

# Отопление. Вентиляция. Кондиционирование. Технология / Основной курс

- Тепло и температура
- Величина потока и давление
- Теплопередача
- Требования к теплу и холоду
- Нагревательные элементы
- Гидравлика
- Системы нагрева
- Регулировка температуры

## Содержание

|  |    |
|--|----|
| 1. Основные принципы .....   | 3  |
| 1.1. Тепло и температура .....   | 3  |
| 1.2. Температурная шкала .....   | 3  |
| 1.3. Специфика нагрева .....   | 4  |
| 1.4. Тепловая величина .....   | 5  |
| 1.5. Энергия и Мощность .....  | 6  |
| 1.6. Смешанная энергия .....   | 8  |
| 2. Величина потока и давление .....                                      | 9  |
| 2.1 Величина потока .....  | 9  |
| 2.2. Давление .....  | 10 |
| 2.3. Атмосферное давление .....  | 11 |
| 2.4. Абсолютное и относительное давление .....                           | 12 |
| 2.5. Показатели давления .....   | 12 |
| 2.6. Давление в жидкости и газ .....                                     | 13 |
| 2.7. Удельный вес (плотность) .....                                      | 14 |
| 3. Теплопередача .....   | 15 |
| 3.1. Конвекция .....   | 15 |
| 3.2. Проводимость .....  | 15 |
| 3.3. Радиация .....  | 16 |
| 4. Требования тепла или холода .....                                     | 17 |
| 4.1. Исходное условие – Почему мы нагреваем или охлаждаем комнату? ..... | 17 |
| 5. Нагревательные приборы .....  | 26 |
| 5.1. Исходные условия .....  | 26 |
| 5.2. Система Фан коил .....  | 28 |
| 6. Гидравлика .....  | 31 |
| 6.1 Гидростатика и Гидродинамика .....                                   | 31 |
| 6.1.1. Исходные условия .....  | 31 |
| 6.1.2. Закон Паскаля .....   | 31 |
| 6.1.3. Действующие режимы .....  | 32 |
| 7. Системы отопления .....   | 37 |
| 7.1. Вводная часть .....   | 37 |
| 7.2. Принудительная циркуляция .....                                     | 39 |
| 7.3. Система распределения .....   | 43 |
| 7.4. Центрифужная помпа .....  | 47 |
| 7.4.1. Вступление .....  | 47 |
| 7.4.2. Давление и напор .....  | 47 |
| 7.4.3. Центрифужная помпа .....  | 48 |
| 7.4.4. Характеристика .....  | 49 |
| 7.4.5. Характеристика .....  | 50 |
| 7.4.6. Использование Бай-пасс .....                                      | 50 |
| 7.5. Расширительный бак .....  | 52 |
| 7.5.1. Открытый расширительный бак .....                                 | 52 |
| 7.5.2. Расширительный бак (закрытый) .....                               | 54 |
| 7.6. Предохранительный клапан .....                                      | 56 |
| 7.7. Выпускной воздушный клапан .....                                    | 56 |
| 7.8. Наполнение системы .....  | 57 |
| 8. Регулирование обогрева .....  | 58 |
| 8.1. Введение .....  | 58 |
| 8.2 “Микроконтроль” таймер-термостат .....                               | 58 |

# 1. Основные принципы

## 1.1. Тепло и температура

Представления обо всей тепловой активности основывается на двух базовых определениях - температура и тепло.

**Температура** – физическая величина, которая используется для измерения степени нагрева тела или окружающей среды, а также, служит показателем тепловой активности.

Следовательно, условное значение - абсолютный ноль, где молекулярное движение - ноль и используется как справочное.

*Также, мы должны упомянуть о существенной разнице между ощущениями тепла и холода, которые обычно чувствуются при прикосновении к объекту и которые являются температурой самого объекта. Фактически, человек может воспринимать разницу температур только относительно температуры своего собственного тела, которая составляет (37°C) и в дополнение, его восприятие температурных условий в большой мере обусловлено эффектом теплопередачи.*

**Тепло** – форма энергии, происходящая за счет активации молекулярного движения; Выражается в килокалориях (Ккал). Калория – это количество тепла необходимого для повышения температуры 1 кг воды до 1°C.

## 1.2. Температурная шкала

Все температурные деления основаны на двух неизменных температурах, которые определяются различными значениями в зависимости от системы измерения. Это две фиксированные температуры:

1. Температура дистиллированной воды во время замораживания (лед) и берется как нижний предел.

2. Температура дистиллированной воды во время кипения (пар) и берется как высший предел.

**Шкала по Цельсию** (наиболее популярная и общеизвестная) определяет две фиксированные точки (лед-пар) стандартные температуры от 0° и до 100°. Соответственно, линия между этими двумя температурами поделена на 100 равных частей благодаря чему, люди часто обращаются к «стоградусной шкале» и «шкале Цельсия». Символ этой шкалы °C.

**Шкала по Фаренгейту**, в основном используется в англоязычных странах и определяет две фиксированные точки (лед – пар) по шкале от 32° до 212° соответственно, деля шкалу на 180 равных частей. Символ этой шкалы °F.

**Шкала по Кельвину**, также известная как «абсолютная шкала» или «термодинамическая шкала» используется как международная система (SI) и определяется двумя фиксированными точками со значениями 273.15° и 373.15° соответственно, деля шкалу на 100 равных частей. Эта шкала составляет основу

стоградусной шкалы. В физике известен тот факт, что если из какого-либо тела забрать все тепло, которым оно владеет, то теоретически оно может достигнуть температуры **-273.15**. Эта граница определяется как **«абсолютный ноль»**. Величина обозначается как **К**.

| Шкала градусника         | По Цельсию | По Фаренгейту | По Кельвину |
|--------------------------|------------|---------------|-------------|
| Температура кипящей воды | 100°       | 212°          | 373         |
| Температура тающего льда | 0°         | 32°           | 273         |

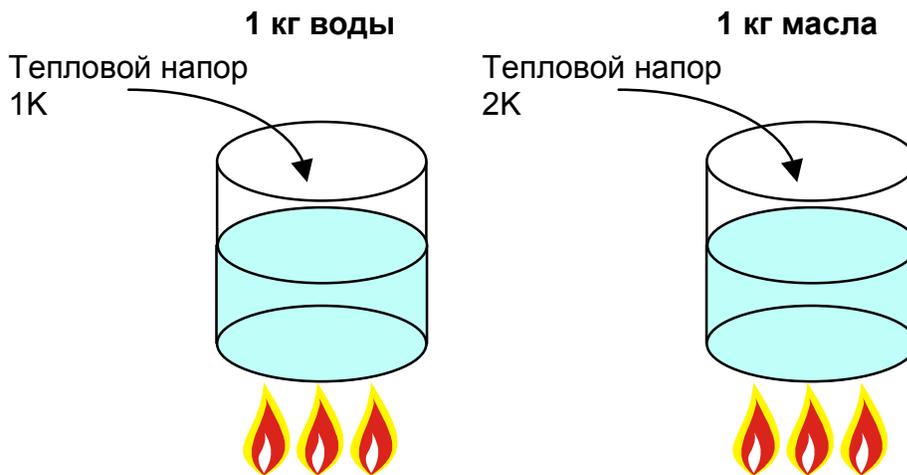
### 1.3. Специфика нагрева

Можно легко увидеть, что не все тела нагреваются одинаково, подвергнутые одинаковому количеству тепла “Q” (при идентичных условиях). Таким образом, каждый материал имеет свою **«теплоемкость»**. Характеристика, которая варьируется в зависимости от типа и массы материала.

Когда масса тел одинакова, теплоемкость зависит от типа тела; значение, которое влияет на его теплопоглощаемость называется **«удельной теплоемкостью»**.

**Удельная теплоемкость (с) тела (твердого, жидкого, газообразного) определяется как количество тепла необходимого для повышения единицы массы тела на температуру 1°С.**

Например, для воды, 1 Ккал требует повышения температуры 1 кг до 1 калория (1°С) тогда как для 1 кг масла с 1 Ккал температура вырастает до 2 калорий (2°С), как показано ниже.



Энергозатраты = 1Ккал

Формула:  $Q = M \times c \times (T_2 - T_1)$

где:

“Q” количество затраченного тепла

“M” масса тела в кг

“c” индивидуальная температура тела

“T2” конечная температура

“T1” начальная температура

### Индивидуальный тепловой показатель некоторых материалов

| Материал       | Сталь | Медь | Вода | Пар  | Масло | Воздух |
|----------------|-------|------|------|------|-------|--------|
| c (Ккал / кгК) | 0.11  | 0.1  | 1.0  | 0.48 | 0.47  | 0.23   |

## 1.4. Тепловая величина

Мы будем определять «тепловую величину» материала и выражать это в Ккал/кг, и выражать это как количество тепла необходимого для горения 1 кг твердого, либо 1 м. куб. газового топлива

### Общая тепловая величина

Совершенно сухого топлива не существует, потому что все виды топлива содержат определенное количество воды в виде влаги; в дополнение, вещества, содержащие водород, имеют большее количество воды при сгорании. В камере сгорания котла вода находится в виде пара. Если бы в теплообменнике котла газы находились при температуре ниже, чем 100 °С, пар превратился бы в конденсат, выпуская испаренные калории, которые могли бы быть использованы. Так, все тепло, содержащееся в камере сгорания, используется целиком. **«Общее тепловое значение»** обозначается как **Hs**.

### Чистая тепловая величина

С другой стороны, как в случае с котлами, если бы газы, находящиеся в камере сгорания имели температуру больше, чем 100 °С, влага выходила бы в форме пара и тепло, полученное, в результате конденсирования испарялось бы в атмосферу, и было бы утрачено.

**«Чистая тепловая величина»** обозначается как **Hi**.

### Среднее значение некоторых видов топлива

| Топливо | Общая тепловая величина        | Чистая тепловая величина       |
|---------|--------------------------------|--------------------------------|
| Нефть   | 10,400 (Ккал/кг)               | 9,800 (Ккал/кг)                |
| Дизель  |                                | 10,200 (Ккал/кг)               |
| Метан   | 9,500 (Ккал/м <sup>3</sup> n)  | 8,500 (Ккал/м <sup>3</sup> n)  |
| Этан    | 16,800 (Ккал/м <sup>3</sup> n) | 15,300 (Ккал/м <sup>3</sup> n) |
| Пропан  | 24,000 (Ккал/м <sup>3</sup> n) | 22,000 (Ккал/м <sup>3</sup> n) |
| Бутан   | 32,000 (Ккал/м <sup>3</sup> n) | 29,000 (Ккал/м <sup>3</sup> n) |

## 1.5. Энергия и Мощность

### Что такое энергия?

С точки зрения тепла, мы могли бы сказать, что энергия эквивалентна теплу массы тела (т.е. количеству воды, содержащегося в накопительном баке) нагревая ее, начиная с нижней и заканчивая верхней температурой.

Исходя из этого практического определения, мы можем вывести следующую формулу:

$$Q = M \times c \times \Delta T$$

Где “Q” доставленная тепловая энергия, “m” масса тела, (т.е. количество воды, содержащееся в накопительном баке), “ΔT” разница в температурах (Конечная и начальная температура) “c” собственное тепло тела, которое варьируется в зависимости от материала (для воды это величина = 1). Для того чтобы проиллюстрировать эту формулу, возьмем пример, приведенный ниже:

Как много тепловой энергии необходимо для нагрева 10 литров воды при дельта t 25 градусов? (т.е. от 15 до 40)

m = 10 литров

c = 1 для воды

ΔT = 40 - 15 = 25

Если ввести эти значения в формулу, то получится:

$$Q = 10 \times 1 \times 25 \quad \text{так} \quad Q = 250 \text{ Ккал}$$

Какая на самом деле мощность? Где P = мощность; E = энергия; T = время.

Тепло на выходе – это количество работы (или энергии) полученное за единицу времени, т.е.: **Мощность = Энергия / Время**

|  |
|--|
| $\text{Power} = \frac{\text{Energy}}{\text{Time}}$ |
|--|

Во главе технических форм, определяющим фактором является такой показатель как киловатт (Kw). Переход kW в Ккал/ч выражен как следующее:

$$1 \text{ kW} = 860 \text{ Ккал/ч}$$

и так, какое количество энергии необходимо обогревателю для получения 10 литров горячей воды за одну минуту при дельта t (ΔT) 25 °C?

$$P = 10 \text{ (кг /мин)} \times 1 \text{ (Ккал/кг)} \times 25 \text{ (К)} \quad \text{то есть} \quad P = 250 \text{ Ккал/мин}$$

Фактически, если вы умножите 250 Ккал/мин на 60 минут, то вы получите тепло воды на выходе, выраженное в Ккал/ч.

$$250 \text{ Ккал/мин} \times 60 \text{ минут} = 15,000 \text{ Ккал/ч} = 17.44 \text{ kW}$$

Если вы поделите это значение на 860, вы получите тепловую мощность, выраженное в kW

$$P = 15,000 \text{ Ккал/ч} = 17.44 \text{ kW}$$

Мы можем привести другой пример, если поменяем количество воды, но в тоже время с той же тепловой мощностью "P", отношение дельта t ("DT"), будет другой, т. е.:

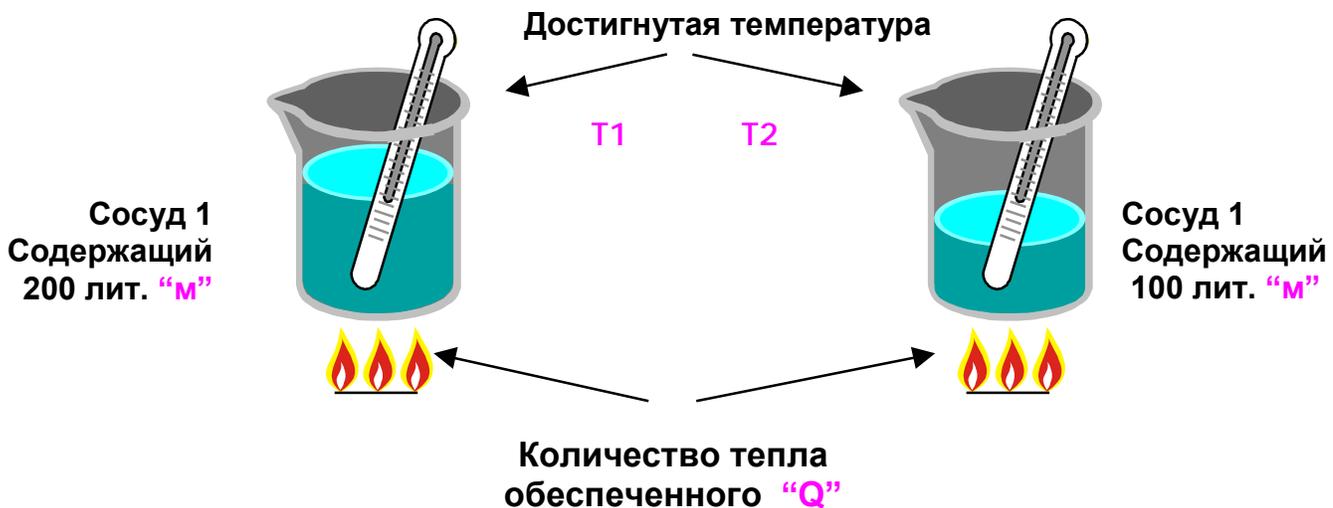
$$m = 5 \text{ литров в минуту}$$

$$c = 1 \text{ для воды}$$

$$P = 250 \text{ Ккал/мин}$$

(Дельта t)  $DT = 250 \text{ Ккал/мин} : (1 \times 5 \text{ литров в минуту})$  таким образом,  $DT = 50 \text{ }^\circ\text{C}$

конечная температура будет 65 градусов, если начальная была 15 градусов. Схема, приведенная ниже, показывает другой пример:



Давайте предположим, что мы должны нагреть воду в обоих сосудах с начальной температурой 15 °C и довести до 60 °C за два часа. Какая тепловая мощность понадабилась бы?

$$\begin{array}{lll} \text{Сосуд 1} & Q = M \times c \times DT & Q = 200 \times 1 \times (60 - 15) \quad Q = 9000 \text{ Ккал} \\ & P = \frac{Q}{t} & P = \frac{9000 \text{ Ккал}}{2 \text{ h}} \end{array}$$

$$P = 4500 \text{ Ккал/ч}$$

$$P = 5.23 \text{ kW}$$

Сосуд 2

$$Q = M \times c \times \Delta T$$

$$Q = 100 \times 1 \times (60 - 15)$$

$$Q = 4500 \text{ Ккал}$$

$$P = \frac{Q}{t}$$

$$P = \frac{4500 \text{ Ккал}}{2 \text{ h}}$$

$$P = 2250 \text{ Ккал/ч}$$

$$P = 2.62 \text{ kW}$$

## 1.6. Смешанная энергия

Как мы объяснили в предыдущих главах, существует тесная связь между теплом и температурой. Теперь мы в состоянии пояснить, что происходит, когда две жидкости с разным объемом и температурой соединить вместе.

**Таким образом, мы можем утверждать, что достигнутая тепловая энергия будет получена из суммы тепловых энергий двух смешанных жидкостей.**

Вот пример:

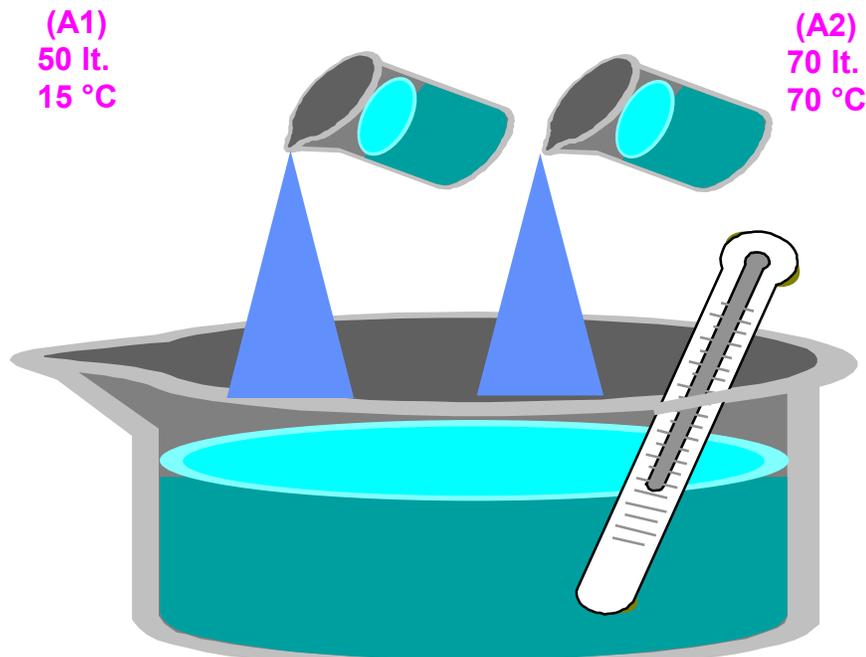
Рассмотрим два сосуда. Один содержит 50 литров воды (сосуд A1) при температуре (T1) 15 °C, а другой, содержит 70 литров воды (сосуд A2) при температуре (T2) 70 °C.

