

1. Введение

Стоит выделить, что система отопления это комплекс многих элементов и устройств, которые обеспечивают поддержание комфортной температуры внутри каких-либо помещений, зданий. Когда мы говорим о комфортной температуре, обычно подразумеваем **температуру воздуха** в помещении. В мире существует огромное разнообразие производителей оборудования, но существует всего лишь несколько видов топлива, которые используются для получения тепла.

Из общих курсов физики, также перед данным курсом, позволим напомнить, что вода считается несжимаемой (т.е. при изменении давления не происходит изменение объема), а любое газообразное вещество имеет обыкновение при увеличении давления уменьшать свой объем. Эти особенности нам еще пригодятся в дальнейшем.

Перед началом вводного курса давайте договоримся. Устройство, которое производит тепловую энергию, мы будем называть **ТЕПЛОГЕНЕРАТОР** (не котел, или не обогреватель, а именно теплогенератор). Из дальнейших материалов, мы с Вами поймем, что котел, это всего-лишь одна из разновидностей теплогенераторов, правда наиболее распространенная. Теплогенератор и является устройством-производителем тепла.

Устройством-потребителем тепла, будем называть некий прибор, теплообменник, радиатор, конвектор (в дальнейшем **ТЕПЛОПОТРЕБИТЕЛЬ**). В качестве теплопотребителя также может выступать система «теплый пол»/«теплые стены», которые осуществляют нагрев части пола или стены, с которой в дальнейшем соприкасается воздух помещения и происходит его нагрев. Именно это устройство и производит полезный нагрев воздуха в помещении, или горячей воды в бойлере, или нагрев воды в бассейне, или нагрев воздуха в системе приточной вентиляции – в зависимости от поставленных целей и задач перед системой отопления и приготовления ГВС.

Для упрощения термина «система отопления» проведем ее сравнение с человеческим телом. Да, именно так. Человеческое тело с определенной точки зрения также можно рассматривать как систему отопления. Во всяком случае, в человеческом теле тоже есть своя система отопления. Жидкостная...

Итак, приступим к проведению сравнения (конечно сравнение будет упрощенным):

В человеке, есть несколько составляющих, которые выделяют тепло. Одним из элементов конструкции нашего тела, которые при совершении движений выделяют тепло, являются мышцы (наверно стоит сравнить это с автомобилем, который в процессе поездки выделяет тепло, сбрасываемое в атмосферу через радиатор системы охлаждения). Это тепло утилизируется системой кровоснабжения, и при избытке, тепло сбрасывается в атмосферу (через кожу - процесс потоотделения, например). Вторым устройством, производящим выделение тепловой энергии является пищеварительный тракт (трактуем как котел). При переваривании пищи происходит окислительный процесс (схожий с горением в камере сгорания котла) с выделением тепловой энергии. И опять система кровоснабжения забирает тепло от органов пищеварения и переносит его, например, к ногам и рукам (например, для согревания). Как всем известно, за перекачивание крови в человеческом организме отвечает пламенный мотор – сердце (ну насчет мотора, может, и погорячились, но насос мощный, это точно, да еще и с микропроцессорным регулированием производительности). В качестве теплоносителя выступает кровь, а кровеносная система в этом случае является трубами, по которым теплоноситель (кровь) путешествует, перенося тепловую энергию. Прекратим сравнение, дабы не перейти к системе слива теплоносителя, и очистки накипи и жестких отложений в котле (применительно к телу человека). Конечно, человек создан не столько для отопления помещений, хотя тепло в окружающую среду и выделяет. Перейдя из области шуток и насмешек в практическую плоскость, опишем наиболее часто встречающиеся типы и классификации систем отопления.

1.1 Типы систем отопления в зависимости от рабочего тела.

Пусть применение термина «рабочее тело» в данной трактовке не очень корректно, однако...

