Библиотека СОК

1. Реалии энергосбережения .

Энергетический кризис охвативший Украину, заставил пересмотреть и изменить подходы в вопросах энергопотребления и энергосбережения. За последние годы на рынке Украины появилось много современной техники с высоким кпд, строительных материалов с хорошими теплоизоляционными свойствами и различное электронное оборудование для управления и регулирования в системах теплоснабжения.

Комплексное использование новых технологий в строительстве позволяет Е несколько раз снизить потребление энергоносителей и, как следствие, значится но уменьшить эксплуатационные расходы с одновременным улучшением эколога ческой обстановки за счет уменьшения выбросов вредных веществ в атмосферу.

На законодательном уровне в Украине уже внесены соответствующие изменения и дополнения в СНиПы и др. нормативные документы, с целью снижения потребления энергоносителей.

Так, приказом Минстройархитектуры Украины №247 от 27.12.1993 г. были утверждены повышенные нормативы сопротивления теплопередаче ограждающе конструкций для жилых и общественных зданий, которые в 1995 году включены в СНиП И-3-79**- "Строительная теплотехника" и являются обязательными для пр!/ менения на территории Украины.

Нормативные значения сопротивления теплопередаче Ко, м^.°С/Вт, ограждающих конструкций, приведены в Приложении 1.

Для более лучшего понимания, что такое "холодный" и "теплый" дом приведем таблицу с коэффициентами К и Ro для трех групп зданий.

Табл.1

Тип ограждающей конструкции	Строение хорошо утепленное	Строение средне утепленное	Строение не утепленное
Стены наружные охлаждаемые	К ≤ 0,45 (Вт/м^2•°С) Ro ≥2,2 (м^2•°С/Вт)	К ≥ 0,55 (Вт/м^2•°С) Ro ≤ 1,8 (м^2•°С/Вт)	К ≥ 1 (Вт/м^2•°С) Ro ≤1,0 (м^2•°С/Вт

Ro - сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, м^2»°С/Вт; К - коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции, Вт/м^2»°С.

Как видно из Табл.1, чем меньше К и чем больше Ко, тем теплее здание. Между величинами К и Ро существует прямо пропорциональная зависимость:

$$K = \frac{1}{Ro}.Bm/м^2\,^\circ C \qquad .(1)$$

Например:

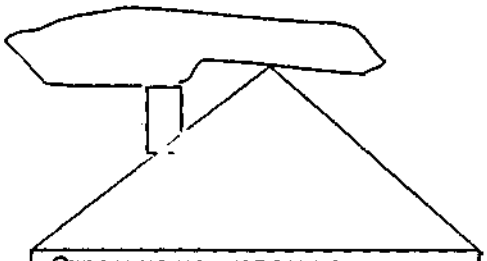
Ro = 2,2 (м^2•°С/Вт), тогда К = 1 / 2,2 = 0,45 (Вт/м^2•°С)

Теперь посмотрим как влияет коэффициент теплопередачи К на потребление энергоносителей для дома площадью 225 м^2 с высотой потолков 3 м.

Влияние коэффициента К на потребление энергоносителей.

Экология

Жилой дом площадью 225 м2



Потребление энергоносителей за отопительный сезон

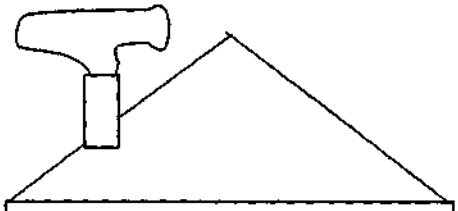
Экономия

Строение не утепленное.
Толщина наружной стены
δ =380 мм, в том числе:
125 мм - селикатный полнотелый кирпич, λ = 0,87 Вт/мС.
250 мм - красный полнотелый кирпич, λ = 0,81 Вт/мС.
К=1,63 Вт/м2С

солярки - 11299 кг
газа - 14337 м^3

нет

Экология

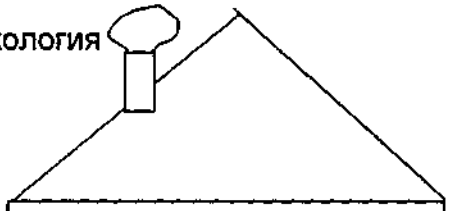


Строение средне утепленное.
В составе наружной стены,
δ = 380 мм, вложен утеплитель,
толщиной δ = 50 мм, с
λ = 0,05 Вт/мС.
К = 0,62 Вт/м2С

солярки - 4565 кг
газа - 5792 м^3

в 2,48 раза

Экология



Строение хорошо утепленное.
В составе наружной стены,
δ = 380 мм, вложен утеплитель,
толщиной δ = 80 мм, с
λ = 0,05 Вт/мС.
К = 0,45 Вт/м2С

солярки - 3435 кг
газа - 4358 м^3

в 3,29 раза

λ - коэффициент теплопроводности материала

При стоимости газа 17 коп за 1м^3, обогрев:
не утепленного дома стоит - 2437 гр. (443 $)
хорошо утепленного дома стоит - 741 гр. (135 $)
Экономия за отопительный сезон - 1696 гр. (308 $)

Рис. 1

Годовой расход на котельную определяется по формуле:

$$Вгод = \frac{Qгод}{Qн \times \eta}, м^3(кг)/год$$

Где: Qгод - годовое потребление тепла, кВт;
Qн - низшая теплотворная способность топлива, кВт/м°(кг);
η- кпд теплогенератора (котла), %.

$$Qгод = Qчас \times n \times m \ , кВт/год$$

Где: Qчас - часовое потребление тепла, кВт/ч; п - число часов работы в сутки, ч; т - продолжительность отопительного периода, сутки.

Низшая теплотворная способность:
природного газа - Qн = 9,3 кВт/м°,
солярки - Qн = 11,8 кВт/кг,
угля - Qн =8,5 кВт/кг

Например:

Необходимо определить расход газа за отопительный сезон для утепленного дома, площадью Р = 225 м^2, с установленным котлом, мощностью Q = 20,2 кВт; топливо - природный газ;
котел в сутки в среднем за отопительный сезон работает 12 часов;
отопительный сезон составляет 200 суток; кпд установленного котла *η* =90%. Находим годовое потребление тепла домом:

$$Qгод = 20,2 \times 12 \times 200 = 48480 \ кВт/год$$

Определяем расход газа за отопительный сезон:

$$Вгод = 48480 / (9,3 \times 0,9) = 5792 \ м^3/год$$

Для лучшей наглядности нормативные коэффициенты теплопередачи ограждающих конструкций для 1^{й} зоны показаны на Рис.2.

Коэффициенты теплопередачи ограждающих конструкций .



Рис.2

2. Расчет теплопотерь здания.

В данном разделе будет показано как с помощью несложных вычислена но рассчитать тепловой баланс дома и подобрать необходимой мощности ко-

Расчет коэффициента теплопередачи:

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции (наруж.стены) рассчитывается по формуле:

$$Ro_p = \frac{1}{\alpha в} + Rк + \frac{1}{\alpha н}, \quad м^2 °C / Вт \qquad .(2)$$

Где: Ro_p - сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции (наружно! стены) расчетное; αв - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, αв= 8,7Вт/м^2°С (по СНиП II -3 -79**); ан - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, αн =23 Вт/м^2°С (по СНиП II -3 -79**);

Rк - термическое сопротивление ограждающей конструкции которое определяется по формуле;

$$Rк = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_n}{\lambda_n} \quad м^2 \ °C/Вт \qquad .(3)$$

Где: δ - толщина слоя элемента конструкции, м;

λ - коэффициент теплопроводности материала , Вт/м°С, подбирается из Прилож.2; или СНиП II - 3 - 79*

Пример 1.

Рассчитать необходимую мощность котла для обогрева дома, размерами 15м высотой потолков 3 м, стоящего на грунте. В доме имеется 6 окон из однокамерных стеклопакетов в деревянной раме, размерами 1м х 2м и входная дверь также и стеклопакета в деревянной раме, размерами 2,2м х 1,5м.

Конструкция наружной стены показана на Рис.3, коэффициент Х определяется I СНиПа II -3 -79** или Прилож.2.

Внутренняя температура воздуха tвн = +20°С, расчетная температура наружного воздуха, для Киева t гр = -22°С, (определяется по СНиПу 2.04.05-91), темпера! грунта tгр = +5°С.

Находим сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции (наруж.стен формуле (3):

Ro_p = (1 / 23) + (0,125 /0,87) + (0,05 / 0,05) + (0,250 / 0,81) + (1 / 8,7) =

.= 0,043 + 0,143 + 1 + 0,309 + 0,115 = 1,61 м$^{2.°}$С/Вт

Предлагаемая конструкция наружной стены .

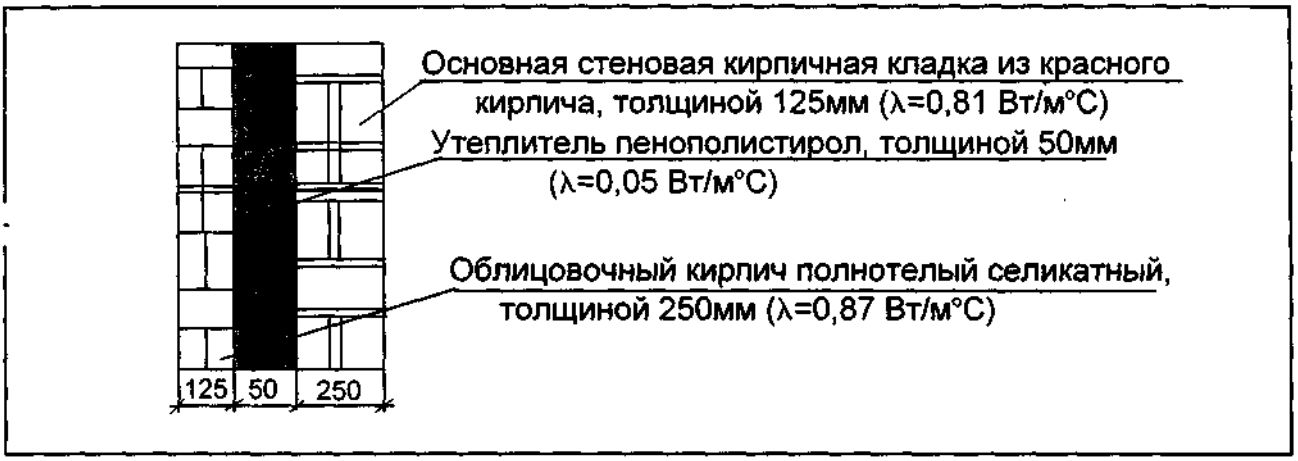


Рис.3

Тогда, К - коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции, Вт/м ^{2}С находим по формуле (1)

$$К = 1 / 1,61 = 0,62 \text{ Вт/ м}^2.^{o}\text{С}$$

Как видим дом относится к строениям средне утепленным.
Теперь определим площадь окон, дверей, стен, пола и потолка.
Площадь окон и дверей составит:

$$Sок = 6 \text{ х } (1м \text{ х } 2м) + (2,2м \text{ х } 1,5м) = 15,3м^2$$

Площадь стен без окон и дверей составит:

$$Sстен = 4 \text{ х } (15м \text{ х } 3м) - 15,3м^2 = 164,7м^2$$

Площадь пола и потолка составит соответственно по:

$$Sп = 15м \text{ х } 15м = 225м^2$$

Теперь определим теплопотери по формуле:

$$Qчас = S \text{ х } К \text{ х } \Delta t \text{ , Вт/ч} \qquad .(4)$$

Где: Qчас - часовое потребление тепла, кВт/ч;

К - коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции, Вт/м^2°С

S - площадь помещения, м^2.

