки горячей воды по отопительным приборам дома. Каким из них следует отдать предпочтение в случае индивидуального малоэтажного загородного дома? Однозначного ответа нет — выбор зависит, от ряда конструктивных особенностей жилища.

Таблица 18. Выбор системы отопления

Тип жилища	Система отопления		
	Циркуляционная схема	Разводка	Котёл
Одноэтажный дом с крутой крышей и подвалом	двухтрубная, с вертикальными стояками	верхняя или нижняя	в подвале
Одноэтажный дом с крутой крышей без подвала	двухтрубная, с вертикальными стоякам и	только верхняя	на первом этаже
Одноэтажный дом с плоской крышей	однотрубная	горизонтальная	в подвале или на первом этаже
Двух- или многоэтажный дом с подвалом, крыша плоская или крутая	двухтрубная, с вертикальными стояками	верхняя или нижняя	в подвале

3.6.1 .Рекомендации по выбору и эксплуатации систем водяного отопления

Чтобы облегчить выбор наиболее целесообразной системы отопления, предлагается следующая классификация индивидуальных домов и коттеджей: **тип А** – одноэтажные дома с подвалом и без подвала с крутой крышей; **тип Б** - одноэтажные дома с плоской крышей с подвалом или без подвала; **тип В** - двух- и более этажные дома с плоской или крутой крышей и с подвалом.

Для домов, типа А рекомендуется применение систем водяного отопления только с вертикальными стояками. Отопительные системы с горизонтальной разводкой не могут отопить чердачное помещение с крутопадающей крышей. Систему водяного отопления таких домов с подвалом или без него желательно выполнять двухтрубной с естественной циркуляцией с верхней или нижней разводкой. При установке котла в подвале высота дымовой трубы должна быть не менее 10м. В домах без подвала котлы устанавливают на первом этаже, а система должна быть только с верхней разводкой.

Таблица 19. Типы индивидуальных домов и соответствующие им системы отопления

	Тип А		Тип Б		Тип В
Система отопления:					
Система водяного отопления:					
с вертикальной разводкой:					
верхнее распределение	+	×			+
нижнее распределение		+		+	+
с горизонтальной разводкой	+	×	+	×	
Воздушное отопление дома		+		+	+
Местное отопление:					
газовые нагреватели	+	×	+	×	×
электрические нагреватели с аккумуляцией тепла	+	×	+	×	×

Примечание. Заштрихованная часть на рисунке — жилые помещения, незаштрихованная подвальные; «+» - рекомендуется; «х» - допускается.

Для домов типа Б с подвалом следует применять систему водяного отопления с горизонтальной разводкой. Котел желательно установить в подвале. В связи с тем, что высота трубы таких домов не превышает 6 метров, желательно в качестве топлива применять газ или жидкое топливо.

Для домов типа Б без подвалов, также рекомендуется применять систему водяного отопления с горизонтальной разводкой, котёл устанавливают не заглубленным, а в качестве топлива желательно применение газа или жидкого топлива.

Для двух- и более этажных домов типа В целесообразно использовать двухтрубную систему водяного отопления с вертикальными стояками и верхней или нижней разводкой. При горизонтальной системе отопления невозможно полностью обогреть все помещения дома. Система отопления выполняется с естественной циркуляцией, поскольку для этого вполне достаточен циркуляционный напор. Так как дымовая труба у этих зданий имеет высоту не менее 10 м, то котлы могут работать на любом топливе.

В таблице 19 приведены системы отопления, рекомендуемые для применения в домах соответствующих типов.

3.6.2. Чему отдать предпочтение - рекомендации

1. Небольшой садовый домик:

1.1. Система отопления с недорогим твердотопливным неавтоматизированным котлом (типа КС-ТГ(В)-12,5). Разжигается по старинке, спичками. Протопка - 2 раза в сутки. Возможен вариант со встроенным теплообменником для получения горячей воды.

1.2. Печь-калорифер типа «Буллерьян» или «Синель» подходящей мощности, обеспечивающая прогрев воздуха. Желательно оборудовать жильё системой распределительных воздуховодов, обеспечивающей прогрев всех комнат.

2. Коттедж до 200 м²:

2.1. Система водяного отопления с комбинированным котлом. Основное топливо – газ или солярка; резервное (при сильных холодах, отказе горелок) - дрова или уголь.

Аварийный вариант (или в случае кратковременного посещения дома) - электро ТЭН.

2.2. Система водяного отопления с двумя котлами: газожидкотопливные с резервным твердотопливным (неавтоматизированным). Этот вариант может оказаться экономически выгоднее первого, да и надежность выше: при поломке одного котла другой годен к работе.

2.3. Высокоэффективный дровяной котёл с баком-аккумулятором или прогрессивный газогенераторный котел с древесным топливом как основной источник нагрева воды.

4. Принципиальные схемы автономных систем теплоснабжения

Схемы автономного теплоснабжения квартир и индивидуальных домов с одно- и двухконтурными котлами представлены на (рис.11). Пункт теплоснабжения включает одноконтурный (1) или двухконтурный (2) котёл, циркуляционные насосы (4) для системы отопления и горячего водоснабжения, обратные клапаны (5), закрытые расширительные

баки (экспанзоматы) для отопления (6) и горячего водоснабжения (7). Предохранительные клапаны (8). При одноконтурном котле для приготовления горячей воды применяется ёмкостный бойлер или пластинчатый теплообменник (3).

Ёмкость расширительных баков составляет обычно 8-12 % от ёмкости соответственно систем отопления и горячего водоснабжения.

На подающий трубопровод в системе отопления рекомендуется устанавливать предохранительный клапан до 6 кгс/см^2 . Несмотря на то, что котлы оборудованы системами защиты, предохранительный клапан - простое и надежное устройство - защитит систему отопления от аварийных ситуаций, от разрывов при чрезмерном повышении давления рабочей среды. Для индивидуальных домов и квартир площадью до 200 кв.метров могут быть использованы двухконтурные котлы мощностью до 30 кВт, агрегатированные с циркуляционными насосами и расширительными баками.