Под рабочим телом подразумевается некий посредник, обеспечивающий перенос тепла от теплогенератора к потребителям. Такого посредника в дальнейшем мы будем называть – **ТЕПЛОНОСИТЕЛЬ**.

1.1.1 Воздушная система отопления – это система, в которой перенос тепла от теплогенератора (котла) производится потоком воздуха. Т.е. в системе отсутствует посредник (теплоноситель), т.к. мы производим нагрев именно воздуха. Газ либо жидкое топливо, сгорая в камере, нагревает воздушный теплообменник без каких-либо посредников (как правило теплообменник является внешней стенкой камеры сгорания), через который вентилятором прогоняется воздух. От контакта с горячим теплообменником происходит нагрев воздушного потока, который дальше по воздуховодам подается в помещения. По данному принципу работают и электрические обогреватели, конвекторы и тепловентиляторы. Даже в тех приборах, где нет встроенного вентилятора, используется тот же самый принцип нагрева, только перемещение нагретого воздуха происходит под действием естественной конвекции (горячий воздух имеет обыкновение подниматься вверх, а холодный, наоборот спускается вниз). Такие приборы в дальнейшем будем называть приборами/системами ПРЯМОГО НАГРЕВА. Рабочим телом в данной системе является тот самый воздух, который в конечном итоге нам и требуется нагреть в помещении. Данные системы в настоящее время не нашли широкого применения. Причин тому несколько: во-первых - серьезные габаритные размеры воздуховодов (ведь для исключения шума, требуется соблюдать минимальную скорость потока воздуха, соответственно увеличивать сечение воздуховодов); во-вторых – встроить систему воздушного отопления возможно только в специально разработанный архитектурный проект здания (опять-таки из-за габаритов воздуховодов); в-третьих – воздушные системы отопления в наибольшей степени осушают воздух (температура воздушного теплообменника превышает 90 градусов С). Сухой воздух сам по себе является некомфортным, поэтому в пару к воздушной системе отопления устанавливают устройство поддержания заданной влажности воздуха (что само по себе существенно удорожает систему). К плюсам можно отнести – централизованную систему приточно-вытяжной вентиляции, которая также является системой отопления. А ведь помимо воздуховодов, решетки подачи воздуха имеют также огромные габариты, что также существенно снижает полезную площадь помещения.

Надо также несколько минут уделить в данной группе приборов и кондиционерам. Да, не пугайтесь. Существует прямая связь между системами отопления и кондиционирования воздуха. Некоторые модели кондиционеров помимо основной работы по охлаждению воздуха в помещении способны его и обогревать. Например некоторые модели кондиционеров (внутренние блоки сплит-систем) оборудованы электрическими ТЭНами, которые при необходимости обеспечивают переключение внутреннего блока кондиционера в режим обычного тепловентилятора. Однако большинство моделей кондиционеров использует для нагрева воздуха тот самый компрессор, который в летний зной обеспечивает охлаждение воздуха. Такие модели оборудованы обратимыми системами (при определенном изменении процессов в компрессоре кондиционер начинает забирать тепло с улицы и отдавать его внутрь помещения). Этот плюс и является минусом использования кондиционера в качестве теплогенератора. При снижении наружной температуры воздуха ниже нулевой отметки, теплопроизводительность подобной установки существенно падает – тепло ведь с улицы взять неоткуда...

Принцип работы компрессора кондиционера основан на физических свойствах

газа – при резком расширении газ переходит из жидкой фазы в газообразную и охлаждается (забирает тепло – вспомните баллончик с углекислотой для сифона). При резком сжатии газ становится жидкостью и отдает тепло. Внутри кондиционера, а также холодильника работает именно такая схема. Условно – меняем направление движения газа внутри прибора, и получаем обогреватель вместо охладителя (очень грубое описание процесса).

В рамках данного курса мы не будем в дальнейшем рассматривать данный вид систем, за исключением...