Δt - перепад между внутренней и наружной температурой воздуха, °С,

определяемый по формуле:

$$\Delta t = t_{ВН} - t_{НАР}, °C \quad (5)$$

Получаем:

$$\Delta t = 20 - (-22) = 44°C$$

Теплопотери через стены составят:

$$Q_{стен} = 164,7 \times 0,62 \times 42 = 4289 \text{ Вт}$$

Теплопотери через окна и двери составят:

$$Q_{окон} = 15,3 \times 2,0 \times 42 = 1285 \text{ Вт}$$

К - коэффициент теплопередачи стеклопакетов, как правило указывает фирма изготовитель или можно пользоваться значениями, приведенными в Прилож.8

Для простоты расчета теплопотерь через крышу и пол, примем для них К таю же как для стен, тогда:

$$Q_{кр} = 225 \times 0.62 \times 42 = 5859 \text{ Вт}$$

Температура наружная tнар для пола на грунте равна tгрунта = 5°С, тогда:

$$Q_{пола} = 225 \times 0,62 \times (20 - 5) = 2092 \text{ Вт}$$

Теперь суммируем все Теплопотери:

$$Q_{\Sigma} = 2092 + 5859 + 1285 + 4289 = 13525 \text{ Вт}$$

Необходимо также учесть Теплопотери инфильтрацией через двери, открывающиеся окна, вытяжки, они примерно составят 30%, тогда:

$$Q_{\Sigma+инф} = 13525 \times 1,3 = 17582,5 \text{ Вт}$$

И наконец, определяем мощность котла с 15% запасом на неучтенные потери.

$$Q = 17582,5 \times 1,15 = 20220 \text{ Вт} = 20,2 \text{ кВт}$$

Хотим предупредить Вас, что это упрощенный быстрый расчет теплопотерь здания. Для более точного расчета необходимо пользоваться справочной литературой или компьютерными расчетными программами.

Необходимо также учитывать ,что в наиболее холодные периоды года газораспределительная сеть работает с большой нагрузкой, что часто является прими

ной падения давления газа. Если котел был подобран без запаса мощности, то именно в этот период он не сможет обеспечить необходимым теплом обогреваемое сооружение.

Теплопотери здания можно также оценить по кубатуре здания, пользуясь Таблицей 2а и по площади пользуясь Табл.26.

Табл.2а

	g_1 (Вт/м^3)
Строения хорошо утепленные	20 : 25
Строения средне утепленные	25 : 35
Строения плохо утепленные	>35

Табл.2б

	g_2 (Вт/м^2)
Строения хорошо утепленные	60 : 75
Строения средне утепленные	75 : 105
Строения плохо утепленные	>105

Где: q_1.,, q_2 - удельные теплопотери, Вт/м^3, Вт/м^2, определяемые по формуле:

$$q_1 = Q / V, \quad \text{Вт/м}^3 \qquad .(6а)$$

$$q_2 = Q / S, \quad \text{Вт/м}^2 \qquad .(6б)$$

Где: О - потери тепла помещением, Вт;

V - объем помещения, м3;

S - площадь помещения, м2.

Пример 2а:

Используя данные Прим.1 и воспользовавшись Табл.2а, оценим теплопотери здания Определяем объем здания:

$$V = 15\text{м} \times 15\text{м} \times 3\text{м} = 675\text{м}^3$$

Исходя из конструкции стены можно предположить, что здание попадает под категорию средней утепленное™, тогда можно найти необходимую мощность котла по формуле:

$$Q = V \times q_1, \quad \text{Вт} \qquad .(7а)$$

и получим:

$$Q = 675 \times 30 = 20250\ \text{Вт}, \quad \text{что} = 20{,}25\ \text{кВт}$$

Пример 26:

Используя данные Прим.1, 2а и воспользовавшись Табл.26, оценим теплопотери здания.

Определяем площадь здания:

$$S = 15\text{м} \times 15\text{м} = 225\text{м}^2$$

$$Q = S \times q_2, \quad Вт \qquad .(7б)$$

Тогда:

и получим: $O = 225 \times 90 = 20250$ Вт, что = 20,25 кВт

Как видим результаты полученные в Прим.2а и 26 совпадают.

Помните, что Таблицами 2а и 26 нужно пользоваться очень осторожно 1 лученные цифры можно рассматривать только как оценочные.

Если просчитав теплопотери сооружения выяснилось, что оно не утеплено

или слабо утеплено и возникает потребность в доутеплении его, то необходимо определить какая требуется толщина утеплителя (прирост сопротивления теплопередачи ограждающей конструкции), чтобы сооружение было достаточно теплым Для этого рекомендуем воспользоваться Таблицей 3 и формулой (8).

Табл.3

Толщина слоя теплоизоляции (см)	ΔR (м²С/Вт)	
	пенопласта	Базальтового волокна
3,0	0,66	0,91
5,0	0,99	1,41
7,5	1,41	2,03
10,0	1,83	2,66
15,0	2,63	3,91

Где : ΔR - прирост теплового сопротивления при различной толщине теплоизоляции м ^{2}С/Вт и рассчитывается по формуле (6):

$$\Delta R = Ro\ т. - Ro\ р., \ м^2С/Вт \qquad .(8)$$

где : Ro т. - требуемое нормативное сопротивление ограждающей конструкции, ласно СНиП, см. Приложение 2, м^{2}С/Вт.

Ro р. - сопротивление ограждающей конструкции, полученное расчетным п тем для конкретного здания, см. Раздел 2, формулу (2), м ^{2}С/Вт.

Пример 3.

Воспользуемся данными расчета из Примера 1, где Ro р. = 1,61 м^{2}С/Вт Теперь по формуле (8) находим АР :

$$\Delta R = 2,2 - 1,61 = 0,59 \ м^2С/Вт$$

Выходит что прирост сопротивления АР примерно равен толщине пенопласта *в* 3 см., согласно Таблице 3.

Поскольку при расчете (пример!) Ro.р.был заложен пенопласт толщиной 5 см, 1 теперь его необходимо заменить на пенопласт толщиной 8 см, что обеспечит согласно СНиП, величину Ro = 2,2 м^{2}С/Вт.

Утеплитель желательно укладывать между облицовкой здания и основной стеновой кладкой.

3. Подбор циркуляционного насоса и диаметра трубопровода.

Циркуляционный насос подбирается по двум параметрам:
- G, расходу воды, который должен обеспечить расчетную теплоотдачу отопительных приборов;
- Н, напору, который должен преодолевать гидравлические сопротивление системы отопления, равное сумме гидравлических сопротивлений (потерь на трение, на углы поворотов, запорную арматуру и т. д.) плюс запас 1 -1,5 метра.

а) Расход.

Расход теплоносителя, переносимого циркуляционным насосом определяется по формуле :

$$G = \frac{Q}{\Delta T * \rho}, м^3/ч \qquad (9)$$

Где: Q - расход тепла на отопление, ккал/ч (1 кВт = 860 ккал);
ΔТ - перепад температур между подающим и обратным теплоносителем, он может быть 10, 15, 20, 25°С (Д1 = Т1 - Т2);
р - плотность теплоносителя, кг/м^3, (плотность воды принимается приблизительно = 1000 кг/м3, с целью облегчения расчетов) см. Приложение 1.

При использовании иных теплоносителей р будет иметь другие значения. (1 литр воды имеет вес =1 кг; 1кг = 1л; 1000л = 1т; 1т = 1м3)

Пример 4.
Мощность системы отопления О = 20,2 кВт.
Теплоноситель - вода с параметрами:
11 = 90°С, 12 = 70°С, Д1 = 20°С, р = 1000 кг/м3.
Необходимо определить расход теплоносителя. Расход составит:

G = (20,2 x 860) / (20 x 1000) = 0,87 м3/ч

б) Напор.

Напор (Н) создаваемый насосом - это расчетная величина, складываемая из суммы всех гидравлических сопротивлений (Р) для самой длинной ветки в системе отопления, при конкретном расходе теплоносителя, рассчитанного ранее.

Сопротивления (Р), зависят от диаметра труб, по которым течет теплоноситель, от скорости и от температуры.
Для расчета гидравлических сопротивлений необходимо пользоваться справочной литературой.

Давление (Р), развиваемое насосом, есть произведение его напора (Н, м) на плотность перекачиваемой жидкости (р = кг/м"^{3}

$$P = H \times \rho, кг / м^2 \qquad .(10)$$

Необходимо помнить что циркуляционные насосы должны преодолеть потери давления в замкнутом циркуляционном контуре, а не поднимать воду на высоту отапливаемого здания.

в) Расчет диаметра трубопровода.

Диаметр трубопровода можно определить по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{354 \times G}{w}}, мм \qquad .(11)$$

Где: 354 - коэффициент пересчета ; О - расход теплоносителя, $м^3$/ч ; \л/ - скорость движения теплоносителя, м/с;

В системах водяного отопления, для устранения опасности гидравлич ударов, обеспечения бесшумности и хорошего отвода воздуха, скорость вод должна превышать 1 м/сек. И нет такой причины, по которой нужно было бы превысить эту скорость, причем даже лучше, если скорость воды будет 0,7 м/сек .

Пример 5.

В Примере 4 мы определили, что при мощности системы 20,2 кВт и темпера теплоносителя 90/70°С, расход составил 0,87 $м^3$/час.

Необходимо определить диаметр трубопровода при движении теплоноситель скоростью \л/ = 0,7 м/сек.

Находим диаметр по формуле (11):

$$d = \sqrt{(354 \times 0{,}87) / 0{,}7} = 20{,}9 \text{ мм}$$

Что соответствует водо-газопроводной трубе с условным диаметром 20 мм и/ см Приложение 3.

Чтобы облегчить Вашу работу по расчетам, мы предлагаем воспользоваться номограммами по подбору циркуляционных насосов.

г) Графический метод подбора насосов.

Расход теплоносителя можно определить по Диаграммам на стр. 14,15, зная тепловую мощность системы и перепад температур, см. Диаграмму 2. Если тепл мощность системы неизвестна, ее можно оценить исходя из площади отапливаемого помещения и удельного теплопотребления, количества тепла, приходящего единицу площади. Обычно оно составляет 70 -150 *Вт/$м^2$, в* зависимости от конст-

рукции наружных стен, см. **Диаграмму 1.**

Сопротивление, приближенно, можно определить по Диаграмме 4. На этой диаграмме удельные потери (Р) даны в Паскалях на метр (100 Па = 1 см.в.ст.) и показывают на сколько возрастает давление на отрезке трубопровода длиной в 1 метр, при заданном диаметре (ОМ) и скорости (М). Диаграмма 4 также учитывает 30% запас на гидравлические сопротивления фасонных деталей (углы поворотов, арматура, фитинги и т.д.).

Далее необходимо умножить удельные потери на длину трубопровода, которая берется равной длине ее наибольшей ветки. Ориентировочно же можно выбирать максимальное расстояние в пределах здания: сложив длину, ширину, высоту здания и сумму удвоить. По **Диаграмме 3** определяем потери давления в сети трубопроводов.

Теперь осталось учесть дополнительные сопротивления (Р) на отдельном оборудовании (котел, смеситель, регулирующая арматура, тепломеры и т.д.).

Точные значения потерь на каждом изделии указаны в его паспорте. Для приближенного расчета можно пользоваться упрощенными табличными значениями, см. Табл.4.

Табл.4

Оборудование	R
Котлы	0,1 - 0,25 м
Смеситель	0,2 - 0,40 м
Тепломер механический	1 - 1,50 м
Коллектор отопительный	0,05 м

Выбирается насос так, чтобы рабочая точка находилась в средней трети кривой характеристики насоса.

Пример 6.

Используя данные предыдущих Примеров, где: мощность котла Q = 20,2 кВт, а обогреваемая площадь Р = 225 м^2, определяем удельное теплопотребление q = Q / P, Вт/м^2; q = 20200 Вт / 225 м^2 = 90 Вт/м^2; по Диаграмме 1, теплопотери примерно q = 100 Вт/м^2.

Разница температур на входе и на выходе из котла $\Delta t = 20^{\circ}C$

Тогда подача по Диаграмме 2, составит примерно: G = 1,0 м3/ч

Зная диаметр трубопроводов по Диаграмме 4 находим гидравлическое сопротивление на 1 метре трубопровода, оно примерно равно R1м = 350 Па/м,

Максимальная длина наибольшей ветви трубопровода L = (15 + 15 + 3) x 2 = 66м

По Диаграмме 3, полные потери, R, в трубах составят примерно 20 кПа.

Прибавив сопротивления котла 0,2 м и запас 1,3 метра, получим напор по Диаграмме 5, равный примерно Р = 3,5 метра.

Итог - рабочая точка насоса : G = 1,0 м3/ч , H = 3,5 м.в.ст.

По рабочей характеристике насосов "Nocchi pompe", это насос R2S 25-50.

Диаграммы для подбора циркуляционных насосов .