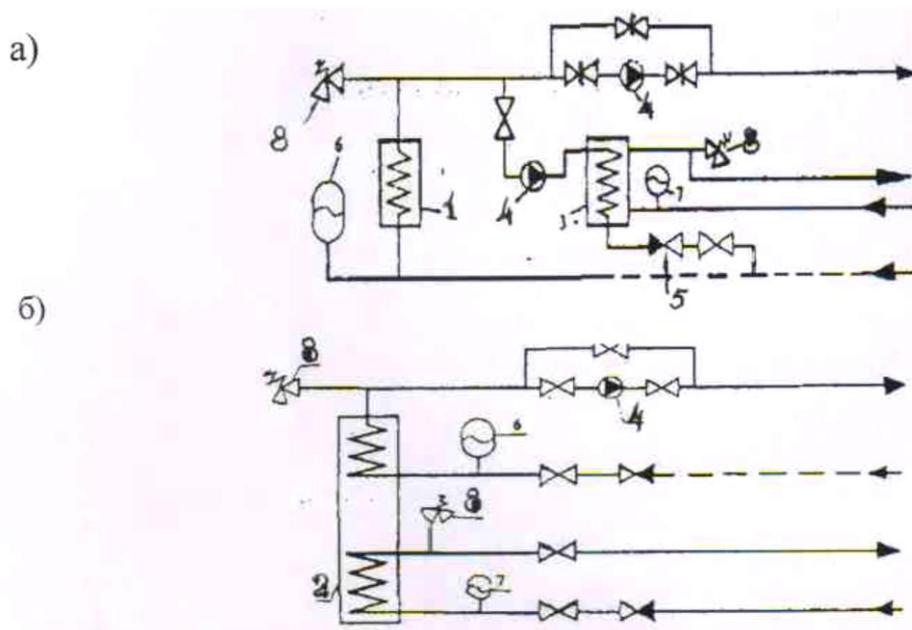


Рис .11. Схемы автономного теплоснабжения квартир и индивидуальных домов с одно- (а) и двухконтурными (б) котлами: 1 - одноконтурный газовый котёл; 2 - двухконтурный газовый котел; 3 - ёмкостной водоводяной бойлер; 4 - циркуляционный насос; 5 - обратный клапан; 6,7 - расширительные баки систем отопления и горячего водоснабжения; 8 — предохранительный клапан.

При обслуживании домов большей площади целесообразно устанавливать одноконтурные котлы большей мощности и в зависимости от вида систем отопления и потребности в горячей воды подбирать бойлеры - теплообменники, циркуляционные насосы, расширительные баки.

К сожалению, отечественные котлы типа АОГВ, КЧМ, КСТГВ не в полной мере удовлетворяют современным требованиям в части эффективности, автоматизации,

дизайна. Отечественные котлы типа АОГВ и АКГВ, несмотря на низкий уровень автоматизации, непритязательный дизайн, эти котлы в наибольшей степени адаптированы к нестабильному давлению газа и в отличие от всех импортных для их работы не требуется электрическая энергия. Следует отметить, что эти котлы не следует применять в системах отопления с высотой водяного столба более 10м с закрытыми расширительными баками - экспанзоматами, так как их рабочее давление не более 1,1 кгс/см².

4.1.Основные элементы водяных систем отопления

Теплоносители для ЭВП

Теплоноситель - среда, которая передает теплоту от теплогенератора к теплопотребляющим (отопительным) приборам. Для отопительных котлов ЭВП-02 и ЭВП-03 теплоносителем может служить вода питьевая водопроводная, удовлетворяющая требованиям ГОСТа, или вода из других источников, очищенная до параметров питьевой воды. Кроме всех обычных требований, которые предъявляются к теплоносителям (отсутствие механических включений, коррозионной активности, токсичных компонентов, способности к самовоспламенению и т. п.), у котлов типа ЭВП, есть еще одно - оптимальное электрическое сопротивление теплоносителя 2000 - 4000 Ом. Удельное электрическое сопротивление воды зависит от её солесодержания, **таблица 20**.

Таблица 20.

Характеристика	Солесодержание, мг/л	Удельн. сопротивление, Ом·см
Теоретически чистая вода	0,00000	$26 \cdot 10^6$
Вода, 28 раз перегнанная в кварцевом сосуде	0,0001	$23 \cdot 10^6$
Вода, обессоленная ионным обменом на установках:		
одноступенчатой	2-10	$(0,5-0,8) \cdot 10^6$
двухступенчатой	0,1-0,3	$(1-5) \cdot 10^6$
трехступенчатой	0,05-0,1	$(6-10) \cdot 10^6$
Вода, дистиллированная в испарителях	1-3	$(0,1 -0,5) \cdot 10^6$
Вода, обессоленная электродиализом (с заполнением камер ионитом)	0,01-0,05	$(12-15) \cdot 10^6$
Вода московского водопровода	200-400	$(0,2-6) \cdot 10^6$

Однако следует помнить, что с уменьшением солесодержания воды уменьшается её стабильность и первоначально высокое удельное сопротивление обессоленной воды снижается со временем в связи с захватом из воздуха диоксида углерода (углекислого газа) CO₂.

В связи с этим рекомендуется заправлять отопительную систему специально разработанным теплоносителем «Талан-Артус», имеющим заданную величину удельного электрического сопротивления. Температура замерзания «Талан-Артус» минус 65°С. Этот теплоноситель представляет собой гомогенную жидкость, состав которой не изменяется при эксплуатации. Поэтому исключается «высаливание» на теплообменных поверхностях,

приводящие к уменьшению теплоотдачи и выводу из строя оборудования, что является обычным явлением для "рассолов", т. е. насыщенных водных растворов солей (тип Осол). Рассолы также служат причиной интенсивной коррозии металлов.

Обычные антифризы ("Арктика") не несут в себе компоненты, растворяющие отложение солей жесткости из воды (накипь). Такие растворы готовятся специально для очистки теплообменных труб.

Обычно применяемый автомобилистами антифриз "Тосол" из-за своих гигиенических показателей не предназначен для систем отопления и его применение в качестве теплоносителя в системах отопления может отрицательно сказаться на здоровье, как мужчин, так и женщин.

При создании теплоносителя «Галан-Артус» были учтены вышеперечисленные недостатки. В препарат добавлены присадки, препятствующие образованию накипи на стенках теплообменных аппаратов и способствующие растворению уже имеющейся, а также присадки, замедляющие процесс коррозии.

Параметрами теплоносителей называют температуру и давление. Вместо давления в практике эксплуатации широко используется понятие - напор, в метрах водяного столба.

В системах теплоснабжения жилого здания температура теплоносителя рекомендуется 95°C на выходе из отопительного котла и 70°C на входе в отопительный котёл. Разница плотностей теплоносителя (961,92 кг/м³ при 95°C и 977,81 кг/м³ при 70°C), а также расстояние по вертикали между серединами (центрами) наиболее удаленного отопительного прибора и отопительного котла, которая теоретически должна быть не менее 3,0 м, и побуждает циркуляцию теплоносителя в отопительной системе. **На практике достаточная циркуляция теплоносителя достигается и при заглублении центра отопительного котла на 20-50 см ниже уровня пола.**

Можно не заглублять котёл, применяя специальные циркуляционные насосы, но это удорожает систему и усложняет её эксплуатацию. Этих недостатков лишены котлы типа ЭВП.