Из наиболее предпочтительных и малобюджетных систем прямого нагрева назовем систему с использованием **настенных электрических конвекторов** (обогревателей). В каждом помещении на стену вешается подобный прибор, потребляющий электроэнергию. Нагрев воздуха в этом случае происходит непосредственно в помещении. Перенос нагретого воздуха по помещению происходит под действием естественной конвекции. В конечном итоге система малогабаритна, комфортна, и стоит в этом случае дешевле, нежели традиционные иные системы отопления. Подобные системы стоит использовать в случае, когда нет возможности использования газового топлива, т.к. в России на сегодняшний день стоимость электроэнергии существенно превышает стоимость газа (в пересчете на кВт полученной тепловой мощности). Чуть далее мы рассмотрим построение подобной системы.

В качестве востребованных систем отопления, которые также можно отнести к этой группе стоит еще назвать **системы электрических теплых полов**. Схематика работы подобных устройств основана также на нагреве конструкций помещения (пола или стены) непосредственно в помещении. Воздух, соприкасаясь с нагретой поверхностью также нагревается и под действием естественной конвекции перемещается вверх. Несмотря на то, что электрический кабель сначала нагревает стену или пол, подобные системы все-таки являются системами прямого нагрева. Существуют подобные жидкостные разновидности.

Из пока экзотических систем прямого воздушного нагрева стоит назвать **тепловой насос**. Принцип работы теплового насоса описан в приложении. Системы на базе воздушного теплового насоса полностью аналогичны системам воздушного нагрева с использованием котла. В качестве теплогенератора в этом случае выступает тепловой насос.

1.1.2 Жидкостная система отопления (температура теплоносителя до 103 град. С) – перенос тепла от теплогенератора к потребителю осуществляет некая жидкость-теплоноситель. Теплогенератор нагревает ее до требуемой температуры, затем посредством системы труб, фитингов, циркуляционных насосов производится перенос теплоносителя в сторону приборов-потребителей тепла. Как и показывает жизненный опыт, использование посредника приводит к паразитным затратам и в этой области. В данном случае возникают потери энергии, необходимой для переноса теплоносителя от теплогенератора к теплопотребителям. Жидкостные системы наиболее распространены. Это связано в первую очередь с меньшими габаритами (по сравнению с воздушными системами) труб разводки системы отопления. Позвольте своей фантазии сравнить габариты воздуховода и металлопластиковой трубы... Использование современных труб позволяет без ущерба дизайну и габаритам помещения создать комфортную температуру воздуха в помещении. По точно таким же положительным моментам, жидкостную систему отопления, возможно встроить в любой архитектурно-строительный проект, даже если здание уже физически построено. Благодаря низкой температуре ТЕПЛОПОТРЕБИТЕЛЕЙ (радиаторов или систем «теплый пол» в данной редакции) содержание влаги в воздухе практически не изменяется.

1.1.3 Паровые системы отопления (температура теплоносителя выше 120 град.С) – Одной из разновидностей также являются системы, перенос тепловой энергии в которых производится водяным паром (или

перегретым водяным паром – температура может достигать 170 град.С). В теплогенераторе, в этом случае, происходит нагрев воды выше температуры кипения, вода переходит в парообразное состояние. Преимущества пара в этом случае сводятся к меньшим затратам на транспортировку, большей удельной энергоемкостью. При этом появляется и больше рисков – пар в магистралях находится под большим давлением (нагрузка на трубы, возможны аварийные ситуации с серьезными последствиями), температура магистралей в этом случае также велика – появляются риски ожогов, других травм. Из плюсов подобных систем стоит отметить, что в области промышленных объектов, именно паровые системы обеспечивают оптимальные характеристики. Как правило, пар на подобных объектах также можно использовать в целях получения других видов энергии. Например, с помощью паровых турбин можно вырабатывать электроэнергию, заставляя работать различное технологическое оборудование (прессы, молоты и прочее). Паровые системы не применяются в России в бытовых системах отопления. В рамках данного курса мы не будем рассматривать подобные варианты систем.