Диаграмма 1

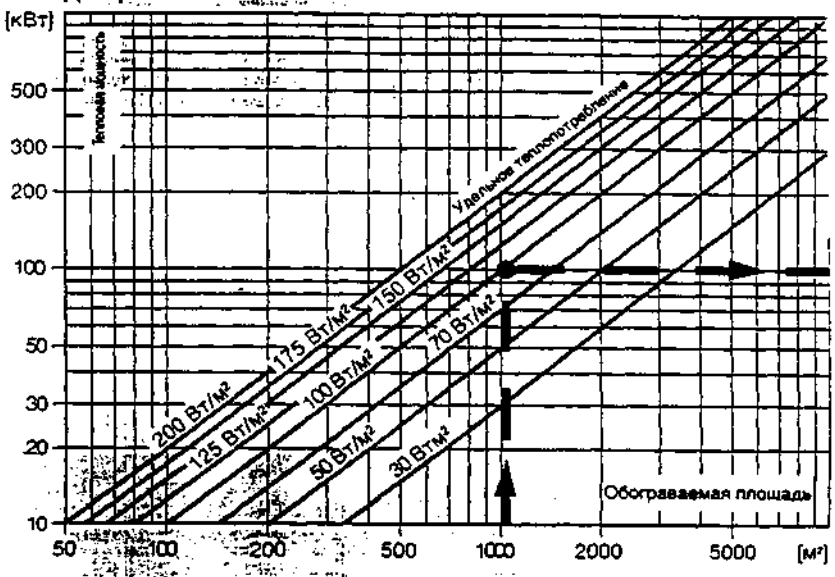


Диаграмма 3

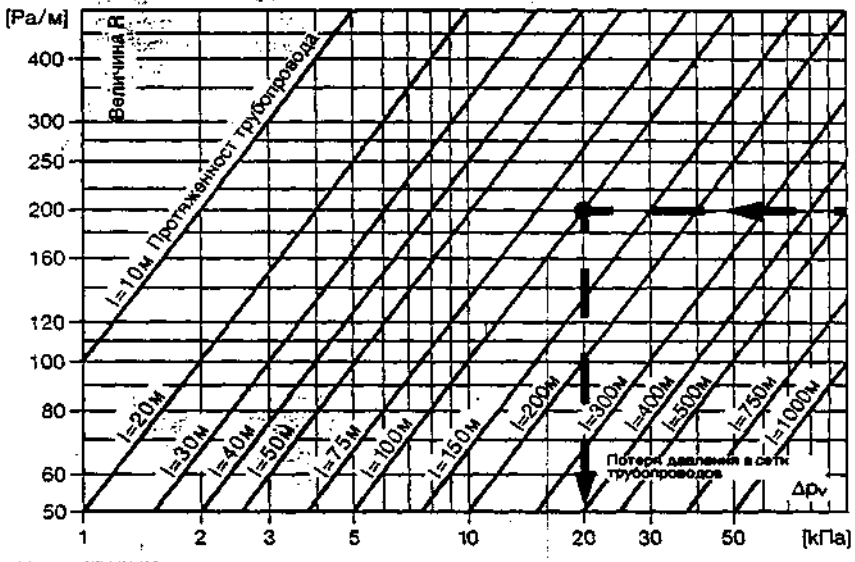
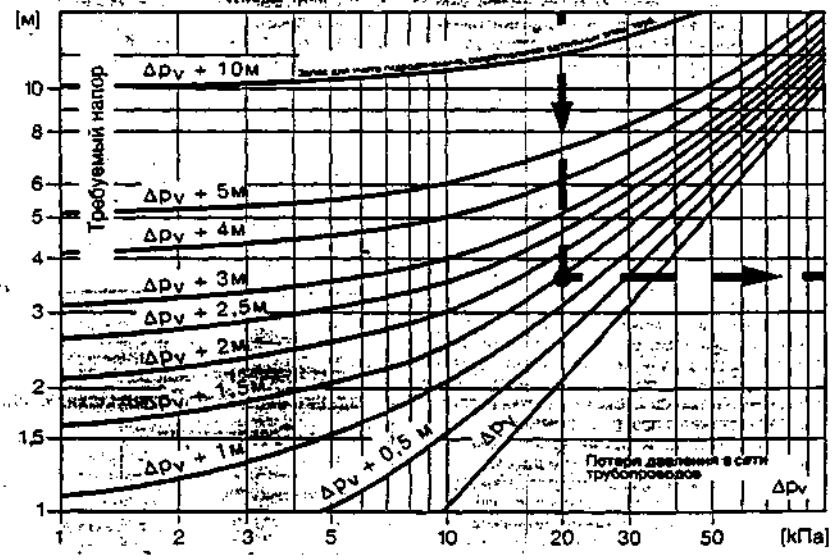
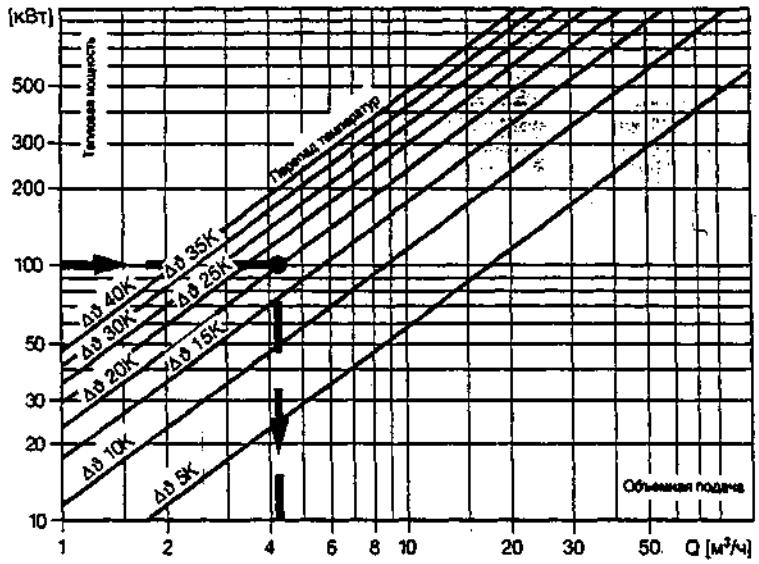


Диаграмма 5

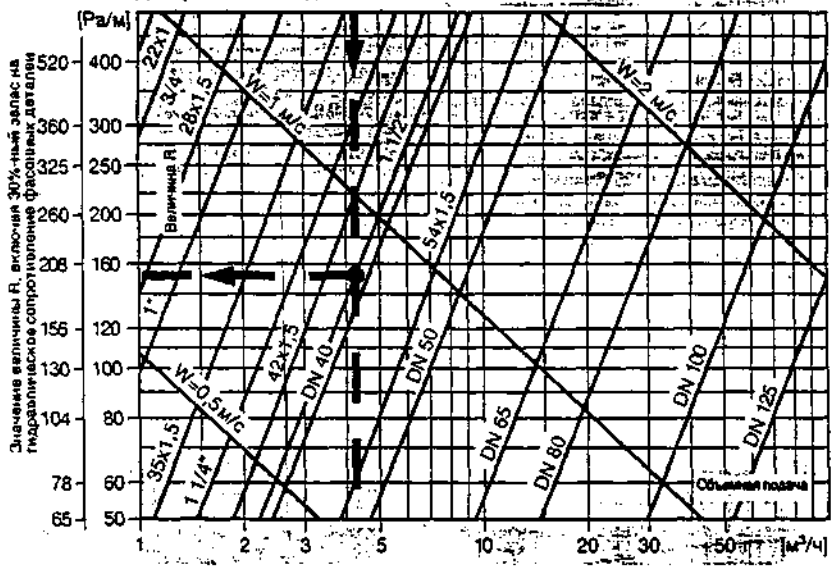


ΔPv - Запас для учета гидродинамического сопротивления отдельных элементов труб.

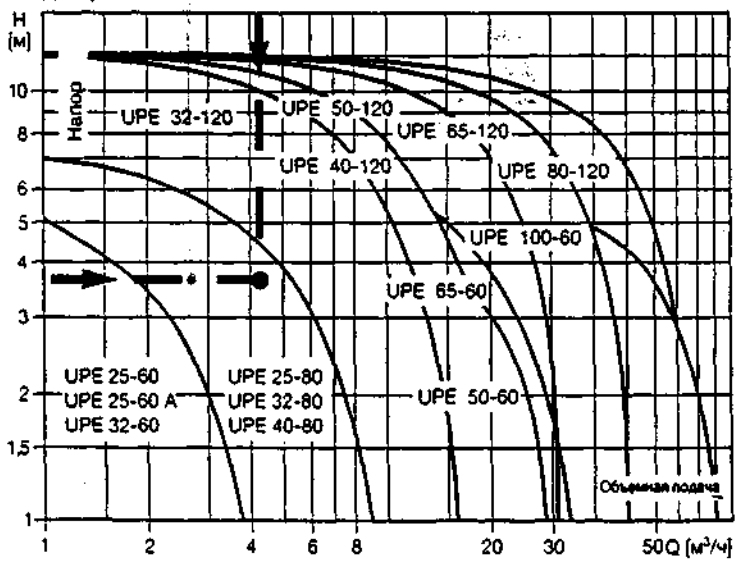
Диаграмм 2



Диаграмм 4



Диаграмм 6



Эти циркуляционные насосы не дороги, бесшумны, просты в эксплуатации и монтаже, имеют три скорости вращения рабочего колеса, одно- и трехфазные двигатели, потребляют от 60 до 200 Вт электроэнергии.
Все циркуляционные насосы с мокрым ротором, они устанавливаются на трубопроводе в любом рабочем положении, но ось двигателя должна быть только в горизонтальном положении, см Рис.4.

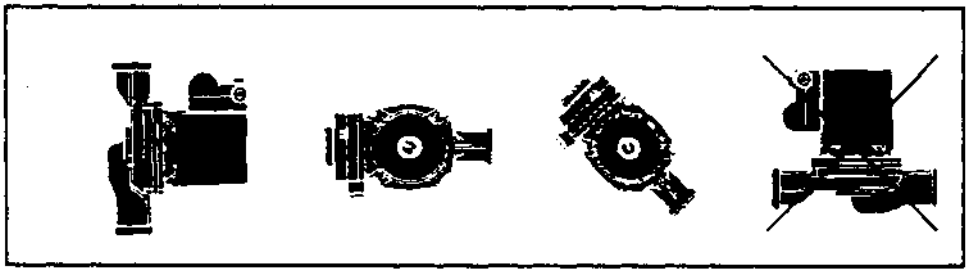
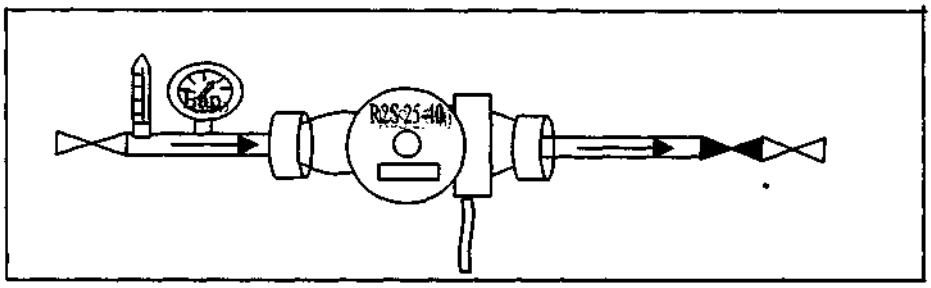


Рис.4

Минимальное давление на входе насоса (при теплоносителе - вода) во время работы не должно опускаться ниже данных указанных в Табл.5.

Табл.5

t°C	75	90	110
H м.в.ст.	0,5	4,0	11,0



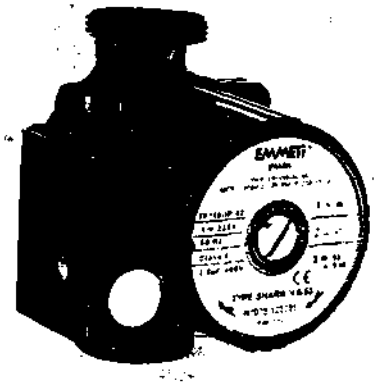


Рис.5

4. Подбор предохранительного клапана

Каждый котел должен быть защищен предохранительным (подрывным) клапаном, автоматически защищающим его от повышение давления сверх допустимого, путем выпуска рабочей среды в канализацию.

Предохранительный клапан устанавливают непосредственно на котле или трубопроводе, без промежуточных запорных устройств.