Давайте нальем содержимое двух сосудов в другой, более объемный (следовательно смешаем их вместе) и проанализируем, что произойдет:

**Конечная температура достигнута путем равенства между тепловой энергией в 120 литровом сосуде (сумма A1+A2) и суммой тепловых энергий каждой залитой жидкости, т.е.:**

$$M_t \times c \times T_t = M_1 \times c \times T_1 + M_2 \times c \times T_2 \quad M_t \times c \times T_t = A_1 \times c \times T_1 + A_2 \times c \times T_2$$

$$T_t = \frac{(M_1 \times T_1) + (M_2 \times T_2)}{M_t} = \frac{(50 \times 15) + (70 \times 70)}{120}$$



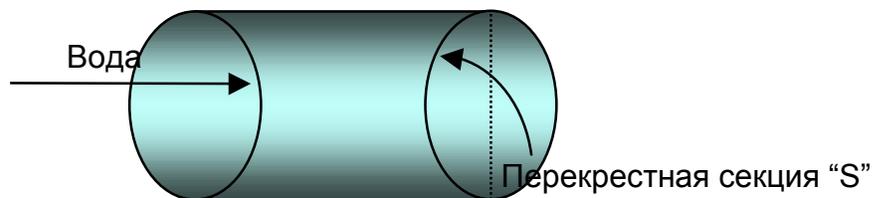
## 2. Величина потока и давление

Существуют три фундаментальные величины, которые характеризуют поток жидкости. Это:

- Давление
- Величина потока
- Скорость

### 2.1 Величина потока

Величина потока определяется как объем жидкости (воды), которая проходит через секцию  $S$  трубы в период времени, перпендикулярно направлению воды.



Переводим объем в метры куб., а время в секунды. Так величина потока выражается как м. куб в секунду.

Выражая объем в м. куб. и время в часах, величина потока будет м. куб. в час.

Последняя величина в основном используется для насосного оборудования.

Также стоит заметить, что один м. куб. в час, эквивалентен 1000 лит, в час.

Представление о скорости хорошо известно в механике и представлено как расстояние преодоленное на автомобиле за определенный промежуток времени и выражается как метр в секунду (м/с) или км/ч.

В нашем понимании поток жидкостей в соотношении со скоростью будет иметь несколько ограничений:

а) Первое, должна быть ссылка на то, что в некоторых частях реки или канала где ширина увеличивается, скорость потока возрастает соответственно; следовательно, в наших наблюдениях мы склонны всегда обращаться к мгновенной скорости взятой в определенном участке канала и трубы;

б) Кроме того, нужно учитывать, что скорость в русле, выше относительно центра, и соответственно ниже, около берегов. Как следствие этих наблюдений, в технологии тепла, вентиляции, кондиционирования, ссылка всегда делается на «среднюю скорость» потока, данного в перекрестной секции.

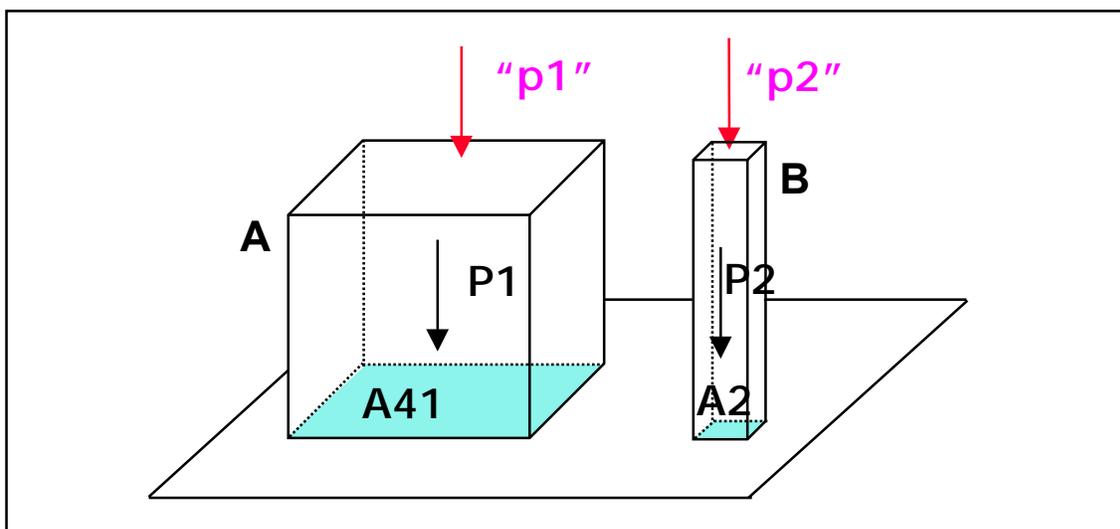
**Максимальная скорость с которой холодная вода достигает трубы без помех или турбуленции, составляет 2.5 м/с , а для горячей 1.8 м/с.**

## 2.2. Давление

Давление “р” определяется как давление, оказываемое весом на поверхность.

$$\text{Давление} = \frac{\text{Вес}}{\text{Поверхность}} \quad P = \frac{P}{A}$$

Давайте посмотрим это на примере: Куб “А” весит 100 кг и параллелепипид “В” также весит 100 кг, оба они влияют на две разные поверхности, одна А1 50 см.кв. и другая А2 10 см.кв. Мы видим, как различается давление:



Таким образом, имея один и тот же вес, фигура с меньшей площадью оказывает большее давление на поверхность.

Наиболее распространенные обозначения: Паскаль, бар, мбар, атм., мм, водного столба.

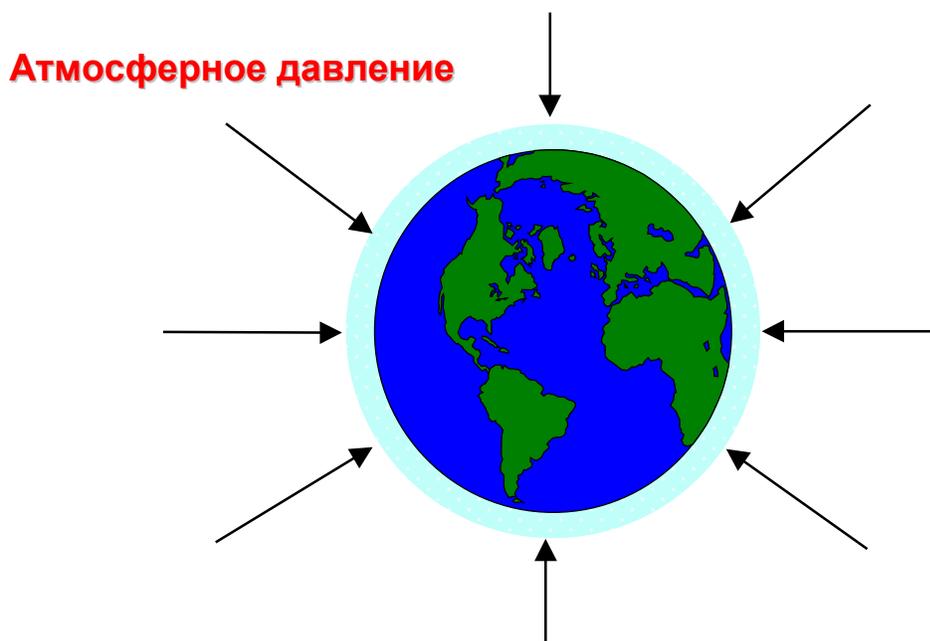
## 2.3. Атмосферное давление

Каждый, кто живет на земной поверхности, является объектом давления, (величина звучит как «**атмосферное давление**») благодаря массе воздуха, который окружает земной шар и дает нам возможность жить.

Существование атмосферного давления не постоянно по все Земле и даже колеблется в одних и тех же точках, в зависимости от температуры, высоты и метеорологических условий. Однако, наиболее употребимое значение это «**физическая атмосфера**».

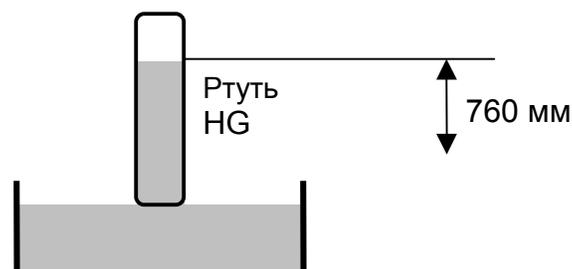
**Физическая атмосфера соотносится со средним давлением, влияющим на массы воздуха, которые окружают Землю, ограниченные уровнем моря и температурой 0 °С.**

**Значение « физическая атмосфера» равна 10.33 метров водяного столба.**



Фактически, если мы погружаем небольшую трубку с вакуумом внутри с пересекаемой секцией 1 см. кв. в емкость с водой, в результате вода попытается проникнуть внутрь трубки и подняться на высоту 10.33 м. Все это благодаря эффекту атмосферного давления

Этот тест был проведен ученым Евангелиста Торричелли, который взял трубку с ртутью закрытую с одной стороны и перевернул ее, погрузив в контейнер, заполненный такой же жидкостью.



## 2.4. Абсолютное и относительное давление

Если объект погружен в жидкость на определенную глубину “h” и над ним находится слой воды, то такой объект испытывает не только атмосферное давление, выраженное как “ $p_a$ ” (которое влияет на поверхность жидкости), но также давление массы жидкости, находящейся над объектом, выраженное как “ $p_i$ ”; последнее определяется как «**гидростатическое давление**».

Общее давление “ $p$ ”, влияющее на погруженные тела, называется **абсолютным давлением** и вычисляется по следующей формуле:

$$p = p_i + p_a$$

**Атмосферное давление**

$P_a$

+

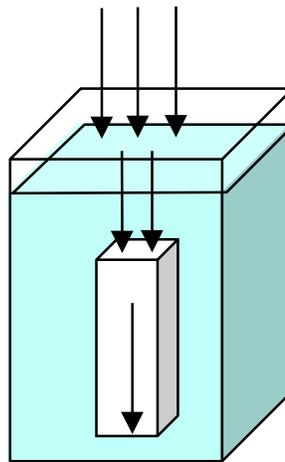
**Гидростатическое давление**

$P_i$

=

**Абсолютное  
давление**

$P$



Например, предположим, что манометр размещен в трубопроводе отопительной установки и наблюдаем величину 1, это означает, что вода находится под давлением 1 кг/см<sup>2</sup> или 1 бар. Однако если мы рассматриваем значение, таким образом, то мы не учитываем атмосферное давление. Это давление определяется как «**относительное**».

## 2.5. Показатели давления

До этого, мы употребляли различные величины для определения давления (Паскаль, бар, т.д.) Ниже приведена таблица, которая демонстрирует различные пересчеты величин.

| из/в                | кг/см <sup>2</sup>      | Паскаль                 | бар                     | атм                      | мм H <sub>2</sub> O     |
|---------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Кг/см <sup>2</sup>  | 1                       | 9.81 x 10 <sup>4</sup>  | 0.981                   | 1.033                    | 10 <sup>4</sup>         |
| Паскаль             | 1.02 x 10 <sup>-5</sup> | 1                       | 10 <sup>-5</sup>        | 0.987 x 10 <sup>-5</sup> | 1.02 x 10 <sup>-1</sup> |
| Бар                 | 1.02                    | 10 <sup>5</sup>         | 1                       | 1.013                    | 1.02 x 10 <sup>4</sup>  |
| тм                  | 0.968                   | 1.013 x 10 <sup>5</sup> | 0.987                   | 1                        | 0.968 x 10 <sup>4</sup> |
| Мм H <sub>2</sub> O | 10 <sup>-4</sup>        | 98.1                    | 9.81 x 10 <sup>-5</sup> | 1.033 x 10 <sup>-4</sup> | 1                       |

**В результате ежедневной практики мы можем утверждать, что:**

**1 атм = 1 бар = 1000 мбар**

**1 мбар = 10 мм H<sub>2</sub>O**

## 2.6. Давление в жидкости и газ

Как мы уже знаем, все материалы в природе состоят из огромного числа молекул, связанных между собой взаимными силами притяжения (молекулярное притяжение). Иногда эти силы сильнее, иногда слабее, но именно они характеризуют «физическое состояние» материала, его силу. Так материал проявляется в твердой, жидкой, газообразной форме (газ).

### Твердые вещества

В твердых телах связь более сильная между различными молекулами, которая позволяет им сохранять структуру, сохраняя как от разделения, так и от эффекта их собственной массы или малых внешних воздействий; следовательно, **твердые материалы имеют свою собственную форму и неизменный объем.**

Фактически, если мы поместим железный куб под пресс, куб потеряет форму и примет форму плиты, но если мы попытаемся вычислить его объем, последний не изменится. Другими словами, твердые тела не сжимаются.

### Жидкости

Жидкости имеют преимущества по сравнению с твердыми телами, за счет более слабой связи между молекулами. Эта связь достаточно сильна, чтобы предотвратить разделение мельчайших частиц, но не взаимную дифференциацию как эффект силы массы, который можно наблюдать во время того, когда жидкость налита на плоскую поверхность

**Несмотря на то, что материалы в жидком состоянии имеют свой собственный объем, они не имеют своей собственной «формы».** При этом, могут принимать форму тела, содержащего их.

**Жидкости, как и твердые тела не сжимаются.**

### Газообразные тела

И наконец, газообразные тела,

**Газообразные тела легко принимают форму и объем тела,** которые не имеют ни формы, ни объема; также они не имеют молекулярного притяжения, но вместо отталкивания, они склонны отделяться от соседствующих молекул и занимать все окружающее пространство. **содержащего их. Газообразные тела в отличии от твердых тел и жидкостей, легко сжимаемы.**

Однако, нужно принять во внимание тот факт, что особенность жидкости заключается в крошечных изменениях объема когда последняя, сжимается внешними силами, но эти изменения настолько незначительны, что не могут быть поставлены во главе проблем связанных с механикой и гидравликой.

Объем данного количества материала, напрямую зависит от двух факторов:

- **Давление**
- **Температура**

## 2.7. Удельный вес (плотность)

Удельный вес или плотность тела – это вес единицы объема собственно самого тела.

Для справки, мы берем вес одного  $\text{дм}^3$  (т.е. одного литра) дистиллированной воды при температуре  $4^\circ\text{C}$ .

Удельный вес - это соотношение между весом одного  $\text{дм}^3$  данного материала и весом  $\text{дм}^3$  воды, взятой при температуре  $4^\circ\text{C}$ .

Это определение действительно для всех материалов и жидкостей, которые, однако, могут иметь различные температурные колебания. Одно, мы можем утверждать с уверенностью – в любом случае необходимо указать какая температура соответствует той, или иной плотности.

Для газов, удельный вес указан в кг на  $\text{м}^3$  и выражен как давление, соотносимое с уровнем моря.

Таблица показателей удельного веса для некоторых величин

| Твердые тела                            | Удельный вес, $\text{кг/дм}^3$ |
|---|--------------------------------|
| Серебро                                 | 10,4                           |
| Железо                                  | 7,8                            |
| Золото                                  | 19,25                          |
| Медь                                    | 8,9                            |
| Жидкости                                |                                |
| Дистиллированная вода $4^\circ\text{C}$ | 1                              |
| Алкоголь                                | 0,8                            |
| Ртуть                                   | 13,59                          |
| Бензин                                  | 0,68-0,84                      |
| Дизель                                  | 0,85                           |
| Газы                                    |                                |
| Воздух                                  | 1,29                           |
| Кислород                                | 1,4                            |
| Метан                                   | 0,7                            |
| Бутан (газ)                             | 2,54                           |
| Пропан (газ)                            | 1,98                           |

## 3. Теплопередача

Одной из самых важных тем является передача тепла от одной жидкости к другой через перегородку, которая разделяет их.

Жидкость, выделяющая тепло, должна иметь более высокую температуру, чем та, которая получает ее, в соответствии с утверждением Клаузиуса, когда тепло передается самопроизвольно, из более горячего в более холодное тело.

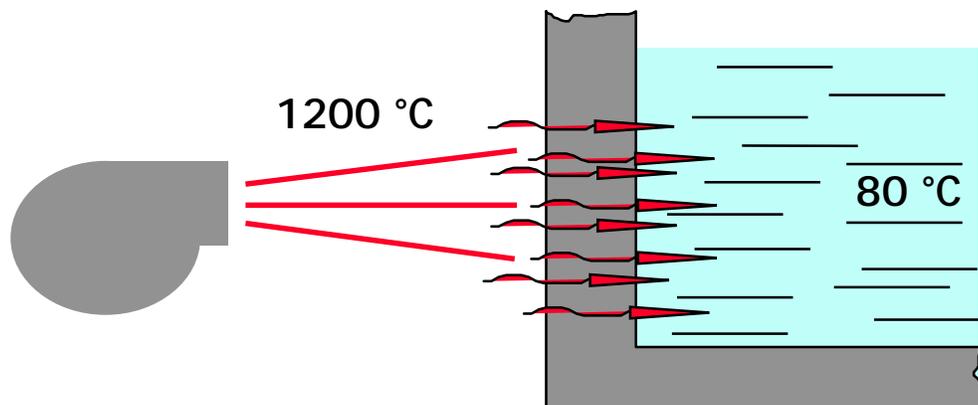
В физике существует хорошо известный факт, когда тепло может передаваться тремя путями:

1. Конвекцией
2. Кондукцией
3. Радиацией

### 3.1. Конвекция

Тепло передается «конвекцией» обозначаемой, промежуточную текущую среду, которая служит транспортом передачи тепла из одного тела в другое.

Например, горячие газы, выработанные в печи котла, поддерживают тепло при помощи конвекции, соприкасаясь с металлическими листами, отдавая тепло этим листам и получая от них тепло, которое вода получает, проходя через теплообменник.



### 3.2. Проводимость

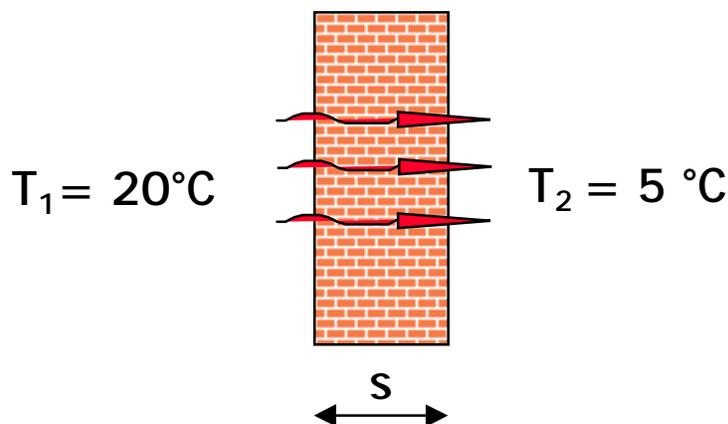
Это название применяется при передаче тепла, полученного при помощи молекулярной активизации или внутреннего вибраторного движения. Другими словами, когда тепло передано из одной площади твердого тела к следующей, путем молекулярного столкновения.

Тепло, полученное при помощи проводимости, более или менее зависит от типа материала; фактически, хорошо распространяясь через металлы, особенно Серебро (Ag), Медь (Cu) и Алюминий (Al). Гораздо хуже, тепло распространяется через неметаллические материалы, такие как камень и кирпич. И совсем плохо через органические материалы, шерсть, дерево, и т.д.

Давайте представим плоскую поверхность (см.фиг.) из универсального материала, такого как бетонная стена с толщиной “ $s$ ”.

Предположим, что мы поддерживаем по обе стороны блока две разные температуры  $T_1$  и  $T_2$ . Поток тепла предвигается с более горячей стороны ( $T_1$ ) по направлению к менее горячей стороне ( $T_2$ ).

Этот поток проходит без всякого участия со стороны материала: в этом случае, тепло, как было сказано, передается между двумя сторонами при помощи «кондукции».



Кроме того, существует закон, связывающий количество переданного тепла с разницей температуры между сторонами плиты, со временем и с коэффициентом, характеризующим материал, составляющий основной слой, общепринятым названием этого коэффициента является проводимость материала, он обозначается латинской буквой “ $\lambda$ ” (**Lambda**).