1.2 Системы электрического обогрева (прямой нагрев).

1.2.1 Системы «теплый пол» (теплые стены).

В качестве нагревающего воздух элемента используются конструктивные части помещения – стены или пол. Электрический кабель размещенный внутри стены или пола нагревает поверхность. В дальнейшем воздух соприкасаясь с теплой поверхностью также нагревается. Как ни странно в СССР еще в Хрущевские времена использовались системы типа «Теплые стены». В некоторых домах-хрущевках и по сей день отопление производится таким образом. Подобные системы конструктивно устроены следующим образом – нагревательным элементом является специальный электрический кабель. Как известно из физики, когда по проводнику протекает ток, происходит нагрев проводника. Нагрев проводника зависит от его сопротивления, а также от силы протекающего тока. В основу современных обогревающих кабелей заложен именно такой механизм. Современные обогревающие кабели обладают некими свойствами, обеспечивающими стабильный нагрев кабеля до определенной температуры. В качестве контролирующих устройств, применяются также различные автоматика управления, контролирующие температуру теплого пола по дополнительным накладным датчикам температуры. Конструктив систем теплый пол будет рассмотрен также в приложениях.

1.2.2 Системы прямого электрического обогрева (настенные конвекторы).

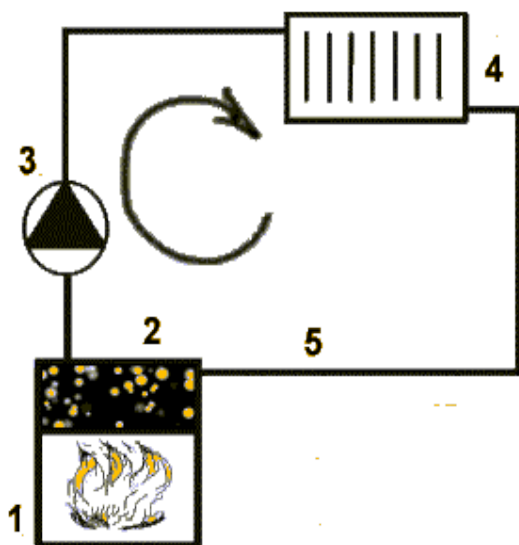
В качестве нагревающего устройства используются настенные электрические конвекторы. Электрический конвектор представляет из себя одну из разновидностей электрических обогревателей (в эту группу, например, можно отнести масляные обогреватели, тепловентиляторы). Принципиальным отличием конвектора от иных приборов является прямой нагрев воздуха, перемещение нагретого воздуха под действием естественной конвекции (т.е. точно такое же действие, которое происходит при работе обычного радиатора водяного отопления). Термостат конвектора работает по температуре воздуха в помещении, что также является отличительной особенностью именно таких отопительных приборов. Условная конструкция прибора и некоторые пояснения приведены на рисунке.

1.3 Жидкостные системы отопления

1.3.1 Общее описание жидкостных систем отопления

Жидкостная система отопления - это замкнутая цепочка из труб, отопительных приборов и котла (генератора тепла), заполненная водой, текущей по трубам. Воду внутри системы мы уже назвали выше теплоносителем, потому что теплоносителем может быть не только вода, но и другие жидкости, о которых расскажем позже и которые называют одним общим словом "антифризы" ("незамерзайки").

Работает система отопления очень просто: с помощью насоса теплоноситель движется по системе, сначала он нагревается в котле, а затем постепенно остывает в трубах и отопительных приборах (радиаторах, конвекторах, теплых полах), отдавая тепло и согревая дом.



1. Котел
2. Подающая труба
3. Насос
4. Радиатор
5. Обратная труба

В систему отопления входит еще много разных кранов и гаек (называемых обвязкой), но будем говорить пока только об основных ее составляющих.

1.3.2 Теплоноситель

Теплоноситель - это вода (или антифриз), залитая в отопительную систему, с помощью которой тепло передается от котла к отопительным приборам.