Среда, выходящая из клапана, должна отводиться так, чтобы обеспечить безопасность находящихся в котельной людей.

Предохранительный клапан можно устанавливать и на сепараторе воздуха, на котором также монтируются: автоматический воздушник с обратным клапаном; термоманометр; расширительный бачок, см. Рис.6.

Сепаратор со всем оборудованием называется группой безопасности. Конструкция сепаратора способствует лучшему удалению воздуха из котла.

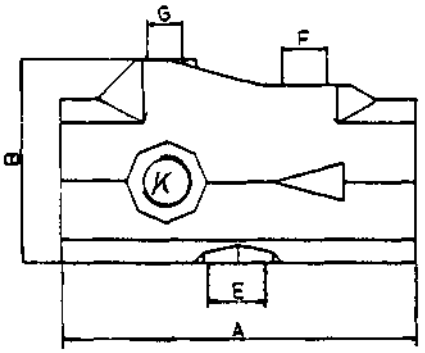
Европейские нормативы регламентируют максимальное удаление клапана от котла и оно дожно быть не более 0,5 м, см Рис.7.

Сепаратор воздуха.

Назначения патрубков:

G - автоматический воздушник с обратным клапаном;
F - предохранительный клапан;
E - расширительный бачок;
K - термоманометр, Ø1/2″;
L - заглушка, Ø1/2″;
D - диаметр входного отверстия сепарстора.

D	A	B	C	E	F	G
1"	152	87	70	3/4"	1/2"	3/8"
1"1/4	152	87	70	3/4"	1/2"	3/8"
1"1/2	152	87	70	3/4"	1/2"	3/8"
2"	189	115	87	1"	3/4"	3/8"
2"1/2	300	203	128	1"	1"	3/8"
3"	300	203	128	1"	1"	3/8"



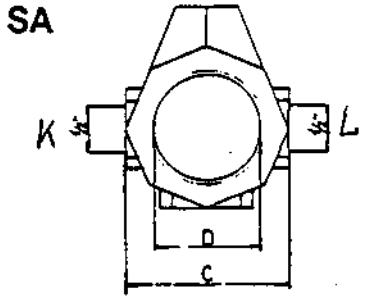




Рис.6

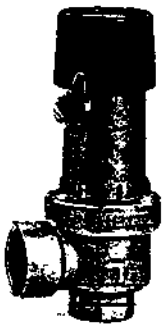
Диаметр предохранительного клапана для каждого котла определяется расчетом по следующей формуле.

$$dк = \frac{0{,}000003 \times Q}{n \times h}, см \qquad .(12)$$

Где: Q = максимальная производительность котла, ккал/ч; n - число предохранительных клапанов; h - высота подъема клапана, см; принимаемая не более 1/20 о!$_к$

Мы предлагаем воспользоваться Таблицей 6, где указаны диаметры предохрани тельных клапанов для котлов мощностью до 100 кВт.

Табл .6



Давление срабатывания клапана	Q, мощность кВт	∅ клапана "/",дюйм
2,5 ÷ 3бара	10	1/2
- " -	20	1/2
- " -	30	1/2
- " -	40	1/2
- " -	50	(1/2) / (3/4)
- " -	60	3/4
- " -	70	3/4
- " -	80	3/4
- " -	90	(3/4) / (1)
- " -	100	1

Установка предохранительных плапанов.

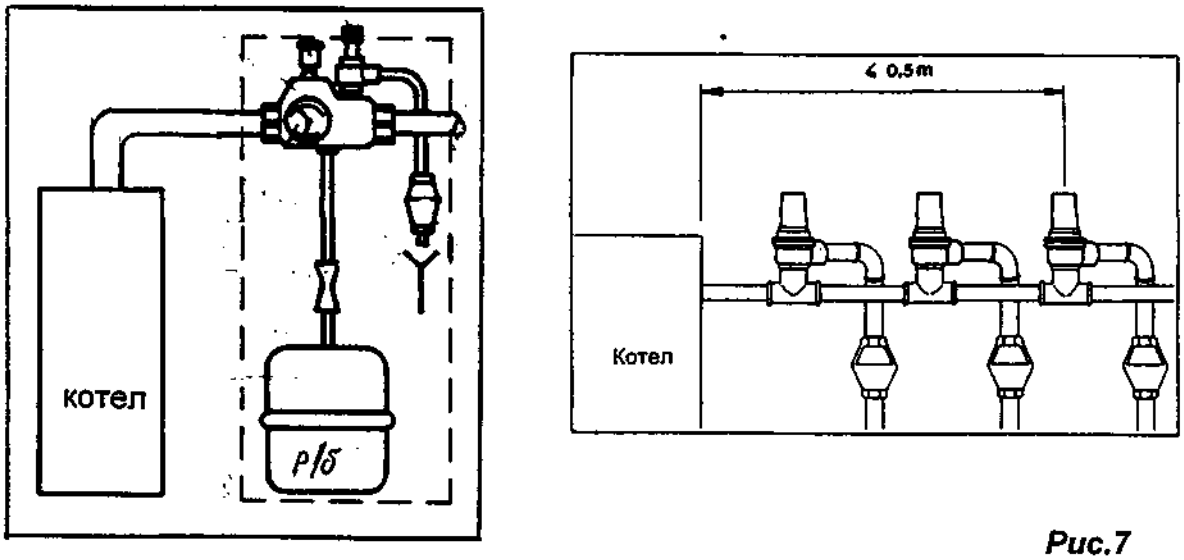


Рис.7

Пример 7.

Необходимо определить диаметр предохранительного клапана для котла мощностью 20 кВт, с максимальным рабочим давлением 3 бара.
Первоначально задаемся диаметром, из существующего типоряда клапанов, ∅1/2" - Ду = 15мм = 1,5см и находим количество устанавливаемых клапанов по формуле вытекающей из выражения (12)

$$n = (0{,}000003 \times Q) / (d \times h)$$

$$n = (0{,}000003 \times (20 \times 860)) / (1{,}5 \times ((1/20) \times 1{,}5)) = 0{,}45 = 1 \text{ штука}$$

По формуле (12) проверяем, вписывается ли расчитываемый диаметр в размер клапана - 1/2".

$$d = (0{,}000003 \times (20 \times 860)) / (1 \times ((1/20) \times 1)) = 1{,}032 \text{ см или } 10 \text{ мм.}$$

Исходя из полученного результата видно, что d = 10 мм меньше 15 мм, следовательно диаметр предохранительного клапана выбираем равным 1/2".

(0,0254 м = 25,4 мм = 1 ")

Пропускная способность клапана расчитывается по формуле - Kv :

$$Kv = \frac{G}{\sqrt{\Delta P}}, м3/ч \qquad (13)$$

ΔP - перепад давления на клапане, принимается ≈ 0,5 бар
(из технической итальянской литературы);
G - расход теплоносителя , м3/ч.

Пример 8 :
Расход теплоносителя равен G = 0,87 м3/ч, из Примера 4.
Необходимо найти пропускную способность устанавливаемого клапана.
Подставив в формулу данные имеем:

$$Kv = 0{,}87 / \sqrt{0{,}5} = 1{,}2 \text{ м3/ч .}$$

---

5. Расчет и подбор расширительных баков для систем отопления.

В данной главе мы рассмотрим методику расчета мембранных баков для закрытых систем отопления.
Мембранный расширительный бак служит для выравнивания объема воды при изменении температуры и для поддержания необходимого давления в системе отопления.
Расширительные баки разделены мембраной на 2 камеры (водяную и газовую).
Газовая камера заполняется газообразным азотом еще на заводе изготовителе давлением
P=0,5÷1.
5 атм.
При нагреве системы расширяющаяся вода, попадая в водяную камеру вызывает перемещение диафрагмы и сжатие азота, а после охлаждения, аккумулированная сила азота, вытесняет воду обратно в систему. И это происходит беспрерывно в процессе работы системы отопления.
Расширительный бак выполняет также функцию защиты системы отопления от роста давления, возникающего за счет увеличения объема воды при ее нагреве.

Объем расширительного бака рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{(Vc \times 1.3) \times K}{\frac{Pk - Pn}{Pk + 1}}, л \qquad (14)$$

Где: \/с - объем системы отопления , литры и рассчитывается по формуле:

\/с= Vкотла + \/радиаторов + \/труб + Vдр.оборудования, (см. Табл.7);

К - коэффициент расширения теплоносителя, (для воды , см. Табл.8);

1,3 - коэффициент безопасной эксплуатации;

Рк. - максимальное рабочее давление системы отопления, равное давлению предохранительного клапана. (Давление предохранительного клапана должно быть равно или на 0,5 бар меньше мах рабочего давления котла).

Рп - полное гидростатическое давление столба жидкости системы отопления, равное:

Рп = Рс + Ри

где: Рс - высота гидростатического столба жидкости;

Ри - избыточного давление, = 5 м.в.ст., которое необходимо добавить к гидростатическому давлению при заполнении системы, с целью обеспечения нормальной циркуляции воды. Т.е. на входе в радиаторы на последнем этаже, давление теплоносителя должно быть Ри = 0,5 бар (атм).

Давление азота в баке Ра, выставляется равным Рп, до заполнения системы отопления теплоносителем:
Ра = Рп
(10 м.в.ст. = 1 атм = 1 бар = 1 кг/см2 = 100 кПа) см.Приложение 5.

Для определения объема воды в системе теплоснабжения предлагаем воспользоваться Табл.7. Для более точных данных по объему воды в других отопительных приборах и трубах необходимо пользоваться данными завода изготовителя.

Табл. 7

Оборудование	V объем воды, л
1 секция чугунного радиатора H = 500	1,5
1 секция алюмин. радиатора H = 500м	0,48
Радиатор стальной H = 500мм ,L = 518	2,7
1 метр стальной трубыØ15	0,31
1 метр стальной трубыØ25	0,57
1 метр стальной трубыØ32	0,86
1 метр стальной трубыØ40	1,25
1 метр стальной трубыØ50	1,96
1 метр металлопласт. трубыØ16 x2	0,113
1 метр металлопласт. трубыØ20 x2	0,201
1 метр металлопласт. трубыØ26 x3	0,314
1 метр металлопласт. трубыØ32 x3	0,531
1 метр металлопласт. трубыØ40 x4	0,803

Для нахождения коэффициента К предлагаем пользоваться Табл.8.

Табл.8

t нагрева °С	К	t нагрева °С	К
0	0,00013	65	0,0198
10	0,00027	70	0,0228
20	0,00177	75	0,0258
30	0,00435	80	0,0290
40	0,00782	85	0,0324
50	0,0121	90	0,0359
55	0,0145	95	0,0396
60	0,0171	100	0,0434

При использовании в системе отопления других жидкостей и К будет другим.

Если нет информации об установленных отопительных приборах и диаметрах труб системы отопления, то для оценки объема воды в системе, необходимо исходить из условия, что безопасный расчетный объем воды отопительной системы составляет примерно 10-12л на1 кВт мощности котла.

Пример 9.

Объем воды в системе отопления = 100 л;

Высота гидростатического столба жидкости системы отопления Рс = 4 м;

Ри принимаем = 5 м.

Тогда: Рп = 4 + 5 = 9 м.в.ст. (0,9 бар)

Максимальная рабочая температура воды Т = 90°С

По таблице 8 находим, что Т= 90°С соответствует коэффициент К = 0,0359.

Предохранительный клапан на котле устанавливается 3 барный.