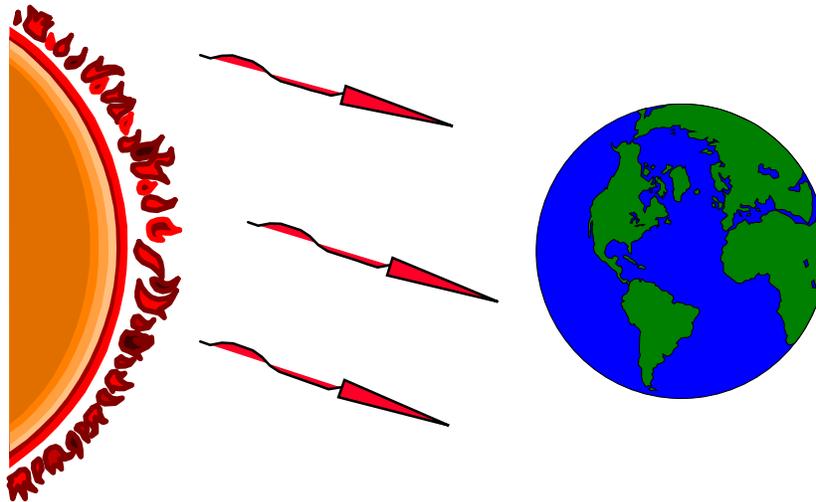
Коэффициент проводимости “ $\lambda$ ” выражает на практике большую или меньшую склонность материала к пропуску потока тепла: такой поток будет большим в телах, которые имеют повышенный коэффициент “ $\lambda$ ” (они называются теплопроводниками), и меньшим для тел с пониженным коэффициентом “ $\lambda$ ” (термоизоляторы).

Эта тема будет подробнее рассматриваться в главе “потребление тепла”.

### 3.3. Радиация

Тепло распространяется подобно свету, т.е. радиацией. По сути, тепло передается окружающим телам без всякого соединения с тепловым источником, через воздух или, в основном, чрез пространство.

Как солнце передает свое тепло Земле через пространство или как обычная печь передает тепло людям, окружающим ее.



Если мы хотим сделать обобщение, то мы можем сказать, что горячее тело выделяет энергию во всех направлениях, энергию, которая распространяется прямыми линиями со скоростью света. Эта энергия всегда перехватывается более холодными телами, чем эманлирующими телами.

## 4. Требования тепла или холода

### 4.1. Исходное условие – Почему мы нагреваем или охлаждаем комнату?

Человеческое тело вырабатывает тепло за счет метаболизма.

Это тепло постоянно распространяется радиацией, при помощи конвекции и через испарение.

Когда, при нормальных обстоятельствах, температура тела находится на уровне 37°C, производимое тепло сбалансировано его же отдачей.

Так комната отапливается для того, чтобы создать следующие необходимые условия (температура, воздух, стены, т.д.), которые гарантируют тепловой баланс человеческого тела.

Каждое здание является объектом постоянного изменения условий, которые влияют изнутри и снаружи.

Понимание всех этих положений надлежащим образом, даст нам практическую помощь определить насущные тепловые требования домов или квартир и поможет оценить следующее:

- потенциал теплогенератора или системы охлаждения
- оценку мощностей для каждой комнаты отдельно

Они зависят от следующих факторов:

1. *Материал наружных стен.*
2. *Толщину наружных стен.*
3. *Тип окна, сделано оно из алюминия или дерева, с одной или двумя рамами и имеют ли они воздушное пространство.*
4. *Тип входной двери.*

5. Тип и толщина полов.
6. Тип потолка.
7. Желаемая температура для разных комнат.
8. Будет ли отапливаемым нижний этаж.
9. Будет ли отапливаемым верхний этаж.
10. Примыкающие стены с выходом наружу или нет.
11. Местоположение наружных стен (лицом к Северу, Югу, Востоку, Западу).
12. Средняя температура снаружи зимой.

Получив начальные данные, можно перейти к расчету дисперсии тепла.

Прежде чем переходить непосредственно к расчетам дисперсии тепла, проанализируем, что значит дисперсия тепла или еще лучше, что такое коэффициент “К” .

Коэффициент “К” – коэффициент общей трансмиссии, включающий в себя проводимость и конвекцию, обычно табулируется согласно нормам UNI и выражает поток тепла, который в условиях стационарного состояния переходит от одной жидкости к другой через перегородку площадью 1 м<sup>2</sup> и разницей температуры двух жидких тел в 1 °С . Этот коэффициент выражается в **W/(м<sup>2</sup> x °С)** в **Международной Системе(МС)** и в **Ккал/(ч x м<sup>2</sup> x °С)** в **Технической Системе**.

Интересующая нас формула следующая:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{a_i} + \frac{S'}{I'} + \frac{S''}{I''} + \frac{S'''}{I'''} + \dots + \frac{1}{C'} + \frac{1}{C''} + \frac{1}{C'''} + \frac{1}{a_e}}$$

где:

- “С” (проводимость);
- “I” ( удельная проводимость однородного материала или К удельной проводимости).
- “a<sub>i</sub>” (коэффициент внутреннего впуска)
- “a<sub>e</sub>” ( коэффициент внешнего впуска)
- “S” (толщина в метрах)

Коэффициент “С” определяется как **поток тепла, который в условиях стационарного состояния проходит через 1 м<sup>2</sup> поверхности с разницей температуры в 1 °С между двумя противоположными сторонами рассматриваемого слоя, независимо от того, является он однородным или неоднородным, находится в твердом, жидком или газообразном состоянии. Выражается этот коэффициент в W/(м<sup>2</sup> x °С) в МС.**

Коэффициент “I” определяется как **поток тепла, который в условиях стационарного состояния проходит через перегородку из однородного материала толщиной 1м, через 1 м<sup>2</sup> поверхности с разницей температуры в 1 °С между двумя противоположными и параллельными сторонами перегородки рассматриваемого материала . Этот коэффициент выражается в W/(м x °С) МС.** Коэффициент проводимости “I” выражает большую или меньшую склонность

материала к пропуску потока тепла: такой поток будет большим в телах, которые имеют повышенный коэффициент “I” (они указываются как тела-теплопроводники), и меньшим для тел с пониженным коэффициентом “I” (так называемые термоизоляторы).

## 2. Сложные перегородки

Имея сложную перегородку, состоящую из нескольких однородных слоев I, II, III, ..., имеющих соответственно толщину  $s', s'', s''' \dots$  и проводимость  $l', l'', l''', \dots$ , имеем следующую формулу:

$$K = \frac{1}{\frac{s'}{l'} + \frac{s''}{l''} + \frac{s'''}{l'''} + \dots + \frac{1}{a_e}}$$

## 3. Неоднородные перегородки

В случае, когда перегородка состоит из одного или нескольких слоев неоднородных материалов равномерно распределенных (например, перегородка из кирпичной кладки со швами строительного раствора), однородность приобретает второстепенный характер. В этом случае выражение  $s/l$  имеет смысл, если удельная проводимость имеет одинаковое значение.

В случае, когда неоднородность даже при равномерном распределении приобретает значимую важность (например, стены из дырчатого кирпича), выражение  $s/l$  больше не имеет никакого значения. В этом случае в расчеты проводимости необходимо ввести сопротивление перегородки или неоднородного слоя, то есть значение, противоположное “C”, которое можно получить путем проведения опытов или в простейших случаях путем расчетов.

Имея  $C', C'', C''' \dots$  – единичные проводимости неоднородных слоев, выходит:

$$K = \frac{1}{\frac{s'}{l'} + \frac{s''}{l''} + \frac{s'''}{l'''} + \dots + \frac{1}{C'} + \frac{1}{C''} + \frac{1}{C'''} + \frac{1}{a_e}}$$

## 4. Перегородки с воздушными прослойками

В случае, когда перегородка состоит из нескольких слоев и один или несколько составляющих слоев состоит из воздушных прослоек, выражение  $s/l$  не имеет смысла, а для расчета единичной трансмиссии “K” непосредственно вводится значение термосопротивления для каждого воздушного слоя или же значение обратное проводимости “C’, C”, C””.... рассматриваемых слоев.

Принимая все выше сказанное во внимание, нам остается только ввести формулу, которая отображает закон, связывающий количество переданного тепла с разницей температуры между сторонами поверхности, а также с площадью поверхности и коэффициентом “K”, который рассматривался до сих пор.

$$Q \text{ disp} = K \times S \times D T$$

где:

“**Q disp**” – количество рассеянного тепла, выражается в kW или Ккал/ч

“**K**” – коэффициент общей трансмиссии

“**S**” – рассматриваемая площадь поверхности теплообмена

“**D T**” – разница внутренней и внешней температуры

Внизу Вы найдете 2 таблицы с основными значениями проводимости и активных проводников.

## Проводимость материалов

## Основные активные проводники

### Материалы I (W/м x °C)

### Материалы I (W/м x °C)

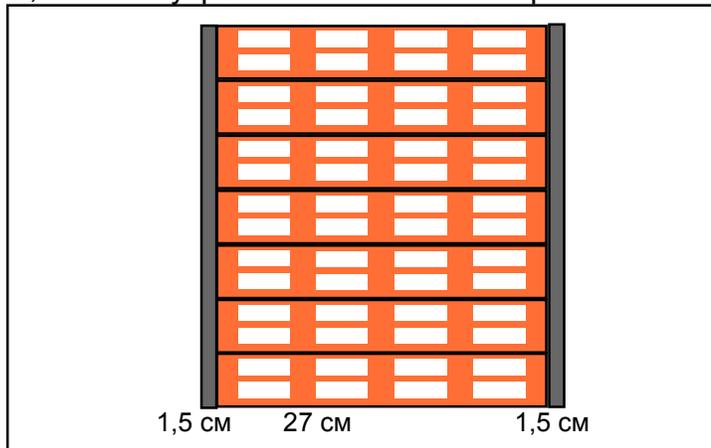
|                     |       |
|---------------------|-------|
| Вода 293К           | 0,6   |
| Лед 272К            | 2,2   |
| Воздух 293К         | 0,026 |
| Мрамор              | 3     |
| Пористое стекло     | 0,055 |
| Одинарное стекло    | 1     |
| Известковый раствор | 0,29  |
| Кирпич обычный      | 0,9   |
| Кирпич дырчатый     | 0,5   |
| Кирпич облегченный  | 0,25  |
| Ель                 | 0,12  |
| Дуб                 | 0,22  |
| Полиэтилен          | 0,05  |
| Полиуретан          | 0,035 |
| Сталь               | 52    |
| Бетон               | 1,16  |
| Бумага и картон     | 0,16  |
| Стекловолокно       | 0,053 |

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| Кирпичи дырчатые s=4.5 см    | 8,141 |
| Кирпичи дырчатые s=5,5 см    | 7,8   |
| Кирпичи дырчатые s=8 см      | 4,25  |
| Кирпичи дырчатые s=12 см     | 3,84  |
| Кирпичи дырчатые s=15 см     | 2,73  |
| Кирпичи полые на 1/2 s=12 см | 3,72  |
| Кирпичи полые на 1/2 s=25 см | 1,98  |
| Кирпичи полые на 1/2 s=38 см | 1,4   |
| Кирпичи полые на 1/2 s=51 см | 1,05  |
| Дырчатые блоки 17 см         | 1,63  |
| Дырчатые блоки 27 см         | 1,05  |
| Дырчатые блоки 35 см         | 0,814 |

Рассмотрев данные таблиц, можно перейти к примерам расчета, используя предполагаемые перегородки в качестве системы отсчета.

**Пример №1**

Стена состоит из дырчатых блоков толщиной 27 см с двойной штукатуркой толщиной 1,5 см с внутренней и внешней стороны.



Для штукатурки имеем:

- $\lambda = 0,87 \text{ W/мК}$
- $s = 0,015 \text{ м}$

Для дырчатых блоков:

- $C = 1,05 \text{ W/м}^2\text{К}$

Для внутреннего воздуха:

- $a_i = 7$

Для внешнего воздуха:

- $a_e = 20$

Таким образом

$$K = \frac{1}{\frac{1}{a_i} + \frac{s'}{\lambda} + \frac{s''}{\lambda} + \frac{s'''}{\lambda} + \frac{1}{a_e}} \Rightarrow K = \frac{1}{\frac{1}{7} + \frac{0,015}{0,87} + \frac{1}{1,05} + \frac{0,015}{0,87} + \frac{1}{20}}$$

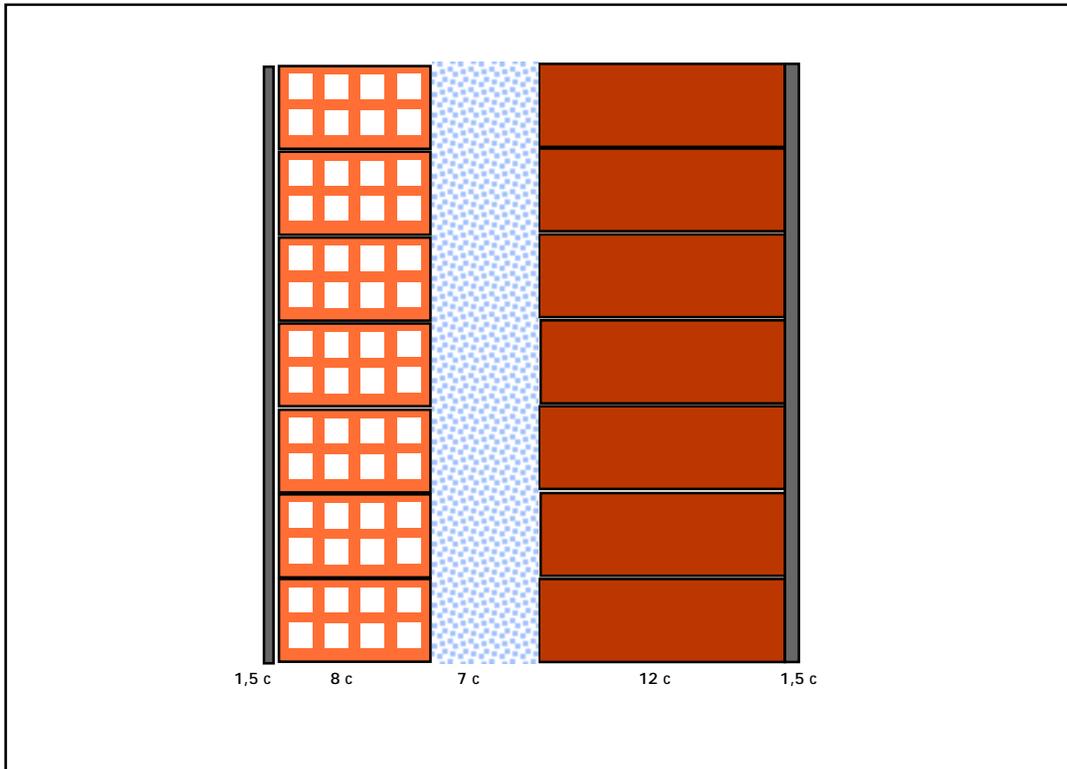
$$K = 0,85 \text{ W м}^2 \text{ К}$$

Таким образом дисперсии на данную перегородку площадью 15 м<sup>2</sup> и разницей внешней и внутренней температуры в 25° будут равны:

$$Q \text{ disp} = K \times S \times \Delta T = 0,85 \times 15 \times 25 = 318,75 \text{ W} = 274,13 \text{ Ккал/ч}$$

## Пример №2

Стена состоит из дырчатой кирпичной кладки толщиной 8 см, прослойки воздуха 7 см, кладки полных кирпичей 12 см и двойной штукатурки с внутренней и внешней стороны толщиной 1,5 см.



**Для воздушной прослойки имеем:**

- $C = 6,38 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

**Для штукатурки:**

- $l = 0,87 \text{ W/mK}$
- $s = 0,015 \text{ м}$

**Для дырчатой кладки:**

- $C = 4,25 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

**Для полной кладки:**

- $l = 0,9 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

**Для внутреннего воздуха:**

- $a_i = 7$

**Для внешнего воздуха:**

- $a_e = 20$

Таким образом

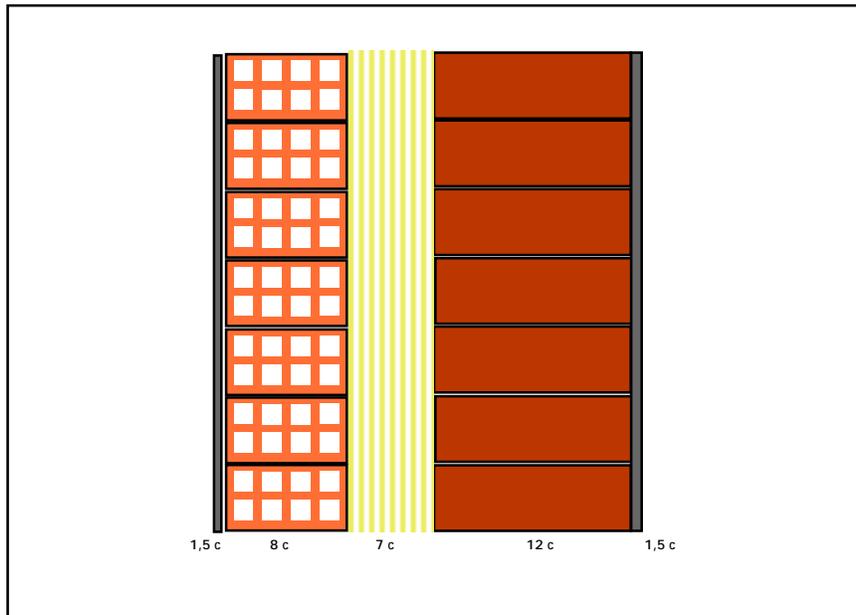
$$K = \frac{1}{\frac{1}{a_i} + \frac{S'}{I'} + \frac{1}{C'} + \frac{1}{C''} + \frac{S''}{I''} + \frac{S'''}{I'''} + \frac{1}{a_e}} \Rightarrow K = \frac{1}{\frac{1}{7} + \frac{0,015}{0,87} + \frac{1}{4,25} + \frac{1}{6,38} + \frac{0,12}{0,9} + \frac{0,015}{0,87} + \frac{1}{20}}$$

$$K = 1,33 \text{ W м}^2 \text{ К}$$

Таким образом дисперсии на данную перегородку площадью 15 м<sup>2</sup> и разницей внешней и внутренней температуры в 25° будут равны:

$$Q \text{ disp} = K \times S \times \Delta T = 1,33 \times 15 \times 25 = 498,75 \text{ W} = 428,25 \text{ Ккал/ч}$$

Сейчас предположим, что вместо воздушной прослойки у нас изоляционная панель с коэффициентом  $I = 0,034 \text{ W/мК}$  и сравним расчеты с примерами 1 и 2.



$$K = \frac{1}{\frac{1}{a_i} + \frac{S'}{I'} + \frac{1}{C'} + \frac{1}{C''} + \frac{S''}{I''} + \frac{S'''}{I'''} + \frac{1}{a_e}} \Rightarrow K = \frac{1}{\frac{1}{7} + \frac{0,015}{0,87} + \frac{1}{4,25} + \frac{0,07}{0,034} + \frac{0,12}{0,9} + \frac{0,015}{0,87} + \frac{1}{20}}$$

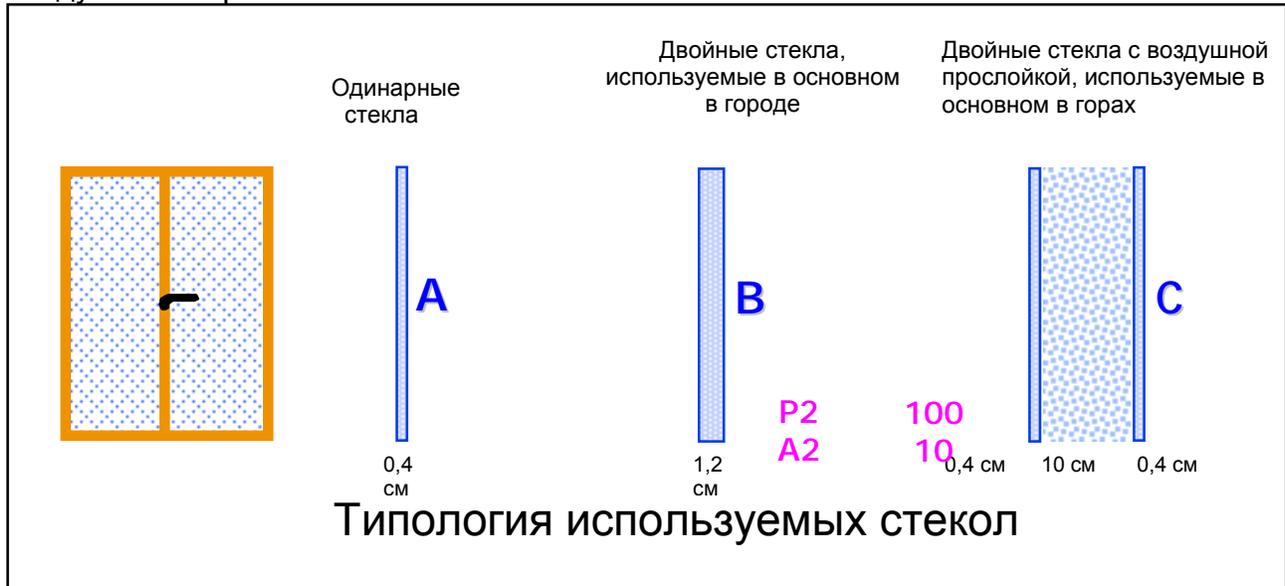
$K = 0,377 \text{ W м}^2 \text{ К}$

Таким образом дисперсии на данную перегородку площадью 15 м2 и разницей внешней и внутренней температуры в 25° будут равны:

$Q \text{ disp} = K \times S \times D T = 0,377 \times 15 \times 25 = 141,38 \text{ W} = 164 \text{ Ккал/ч}$

Пример N°3

Окна или застекленные двери с одинарными или двойными стеклами, или с воздушными прослойками



Для воздушных прослоек имеем:

$C = 6,38 \text{ W/м}^2 \text{ К}$

Для стекол толщиной от 0,002 до 0,012 м:

$l = 1 \text{ W/мК}$

Двойные стекла:

$l = 0,45 \text{ W/мК}$

Таким образом

$K = \frac{1}{\frac{1}{a_i} + \frac{S'}{l} + \frac{1}{a_e}} \Rightarrow K = \frac{1}{\frac{1}{7} + \frac{0,004}{1} + \frac{1}{20}} \quad K = 5,1 \text{ W м}^2 \text{ К}$

$K = \frac{1}{\frac{1}{a_i} + \frac{S'}{l} + \frac{1}{a_e}} \Rightarrow K = \frac{1}{\frac{1}{7} + \frac{0,012}{0,45} + \frac{1}{20}} \quad K = 4,5 \text{ W м}^2 \text{ К}$

$K = \frac{1}{\frac{1}{a_i} + \frac{S'}{l} + \frac{1}{C} + \frac{S''}{l''} + \frac{1}{a_e}} \Rightarrow K = \frac{1}{\frac{1}{7} + \frac{0,004}{1} + \frac{1}{6,38} + \frac{0,004}{1} + \frac{1}{20}} \quad K = 2,8 \text{ W м}^2 \text{ К}$

Предполагая, что разница температуры составляет 25 °С, а поверхность стекла равна 1 м<sup>2</sup>, мы получим разные дисперсии соответственно:

В случае А)

$$Q \text{ disp} = K \times S \times \Delta T = 5,1 \times 1 \times 25 = 127,5 \text{ W} = 110 \text{ Ккал/ч}$$

В случае В)

$$Q \text{ disp} = K \times S \times \Delta T = 4,5 \times 1 \times 25 = 112,5 \text{ W} = 97 \text{ Ккал/ч}$$

В случае С)

$$Q \text{ disp} = K \times S \times \Delta T = 2,8 \times 1 \times 25 = 70 \text{ W} = 60 \text{ Ккал/ч}$$

Рассматривая эти 3 примера, мы хотели продемонстрировать, насколько важно определять материалы, которые должны быть использованы и насколько разнообразны в пределах дисперсии могут быть материалы согласно расчетам по целому зданию.

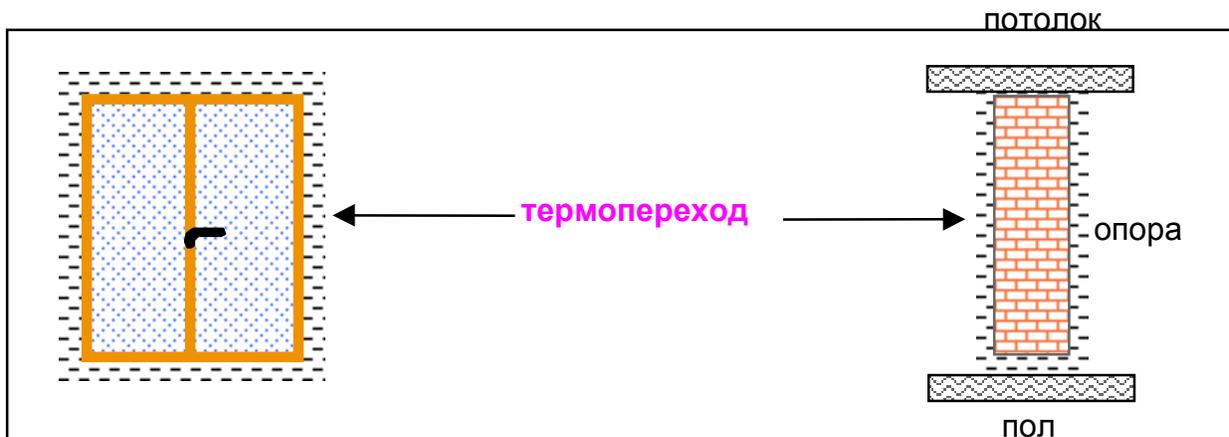
Другим параметром, который необходимо включить в расчет дисперсий, является расположение перегородки. Если перегородка расположена на северной стороне надо будет увеличить полученное значение на 20 %, если она выходит на юг, то изменения не нужны, на запад – на 10%, на восток-на 15%.

## 5. Термопереходы

Последним параметром, который надо принимать во внимание в расчетах дисперсий, являются термопереходы.

Термопереходы состоят из элементов повышенной проводимости. Эти элементы находятся в перегородке или в элементе перегородки с меньшей проводимостью. Необходимо помнить, что в любых помещениях все стыки между различными или одинаковыми материалами называются термопереходами

Пример термоперехода приведен в ниже следующей схеме.



Чтобы учесть дисперсии термопереходов, после всех расчетов необходимо увеличить показатель потребления энергии в среднем на 20 %. Помните, что это увеличение приблизительно, для четкого определения термопереходов необходимо применить специальную систему расчетов.

## 5. Нагревательные приборы

### 5.1. Исходные условия

Нагревательные приборы составляют конечное звено центральной отопительной системы. Их основная цель передать тепло нагретой воды по всему помещению. В этом случае, нагревательные элементы выдают тепло путем конвекции.

Самыми важными видами отопительного оборудования, применяемого в системах с горячей водой, являются тепловые конвекторы и радиаторы. Радиаторы подразделяются на:

- **чугунные**
- **стальные**
- **алюминиевые**

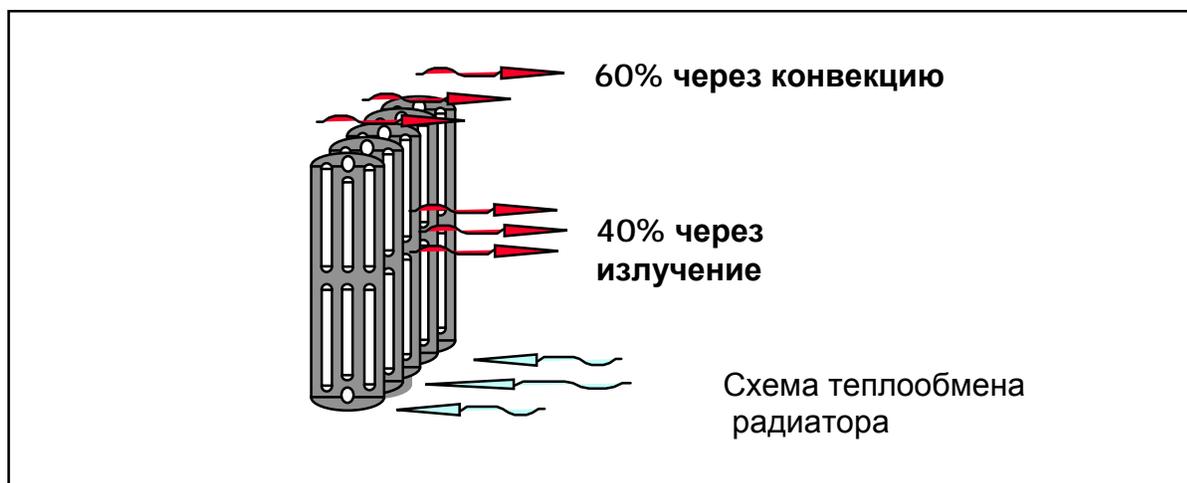
В этой главе речь будет идти только об отопительном оборудовании, различные типы передачи тепла будут рассмотрены в 3-й главе “Гидравлика”.

### 2. Радиаторы

При нагреве плотность воды уменьшается, т.е. она становится легче; таким образом горячая вода занимает верхний слой, в то время, как холодная опускается вниз, занимая освобожденное горячей водой место.

Таким образом, тепло действует как толчок и измеряется давлением. Поэтому возможна реализация схем с естественной циркуляцией без дополнительных механических приспособлений (насос, например).

Радиаторы распространяют тепло главным образом посредством конвекции, их собирают из определенного числа одних и тех же элементов.



## Чугунные обогреватели

Традиционные обогреватели известны своей надежностью и долгим сроком эксплуатации.

Параллельно модели с колонкой, которая использовалась преимущественно в прошлом, была введена модель с конфоркой, которая кроме современного внешнего вида имеет достоинство в виде значительной излучающей поверхности, расположенной впереди и задней конвекционной секцией, которая лимитирует пассивный обмен с внешней стенкой.

Они могут использоваться с горячей водой, кипятиком и паром с низким давлением. Они состоят из разборных элементов, что позволяет регулировать мощность согласно термопотреблению.

## Стальные обогреватели

Существуют модели с конфоркой или с колонкой. Они более экономичны, но менее долговечны по сравнению с чугунными обогревателями. Также стальные обогреватели не позволяют изменять заданную мощность.

## Аллюминиевые обогреватели

Появились относительно недавно на рынке и выделяются благодаря новому виду и легкости.

Тут предлагается широкий спектр обогревателей разной высоты, но малый в отношении литража.

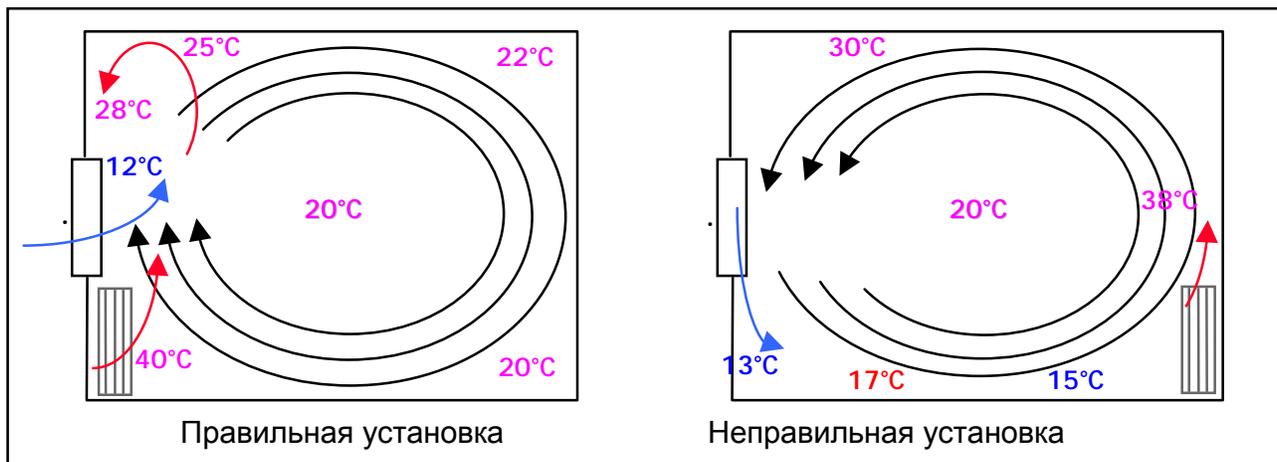
Перечислив все технические характеристики, сейчас перейдем к правильной установке обогревателя в помещении.

Для равномерного отапливания и удобства обогреватели желательно устанавливать на внешних стенах строения в местах наибольшей дисперсии тепла (углы, ниши под окнами). Таким образом, сокращаются холодные потоки вблизи пола.

Для сокращения теплопотерь стены, где установлен обогреватель, советуют использовать большое количество термоизолятора и соблюдать следующие расстояния:

- расстояние от обогревателя до стены должно быть 2-3 см;
- высота от пола 10-12 см.

Необходимо также помнить, что загромождение отопительного оборудования мебелью в эстетических целях сокращает теплоотдачу на 5 %.



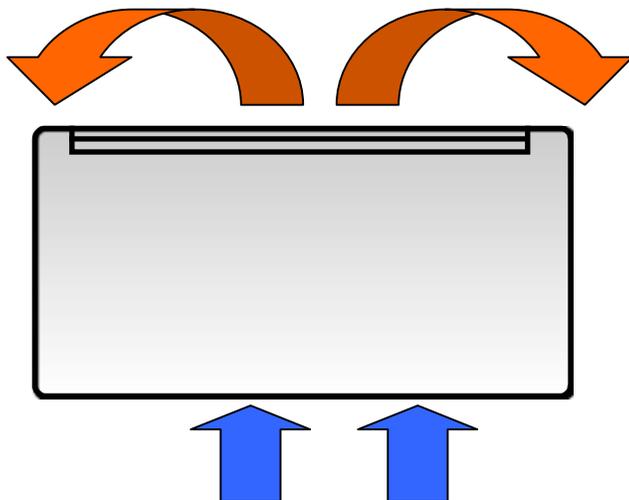
## 5.2. Система Фан коил

Они сделаны из ребристой трубы, которая передает тепло посредством принудительной конвекции, (через вентилятор). Тепловая эмиссия воздушного змеевика влияет на величину водяного потока.

Пластины разработаны для повышения тепла передающей поверхности. Фан коил сделан в виде футляра, который содержит воздушный фильтр, один или два ребристых медных змеевика, однофазного электрического мотора, соединенного напрямую с радиальным вентилятором. Специальный коммутатор, встроенный в специальное приспособление, позволяет применять три различные рабочие скорости.

**Фан коил очень популярны благодаря их многофункциональности, как в отоплении, так и в кондиционировании воздуха. Фактически, Фан коил может быть поставлен как для горячей, так и для холодной воды.**

Фан койлы, также предлагают дополнительные бонусы: большая мощность в сочетании с малыми размерами, тепловой эмиссией, которая всегда тесно связана с действительными требованиями установки (автоматическое приспособление), позволяющее значительно сократить энергозатраты.



### 5.3. Калориферы

Это обогревательные устройства, подходящие для отапливания больших помещений, где не требуется высокий уровень комфорта. Поэтому они широко используются в промышленных зданиях, гимнастических залах, бассейнах и т.д. Они состоят из аккумулятора с медными трубками и вентилятора с алюминиевыми лопастями, который соединен с электромотором.

В зависимости от функционирования они могут быть горизонтального (настенного) типа или вертикального (навесного) типа.

В калориферах с вертикальной подачей воздуха диффузор может быть циркулярного типа либо с лопастями различного наклона в зависимости от возникшей необходимости.

Калориферы должны периодически проверяться.

## 6. Напольные отопительные панели

### Вступление

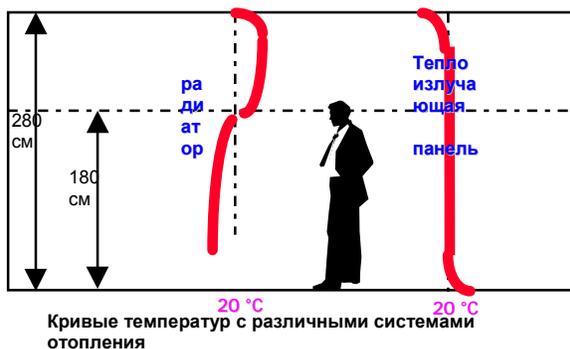
Почти всегда для определения тепловых условий окружающей среды обращаются к температуре воздуха, забывая, что баланс человеческого организма зависит не только от нее.

Человеческое тело выделяет только 55% собственного тепла путем конвекции и проводимости, т.е. контактируя с окружающим его воздухом, оставшиеся 45% выделяются путем излучения в окружающую среду.

Таким образом, это значит, что ощущение комфорта при температуре воздуха 20°C и стен 19°C соответствует такому же ощущению комфорта при температуре окружающей среды 18°C и стен 21°C.

Из выше изложенного непосредственно вытекает, что установка с теплоизлучающими панелями могла бы предложить условия комфорта даже при пониженной температуре окружающей среды, что влечет за собой меньшую потерю энергии, т.к. уходит меньше тепла через стены и окна вследствие меньшего перепада температуры, который вызывает теплообмен.

Для лучшего понимания положительного влияния равномерного распределения температуры в окружающей среде рассматривается ниже следующая схема с изображением графиков температур в одной и той же среде в зависимости от его отопления радиаторами или теплоизлучающими панелями.



Для воплощения в действительность подобной установки необходимо провести глубокое изучение.

Основные положения, которые могут быть перечислены без внимательного анализа таковы: разметка потолка, неровность температуры горячей воды, несовершенство смешивания воды обратного хода и подачи, недостаток жара в ванных комнатах и чрезмерная сухость воздуха.

### Теплоизлучающие панели

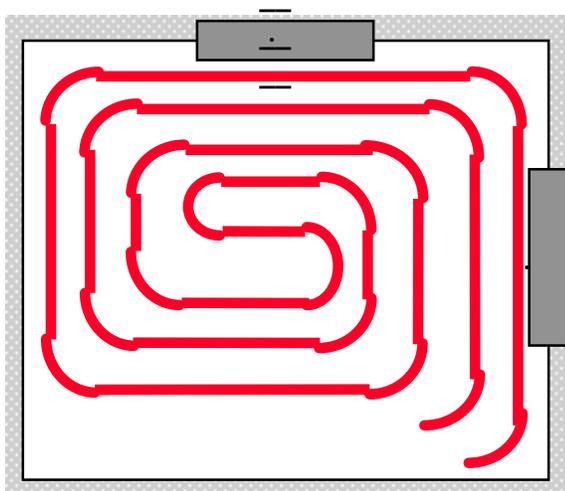
Панельные установки состоят из нагревательных систем из железных, медных или пластиковых материалов типа полипропилена и других змеевидных теплообменников. Пластиковые материалы находят самое широкое применение, их погружают в раствор цемента при закладывании плит перекрытия между этажами здания.

Чтобы не разрушать структуру пола, необходимо, чтобы температура воды, поступающей вовнутрь змеевика не превышала  $50^{\circ}\text{C}$ . Кроме того, во избежание неприятных ощущений температура пола не должна превышать  $28^{\circ}\text{C}$ .

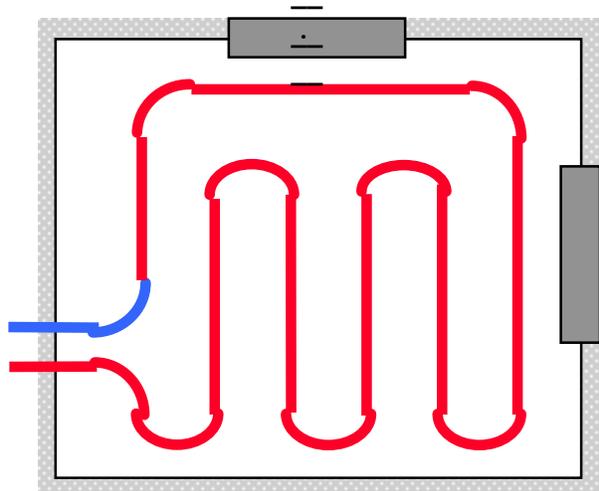
Воздух в этих системах не сгорает напрямую, но человеческое тело получает напрямую излученное тепло и ощущение физического комфорта. В таких системах воздух в окружающей среде нагревается косвенным путем, и температура поддерживается почти равномерно от пола до потолка, как было изображено в предыдущей схеме.