Чаще всего в качестве теплоносителя используют воду именно из-за этого:

Вода - хороший теплоноситель, так как по своим физическим свойствам она способна накапливать при нагревании и отдавать при остывании большое количество тепла.

Вода обладает хорошей текучестью и поэтому ее несложно заставить "бегать" по системе отопления и переносить тепло.

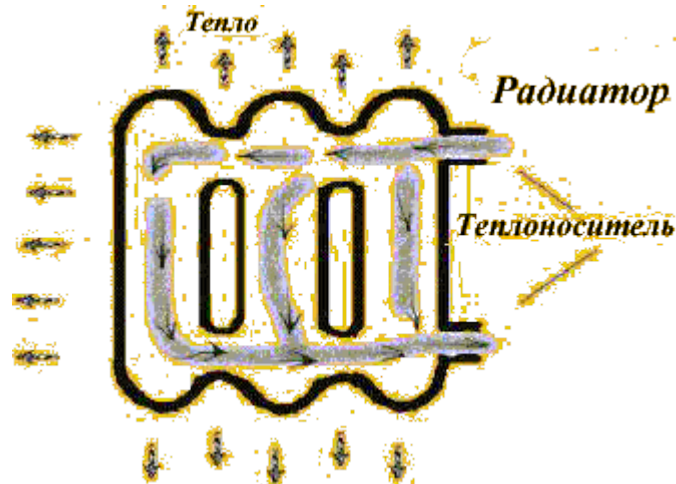
Вода - экологически чистое вещество и любая возможная протечка не представляет угрозы здоровью.

Вода всегда есть в водопроводе и ее просто добавить в систему отопления при недостатке.

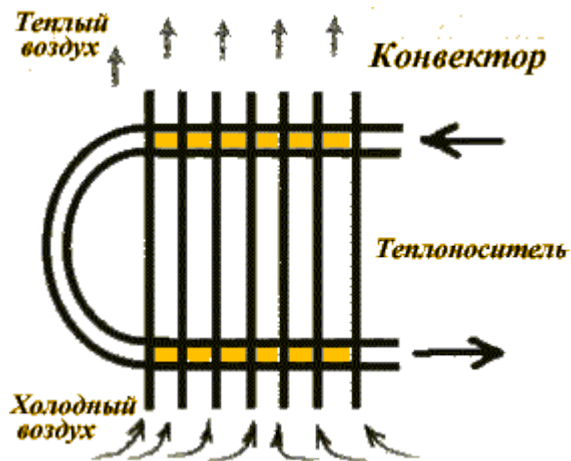
1.3.3 Отопительные приборы - описание и типы

Самая близкая к нам часть отопительной системы, которую мы видим ежедневно - отопительные приборы. Именно с их выбора и размещения начинается создание проекта и монтаж отопительной системы.

1.3.3.1 Радиаторы - по своей конструкции имеют относительно большой объем и постоянно содержат много горячего теплоносителя. За счет этого они отдают тепло преимущественно в виде излучения (каминный эффект).



1.3.3.2 Конвекторы - отдают тепло в основном за счет циркуляции воздуха через них. По трубе конвектора движется теплоноситель, нагревая поверхности "надетой" на него "гармошки". Воздух проходит сквозь конвектор снизу вверх, нагреваясь от многочисленных теплых поверхностей.



1.3.3.3 Комбинированные. Существуют отопительные приборы, соединяющие в себе свойства радиаторов и конвекторов (это отопительные приборы типа Korado, Kermi, DeLonghi), в их плоские накопительные панели поступает большая масса теплой воды и, в то же время, у них есть ребристые поверхности. В них сочетаются оба варианта теплоотдачи - излучение и конвекция.



P.S. - Далее все отопительные приборы, независимо от способа теплоотдачи, будем называть радиаторами, так проще.

1.3.3.4 Типы отопительных приборов по материалам изготовления

Радиаторы бывают чугунные, алюминиевые, стальные штампованные и, так называемые, биметаллические.