4.1.1.Расширительный бак

В процессе нагрева жидкости имеют свойство увеличиваться в объёме, поэтому в отопительной системе должен быть предусмотрен расширительный сосуд, объём которого примерно 5-6% от объёма теплоносителя. Более точно объём расширительного бака можно определить по формуле:

$$V_{p.б.} = \alpha \cdot \Delta t \cdot V_c \quad (14)$$

где: α – коэффициент объёмного расширения воды, равный 0,0006; Δt – изменение температуры воды в системе отопления, °C; V_c – объём воды, заполняющей систему, (л) дм³.

При параметрах теплоносителя 95°C на выходе из котла, 70°C на входе в котел и 5°C до момента включения котла:

$$\Delta t = \frac{95+70}{2} - 5 = 77,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$V_{p.б.} = 0,0006 \cdot 77,5 \cdot V_c = 0,0465 \cdot V_c, \text{ дм}^3$$

Располагается расширительный бак в наивысшей точке отопительной системы. **Расширительные баки бывают непроточные и проточные. Наиболее перспективными являются закрытые проточные расширительные баки.**

Объем воды (теплоносителя) в системе определяется по её расчётной тепловой мощности, равной расчётной теплопотере здания. **На основании опытных данных, в среднем, на каждые 1000Вт тепловой мощности системы при разности температур в работающей системе 95-70=25°C, на отдельные элементы её приходится следующий объём воды; л: На чугунные радиаторы -10 -12; на бетонные панели -2; на ребристые - 6; на штампованные панели -8; на конвекторы -0,8; на теплопровод, при естественной циркуляции -16, при искусственной - 8.**

Напомним, что расширительный бак необходим циркуляционной системе для исключения роста давления (из-за её расширения при нагреве).

При этом он выполняет следующие функции: принимает излишек объёма воды при её расширении; восполняет убыль объёма воды из-за остывания, утечек или испарения; служит воздухоотборником в системах с естественной циркуляцией для удаления воздушных пузырей (воздух, растворенный в холодной воде - около 0,04г/литр, - выделяется при её нагреве).

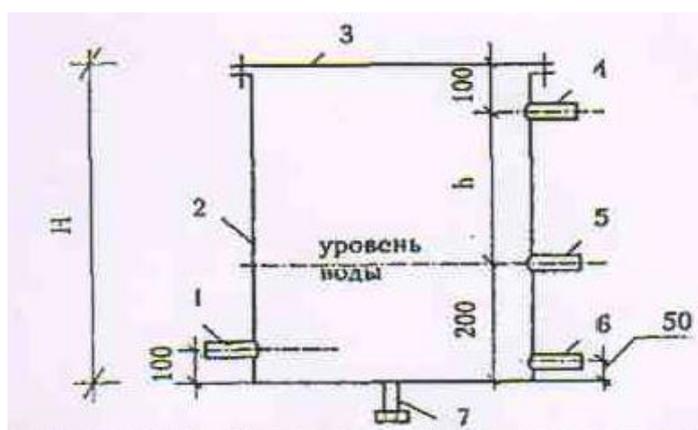


Рис.12. Устройство расширительного бака системы водяного отопления (размеры в мм): 1 - расширительный (входной) патрубок; 2 - корпус бака (нерж. сталь толщиной 1 мм); 3 - крышка бака; 4 - переливной патрубок (соединен шлангом с воронкой сливной магистрали, соединение негерметично, что обеспечивает связь с атмосферой); 5 – сигнальный патрубок (соединен с сигнальной трубой); 6 - циркуляционный патрубок (из него вода поступает в циркуляционный контур); 7 - сливной штуцер с пробкой.

Расширительный бак можно приобрести, но лучше изготовить в соответствии с необходимым объёмом и запланированным местом размещения. Форма бака может быть любой, хотя проще всего в изготовлении цилиндрический бак. В качестве материала лучше всего подойдёт нержавеющая сталь.

Сначала нужно определить объём расширительного бака. Для этого необходимо рассчитать объём воды в системе: $V_c = V + N \cdot V_{\text{рад}} + L \cdot V_{\text{тр}}$. (15)

Эта формула означает, что полный объём воды в системе складывается из ёмкости котла V котла, ёмкости всех радиаторов (N - число радиаторов, $V_{\text{рад}}$ - объём одного радиатора) и ёмкости всех труб (L - общая длина труб, $V_{\text{тр}}$ - ёмкость одного метра трубы).

Колебания объёма воды в системе составляют: $\Delta V_c = 0,0375 V_c$ (16)

Полезный объём бака можно принять равным 0,04 V_c , то есть четыре процента от общего объёма воды в системе. Выбирая размеры бака, следует помнить, что его полезный объём – это произведение площади основания на полезную высоту h , которая меньше полной высоты H . **Конструкция расширительного бака показана на рис. 12.**

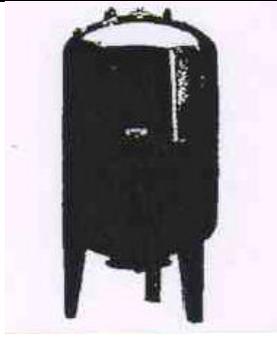
Расширительный бак обычно устанавливают на чердаке, рядом с водонапорным баком системы водоснабжения, в теплоизолирующий короб (см. рис. 12).

4.1.2. Мембранный расширительный бак

Промышленность выпускает расширительный бак иной конструкции.

Мембранный расширительный бак состоит из двух частей - водяного объёма и воздушного объёма, разделенных эластичной мембраной. При изменении объёма воды в системе за счёт изгиба мембраны изменяется соотношение воздушного и водяного объёмов бака. **Преимущество этой конструкции в том, что такой бак можно устанавливать не на чердаке, а внизу, рядом с котлом.**

ЗЛО «Эгопласт» предлагает следующий ассортимент расширительных баков Zilniet

	Название	Типоразмер
	Верт. мемб. бак для питьевой воды ULTRA-PRO	50л (1')
	Верт. мемб. бак для питьевой воды ULTRA-PRO	80л (1')
	Верт. мемб. бак для питьевой воды ULTRA-PRO	100л (1')
	Верт. мемб. бак для питьевой воды ULTRA-PRO	200л (1 1/2')
	Верт. мемб. бак для питьевой воды ULTRA-PRO	300л (1 1/2')
	Верт. мемб. бак для питьевой воды ULTRA-PRO	500л (1 1/2')
	Верт. мемб. бак для питьевой воды ULTRA-PRO	1000л (1 1/2')