Трубы расположены либо в виде змеевика, либо спирально, как это изображено на ниже следующем рисунке. Расстояние между трубами зависит от количества тепла, которое должно вырабатываться, оно может колебаться от 15 до 35 см.

Для определения количества секций, как было ранее сказано, сначала надо определить необходимое количество тепла, которое должно вырабатываться в изучаемом помещении. Затем выбирают диаметр труб и расстояние между ними и таким образом рассчитывается количество тепла, получаемое от каждого метра трубы. Путем деления общей потребности помещения в тепле на количество тепла, получаемое от 1 м трубы вычисляется длина змеевика.

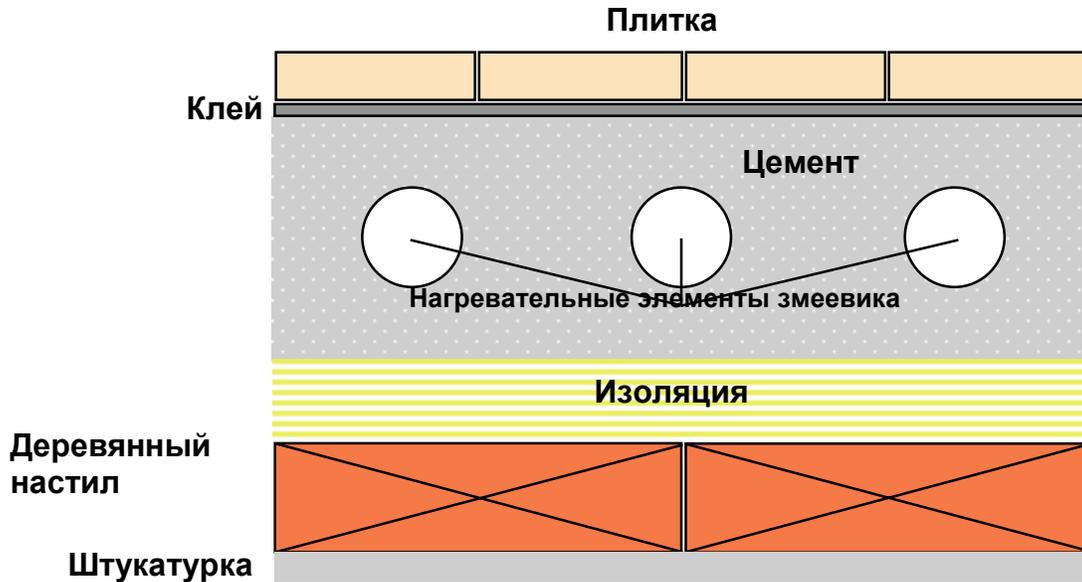


Спиральные панели



Змеевидные панели

Ниже приведен пример устройства пола с подогревом.



## 6. Гидравлика

### 6.1 Гидростатика и Гидродинамика

#### 6.1.1. Исходные условия

Гидравлика это та область машиностроения, которая касается всего, что, связано с жидкостями, прохождением их через различные трубопроводы, каналы, а также нахождением их на свободной поверхности. В первом случае, баланс подобной жидкости зависит от гидростатики, тогда как гидродинамика отвечает за законы, связанные с потоком жидкостей.

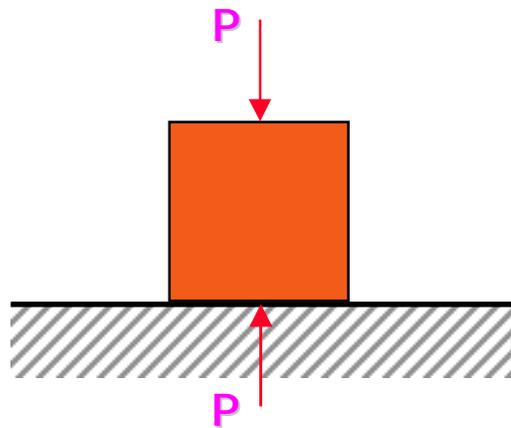
Краткие пояснения о гидростатике и гидродинамике даны в этой главе. Они необходимы, прежде всего, для более полного понимания этой темы, ухватить концепцию лобового и гидравлического сопротивления в системах водоснабжения. Для определения технических характеристик центробежного насоса в центральной отопительной системе, например.

#### 6.1.2. Закон Паскаля

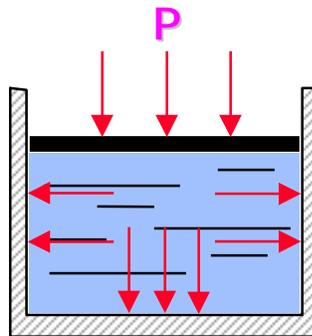
Закон Паскаля утверждает:

**“Давление на любую точку массы жидкости в состоянии покоя передается с такой же силой на каждую точку жидкости и во всех направлениях”.**

Этот принцип ставит на первое место разницу в поведении жидкостей и твердых тел; если мы окажем давление “Р” на вершину твердого тела (см. фигуру ниже), оно передается на нижнюю поверхность, несмотря на то, что боковые грани свободны от всякого воздействия давления;



Следовательно, жидкость, запечатанная в контейнер (см. фигуру ниже) и размещенная под определенным давлением, оказывает одинаковое давление на все стороны контейнера.



Закон Паскаля имеет бесчисленное количество практических применений; среди наиболее распространенных, мы можем упомянуть как пример, тормозную систему, используемую в транспорте, которая позволяет унифицировать распределение тормозного усилия на все четыре колеса, то что невозможно с механическим приводом.

### 6.1.3. Действующие режимы

Гидродинамика изучает течение жидкостей, имеет ли это течение эффект силы тяжести (поток в водных течениях на свободных поверхностях) или эффект энергии, сообщаемой с жидкостью работающего механизма (поток, проходящий через систему труб или каналов, вызванный работой насоса), например.

Ниже приведены три фундаментальные величины, которые характеризуют поток жидкости. Это:

- **Давление**
- **Величина потока**
- **Скорость**

Мы уже сталкивались с концепцией давления и сейчас более подробно остановимся на величине потока и скорости.

**«Объемная скорость потока» (или просто величина потока), определяется как объем жидкости, которая проходит через определенный отрезок за единицу времени.**

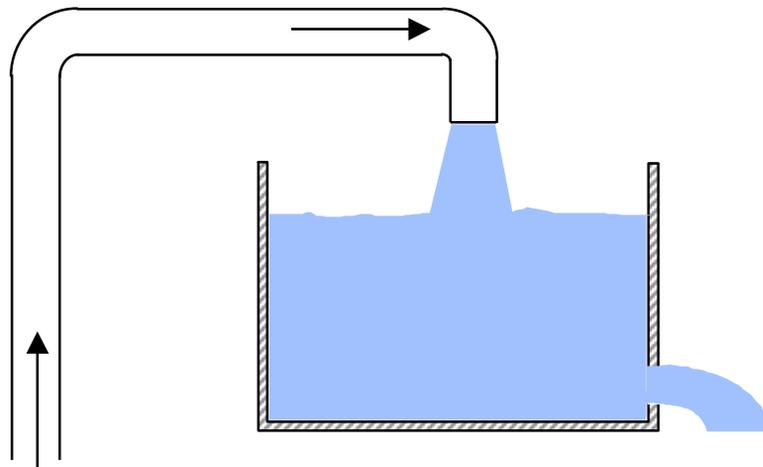
Измеряя объем, в  $\text{м}^3$  и время в секундах, величина потока выражена в  $\text{м}^3/\text{с}$ ; однако, небольшие потоки выражаются в лит/с или даже в лит/мин. Для справки, пожалуйста запомните что:  $1\text{м}^3/\text{с} = 1000\text{дм}^3/\text{с} = 1000\text{л/с}$

**«Скорость» определяется как отрезок пространства, преодоленного, движущимся телом за единицу времени и выраженного в м/с.**

Для примера, мы рассмотрим водный канал:

- a)** В определенной части реки или канала, где ширина увеличивается, скорость потока соответственно увеличивается тоже; таким образом, в наших наблюдениях, мы склонны опираться всегда на мгновенную скорость, взятую в определенной секции трубы или канала;
- b)** Скорость всегда выше по направлению к центру потока и ниже около берегов; Как следствие вышеперечисленного, изучая поток жидкостей, мы всегда должны рассматривать «среднюю скорость» потока в данном отрезке пересечения.

Для того, чтобы проиллюстрировать три величины, определенные выше (давление, скорость и величина потока) для характеристики потока жидкости, мы бы хотели сделать ссылку на фигуру, где изображен резервуар с жидкостью, которая поступает по трубе, и где часть жидкости выливается из отверстия в самом резервуаре.



На этой ступени, у нас появляются три разные ситуации:

- 1)** Если увеличить поступление жидкости в трубе, снабжающей резервуар по сравнению с выходом жидкости из резервуара, уровень жидкости в резервуаре вырастет, тем самым, увеличивая гидростатическое давление на секцию выхода жидкости; это ведет к повышению скорости жидкости, которая вытекает, и таким образом, ведет к изменениям величины потока на выходе;
- 2)** Если величина потока жидкости на входе меньше, чем на выходе, то ситуация противоположная предыдущей; уровень жидкости идет на спад, гидростатическое давление понижается на выходе, увеличивая скорость и величину потока.

3) Если величина потока на входе такая же, как и на выходе, то не произойдет никаких изменений в уровне, давлении, скорости жидкости.

#### 4. Теорема Бернулли

Рассеивание энергии, вызванное трением, общепринято называть постоянной потерей напора потока (символ  $Y$ ) и выражать в метрах на поток рассматриваемой жидкости.

В основном она зависит от:

- скорости текущей жидкости ( $v$ );
- от расширения стенок и т.о. размеров сечения ( $R$ );
- от природы и свойств материала, из которых сделаны стенки;
- от длины отрезка рассматриваемого трубопровода.

В большинстве случаев предпочитают не принимать во внимание последний показатель, измеряя потери на “единицу длины трубопровода” отношением типа:

$$Y_u = K \frac{v^2}{R}$$

где:

“ $Y_u$ ” – потеря напора, выраженная в метрах на поток текущей жидкости на метр трубопровода или в метрах на километр;

“ $K$ ” – коэффициент, который вводится время от времени в зависимости от типа и материала, из которого состоят стенки, контактирующие с текущей жидкостью.

“ $R$ ” – определенный отрезок трубопровода.

Энергия рассеивается благодаря трению, более известной как «**Непрерывный поток сопротивления**» и выражена в метрах водяного столба.

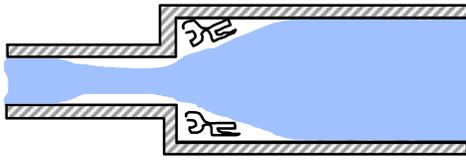
Она существенно зависит:

- от скорости жидкости;
- от расширения стен и таким образом от поперечного сечения;
- от материала и отделки стен;
- от длины отрезка трубы.

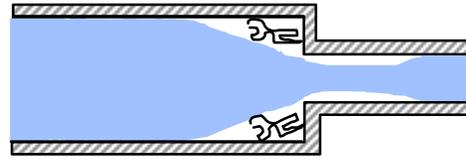
Неразрывное гидравлическое сопротивление не только причина падения энергии потока. Таким образом, присутствие любого постороннего предмета внутри трубопровода, который вносит изменения в прямолинейность потока и служит причиной отклонений, столкновений или завихрений, таким образом, ведет к потере энергии самого потока.

Каждый знает, что трубопроводная система часто оснащена перегородками, системой разветвлений, изгибов и очень часто внезапными изменениями в местах состыковок труб; каждое из этих препятствий, представляет собой препятствие для водяного потока и определяются как «случайное» или «местное».

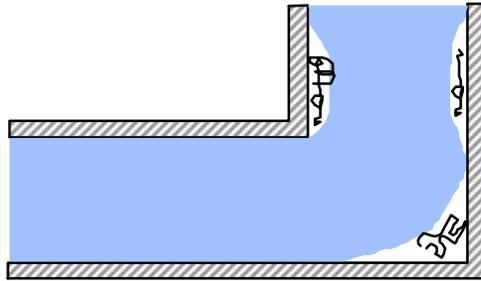
Фигуры А, В, С ниже показывают отклонение от нормы и поведение потока даже в случае небольшого сопротивления как описано выше (внезапное расширение в поперечном сечении, сужение, угол  $90^\circ$ ).



**A)** Внезапное расширение



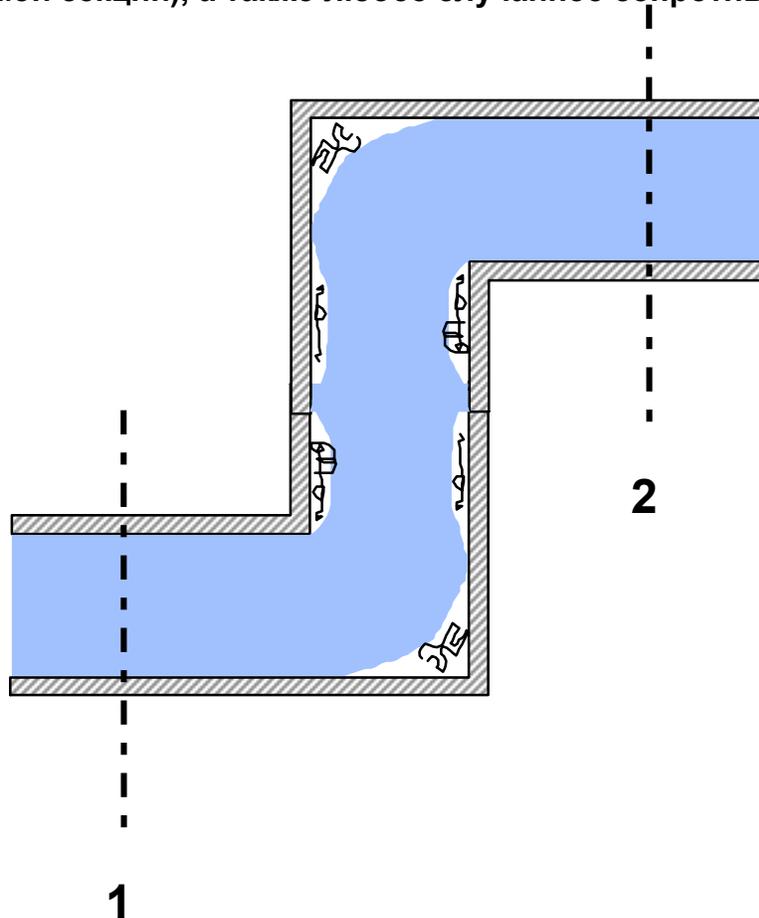
**B)** Внезапное сужение



**C)** Правый угол поворота

Учитывая эти причины, мы попытаемся избежать углов, которые слишком узкие и какие-либо варианты в поперечных сечениях сдвоены, используя конусообразный отрезок труб. Таким образом, мы можем сказать:

**« Общая энергия потока в поперечном сечении 2 равна энергии потока, который пересекает секцию 1 минус непрерывный поток сопротивления (в рассматриваемой секции), а также любое случайное сопротивление потока»**



Принимая за “ $Y$ ” постоянные потери напора, а за “ $Sy$ ” сумму случайных потерь и выражая все слагаемые трехчлена Бернулли в метрах на поток текущей жидкости, имеем:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{(v_1)^2}{2g} - Y - Sy = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{(v_2)^2}{2g}$$

где:

“ $z$ ” – высота расположения (высота расположения малого объема жидкости относительно плоскости отсчета);

“ $p$ ” – называемая также статической высотой, представляет высоту потока текущей жидкости, которая своим весом порождает давление “ $p$ ”;

“ $\gamma$ ” – удельный вес текущей жидкости;

“ $V_2/2g$ ”) представляет высоту, называемую также динамической высотой, с которой жидкость должна падать, чтобы достичь скорости “ $V$ ”.

Что касается локальных потерь напора, то расчеты намного сложнее применяемых для постоянных потерь.

Для упрощения расчетов обращаются к специальным таблицам, в которых указаны случайные потери или же их аналог при пересчете в метры длины (виртуальной) прямой трубы.

Другими словами, можно подумать о том, чтобы заменить конкретный случай случайной потери напора потока жидкости на отрезок трубы, который действует таким образом, чтобы вызвать ту же потерю напора.

Следовательно постоянные потери напора на длину воображаемого трубопровода, будут рассчитываться суммируя действительную длину с добавленными отрезками вместо действительных случайных потерь напора текущей жидкости.

## 7. Системы отопления

### 7.1. Вводная часть

Для отопления комнат, определенной тепловой энергией, полученной при сжигании специального топлива необходимо ее произвести и передать.

Тепловая энергия производится в специальных генераторах (бойлерах), которые в основном состоят из:

- **ядро (теплообменник)**
- **печь (горелка)**
- **циркуляционный насос**
- **газовый клапан**

Тепловая энергия вырабатывается генератором и доставляется по комнатам в виде жидкости-носителя, который рассматривается на примере воды.

## 2. Естественная циркуляция

Эти системы характеризуются постоянным количеством воды, циркулирующей под действием разницы давления, причиной которой являются 2 разные плотности. Эти системы имеют расширительный бак открытого типа (более детально эта часть будет рассмотрена далее), вода в этих системах испытывает только атмосферное давление вследствие повышения гидростатического, представленного в виде рассматриваемой высоты между рассматриваемой точкой и уровнем в расширительном баке.

В этих системах нагреватели и трубопроводы имеют большие размеры по причине меньшего напора, чем в установках с принудительной циркуляцией (насос).

Подобная система имеет преимущество упрощенного функционирования, т.к. циркуляция происходит без помощи механизмов, приводимых в действие электричеством. Но эта система не позволяет использовать терморегуляторы по причине повышенной потери нагрузки смесительных клапанов, предназначенных для автоматической регуляции установок.

Принцип функционирования этих установок можно свести к следующему:

1. вода по причине увеличения температуры в генераторе увеличивается в объеме;
2. становится легче;
3. поднимается по трубопроводу подачи;
4. доходит до радиаторов;
5. отдает тепло радиаторам и охлаждается;
6. уменьшается в объеме и становится тяжелее;
7. спускается по трубопроводу обратного хода;
8. возвращается в генератор;
9. нагревается за счет увеличения температуры в генераторе и снова увеличивается в объеме;
10. повторяет цикл, описанный в пункте 1.

Давление воды зависит:

- от разницы уровней между радиатором и котлом. Давление увеличивается по мере роста разницы уровней, в таком образом генератор надо устанавливать в самой нижней точке установки;

от перепада температуры на выходе и входе, давление возрастает при увеличении разницы температуры.

Выходя из выше изложенного можно сделать следующие выводы касательно установок с естественной циркуляцией или таких, что функционируют под действием сил тяжести:

- простое устройство, но необходимы специальные знания;
- достаточно дорогие, имеют ограничение в качестве невозможности установки клапанов регулировки;
- введение установки в действие занимает длительное время по причине большого количества циркулирующей воды;
- не подходит для эксплуатации, когда генератор и радиаторы находятся на одном уровне, т.к. циркуляция воды в установке происходит исключительно по причине разницы температуры, то есть плотности на входе и выходе и разницы уровней.

Внизу приведены 2 схемы установки с естественной циркуляцией.