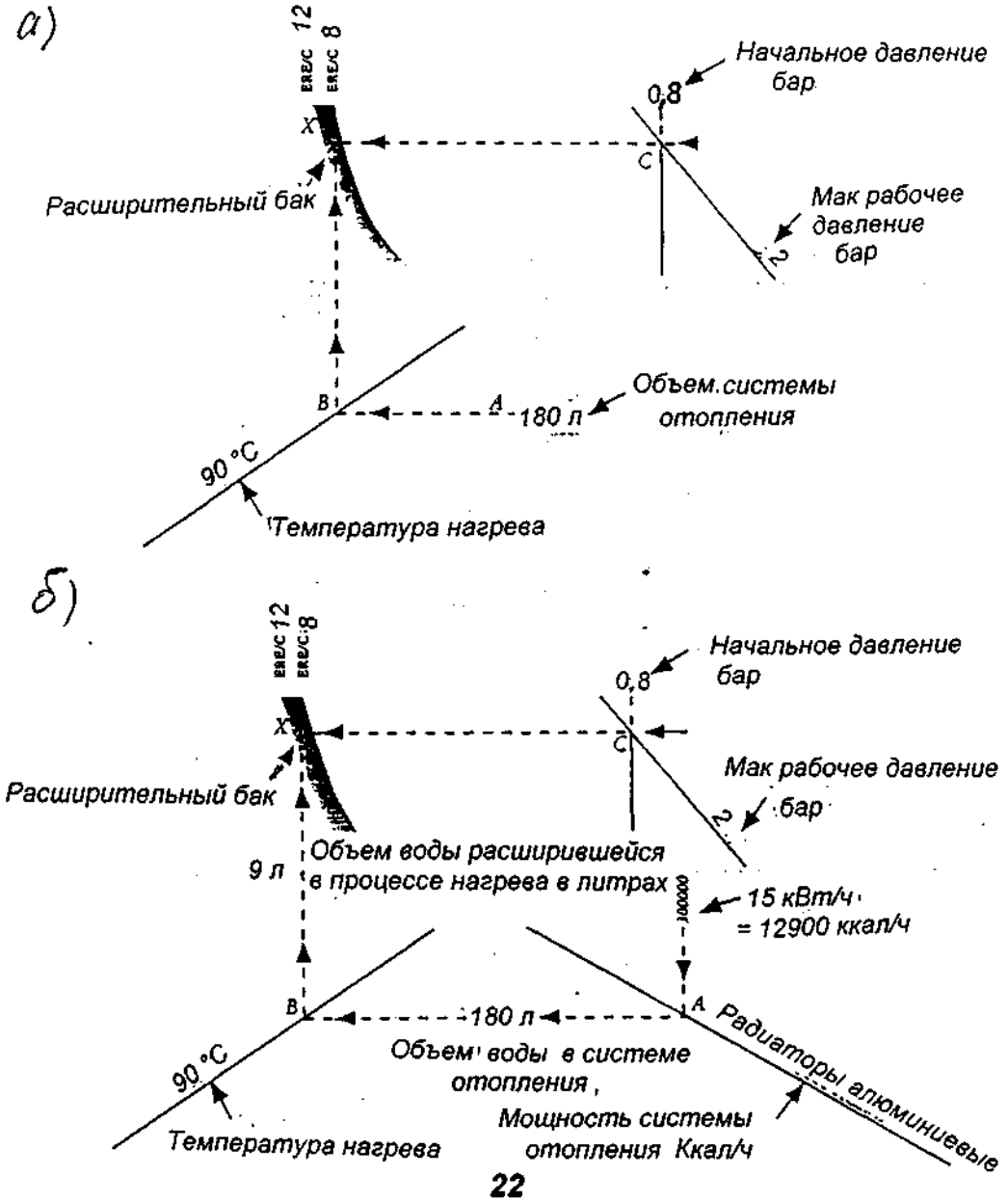
Необходимо рассчитать расширительный бачок.

По формуле (14) определяем объем расширительного бака:
V = (100 x 0,0359 x1,3) / ((3 - 0,9) / (3 + 1)) = 8,9 литров

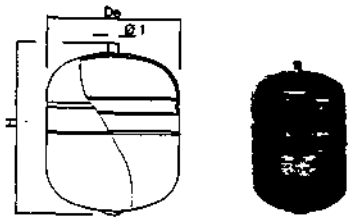
Выбираем расширительный бак, из существующей гаммы, близкий по объем и давлению к расчетному, в сторону увеличения, с мах давлением превышающим давление срабатывания предохранительного клапана на величину не менее чем на 1 бар. Это бак ЕР 12 -12 литров, с давлением 5 бар.

Расширительный бачок (компенсатор объема) устанавливается в котельной рядом с котлом на подаче или обратке. Максимально допустимое статическое давление системы отопления в месте подключения компенсатора объема, не может превышать давление азота в самом компенсаторе.
Полное гидростатическое давление столба жидкости системы отопления (Рп), контролируется манометром, установленном в котельной на системе отопления, в холодном состоянии системы.
Объем расширительного бака можно также подобрать по графикам, приведенным на Рис.9 и Примеру 10.

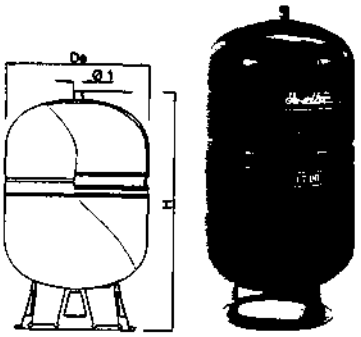
Пример 10. **Подбор расширительного бака по графикам.**



Расширительные баки фирмы Elbi.

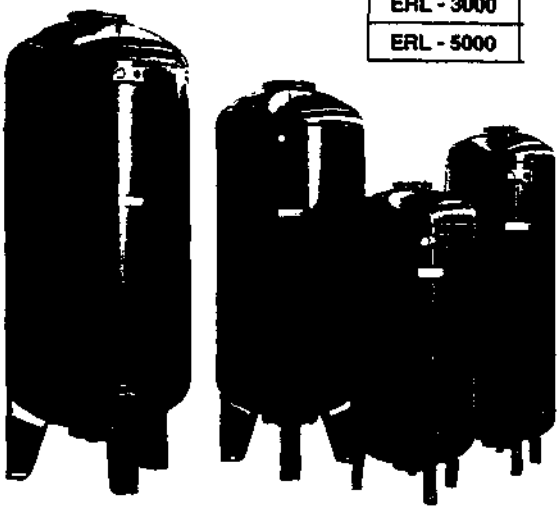


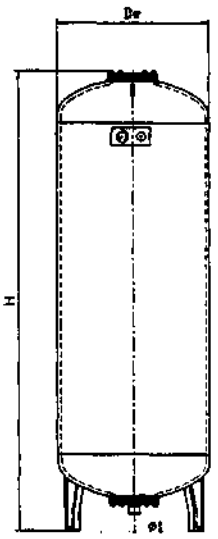
ER5 ÷ ERE/ERC 50



ERE/ERC 80 ÷ 500

ERL - 750
ERL - 1000
ERL - 2000
ERL - 3000
ERL - 5000





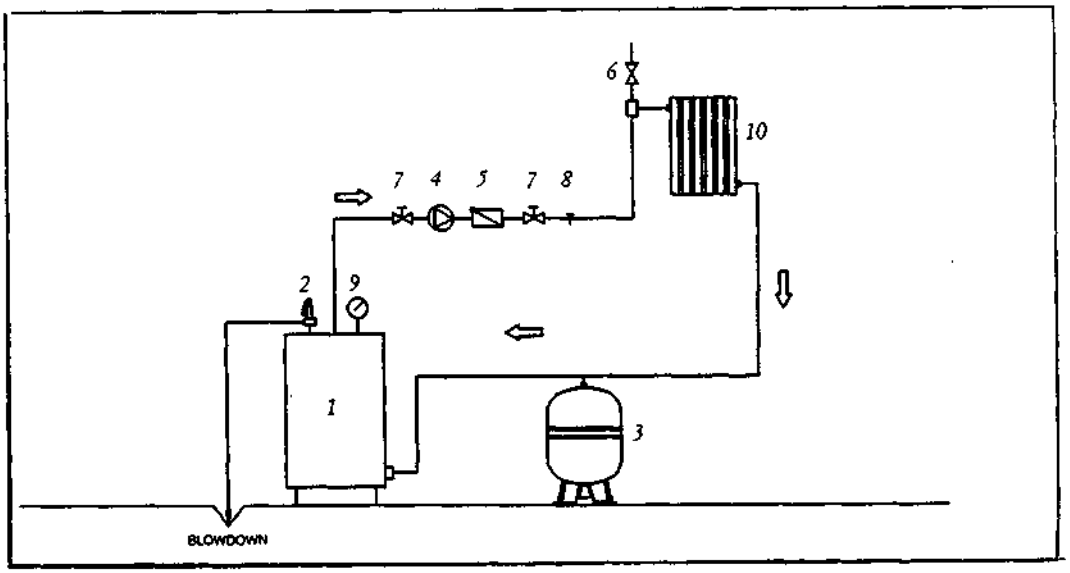
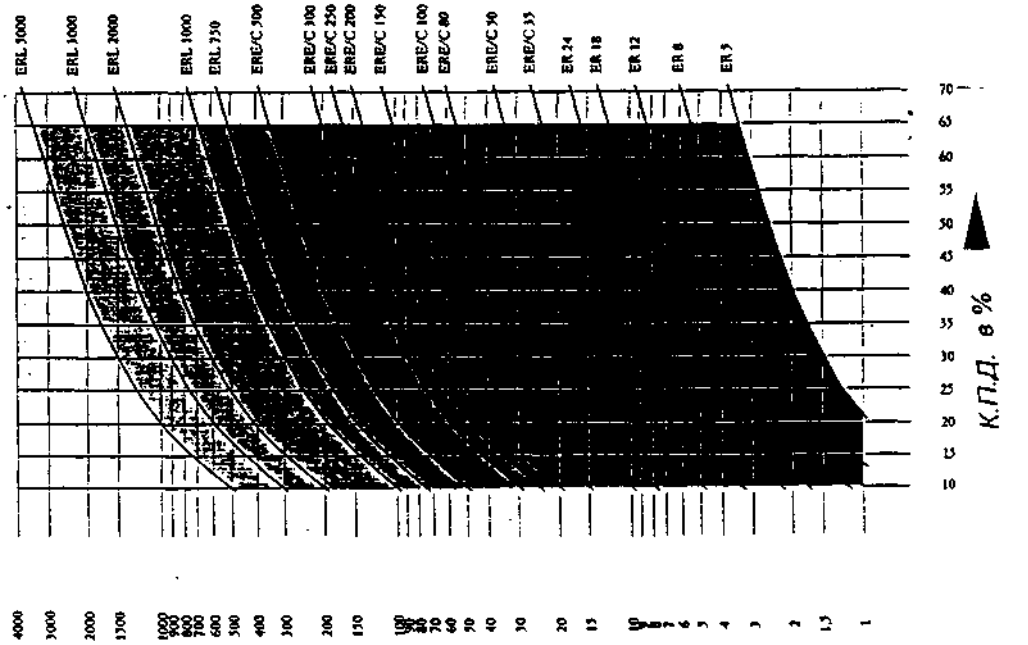


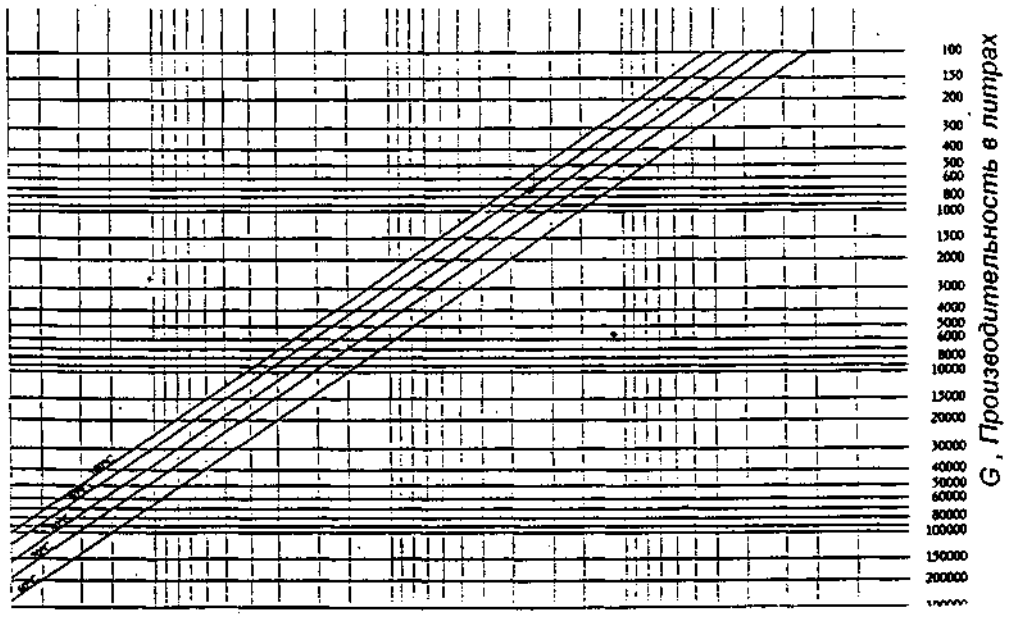
Рис.8

Графики подбора расширительных баков.