	Верт. мемб. бак для питьевой воды ULTRA-PRO	1500л (1 1/2'')
	Верт. мемб. бак для питьевой воды ULTRA-PRO	2000л (1 1/2'')
	Гориз. мемб. бак для питьевой воды ULTRA-PRO	24л (1')
	Гориз. мемб. бак для питьевой воды ULTRA-PRO	50л (1')
	Гориз. мемб. бак для питьевой воды ULTRA-PRO	80л (1')
	Гориз. мемб. бак для питьевой воды ULTRA-PRO	100л (1')
	Гориз. мемб. бак для питьевой воды ULTRA-PRO	200л (1 1/2')
	Гориз. мемб. бак для питьевой воды ULTRA-PRO	300л (1 1/2')
	Верт расшир. бак для сист. отопл. OEM-PRO CONN.	12л (3/4')
	Верт расшир. бак для сист. отопл. OEM-PRO CONN.	6л (3/4')
	Расшир.бак для ГВС HUDRO-PRO	8л (3/4')
	Расшир.бак для ГВС HUDRO-PRO	12л (3/4')
	Расшир.бак для ГВС HUDRO-PRO	18л (3/4')
	Расшир.бак для ГВС HUDRO-PRO	24л (1')
	Расш.бак для сист.отоп. CAL-PRO	8л (3/4')
	Расш.бак для сист.отоп. CAL-PRO	12л (3/4')
	Расш.бак для сист.отоп. CAL-PRO	18л (3/4')
	Расш.бак для сист.отоп. CAL-PRO	25л (3/4')
	Расш.бак для сист.отоп. CAL-PRO	35л (3/4')
	Расш.бак для сист.отоп. CAL-PRO	50л (3/4')
	Расш.бак для сист.отоп. CAL-PRO	80л (3/4')
	Расш.бак для сист.отоп. CAL-PRO	105л (3/4')
	Расш.бак для сист.отоп. CAL-PRO	150л (3/4')
	Расш.бак для сист.отоп. CAL-PRO	200л (3/4')
	Расш.бак для сист.отоп. CAL-PRO	250л (3/4')
	Расш.бак для сист.отоп. CAL-PRO	300л (3/4')
	Расш.бак для сист.отоп. CAL-PRO	500л (1')
	Расш.бак для сист.отоп. CAL-PRO	600л (1')
Расш.бак для сист.отоп. CAL-PRO	700л (1')	

5.Нагревательные приборы

Нагревательные приборы являются важнейшим элементом отопительной системы, задача которых заключается в эффективной передаче теплоты от теплоносителя в

помещение. Теплоотдача отопительного прибора зависит не только от его габаритов, формы, материала и места установки, но даже и от цвета. **Окрашивание отопительных приборов в светлые тона уменьшает теплоотдачу, по сравнению с неокрашенными, на 1-2%, а при покрытии алюминиевой краской (серебрянкой) - до 25%, при окраске отопительных приборов в тёмные тона теплопередача увеличивается на 3-5%. Шероховатая поверхность отопительного прибора отдаёт больше теплоты, чем гладкая. Значительно увеличить теплоотдачу отопительного прибора можно разместив за отопительным прибором (прикрепив к наружной стене) алюминиевую фольгу.**

Классифицируются отопительные приборы по следующим показателям: материал -чугун, сталь, сплавы меди и алюминия, полимерные материалы, термостойкое стекло, фаянс и керамика. Из чугуна делают радиаторы и ребристые трубы, из стали и сплавов – гладкие трубы, калориферы, конвекторы и штампованные листовые радиаторы.

Применяются бетонные греющие панели со встроенными в них нагревательными элементами из чугуна, алюминия, термостойкого стекла, или стальных труб. **К нагревательным приборам с гладкой поверхностью относятся радиаторы и гладкие трубы, с ребристой поверхностью - калориферы, ребристые трубы и конвекторы.**

Каждый нагревательный прибор, кроме размеров и массы, характеризуется площадью поверхности m^2 (1 m^2 поверхности имеет в среднем теплоотдачу 500 Вт или 430 Ккал/час), эквивалентной площадью поверхности (приведенной к реальной теплоотдаче), просто суммарной теплоотдачей в Ккал/час, или мощностью в Вт (1 Вт=0,86 Ккал/ч, 1 ккал/час= 1,16 Вт). **При подборе отопительных приборов и выборе их количества следует помнить, что суммарная мощность всех отопительных приборов должна быть больше на 15-20% теплопотерь здания, но соответствовать мощности теплогенератора (теплового котла).**

Наиболее распространенными до настоящего времени являются **чугунные радиаторы (табл.21)**, которые комплектуются из отдельных одно -, двух – или трёхканальных секций (**рис.13,14**), собираемых с помощью ниппелей и прокладок. Секции и пробки изготавливаются из серого чугуна; ниппели, имеющие правую и левую трубную резьбу, - из ковкого чугуна. При отсутствии спецификации радиаторы собираются пакетами, как правило, из 7 секций. В этом случае требуется дополнительно комплектация пакетов с расчётным числом секций и их опрессовка.

В последнее время начался выпуск новых чугунных радиаторов типа « 2К - 60», « 2К - 60П» (**рис. 15, таб.21**). У модели 2К - 60 поверхность переднего канала плоская.

Таблица 21. Радиаторы отопительные чугунные секционные

Обозначение	Число каналов	Глубина секции, мм	Расстояние между цитрами ниппельных отверстий, мм	Номинальн. тепловой поток секции, кВт	Масса секции кг	Рабочее избыт. давл. МПа(кгс/см ²)	Максим. температ. теплоносит., °С
БЗ-140-300	3	140	300	0,120	5,90	0,9(9)	130
МС-140	2	140	500	0,185	8,60	0,9(9)	
МС-140-300	2	140	300	0,120	5,80	0,6(6)	
МС - 90	2	90	500	0,150	6,15	0,9(9)	
Ч-2-7-500	1	75	500	0,151	-	0,9(9)	
2к-60	2	138	500	0,12	5,5	1,2(12)	
2к-60п	2	138	500	0,13	5,5	1,8(18)	

В настоящее время производят и чугунные секционные радиаторы - конвекторы типа РК, которые комплектуются в одно-, двух-, и четырехъярусном исполнении (рис.16, табл.22) из отдельных секций (длинные $l=315$ мм) и короткие $l=210$ мм) с помощью ниппелей и прокладок.

Чугунные радиаторы отличаются стойкостью к коррозии, сравнительно большей тепловой мощностью на единицу длины прибора, но они материалоёмкие (масса радиатора составляет 41 - 50 кг на 1 кВт).