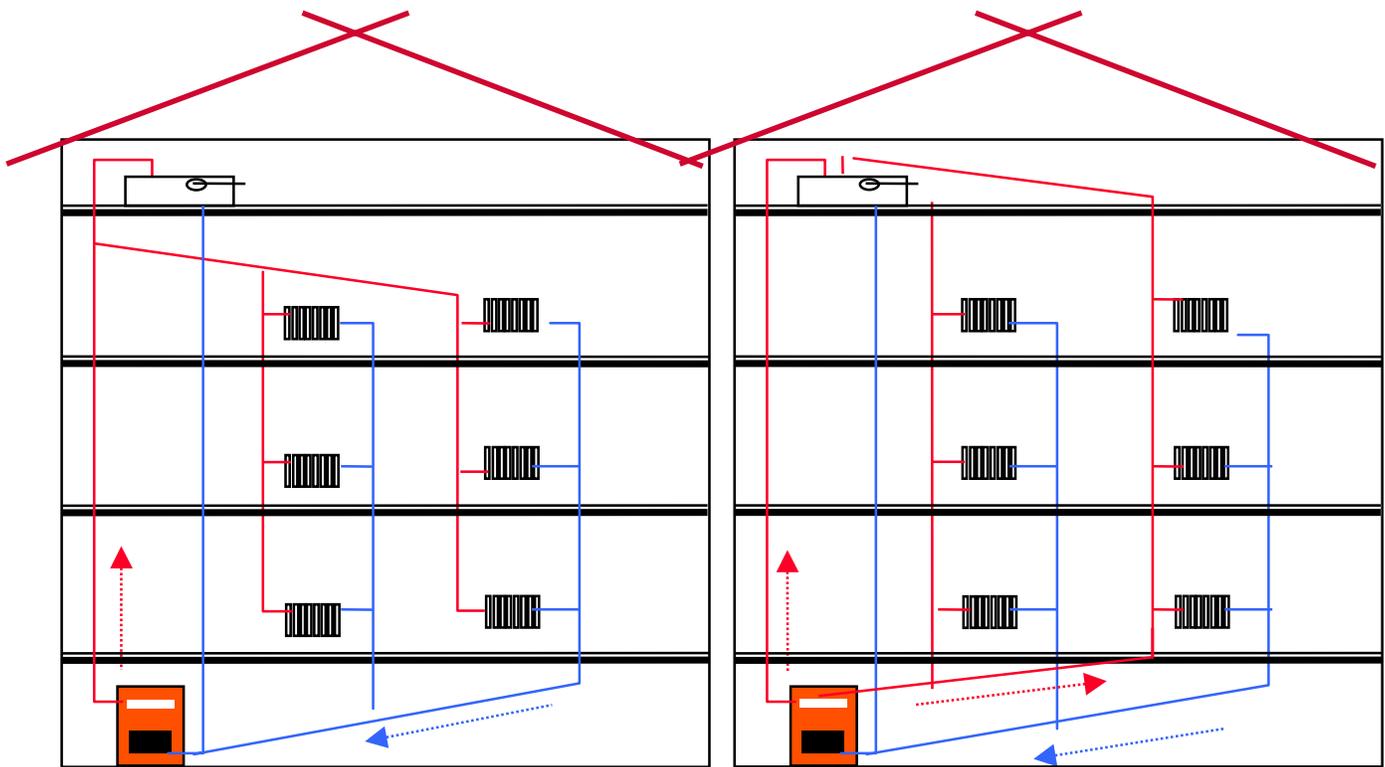


Схема дистрибуции нисходящего типа

Схема дистрибуции восходящего типа

## 7.2. Принудительная циркуляция

Принудительная циркуляция систем центрального отопления (кондиционирования) это системы циркулирования воды при помощи помп. В этом случае, нагрузку несет насос (помпа) и распределяет воду равными частями по всей системе. Это ведет к возможности разработки быстрых, многообразных систем, которые используются в нагревательных приборах с высоким сопротивлением потока.

Центрифужная помпа характеризуется следующим (см. пункт 4):

- **«величина (H)»**, которая определяет разницу в высоте и сопротивлении потока, который может быть преодолен;
- **«величина потока (Q)»**, которая устанавливает объем воды, который может быть установлен в движении.

Для определения диаметра труб в системе с центрифужной помпой, нужно следующее:

1. Оценить давление, создаваемое помпой, которое должно быть такой же величины, как и сопротивление контура (трубы, Fan coils, клапана, генератор) с помощью расчетов или таблиц;

## 2. Установить максимальную скорость циркуляции воды в контуре.

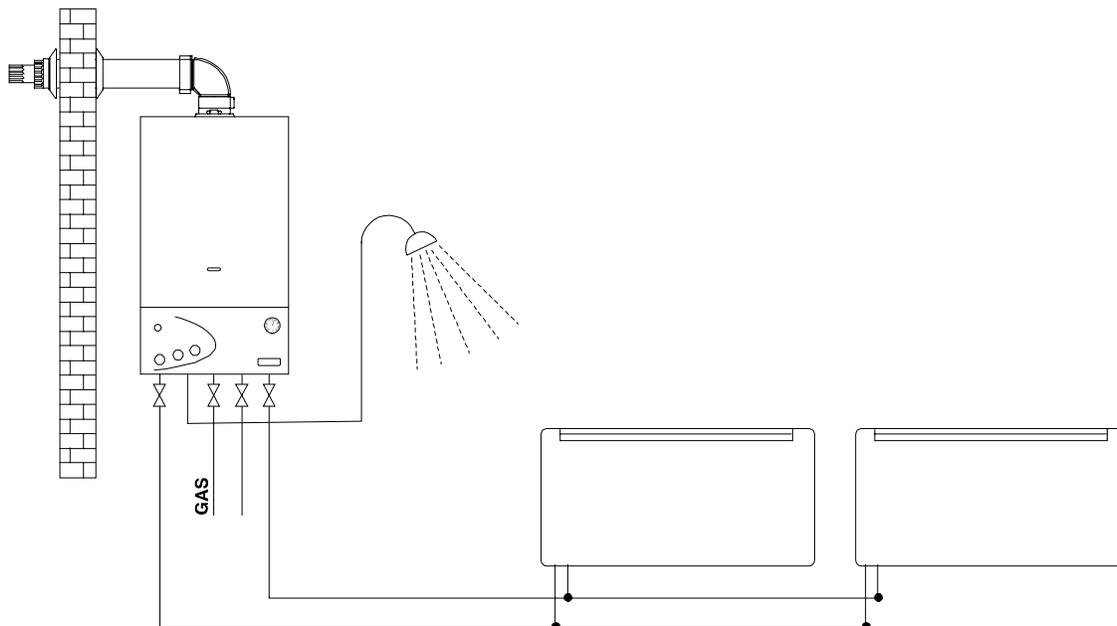
Совершенно необязательно получать равномерно распределенное сопротивление потока, но было бы лучше если оно менялось в зависимости от вариантов установки. Вот почему хороша идея для увеличения скорости воды в длинных прямолинейных участках по сравнению с извилистыми участками, где сопротивление потока выше.

| Диаметр |       | Скорость м/с |       |       |       |       |
|---------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|
| мм      | дюймы | 0,5          | 0,7   | 0,8   | 0,9   | 1     |
|         |       | Ккал/ч       |       |       |       |       |
| 13      | 1/2   | 4780         | 6690  | 7560  | 8600  | 9560  |
| 19      | 3/4   | 10210        | 14290 | 16330 | 18370 | 20410 |
| 25      | 1     | 17700        | 24740 | 28270 | 31800 | 35340 |

Максимальная скорость, с которой вода циркулирует в контуре должна быть 2 м/с. Более высокая скорость ведет к повышению шума в системе, а также очень сильному сопротивлению потока. Ниже приведена таблица с основными вычислениями диаметров труб с пропускной способностью воды от 0.5 до 1 м/с и с условным количеством тепла, которое они позволяют доставить.

Однако, для правильного измерения труб, разработчик должен иметь существенный опыт. Основная трудность заключается в выборе наиболее подходящих максимальных скоростей в разных участках системы, с отрезками труб различного диаметра.

Однако должна быть сделана ссылка на то, что в независимых системах, калькуляция значительно упрощается, потому что циркуляционная помпа уже встроена в генератор и сопротивление потока в контуре обычно ограничено. Ниже приведена диаграмма простой системы принудительной циркуляции.



- Поз 1:  
Настенный газовый котел
- Поз 2:  
Горизонтальный коаксиальный выпуск/ Входная труба
- Поз 3:  
Напольная система Фан коил

#### 4. Системы открытого и закрытого типа

Системы принудительной циркуляции делятся на:

- Системы открытого типа;
- Системы закрытого типа.

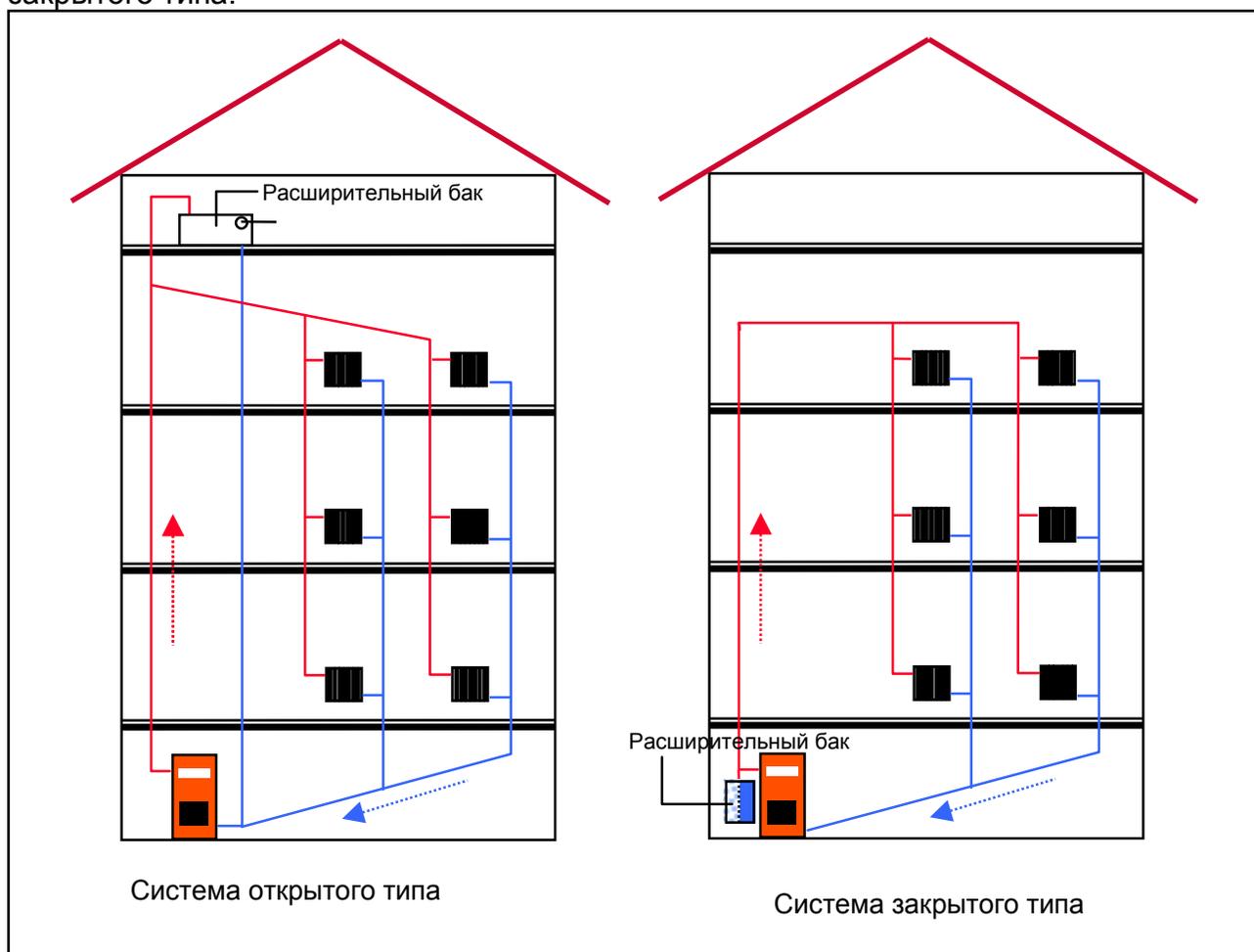
Деление на выше названные системы происходит в момент выбора типа расширительного бака (открытый или закрытый).

Заданием расширительного бака является предоставление возможности свободного расширения воды за счет увеличения объема, вызванного увеличением температуры.

Если бак напрямую взаимодействует с атмосферой, то это бак открытого типа, откуда вытекает определение системы открытого типа.

Если расширительный бак герметичен, то говорят, что он закрытого типа, откуда вытекает определение системы закрытого типа.

Внизу приведены 2 примера установок с принудительной циркуляцией открытого и закрытого типа.



## 7.3. Система распределения

Система может иметь следующие характеристики:

- Однотрубная система распределения
- Система распределения стока и возврата
- Модульное распределение

### Однотрубная система распределения

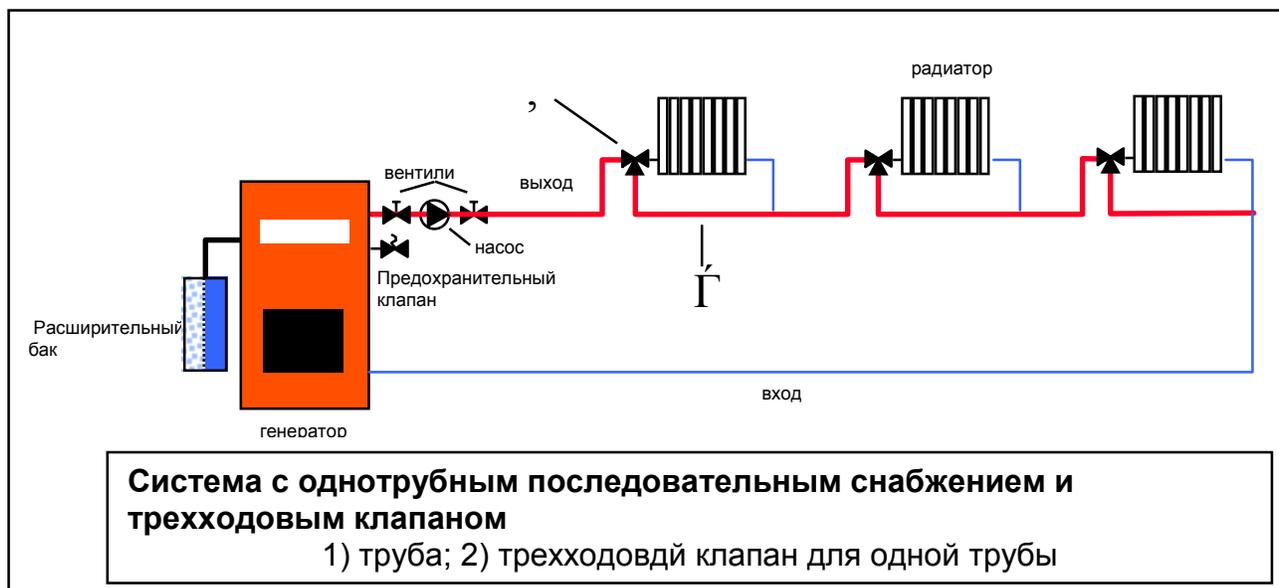
Может быть полезным сделать некоторые короткие замечания касательно установок с однотрубной системой распределения, а также их преимуществ относительно традиционных отопительных установок с двухтрубной системой «входа-выхода».

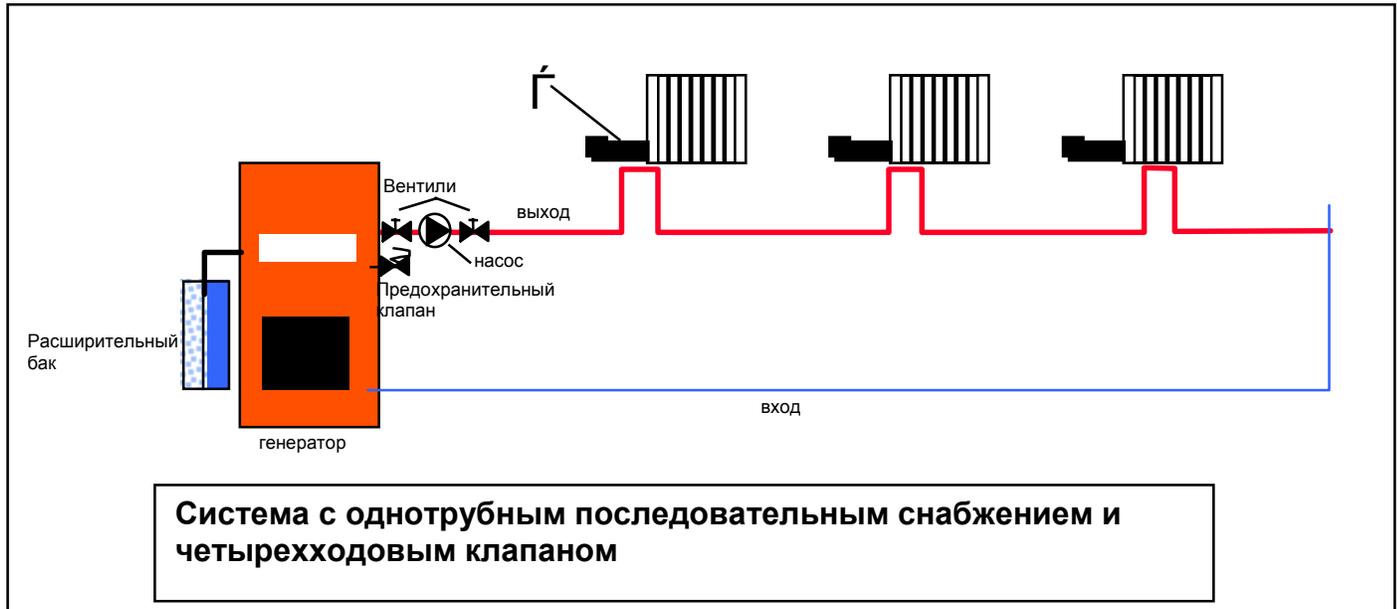
Принцип работы различных моделей систем с однотрубной системой распределения известных до настоящего момента заключается в следующем: связать входы и выходы множества нагревательных систем с одной трубой, снабжающей различные отопительные системы поочередно.

Гидравлический цикл получил название «контура» и каждый «контур» питается от одной трубы.

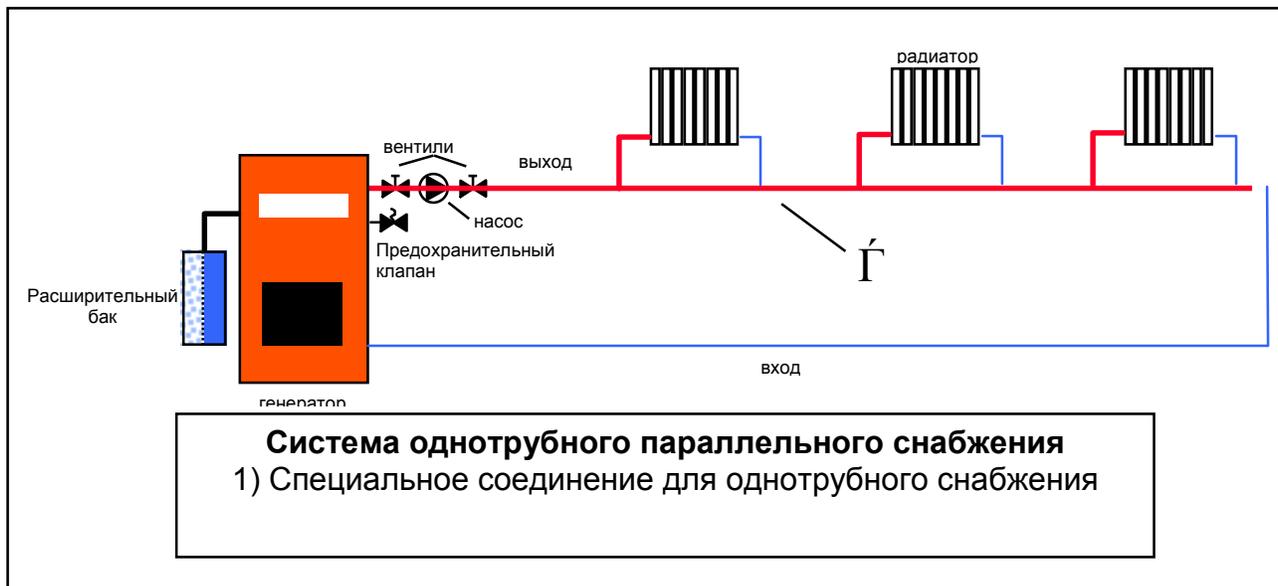
Снабжение различных систем может происходить последовательно или параллельно.