Чугунные - хорошо отдают тепло и сопротивляются ржавчине, могут выдерживать довольно высокое давление в системе, но они тяжелые и не всегда соответствуют современным требованиям дизайна. Боковое подключение. Для нижнего подключения необходимо использовать специальные дополнительные элементы.

Алюминиевые - легкие, обладают высокой теплоотдачей, красивы, но довольно дороги и иногда не выдерживают высокого давления в системе. Боковое подключение. Для нижнего подключения необходимо использовать специальные дополнительные элементы.

Биметаллические - состоят из стальной трубы, по которой должен двигаться теплоноситель, и алюминиевого корпуса. Стальная труба выдерживает высокое давление, а алюминиевые секции легко отдают тепло. Такие радиаторы появились недавно. Боковое подключение. Для нижнего подключения необходимо использовать специальные дополнительные элементы.

Стальные штампованные (панельные) - оптимальны по цене, обладают высокой теплоотдачей. В настоящее время они наиболее популярны. Радиаторы этого типа, выпускаемые разными фирмами, имеют общий стандарт и похожи по внешнему виду. Такие радиаторы производятся из высококачественной холоднокатаной стали. Они состоят из одной, двух или трех плоских панелей (тип 11, тип 22, тип 33), внутрь которых поступает теплоноситель, и ребристых поверхностей между ними, нагреваемых от панелей. Ребристые поверхности расположены так, чтобы вертикальный поток воздуха свободно проходил между ними. Большие теплые панели отдают тепло преимущественно за счет излучения, а ребристые поверхности - за счет конвекции. Такие радиаторы бывают с нижним подключением и с боковым подключением.

Радиаторы с нижним подключением более эстетичны и просты в монтаже. У радиаторов этого типа есть также встроенный термостатический вентиль, на который можно установить терморегулятор, автоматически поддерживающий в помещении заданную температуру.

Стальные трубчатые - стальные радиаторы для использования в автономных системах отопления. Конструктивно выполнены из труб с единым коллектором, объединенных в секции, аналогично алюминиевым и биметаллическим радиаторам. Оптимальны с точки зрения дизайна помещения для загородных домов. Подключение бывает боковое и нижнее. Трубчатые радиаторы также могут состоять из 1 ряда верт. труб (11 тип), 2 рядов (22 тип), 3 рядов (33 тип). Поскольку конструкция секционная, есть возможность набирать нужное количество секций исходя из дизайна, требуемой мощности. Стальные трубчатые радиаторы производятся различной высоты - от 300 до 2500 мм., что также имеет решающее значение для дизайнеров помещений.

Р.5 - при подборе радиатора необходимо четко знать рабочее давление теплоносителя в системе. Для автономных систем с малым давлением возможно использовать любые типы радиаторов. Однако, в многоэтажных домах, давление опрессовки систем отопления может достигать 30-40 атм. В этом случае необходимо убедиться в соответствии рабочих характеристик радиатора и места установки.

1.3.3.5 Температура отопительных приборов

При обогреве помещений с помощью радиаторов всегда есть выбор: либо установить небольшие радиаторы и увеличивать теплоотдачу от них, повышая температуру теплоносителя (**высокотемпературное** отопление), либо, наоборот, стараться при той же теплоотдаче увеличить размеры радиатора, но взамен получить более низкую температуру его поверхности (**низкотемпературное** отопление).

Если отопление **высокотемпературное**, радиаторы пышат жаром и к ним невозможно прикоснуться. Это неэкономично, и у такой системы нет запаса регулирования. К тому же, если температура на радиаторе высокая, начинается разложение органической пыли, которая, как правило,

присутствует в любом помещении. Продукты этого разложения выделяются в воздух и вдыхаются людьми, находящимися в помещении.

При **низкотемпературном** отоплении радиаторы слегка теплые, но и в комнате тепло. Это комфортно, безопасно и позволяет сэкономить. Исследования показали, что наиболее комфортная для человека температура отопления - 37 градусов.