Расширительные баки фирмы ELBI

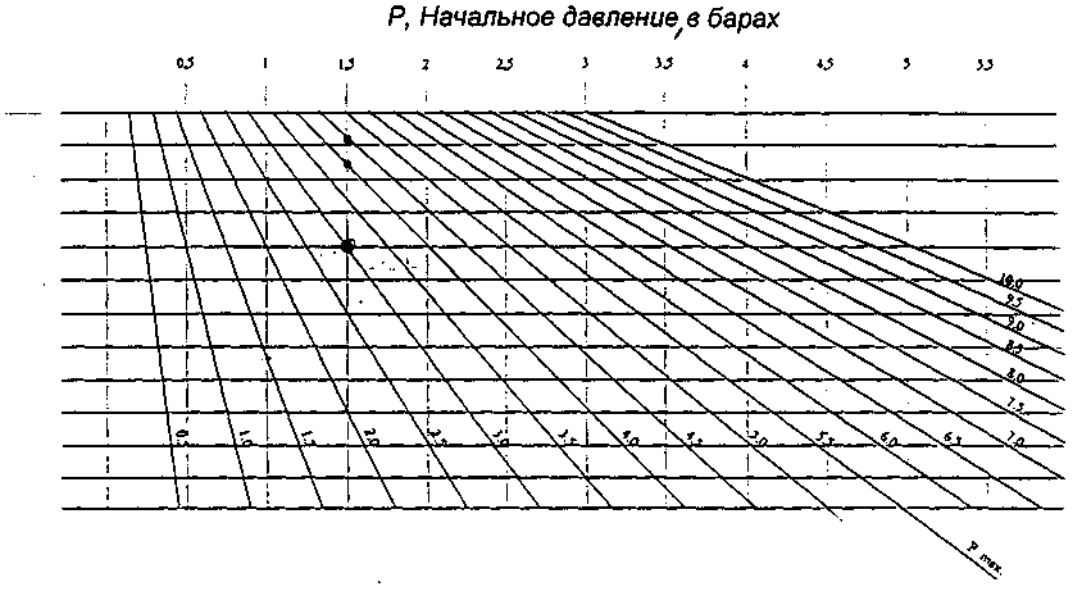


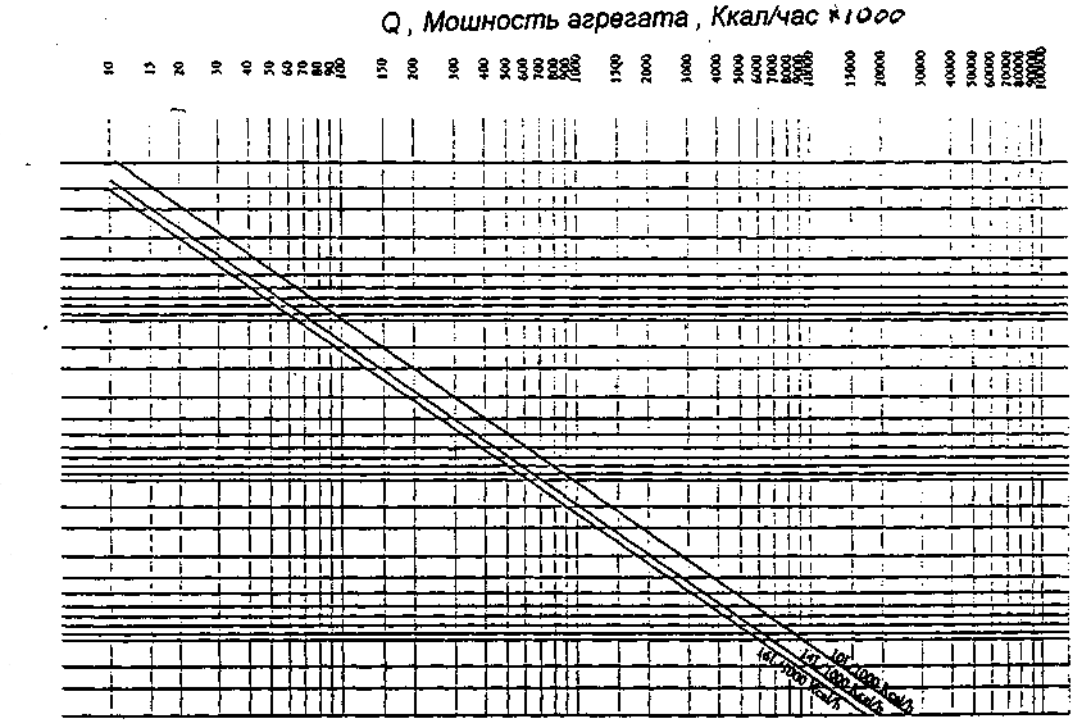
Объем воды расширившейся в процессе нагрева,в литрах



Графики подбора расширительных баков.

elbi





16L/1000 KCal/h: Мощность системы с радиаторами (чугунные)
14L/1000 KCal/h: Мощность системы с конвекторами (алюминиевые)
10L/1000 Kcal/h: Мощность системы с радиаторными панелями (стальные)

Рис.9

6. Расчет термогидравлического коллектора.

Термогидравлический (инерционный) коллектор необходим для плавной работы теплотехнической схемы, при установке в каскаде двух и более котлов, он устанавливается между системой отопления и котлами.

Для обеспечения правильной работы инерционного коллектора необходимо, чтобы поток теплоносителя в первичном контуре (котел - коллектор) превышал сумму потоков вторичных контуров (коллектор - система),в условиях максимальной потребности в тепле. В противном случае вода обратки будет направляться по инерционному коллектору, выступающему в роли смесителя, в подающую трубу контуров и тем самым может привести к неправильному функционированию систем теплоснабжения.

На практике принято подсоединять контура с самой высокой температурой к верхней части инерционного коллектора, см.Рис.10.

Внутренний диаметр термогидравлического коллектора рассчитывается по уже известной формуле:

$$D = \sqrt{\frac{354 \times G}{w}}, \text{ мм}$$

Где: G - расход теплоносителя в первичном контуре при перепаде температур Δt=10-15°С, м3/ч;

w - скорость движения воды в инерционном коллекторе, которая не должна превышать 0,1 м/с;

Диаметры патрубков, к которым подключаются прямые и обратные коллектора, рассчитываются также по выше приведенной формуле, с учетом того, что скорость воды в них должна быть в пределах w = 0,7 -1 м/сек.

Обычно диаметр (D) термогидравлического коллектора примерно равен трехкратному (3d) диаметру котлового коллектора.

Патрубки подсоединения первичного и вторичного конура не должны быть соосны, см. Рис.10. Объем жидкости в коллекторе считается как в трубе соответствующего диаметра.

Пример 11.

Суммарная мощность двух котлов составляет 600 кВт.

Необходимо определить внутренний диаметр и диаметр котловых патрубков.

Определяем расход теплоносителя при перепаде температур Δt= 15°С,

$$G = (600 \text{ x } 860) / (15\ 1000) = 34{,}4 \text{ м3/ч}$$

Затем рассчитываем диаметр инерционного коллектора при скорости воды 0,1 м/сек

$$D = 7(354\text{x}34{,}4)/0{,}1 = 349 \text{ мм}.$$

По сортаменту существующих труб подбираем диаметр трубы, близкий к расчетному диаметру инерционного коллектора с уклоном в большую сторону, см. Прилож. 3.

Это ø=350 x 9 мм, внутренний диаметр Dвн = 359 м

Далее определяем диаметр патрубков котловых коллекторов при скорости воды w= 1 м/сек:

d= V (354 x 34,4) /1 = 1 1 0 мм

Это ǿ=125 х 4 мм, внутренний диаметр Dвн = 125 мм.
Как видим соотношение внутренних диаметров инерционного и котлового коллекторов равно примерно 1 : 3 (D= 3d).

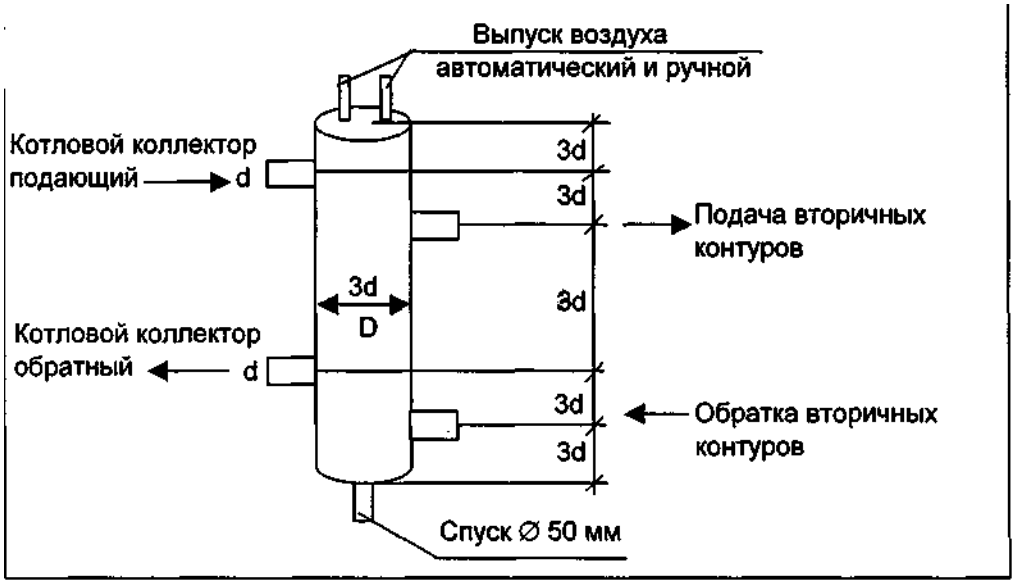


Рис.10

Внутренний диаметр инерционного коллектора можно также определить по Диаграмме на Рис. 11.

Пример 12:
Условия теже что и в Примере 11.
По диаграмме на Рис.11, по кривой инерционного коллектора (4), находим диаметр ǿ= 350 мм, а по кривой (3) находим диаметр котлового коллектора и соответственно патрубков, он равен ǿ = 125 мм. Как видим результаты в Прим. 11 и в Прим. 12 эдентичны.

На котлах с малым объемом воды (чугунных), рециркуляционные (антиконденсатные) насосы должны обеспечить расход воды в объеме 30 - 50 % от полного расхода, помня, что перепад температур между подачей и обраткой не должен быть более ДI = 10 -5- 15°С (необходимо смотреть рекомендации к каждой конкретной модели котлов).

Для котлов с большим объемом воды (стальных), рециркуляционные насосы устанавливаются на котле, между подающим и обратным трубопроводом. Этот насос должен обеспечить расход воды, равный 20 - 30 % от полного расхода, при Δt = 20°С.

Напор рециркуляционных насосов равен сопротивлению котла плюс запас 0,5м.

Диаграмма подбора термогидравлического (инерционного) коллектора .