В системе с последовательным снабжением целый объем воды, предназначенный для одного круга, входит в первую отопительную систему, выходит из нее не такой горячей, чтобы войти во вторую систему и так далее. Таким образом, необходимо выделить для радиаторов большую поверхность для теплообмена.





В системе с параллельным снабжением горячая вода, входящая в первую отопительную систему, - это часть целого объема воды, предусмотренного на весь круг, в то время, как оставшаяся часть воды проходит через тот же круг; вода, поступающая во вторую отопительную систему в свою очередь является частью того общего объема, который получается путем смешивания менее горячей воды, вышедшей из первой отопительной системы, и той части воды, которая прошла через круг с начальной температурой и так далее.

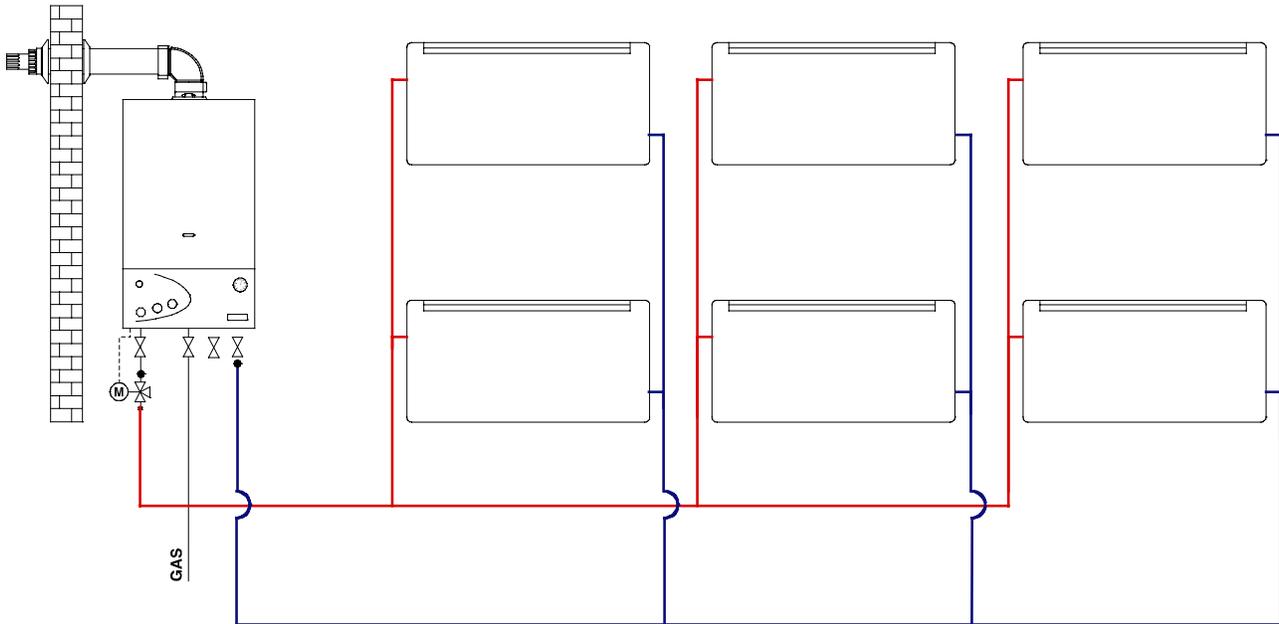


### Системы «входа – выхода»

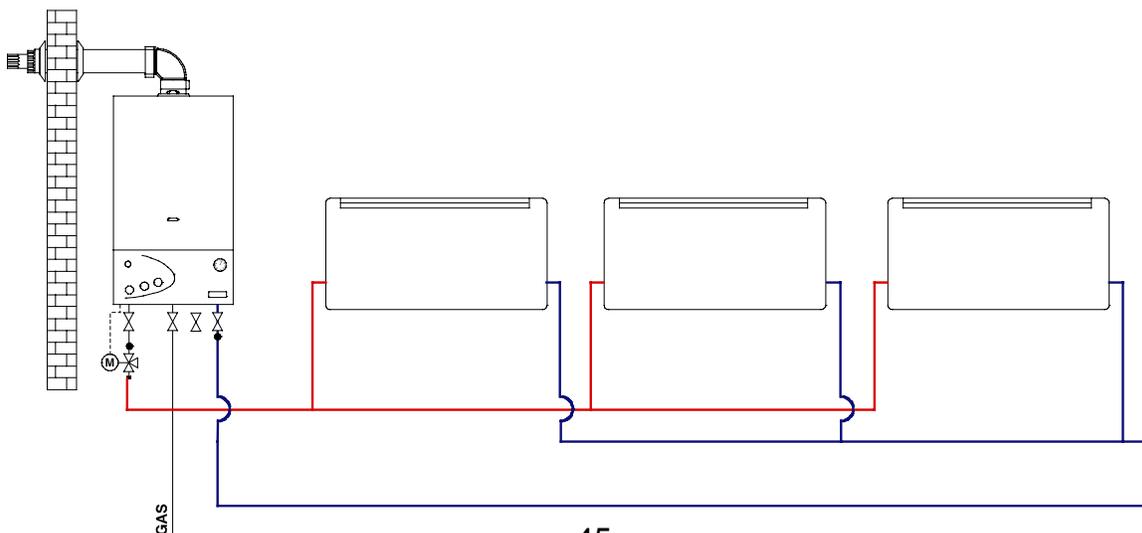
Системы «входа – выхода» рассматривается как двухтрубная система, в основном состоящая из подающего трубопровода, который транспортирует воду из генератора по направлению к системе Фан коил и возвратной трубы для сбора воды, поступающей из системы Фан коил в котел, чтобы вернуть выпущенную энергию.

В этом случае существует несколько систем, суммирующих следующее:

- С распределением снизу, наиболее распространенная двухтрубная система. Подающая и возвратные трубы установлены вместе, на самой низкой точке системы (см. фигуру внизу).



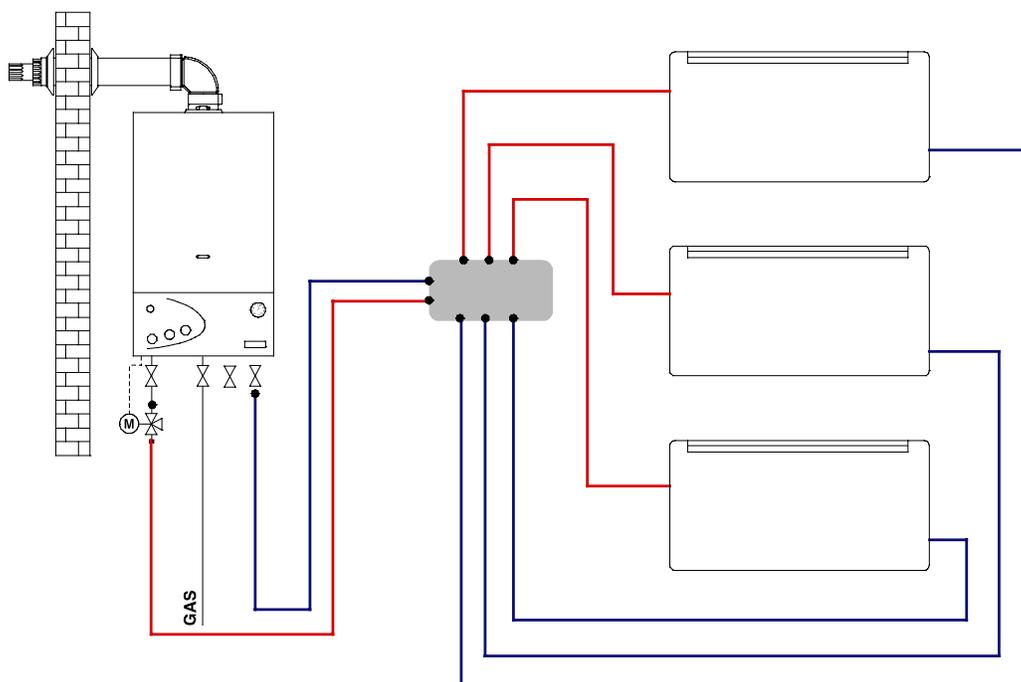
- Обратный возврат – может быть установлен в двух предыдущих случаях и гарантирует превосходный баланс в индивидуальном контуре.



- **Модульное распределение**

Система модульного распределения состоит из компланарных трубопроводов, которые содержат большое количество фитингов, сообщающихся с нагревательными элементами и соединяя их. Колонны снабжают трубопровод на каждом этаже, который в свою очередь соединяет разнообразные разветвленные нагревательные элементы.

Эта система дает очень низкое сопротивление потока и относительно легкую установку. Фактически, должно быть установлено бесшовное звено трубопровода. Соединение должно быть сделано только между трубопроводом и системой Фан коил.



## 7.4. Центрифужная помпа

### 7.4.1. Вступление

Как мы указывали ранее, существует множество путей разработки систем отопления.

В действительности, наиболее популярные системы на сегодняшний день это: **«Независимые, центральные отопительные системы принудительной циркуляции с расширительным баком (закрытая система)».**

В этой главе мы будем анализировать концепции и проблемы связанные с этим типом систем.

### 7.4.2. Давление и напор

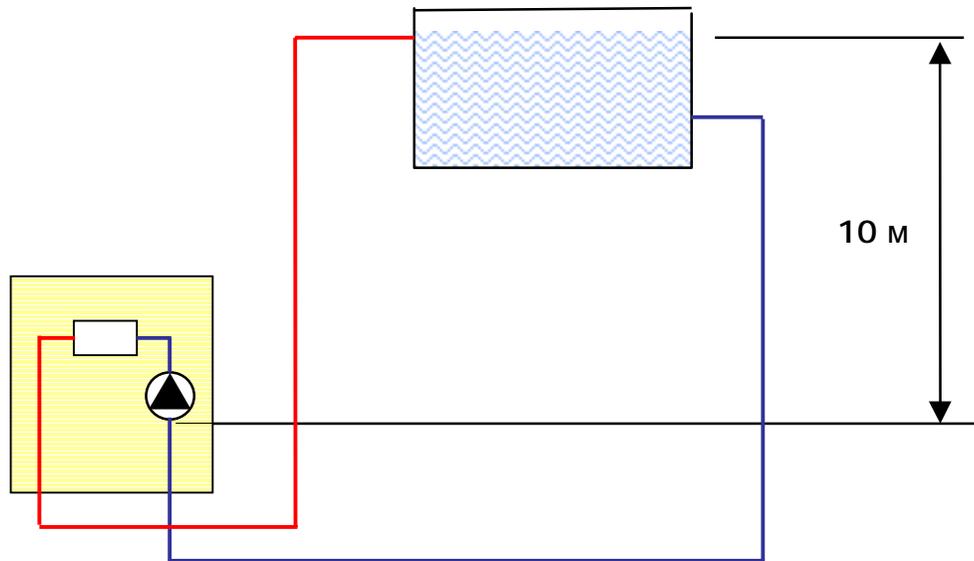
В гидравлическом контуре, давление определяется весом водяного столба воды, циркулирующего в системе труб. Таким образом на всех точках, которые расположены на одном уровне, мы найдем то же гидростатическое давление. В гидравлическом контуре, как мы видели ранее, существует некоторое сопротивление потока, вызванное нагревательными элементами, клапанами и трубами, т.е. вода всегда находит сопротивления на своем пути.

Эти потери напора или сопротивления могут быть сведены к следующим:

- 1. Постоянные** – зависят от скорости текущей в трубопроводе жидкости;
- 2. Случайные** – вызванные присутствием изгибов, сужения секций, ответвлений и наличия различных аксессуаров;
- 3. Локальные** – вызваны сопротивлением генераторов, радиаторов, которые вычисляются самими конструкторами

Сумма сопротивлений потока (постоянные, случайные, локальные) в закрытых системах определяется напором, который будет иметь центрифужная помпа, чтобы преодолеть сопротивление. Символ напора “Н” и он выражается в метрах. Для того чтобы проиллюстрировать концепцию напора, взглянем на фигуры ниже.

**Помпа имеет напор 6 метров; это означает, что вода может быть вытолкнута вертикально на высоту 6 метров**



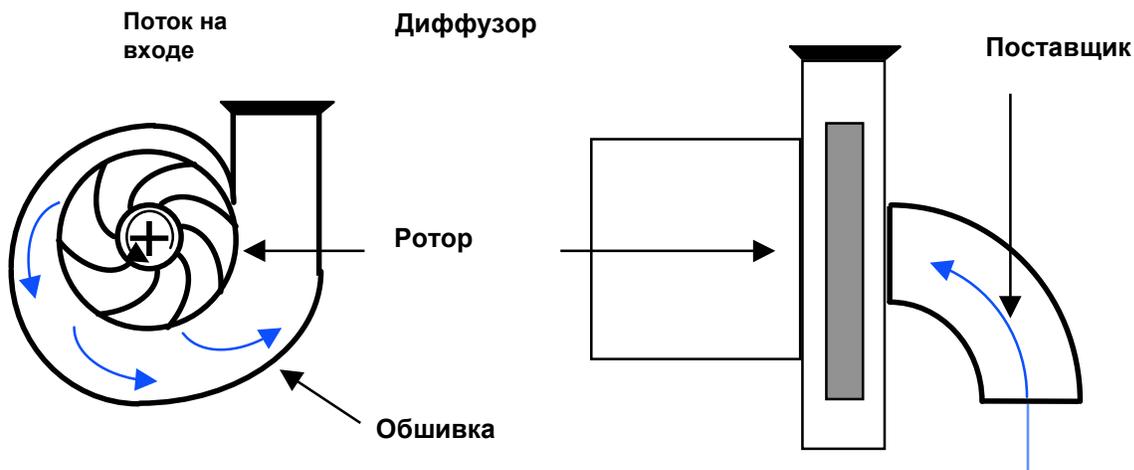
Если помпа включена в закрытый контур, давление воды, которое она поставляет, будет практически таким, как и давление на входе, минус любое сопротивление потока.

Таким образом, мы можем утверждать, что помпа в состоянии выталкивать воду на большую высоту, чем напор, в случае закрытого контура.

### 7.4.3. Центрифужная помпа

Центрифужные помпы, благодаря широкому кругу производительных возможностей и их простой конструкции и управлению, а также возможности подсоединения напрямую к электромотору, имеют массу путей применения.

В нашем случае, мы рассматриваем независимые системы и ведем речь о небольшой величине потока (около 1000 л/ч) и низком напоре (около 5 м).



Деятельность центрифужных помп характеризуется пятью основными параметрами:

- **Напор**
- **Величина потока**
- **Количеством оборотов**
- **Мощность**
- **Эффективность**

**Напор “Н”** – это разница в высоте или сопротивлении (сопротивление потока), которую помпа может преодолеть, переработав определенное количество воды, выраженное в метрах водяного столба (BC/м).

**Величина потока “q”** количество воды, которое помпа может переработать за единицу времени; выражается в м.куб./ч.

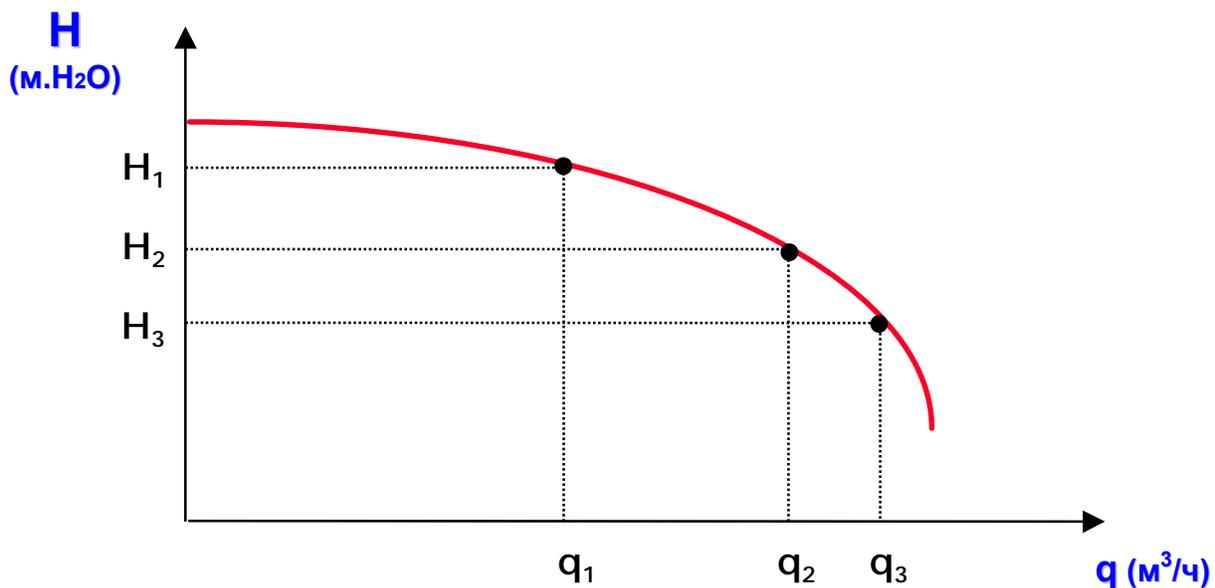
**Количество оборотов “n”** указывает число оборотов ротора в минуту.

**Мощность “P<sub>и</sub>”** полезная мощность помпы.

**Эффективность “h”** получена из соотношения между полезной мощностью и электрической потребленной мощностью.

#### 7.4.4. Характеристика

В центрифужных помпах существуют две основные характеристики «**Напор и Величина потока**». Они настолько тесно связаны с другой величиной, что при изменении меняются и основные характеристики. В действительности, каждая величина потока “q” соотносится со специфической величиной напора “Н”. Это может быть проиллюстрировано графически на примере кривой и определено как «**Характеризирующая кривая**» (см. фигуру ниже).



Кривая центрифужной помпы

Если насос оснащен регулятором для изменения числа оборотов, то характерная кривая движется параллельно, как изображено на ниже следующем графике.

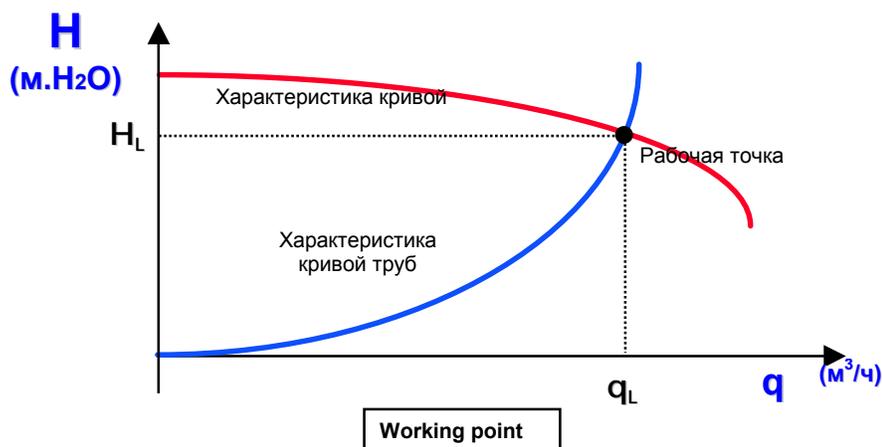


#### 7.4.5. Характеристика

Ранее, мы упоминали, что существует несколько систем сопротивлений наряду с системой сужения труб, батарей, клапанов и т.д., которые ведут к снижению скорости и таким образом к снижению величины потока; мы также сказали, для того, чтобы преодолеть эти препятствия центрифужной помпе необходимо иметь некоторые характеристики, для того, чтобы обеспечить нормальную величину потока. Короче, она должна иметь определенный напор.