Кроме общепринятого значения качества, обозначающего хорошо сделанную вещь, под качеством системы отопления понимают способность системы поддерживать комфортную температуру в доме при температуре теплоносителя низкой настолько, насколько это возможно.

P.S - большой и теплый радиатор значительно лучше маленького и горячего...

1.3.4 Обязка систем отопления (трубы, насос, система циркуляции)

Тепло к отопительным приборам передается по трубам, соединяющим котел и радиаторы в замкнутую сеть - систему отопления, по которой циркулирует теплоноситель (движется по кругу).

Бывают системы отопления с естественной циркуляцией и с принудительной циркуляцией.

1.3.4.1 Система с принудительной циркуляцией

Исходя уже из названия, можно сделать абсолютно правильный вывод - циркуляция (перемещение) теплоносителя в системе отопления происходит с помощью насоса (принудительно). Самым важным элементом системы с принудительной циркуляцией является насос (или несколько насосов), который заставляет двигаться (циркулировать) теплоноситель. Эти насосы так и называются - циркуляционные. Циркуляционный насос - важный элемент современной системы теплоснабжения. Его применение позволяет лучше использовать энергию, идущую на отопление здания. Это обусловлено тем, что, во-первых, отпадает потребность в сильном нагреве теплоносителя, необходимом для схем с естественной циркуляцией. Сегодня, например, довольно широко используются системы, где температура в подающем трубопроводе поддерживается на уровне 55°C.

Мощность насоса должна быть достаточной для преодоления сопротивления (трения) в трубе. Чем труба толще, тем меньше сопротивление и меньшая мощность насоса нужна. Но толстые трубы неудобны, некрасивы в комнатах и существенно дороже. В результате обычно соблюдают разумный баланс между диаметром труб и мощностью насоса. Существуют точные расчеты для соблюдения соответствия между диаметром трубы, качеством и стоимостью отопительной системы. Такие расчеты проводятся проектировщиками систем отопления.

Практически же для бытовых систем отопления подходят всего 2-3 типоразмера компактных циркуляционных насосов. Системы с принудительной циркуляцией наиболее универсальны с точки зрения схемотехники построения. Использование насоса позволяет проводить монтаж систем по любой типосхеме, а также комбинируя различные варианты.

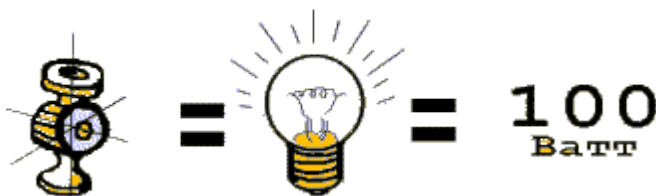
1.3.4.1.1 Устройство и принцип действия циркуляционных насосов.

Насосы на схемах систем отопления обычно обозначаются так:



Одна из вершин треугольника направлена в сторону движения теплоносителя. Насос побуждает двигаться воду (теплоноситель) в системе отопления, преодолевая сопротивление в трубе. Он не поднимает воду. Сколько горячей воды в системе отопления поднялось, столько же холодной опустилось.

Насос преодолевает только трение, и вода движется по кругу (системе отопления, от котла к котлу). Именно поэтому циркуляционные насосы для частного дома (т.е. для бытовых систем отопления) имеют небольшую мощность, и, следовательно, низкое электропотребление - около 100 ватт, как лампочка. Стоит выделить, что энергопотребление насоса зависит и от его характеристик. Более подробно характеристики насосов будут рассмотрены в соответствующей главе.



Если насос выключить, то вода через какое-то время, как и вращающееся колесо, остановится, а если не выключать, то вода будет двигаться постоянно.

На этом основана возможность управления подачей тепла от котла в радиаторы дома. Насос может быть включенным на полную мощность, либо быть выключенным, либо работать вполсилы.