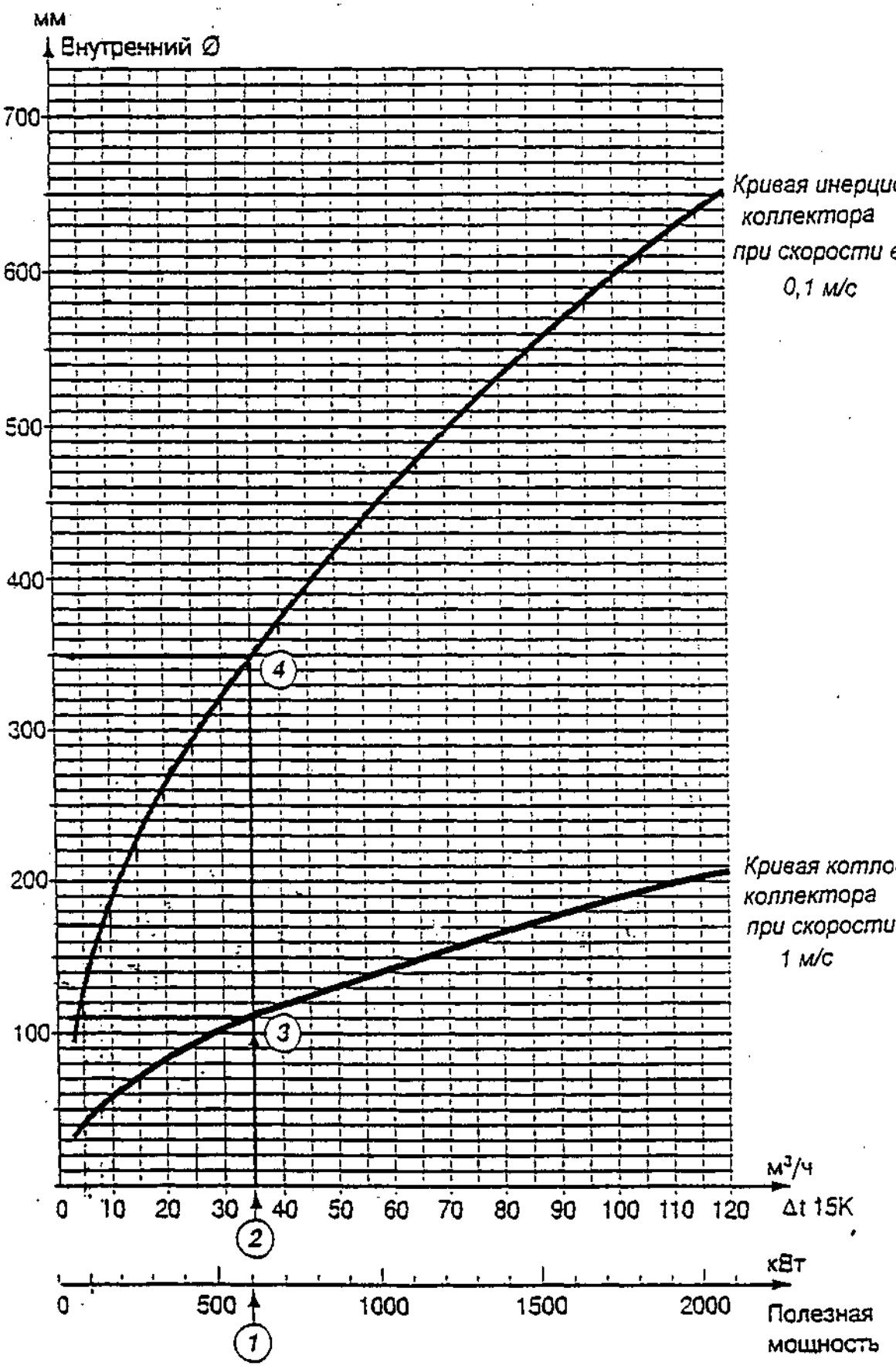


Рис.1

7. Трубы.

Рассчитав теплопотери здания, подобрав котел и другое необходимое оборудование необходимо также правильно рассчитать диаметры трубопроводов (см.Гл.3).

В настоящее время в системах тепловодоснабжения трубы из полимерных материалов значительно потеснили стальные трубы за счет более высоких технических характеристик:

- большая пропускная способность, за счет очень низкой шероховатости стенок;
- срок эксплуатации более 50 лет;
- на порядок легче стальных;
- простоты в монтаже и обслуживаниии.

Но чтобы система прослужила долго, необходимо строго соблюдать технологию соединений, предусмотренную для каждого вида полимерных труб фирмой изготовителем.

Прокладка полимерных трубопроводов должна предусматриваться скрытой: в плинтусах, за экраном, в штробах и каналах. Допускается открытая прокладка в местах, где исключается их механическое и термическое повреждение и прямое воздействие ультрафиолетового излучения. В местах установки разборных соединений и арматуры при скрытой проводке следует предусматривать люки.

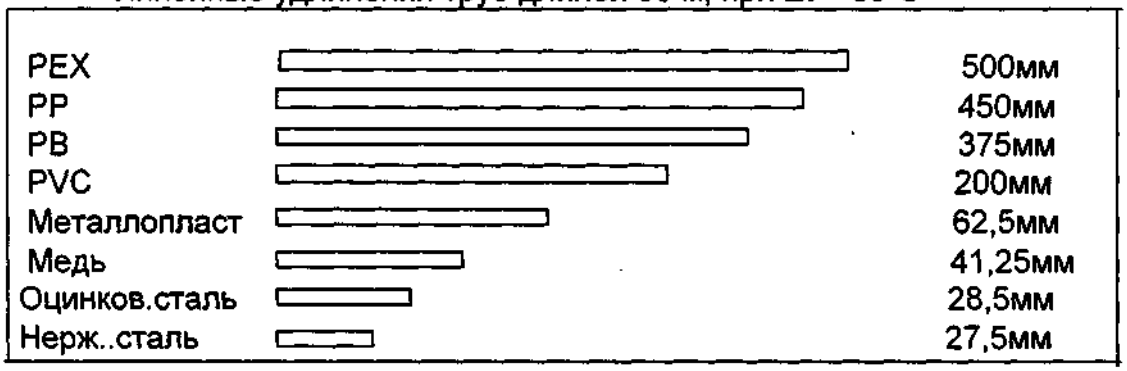
Чтобы полимерная труба не отдавала тепло строительным конструкциям, а несла его к приборам, ее необходимо теплоизолировать. Толщина теплоизоляции расчитывается исходя из теплопроводности труб, изоляционного материала и

температуры на поверхности теплоизоляции.

Все трубы при нагревании увеличиваются в объеме (удлиняются), в Табл.9 показаны линейные расширения труб из различных материалов.

Табл.9

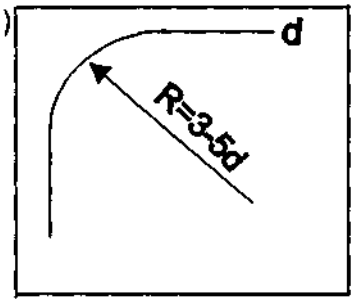
Линейные удлинения труб длиной 50 м, при Δt = 50°C



Максимальная температура теплоносителя для полимерных труб t = 95°C;
Коэффициент теплопроводности λ= 0,14 - 0,45 Вт/м°C
Шероховатость 0,004 - 0,007мм, (стальных труб 0,2 - 0,5мм)
Рабочее давление P = 4 ÷10 бар.
Полимерные трубы должны иметь антидиффузионный слой, который защищает от проникновения кислорода в систему отопления.

Не допускается прокладка полимерных трубопроводов в помещениях категории Г, а это помещения где установлены котлы.

Радиус изгиба металлопластиковых труб не менее 3 - 5 наружных диаметров, см.Рис.12.



3d - с трубогибом
5d - без трубогиба

Рис.12

В монтаже отопительных установок следует применять оборудование и тру проводы из однородных материалов.

Соединение стали, алюминия и меди допускается лишь при содержании кислород в воде не превышающем 0,1мг/дм°, что практически возможно только в замкнуты) системах.

Вследствие соединения меди со сталью или алюминием возникает электрохимическая реакция, вызывающая быстрое растворение последних, и как следствие - образование свищей и разрывов. Только монтаж пластиковыми или металлопластиковыми трубами, являющимися изоляторами, может спасти положение. Соединения с полимерными материалами никаких неприятностей не несут. Эти т[бы не ржавеют, не зарастают накипью, служат более 50 лет.

В случае подсоединения нового котла к давно используемой отопительной системе, необходимо эту систему предварительно промыть, удалив из нее грязь и накипь, для повышения эффективности теплоотдачи системы.

При монтаже систем отопления стальными трубами эти системы необходимо монтировать замкнутыми, с установкой мембранных расширительных баков рядом с котлом во избежание попадания в воду кислорода и как следствие коррозии трубопроводов и отопительных приборов.

Современные системы отопления монтируют, как правило с насосной циркуляцией. Гравитационные системы не экономичны по нескольким причинам: Во-первых, неправильный расчет отметок установки котла и радиаторов не сможет обеспечить работоспособность всей системы. • Во-вторых, необходимы трубы больших диаметров. В-третьих, необходимо соблюдать уклон трубопроводов. В-четвертых, необходимо устанавливать громоздкие расширительные баки в самой верхней точке системы и утеплять их.

Но есть и положительные стороны гравитационных систем - это то, что такая система работает без электроэнергии, движение воды происходит за счет естественного перепада давления, возникающего от охлаждения медленно движущейся воды в трубах и радиаторах.

В насосных системах применяются трубы гораздо меньших диаметров, прокладываются без уклонов, не нужно применять громоздкие расширительные баки, да I теплоотдача у таких систем гораздо выше, а затраты на электричество мизерные, I пределах 60 •*• 200 Вт.

В системах водяного отопления, для устранения опасности гидравлических

ударов, обеспечения бесшумности и хорошего отвода воздуха, трубопроводы рекомендуется подбирать исходя их того что скорости воды будет не более 1 м/сек.

Допустимый эквивалентный уровень шума в системах отопления 25 - 40 дБел.

При одном и том же расходе теплоносителя, чем меньше диаметр, тем выше скорость воды в трубах системы отопления, но с уменьшением диаметра труб, скорость не должна превышать допустимых значений.

Подбирать диаметры металлопластиковых труб мы предлагаем по Приложению 4, стальных по Приложению 3.

8. Отопление.

Системы отопления - это совокупность технических элементов, предназначенных для переноса и передачи тепла необходимого для поддержания температуры на заданном уровне во всех обогреваемых помещениях.

Перенос тепла в системах отопления осуществляется теплоносителем - жидкой средой (вода) или газообразной (воздух). В зависимости от вида теплоносителя системы отопления подразделяются на водяные и воздушные.

Отопительные приборы должны обеспечить равномерное обогревание помещений. Наиболее равномерно помещение нагревают напольные и потолочные отопительные панели.

В системах водяного отопления применяется как качественное так и количественное регулирование (Рис.13):
качественное - это когда с изменением температуры наружного воздуха меняется температура теплоносителя после смесительного клапана. количественное - это когда при постоянной температуре теплоносителя меняется
его количество, циркулирующее через отопительную систему.

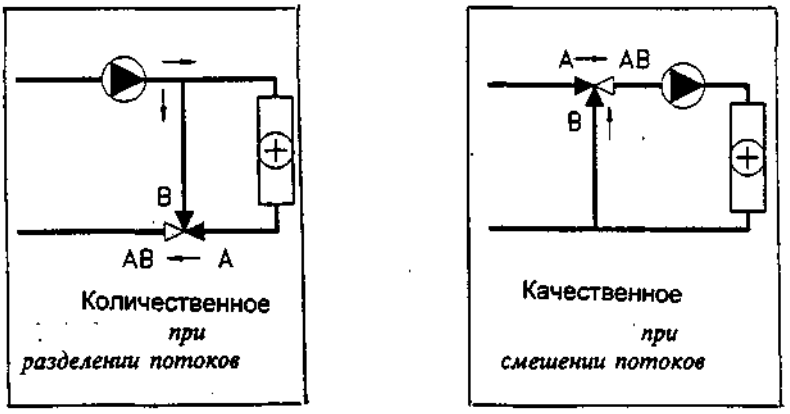


Рис.13

Отопительные приборы.

Отопительные приборы размещают так, чтобы обеспечить их осмотр, очистку и ремонт.

Расстояния от строительных конструкций зданий до отопительных приборов следует принимать в соответствии с нормативными или указаниями на Рис.14 а, б. На Рис.14а показана схема установки у пола конвекторов с кожухом, а на Рис.146 - установка радиаторов.

Устанавливают отопительные приборы на кронштейнах, болтах или металлических подставках.

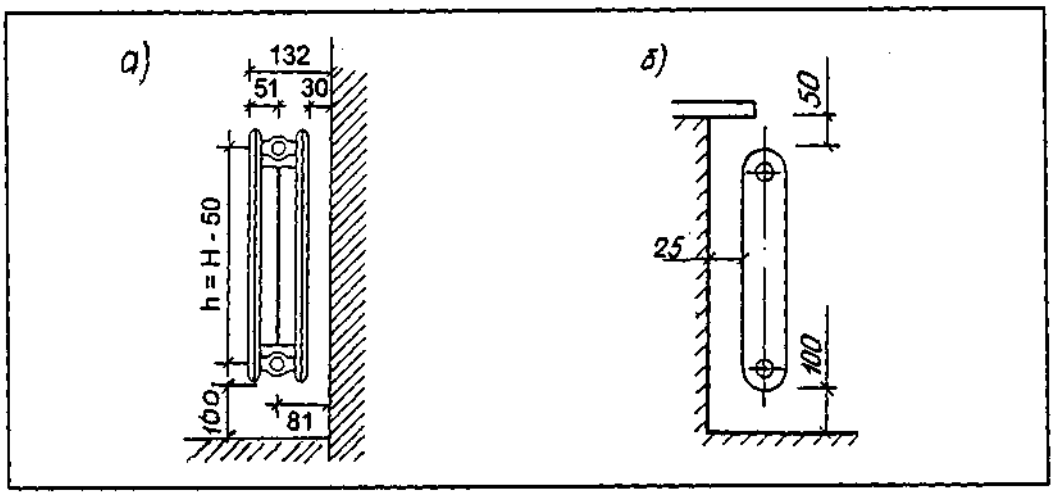


Рис.14

Способы разводки водяного отопления различают следующие, см. Рис.1.'