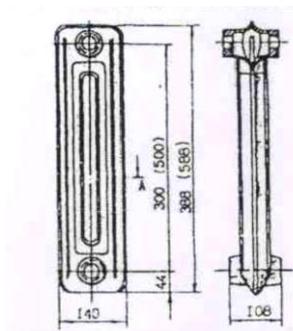


Рис.13. Радиаторы отопительные чугунные МС-140, МС -140-300

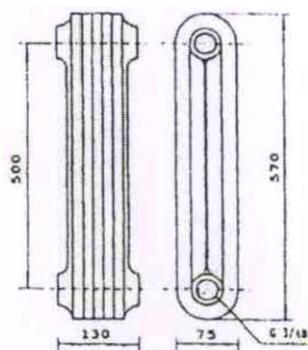


Рис.14. Радиаторы отопительные чугунные Ч-2-7-500

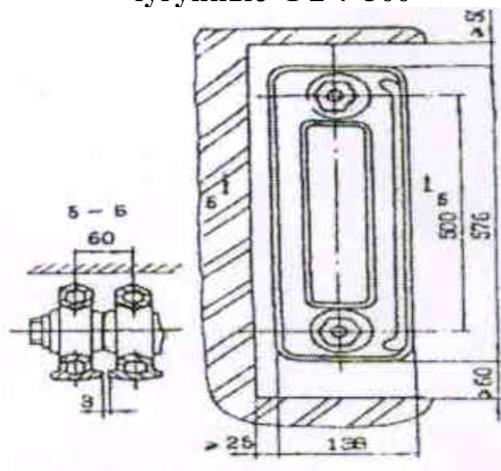
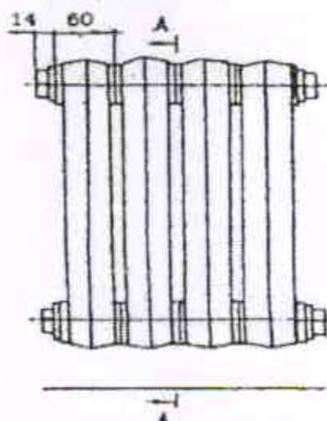


Рис.15. Радиаторы чугунные секционные «2К -60» и «2К-60п» (производство Россия)

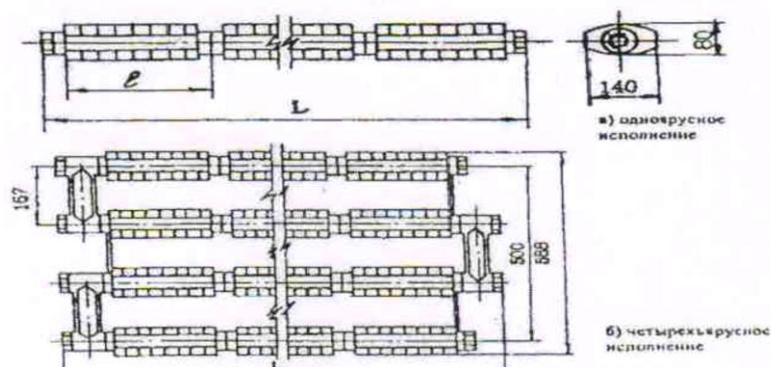


Рис.16. Радиаторы - конвекторы отопительные типа РК

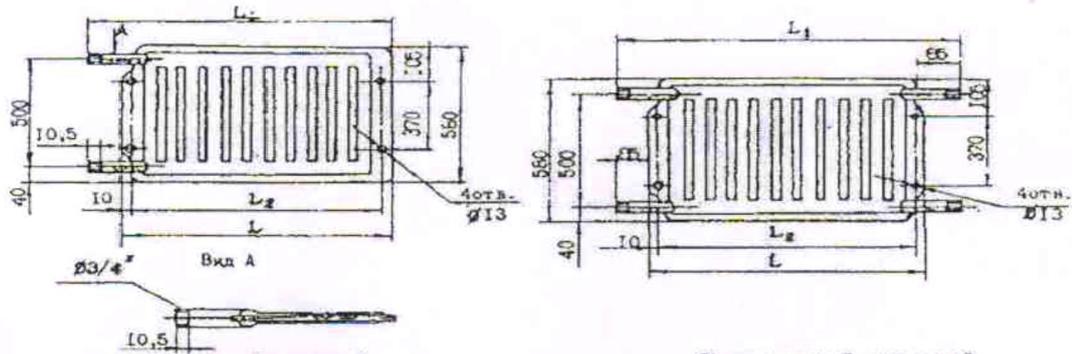
С 50-х годов в СССР начали производить **радиаторы стальные панельные** типа РСВ (**табл.23**), которые изготавливаются в однорядном (РСВ1) и двухрядном (2РСВ) исполнении, в проходном и концевом по движению теплоносителя вариантах. Панель радиатора выполняется из двух штампованных коррозионно - стойких стальных листов толщиной 1,4x1.5 мм по ГОСТ 9045-80, соединенных между собой контактной сваркой и образующих ряд вертикальных параллельных каналов и объединенных горизонтальными коллекторами (**рис. 16**).

Таблица 22. Радиаторы - конвекторы отопительные чугунные

Обозначение	Исполнение	Длина, мм	Номинальн. тепловой поток, кВт	Масса секции, кг	Рабочее избыточное давление, МПа (кгс/см ²)	Максим. температ. теплонос., °С
РК-1	однорядное	от 336 до 2545	от 0,142 до 1,120	От 6,0 до 45,0	1(10)	130
РК-2	двухрядное	от 420 до 2625	от 45 до 2,191	от 14,5 до 92,0		
РК-4	четырёхрядное	от 400 до 1765	от 0,493 до 2,781	от 25,0 до 120,0		

Разновидностью радиаторов типа РСВ являются радиаторы, состоящие из вертикальных профилированных панелей. Панель радиатора изготавливается из низкоуглеродистой качественной холоднокатаной стали толщиной 1,4x1,5 мм в однорядном (РСВ9) и двухрядном (2РСВ9) исполнении без конвективного оребрения и с оребрением (**рис. 18**).

Кроме того, производятся стальные радиаторы типа РСГ в виде панелей различной длины, состоящих также из двух штампованных стальных листов толщиной 1,4x1,5мм, соединенных между собой контактной сваркой и образующих ряд горизонтальных каналов. Радиаторы изготавливаются в однорядном (РСГ1) и двухрядном (РСГ2) исполнении (**рис.19**).