Напору необходимо преодолеть это сопротивление потока, которое может быть представлено в форме графика, в зависимости от величины потока, полученного как «**Кривая трубопроводной сети**» (см. фигуру ниже).

Точка, где кривая помпы и кривая труб пересекаются, звучит как «**рабочая точка**».

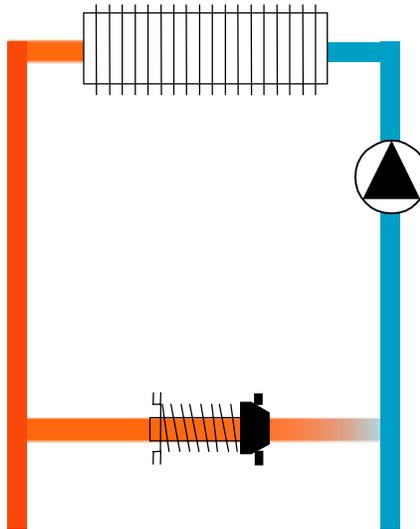


#### 7.4.6. Использование Бай-пасс

Когда помпа установлена в системе, вода должна циркулировать в системе постоянно. Если это не так, то внутренняя часть котла может перегреться.

Вот почему **Бай-пас** включен в контур.

Клапан Бай-пасса инсталлирован как стандарт во все настенные котлы под маркой ARISTON , таким образом, гарантируя минимальную величину потока, необходимую для предотвращения любого перегрева.



## 7.5. Расширительный бак

### Исходное условие

Когда температура жидкости колеблется, возникает вопрос, действительно ли давление или объем жидкости зависят от постоянной поддержки объема или давления как величин постоянных?

В случае центральных отопительных систем, когда мы обеспечиваем необходимое количество энергии, выработанной генератором, эта энергия служит причиной температурной разницы в контуре, и в нашем случае, объем (так как жидкость не сжимаема) и давление также различны.

Лимит давления, который наша система может выдержать, определяется выпускным клапаном (клапан безопасности), встроенным в систему и который обычно калиброван до 2.5 атм. Если этот лимит превышен, клапан сконструирован таким образом, чтобы сбрасывать избыточное давление (на примере клапана в скороварке). Открытие клапана ведет к продолжительному наполнению воды в систему, таким образом мы включаем расширительный бак для того, чтобы компенсировать любое повышение объема, поддерживая давление в системе почти постоянно, следовательно избегая открытия выпускного клапана.

### 7.5.1. Открытый расширительный бак

Расширительный бак может быть открытого типа, т.е. непосредственно контактировать с атмосферой, или закрытого типа, т.е. герметичным.

#### Расширительный бак открытого типа

Заданием расширительного бака открытого типа является:

- Снабжение системы - вода вытекает из гидросистемы до тех пор, пока поплавков не поднимется до уровня краника;
- Являться резервуаром для содержания необходимого объема воды для отопления системы;
- Передавать гидростатический напор системе;

Собирать и выталкивать воздух из системы – сформированные в системе пузырьки воздуха поднимаются в бак и выходят через отдушину;

Сливать воду через водослив в случае аномалий и поломок поплавка.

Максимальная общая емкость бака измеряется обычно объемом, равному двойному размеру максимального общего расширения системы. Для отопительных систем, которые выдерживают температуру от 20°C до 100°C обычно считают, что вода увеличивается в объеме в процентном соотношении равном 35 к 1000, т.е. на каждые 1000 литров объем воды увеличивается на 35 литров.

Пример:

Объем воды в системе 500 литров;

Расширение воды 17,5 литров;

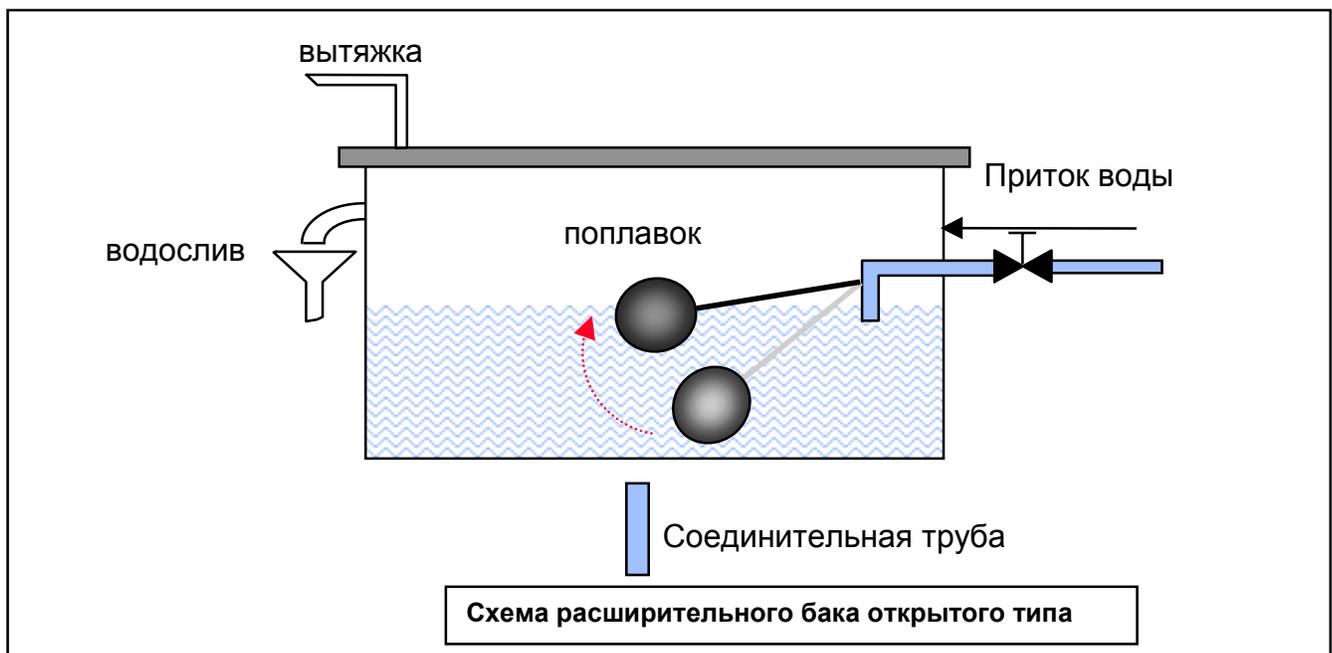
**Общая емкость бака, который необходим 35 литров.**

Очевидно, что эти расчеты подтверждены на практике, чтобы выбрать необходимый объем бака открытого типа необходимо, чтобы расчеты производил профессионал.

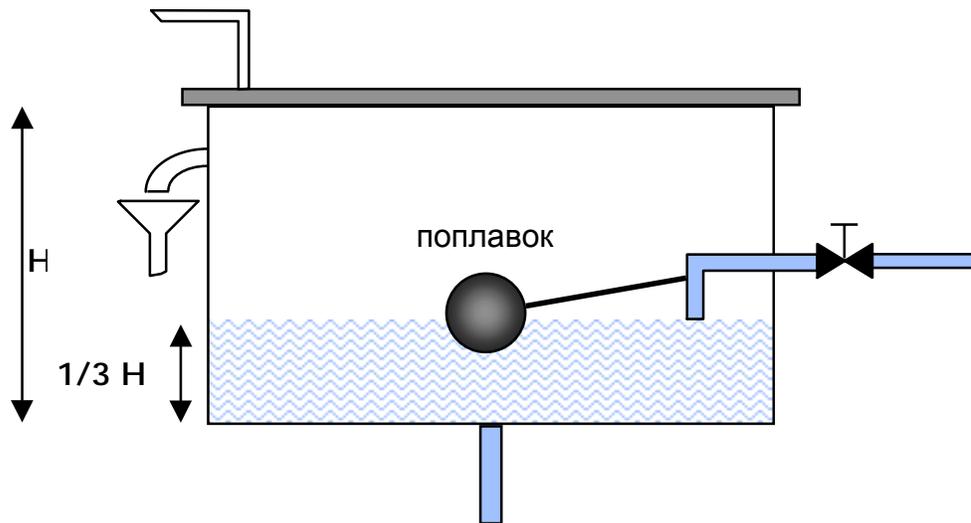
Расширительный бак открытого типа должен быть расположен в наивысшей точке системы. При охлаждении воды бак компенсирует уменьшение объема воды, передавая ее в генератор.

Соединительная труба между баком и котлом должна быть такого размера в диаметре, чтобы обеспечивать надежную вытяжку. Такие размеры отображены в таблице, где учитываются калории котла и расстояние от бака до котла.

В ниже следующей схеме детально изображены компоненты расширительного бака открытого типа:



Поплавок должен быть расположен на 1/3 от высоты расширительного бака, как это изображено ниже.



### 7.5.2. Расширительный бак (закрытый)

В закрытой системе, расширительный бак герметичен и наиболее распространенный тип имеет резиновую диафрагму. Это спроектировано для:

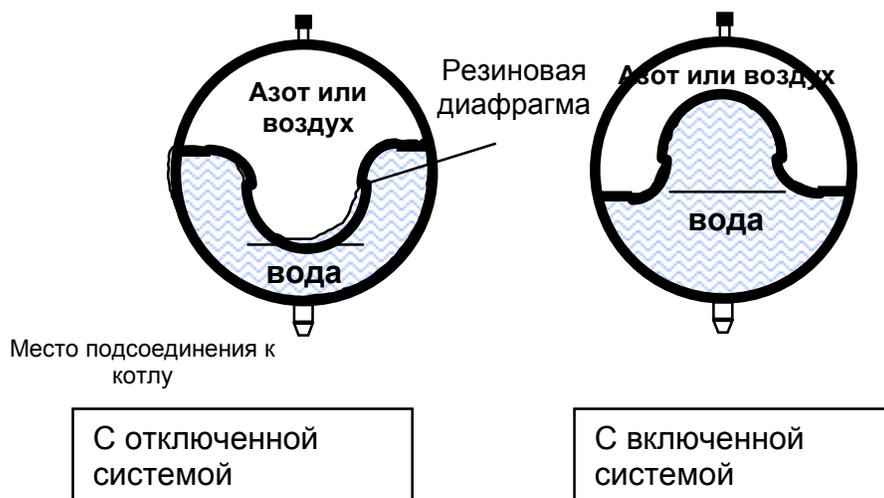
- Компенсации увеличения объема воды;
- Поддержки давления при любых рабочих условиях;

**Все настенные котлы марки "ARISTON" стандартно оборудованы расширительным баком.**

Рабочий принцип расширительного бака состоит в основном в повышении либо понижении газовой мембраны. Когда поступает вода в систему, создается разность в объеме, так как она нагрета.

Фигура внизу показывает работающую диаграмму расширительного бака:

Вход в бачок и контрольный клапан



В отношении расширительного бака открытого типа закрытый бак имеет следующие преимущества:

- он вместительнее;
- он защищен от мороза, т.к. котел может устанавливаться в помещении;
- не вызывают потерь воды по причине испарения;
- не подвержены коррозии.

#### 4. Расчеты для расширительного бака закрытого типа

Объем расширительного бака закрытого типа должен выбираться согласно объему расширения равному или большему расширению системы, а приемное давление должно быть большим или равным рабочему давлению системы.

Объем бака может быть определен согласно следующей формуле:

$$V = \frac{e \times C}{1 - \frac{P_i(a)}{P_f(a)}}$$

где:

“e” – коэффициент расширения от 10°C до 100°C , он равен 0,035;

“C” – объем воды в системе;

“P<sub>i</sub> (a)” – абсолютное давление напора в системе;

“P<sub>f</sub> (a)” – конечное или максимальное давление, при котором срабатывает предохранительный клапан ;

Пример:

Объем системы 150 литров

Начальное абсолютное давление P<sub>i</sub> (a) 0,75 + 1 = 1,75 Атм

Абсолютное конечное давление (т.е. конечное давление, при котором должен срабатывать предохранительный клапан) P<sub>f</sub> (a) 2,5 + 1 = 3,5 Атм

$$V = \frac{0,035 \times 150}{1 - \frac{1,75}{3,5}} \quad V = \frac{3,5}{1 - 0,5} \quad V = 7 \text{ л}$$

Необходимо также уточнить, что когда имеет место дистрибуция радиаторами, расположенными на высоте 15 м от высоты расширительного бака для порождения гидростатического потока предварительно давление должно быть увеличено на 0,1 бара для каждого метра потока, а в некоторых конкретных случаях – на 1,5 бара.

## 7.6. Предохранительный клапан

Всесистемы с закрытым расширительным бачком должны быть оборудованы предохранительным клапаном.

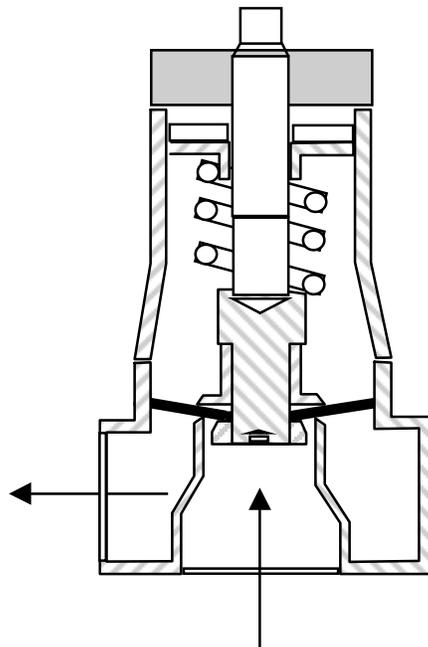
Калибровка давления не должна превышать рабочее давление котла.

Цель этого клапана, понижать создаваемое давление в процессе отопления, на случай если расширительный бачок поврежден или пуст.

Эти клапана имеют заслонку, которая открывает ( как следствие повышения объема системы по причине увеличения температуры воды) когда расширительный бачок не может вобрать в себя необходимый объем из-за поломки.

Заслонка закрывается так быстро, как только условия системы возвращаются к нормальным.

***Все настенные котлы “ARISTON” оборудованы стандартным предохранительным клапаном.***



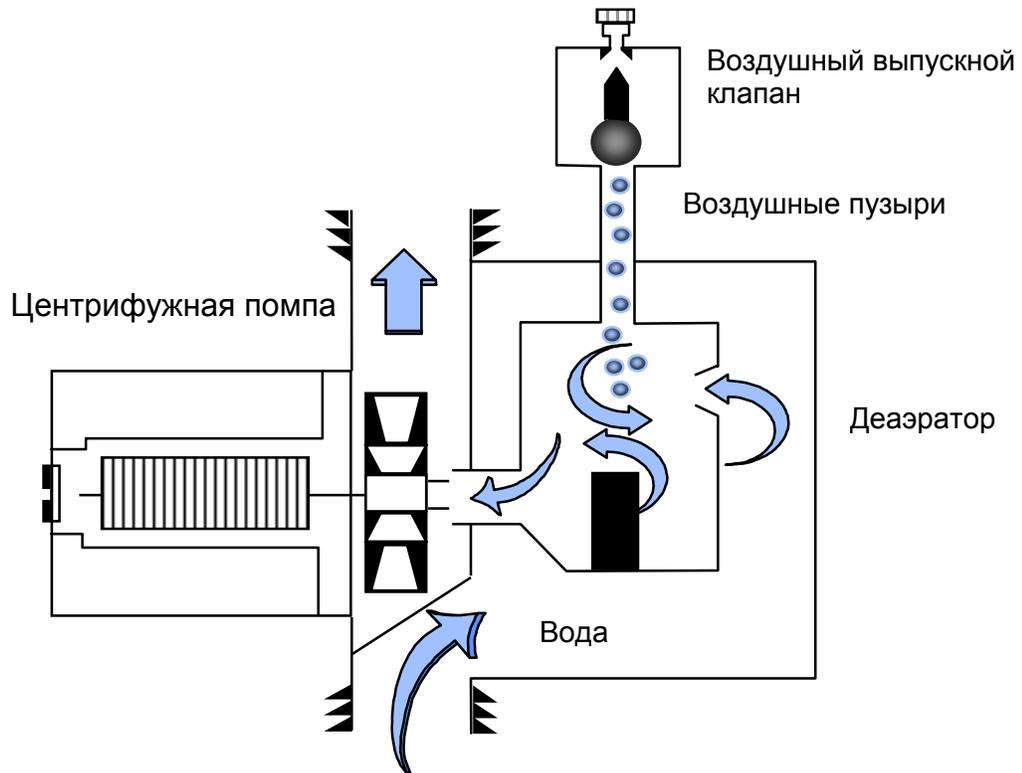
Поперечное сечение

## 7.7. Выпускной воздушный клапан

Автоматический воздушный клапан (вспомогательный клапан) разработан, чтобы удерживать воздух, содержащийся в системе и выпускать его без всяких потерь воды в системе.

Он обычно расположен на самой высокой точке системы или на дистрибутивных системах трубопровода. В настенных бойлерах и одноконтурных системах, воздушный клапан обычно установлен в центрифужной помпе как проиллюстрировано на диаграмме внизу.

**Все настенные бойлеры "ARISTON" оборудованы стандартным воздушным выпускным клапаном.**



Принцип работы воздушного клапана, установленного в помпе

## 7.8. Наполнение системы

Несколько предосторожностей должны быть соблюдены когда система заполняется. Прежде всего, теплогенератор должен быть выключен, несмотря на то, что клапана нагревательных элементов должны открыты, чтобы любое количество воздуха было выпущено.

Система должна быть заполнена постепенно во избежание больших скоплений воздуха внутри труб; однако, любые воздушные пузыри выйдут позже через воздушный клапан.

Когда система заполняется первый раз, мы рекомендуем вам увеличить давление до 0.2 - 0.3 бар с осторожностью ( статическое давление), чтобы поддержать выпуск любого количества воздуха и избежать любого падения давления в контуре где этот воздух выходит.

Если воздух был удален, поступающее давление должно быть равным нагрузке в расширительном бачке.

## 8. Регулирование обогрева

### 8.1. Введение

В предыдущей главе, мы проанализировали возможные типы систем, которые могут быть завершены и потом мы посмотрим на существующие системы.

Все, что нам теперь остается сделать это определить тип регулирования тепла, для того чтобы предложить нашу систему Центрального отопления, с целью дополнить ее необходимыми компонентами, из которых она создана.

#### Прежде всего, что мы подразумеваем под теплорегулированием?

На техническом жаргоне, теплорегулирование это **“Автоматическое температурное регулирование”**

На практике, мы подразумеваем температурный контроль системы, разработанной сделать установку или несколько установок более комфортными.

Какие основные достоинства теплорегуляции?

- **Лучший комфорт;**
- **Энергосбережение;**
- **Возможность установки желаемой температуры.**
- **Программируемый запуск и остановка;**
- **Возможность установки температуры без непосредственного присутствия в комнате с бойлером.**

Наиболее распространенная теплорегуляционная система это:

**“Комнатный таймер - термостатRoom”**

Замечание:

Жизненно важно выбрать нужный прибор для установки, независимо от источников тепла или холода. Один фактор может влиять внутренняя температура комнаты это температура вне ее.

### 8.2 “Микроконтроль” таймер-термостат

Микроконтроль – это таймер-термостат с возможностью недельного программирования для настенных котлов “ARISTON”

#### Технические даты

|                                      |                  |
|--------------------------------------|------------------|
| Размеры:                             | 128 x 85 x 31 мм |
| Электроснабжение:                    | 3 LR3 батареи    |
| Контроль котла:                      | через ВКЛ/ВЫКЛ   |
| Степень защиты:                      | IP 30            |
| Рабочая температура                  | 0 – 40°C         |
| Одобрение                            | ЕС               |
| (Совместима с 89/336/ЕЕС; 93/68/ЕЕС) |                  |