а) однотрубные с последовательно соединенными приборами, (с нижней и верхней разводкой трубопроводов);

б) двухртубные с параллельно соединенными приборами, (с нижней и верхней разводкой трубопроводов);

в) коллекторное подключение приборов,
(с разводкой трубопроводов в полу, стенах или плинтусах).

Способы подсоединения отопительных приборов также могут быть различными, см. Рис.16.

На Рис. 17 показан вариант коллекторного подключения отопительных приборами

Существует несколько вариантов прокладки труб для подсоединения радиаторов

- плинтусная разводка в коробах, есть короба как с совместной прокладкой тру и электрических кабелей, так и только труб систем отопления.
- в штробе пола и стен .
- в штробе стен .
- вдоль стен под потолком, над полом.

Трубопроводы из пластика и металлопластика и меди широко рекламируются и действительно удобны в монтаже, долговечны, надежны. Тепло в трубах из полимерных материалов теряется меньше, чем в медных. Поэтому для систем отопления лучше применять трубопроводы из полимеров металлополимеров, медные трубы хороши при разводке систем водоснабжении

Все трубопроводы, соединяющие источник теплоснабжения и отопительные приборы, необходимо теплоизолировать.

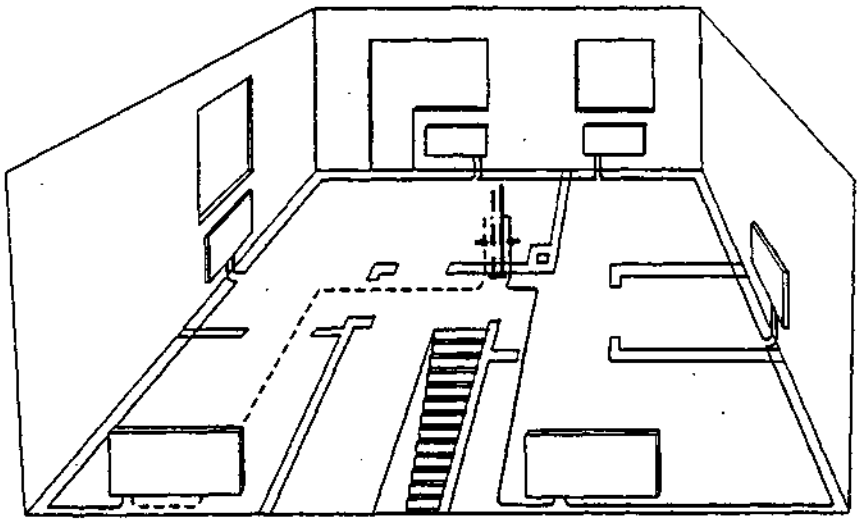
В наших климатических условиях отопительный сезон составляет приме половину календарного года. Выходит, что мы треть жизни проводим в ОТАПЛИВАЕмых помещениях. Это обстоятельство заставляет серьезно подойти к выбору отопительных приборов в системе отопления и температуре теплоносителя.

Высокая температура поверхности радиатора сильно сушит воздух в помещении, происходит нездоровая положительная ионизация воздуха, что может вызвать головную боль и ощущение дискомфорта.

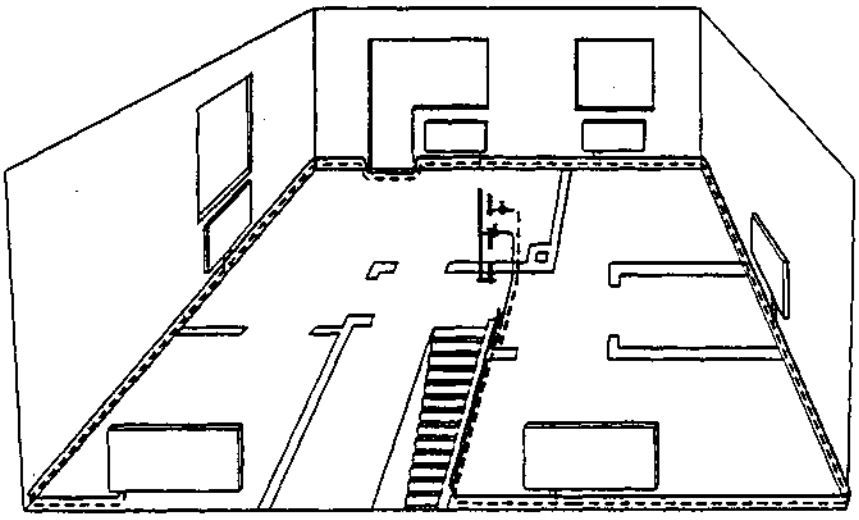
Поэтому мы рекомендуем при проектировании систем отопления использовать теплоноситель с температурой 75 - 80°С.

Способы разводки водяного отопления

а)



б)



в)

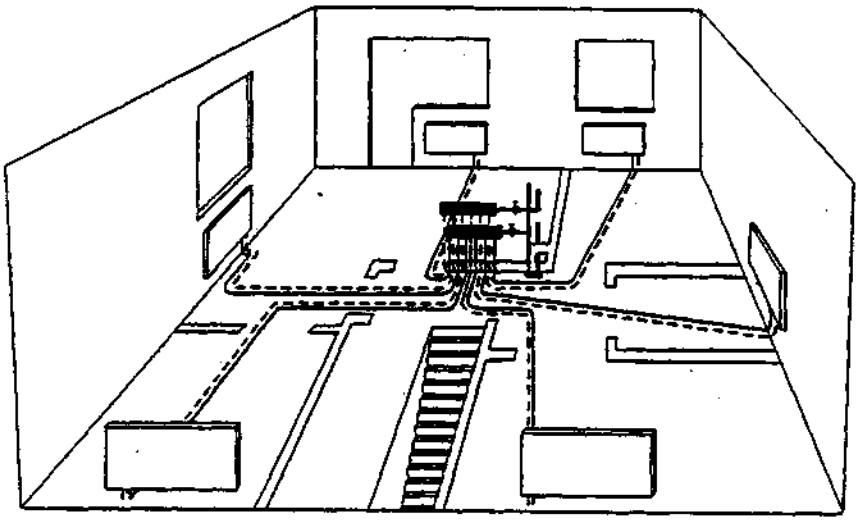
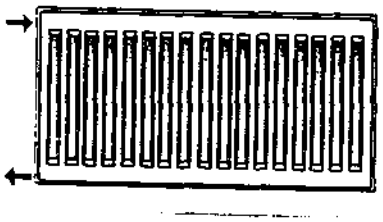


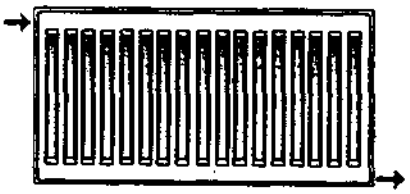
Рис.15

Варианты подсоединения отопительных приборов .



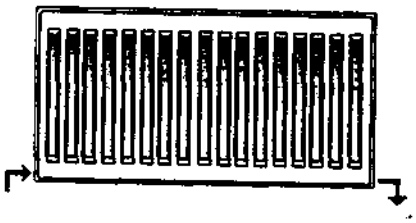
Боковое одностороннее подсоединение

(подключение в обратном г
дке вызовет падение тепл
мощности более чем на 5(



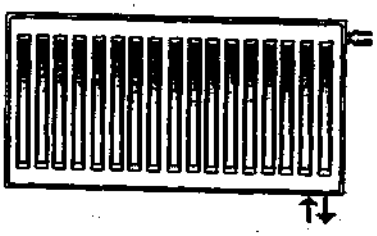
Перекрестное подсоединение

(подключение в обратном г
дке вызовет падение тепл
мощности более чем на 5(



Седельное подсоединение

(тепловая мощность ра
торов будет на 10 % н
номинальной мощност



Напольное подсоединение

. (подключение в обратном г
дке вызовет падение тепл
мощности более чем на 6(



Косвенное подсоединение



(двухтрубных и
однотрубных систем)

Рис.16

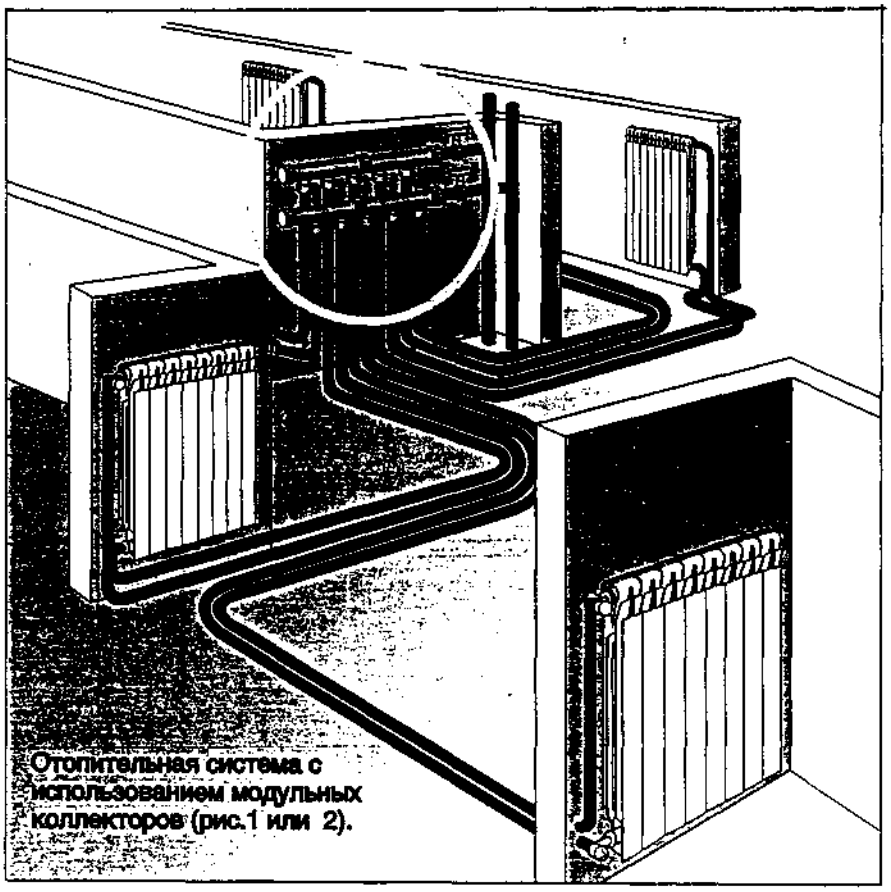


Рис.17

Тепловые мощности радиаторов, указанные в таблицах, действительны только при тех параметрах теплоносителя, которые указаны в тех же таблицах.

Как определить истинную мощность радиатора в нужных параметрах температур мы рассмотрим ниже.

Чугунные секционные радиаторы.

Отечественная секция чугунного радиатора МС-140 имеет следующие параметры при высоте 588 мм:

- вес 8,2 кг;
- объем 1,45 литра;
- поверхность нагрева 0,31 экм или 0,244 м2

Поверхность отопительного прибора определялась в эквивалентных квадратных метрах. 1 экм - поверхность прибора с теплоотдачей 400 ккал/ч или 465 Вт при разности средней температуры теплоносителя и воздуха в помещении Δt равной
Δt = ((Тн + Тк) / 2) - 1вн = ((90 + 70) / 2) - 20 = 60°С

Следовательно пересчитав мощность 1 секции из экм в Вт получим теплоотдачу 1 секции при температурах 90 / 70 / 20°С:

1 экм = 465 Вт

0,31 экм = Q Вт

Q = 465 х 0,31 = 144 Вт.

Как видим 1 секция чугунного радиатора и достаточно тяжелая и имеет большой объем воды, а в большом доме - это тонны металла, воды и большая инерция разогрева.