а) однорядный концевой

б) однорядный проходной

Рис. 17. Радиаторы отопительные стальные панельные типа РСВ1

Стальные панельные радиаторы «Компакт -радиатор» (рис.20,табл.24) представляют устройство регистрового типа с двумя горизонтальными коллекторами, соединенными профилированными для жёсткости вертикальными каналами с шагом 40 мм по длине прибора. Панели сварные из штампованных стальных листов толщиной 1,25 мм по ГОСТ 9045-80, соединенных по контуру роликовой сваркой, а между вертикальными каналами точечной сваркой. Панели изготавливают без оребрения в однорядном исполнении (тип 10) и с оребрением в однорядном (тип 11К) и в двухрядном исполнении (тип 22К).

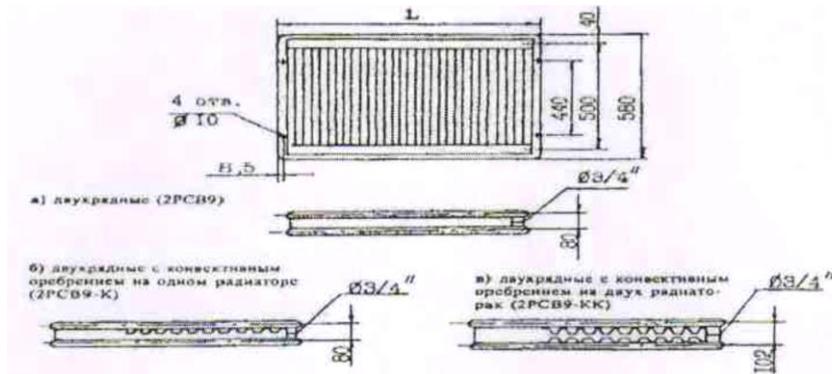
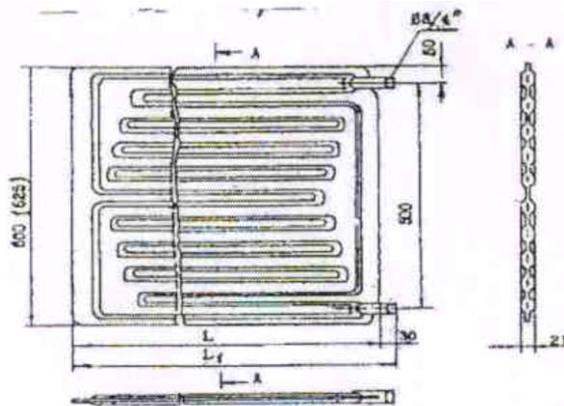
**Рис. 18. Радиаторы отопительные стальные панельные типа РСВ9****Рис. 19. Радиаторы отопительные стальные панельные типа РСГ1(однорядные)**

Таблица 23. Радиаторы отопительные стальные

Обозначение	Исполнение	Длина, мм	Номинальн. тепловой поток, кВт	Масса секции, кг	Рабочее избыточ. давление, МПа (кгс/см ²)	Максим. температ. теплонос., °С
РСВ1	однорядное	от 538 до 1262	от 0,501 до 1,199	от 7,8 до 18,4	0,6(6)	150
2РСВ1	двухрядное		от 0,873 до 2,083	от 15,7 до 36,7		
РСВ9	однорядное	от 490 до 1225	от 0,465 до 1,164	от 7,11 до 17,07	1(10)	130
2РСВ9-К	однорядное с конветкив. оребрением		от 0,558 до 1,60	от 8,28 до 22,45		
2РСВ9	двухрядное		от 0,79 до 1,98	от 14,39 до 34,31		
2РСВ9-К	двухрядное с конветкив. оребрением на одном радиаторе		от 0,88 до 2,42	от 15,56 до 39,69		
2РСВ9-КК	с оребрен. на 2 радиат.		от 0,96 до 2,88	от 17,36 до 45,7		
РСВ1	однорядное	от 725 до 1660	от 0,706 до 2,574	от 10,5 до 48,4	0,6(6)	95 в индивд. сист. покварт. отопл., 130 – при централиз. теплоснабж.
2РСВ1	двухрядное	от 725 до 1660	от 0,706 до 2,574	от 10,5 до 48,4		

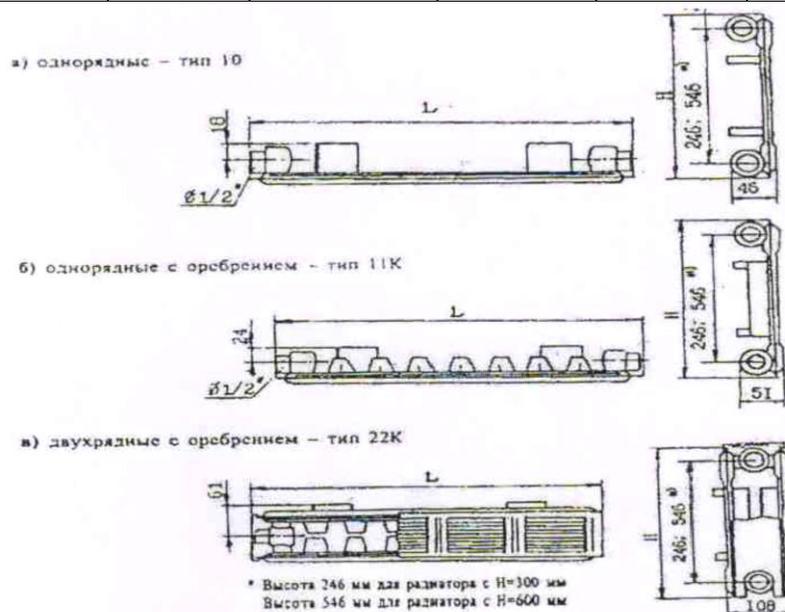


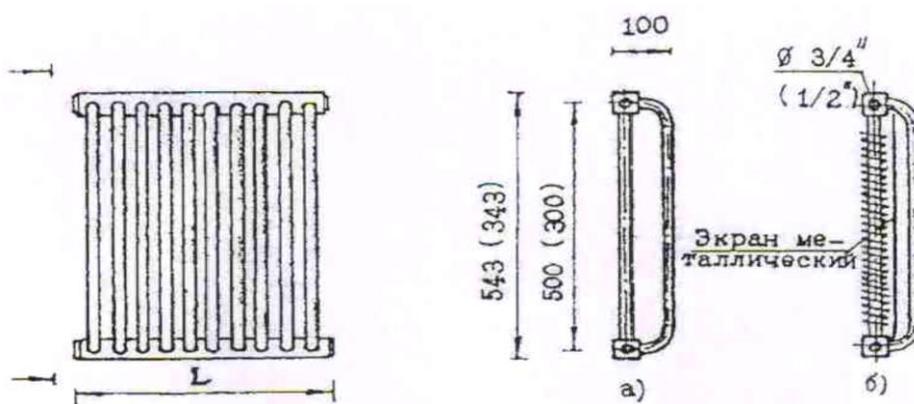
Рис. 20. Радиаторы отопительные стальные панельные компактные «Компакт-радиатор»

Таблица 24. Радиаторы отопительные стальные компактные «Компакт-радиатор»

Длина радиат. L, мм	Номинальный тепловой поток, Вт						Масса, кг						Раб. дав. МПа	Макс. темп. °С
	H=300 мм			H=600 мм			H=300 мм			H=600 мм				
	тип 10	тип11К	тип22К	тип 10	тип11К	тип22К	тип 10	тип11К	тип22К	тип 10	тип11К	тип22К		
от 400 до 2000	от 211 до 1088	от 355 до 1728	от 632 до 3260	от 385 до 1986	от 599 до 3084	от 1132 до 5780	от 3,1 до 13	от 4 до 18,7	от 8,5 до 38,6	от 5,5 до 25,1	от 8 до 40,4	от 17 до 83,3	0,9	110

При выборе радиатора обычно учитывается следующее: архитектурно - строительные решения, предопределяющие высоту, глубину и длину радиатора, устанавливаемого, как правило, под окнами (желательно, чтобы длина отопительного прибора была не менее 75 % длины светового проема); расчётная тепловая мощность одного прибора; категории производства в помещениях по пожарной опасности; требования заказчика к внешнему виду прибора: цена радиатора, отнесенная в 1 кВт теплового потока; качество теплоносителя и схема теплоснабжения (от автономного источника или теплосети поселка, города); величина рабочего давления в теплосети и системе отопления.

Производственной фирмой «Кимрский завод трубопроводного оборудования (КЗТО)» начато производство стальных трубчатых радиаторов типа РС - 500, РС - 300 и Битермо - РС - 500 (рис. 21). На основе стальных бесшовных труб с толщиной стенки 2,0 мм (табл. 25). По данным производителя указанные радиаторы по дизайну не уступают радиаторам ведущих европейских фирм и превосходят по надежности и долговечности европейские аналоги.

**Рис.21. Радиаторы стальные трубчатые РС - 500, РС - 300 (а) и Битермо -РС -500(б)****Таблица 25. Основные параметры**

Тип радиатора	Кол-во секций	Теплоотдача, Вт	Длина, м	Масса, кг	Объем воды, л
РС-500 3	10	750/1000	436	14,5	2,8
Битермо-РС -500	13	975/1300	559	18,5	3,6
	16	1200/1500	682	22,5	4,5
	20	1500/1850	846	28	5,6
	24	1800/2200	1010	33,5	6,7

Продолжение таблицы 25.

РС- 300-3	10	580	436	10,5	1,8
	13	754	559	13,5	2,3
	15	928	682	16,5	2,9
	20	1160	846	20,5	3,6
	24	1392	1010	24,5	4,2

Рабочее давление 1,5 МПа. Температура теплоносителя 115 °С

Таблица 26. Полотенцесушители

Модель	Исп.	Кол-во секций	Высота А, мм	Теплоотдача 1секции, Вт	Объём воды, л	Масса, кг
ПС-500-1-18	1	18	1133	45	4,3	20,5
ПС-500-2-9	2	9	641	61	2,4	12
УТС-500-2-18		18	1133		4,5	22,5
ПС-500-2-24	1	24	1133	61	5,1	26,5

Для подключения к системе отопления полотенцесушители радиаторного типа дополнительно комплектуются задвижками, футорками, воздушными клапанами, резиновыми кольцами. По желанию заказчика полотенцесушителям можно придать индивидуальные формы, размеры, цвет.

Для отопления ванных комнат КЗТО рекомендуются полотенцесушители радиаторного типа (**рис.22, табл.26**) на основе радиатора РС - 500, а также обычные бытовые полотенцесушители.

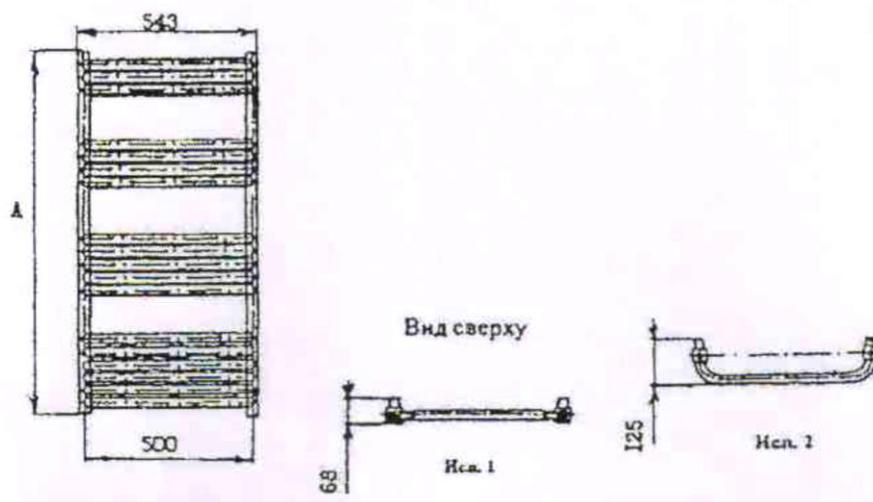


Рис.22. Полотенцесушители стальные радиального типа.

В последние годы начато производство **алюминиевых отопительных радиаторов**, имеющих, отличный от чугунных радиаторов, более привлекательный дизайн.

Радиаторы типа РС (в разборном варианте) и РН (в неразборном варианте) разной высоты состоят из прессованных коллекторов и секций сравнительно малой глубины из антикоррозийного алюминиевого сплава. Секции и коллекторы радиатора типа РС (**рис.23, табл. 27**) соединяются с помощью специальных ниппелей и стяжных болтов, типа РН -

изготавливаются методом горячего прессования, что позволяет применять их при большем рабочем давлении. Прессованные радиаторы в отличие от литых имеют гладкую внутреннюю поверхность секции, что позволяет устанавливать их при использовании любой воды без фильтров предварительной очистки.Metalлоемкость радиаторов зависит от расстояния между коллекторами и меняется от 11 кг (высотой до 500 мм), до 21 кг (высотой 2500 мм) на 1 кВт.

Кроме того, выпускаются алюминиевые радиаторы «Урал» (рис.24, табл.28), состоящие также из алюминиевых секций и коллекторов, соединенных между собой стяжными болтами. Уплотнительные прокладки выполняются из термостойкой резины.

Metalлоемкость радиаторов практически не зависит от расстояния между коллекторами и не превышает 13 кг на 1 кВт.

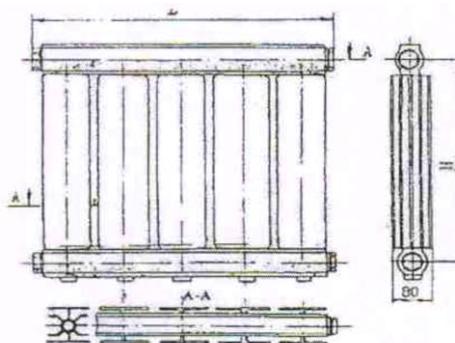


Рис.23. Радиаторы отопительные алюминиевые типа РС (в разборном виде)

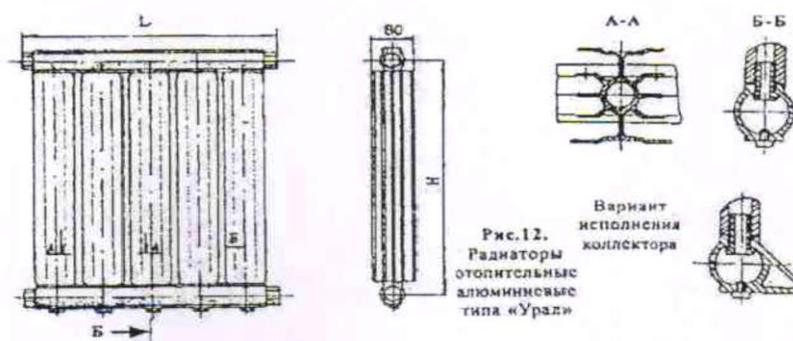


Рис.24. Радиаторы отопительные алюминиевые типа «Урал»

Таблица 27. Радиаторы - конвекторы отопительные алюминиевые типа РС и РН

Модель РС(РН)	Габариты Секции, мм	Расстояние между осями коллект., мм	Номинальный поток секции, Вт	Масса секции, кг	Рабочее давление, МПа	Максим. температура теплон-ля, °С
-300	350x80x100(110)	100	126(124)	1,45	0,9(1,5)	130
-400	450x80x100(110)	400	168(165)	1,80		
-500	550x80x100(110)	500	197(195)	2,20		
-800	850x80x100(110)	800	252(280)	3,35		
-1000	1050x80x100(110)	1000	283(339)	4,10		
-1500	1550x80x100(110)	1500	356(161}	6,00		
-2000	2050x80x100(110)	2000	420(569)	7,95		
-2500	2550x80x100(110)	2500	472(652)	9,85		

*В одном радиаторе может быть от 2 до 22 (24) секций.

Таблица 28. Радиаторы отопительные алюминиевые «Урал»

Тип	Расстояние между осями коллект., Н, мм	Длина радиатора, L, мм	Число секций, шт.	Номинальн. тепловой поток секции, Вт	Масса кг	Рабочее давление, МПа	Максим. температура теплоносителя, °С
У	300	300-895	3-10	0,31-1,05	4,5-13,5	0,9	130
У	500	300-895	3-10	0,50-1,66	6,5-19,0		
У	800	300-725	3-8	0,73-1,94	9,0-23,0		
У	1000	300-725	3-8	0,88-2,35	11,0-28,5		
У	1500	300-725	3-8	1,24-3,32	16,0-40,0	0,9	130
У	2000	300-470	3-5	1,43-2,38	20,5-32,0		
У	2500	300-470	3-5	1,61-2,68	24,0-41,0		

На российском рынке получили признание и алюминиевые радиаторы марки «ПОКАР» Красноярского металлургического завода (рис.25). Они имеют 4 типоразмера по высоте и 5 по числу секций (табл. 29). Толщина радиатора всего 30 мм. Радиатор снабжен заслонкой для регулирования теплоотдачи, что дает возможность применять его без терморегуляторов. Материалоемкость радиатора не превышает 6 кг/кВт.

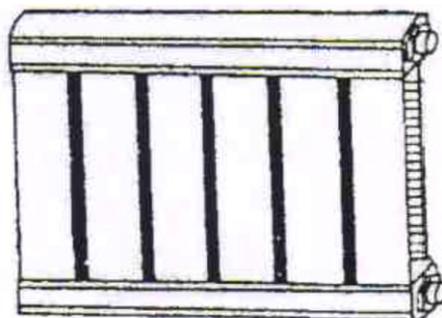


Рис.25. Внешний вид радиатора марки «ПОКАР»

Таблица 29. Технические показатели радиаторов «ПОКАР»

Тип радиатора		ПОКАР-350		ПОКАР-500		ПОКАР-650		ПОКАР-900		Рабочее давление, КПа	Максимальная температура, °С
число секций	длина, мм	мощность, кВт	масса, кг								
4	372	0,52	3,0	0,63	3,7	0,85	4,4	1,09	5,7	0,8	100
6	558	0,78	4,4	0,95	5,5	1,28	6,6	1,63	8,5		
8	744	1,04	5,9	1,27	7,3	1,70	8,8	2,17	11,4		
10	930	1,30	7,3	1,58	9,2	2,13	11,0	2,72	14,2		
12	1116	1,56	8,8	1,90	11,0	2,55	13,2	3,76	17,0		

Саратовское ГУЛ «Радиоприборный завод» начало производство радиаторов из алюминиевого антикоррозийного сплава методом литья под давлением (табл.30). Радиатор имеет современный, существенно отличающийся от других отечественных радиаторов внешний вид, коррозионностойкое лакокрасочное покрытие. Высота одной секции

575 мм, глубина - 91 мм и ширина 72 мм. Расстояние между осями коллекторов 500 мм. Металлоемкость составляет около 18 кг/кВт.

Таблица 30. Технические показатели радиаторов Саратовского ГУПа

Число секций, шт.	Длина, мм	Теплоотдача, Вт	Масса в сборе, кг	Рабочее давление, МПа	Максимальная температура теплоносителя, °С
1	84	157	2,6	1,5	130
3	252	453	7,8		
5	402	755	13		
7	552	1057	18,2		
9	701	1359	23,4		
11	849	1661	28,6		

Испытательное давление 2,25 МПа

Климов Геннадий Матвеевич

Децентрализованные системы водяного отопления
индивидуальных жилых зданий

Учебно – методическое пособие для студентов очной и заочной форм обучения по направлениям 08.03.01 Строительство и 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, обучающихся в ННГАСУ

Подписано в печать _____ Формат 60x90 1/8 Бумага газетная. Печать трафаретная.

Уч. изд. л 5,5. Усл. печ. л 6,0. Тираж 300 экз. Заказ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный архитектурно - строительный университет» 603950, Н.Новгород, Ильинская, 65
Полиграфцентр ННГАСУ, 603950, Н.Новгород, Ильинская, 65