Насосы немецких фирм Grundfos, Wilo и Unitherm, в основном используемые при монтаже бытовых систем отопления, имеют три ступени мощности. Это позволяет даже при отсутствии дополнительной автоматики управлять системой. Если в доме жарко, а насос работает в полную силу, можно уменьшить мощность насоса, поток теплоносителя в системе станет меньше, температура на отопительных приборах понизится. В настоящее время все большей популярностью пользуются насосы с электронным управлением. Такие модели позволяют в 2-3 раза сократить расход электроэнергии, а электронное управление насоса подстраивает его характеристики под конкретную систему, в которой он установлен.

Можно также подключать насос через термодатчик. Насос в этом случае будет автоматически включаться только тогда, когда температура в доме опустилась ниже желаемой. Такой датчик называют еще термостатом. Современные системы как правило оборудованы регуляторами отопления, которые и осуществляют управление котлом, насосами, различными иными устройствами. Системы с термостатами уже практически не используются.

P.S. О пользе электронного регулирования

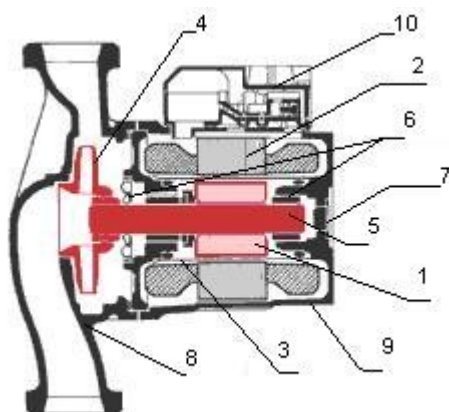
В соответствии с положениями СНиП, циркуляционные насосы для системы отопления выбираются исходя из условий ее максимальной тепловой нагрузки. В реальности такое интенсивное теплоснабжение требуется лишь

несколько дней в году. Таким образом, большую часть года мощность насоса превышает необходимую. Во-первых, это означает неоправданные затраты электроэнергии. Во-вторых, если заданную температуру в помещении поддерживают терморегулирующие вентили, при снижении подачи от нерегулируемого насоса на них возникает чрезмерный перепад давления, который вызывает шум. В отдельных случаях применение регулируемого «циркуляционника» позволяет снизить потребление им энергии на 50-60%. Учитывая, что данный элемент системы эксплуатируется в среднем свыше 5500 ч в год, экономический эффект ощутим даже для маломощных установок...

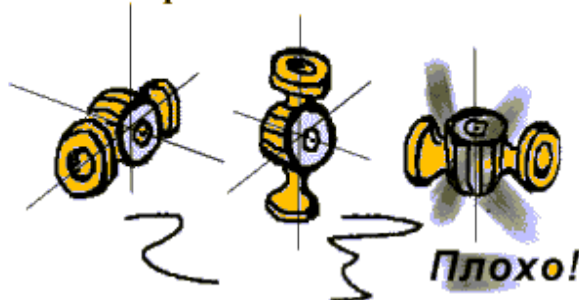
Циркуляционный насос состоит из чугунного корпуса, внутри которого расположен ротор (вращающаяся часть) и насаженная на ротор крыльчатка. Ротор вращается - крыльчатка продвигает воду. Одно из основных правил монтажа насоса в системе: ось ротора обязательно должна быть расположена горизонтально (для стандартного типа насосов), либо соответствовать схеме монтажа (для безвальных насосов с плавающей ротор-крыльчаткой, второй тип). Ниже приведены схемы монтажа и конструктивные особенности двух основных типов циркуляционных насосов, существующих на рынке. Существуют разновидности насосов и третьего типа - насосы с «сухим ротором». Они практически не используются в бытовых системах отопления.

ТИП 1 - стандартная конструкция насоса, насосы с мокрым ротором.

Принципиальная схема представлена на рисунке - конструктивно насос выполнен в литом корпусе. При этом ротор (1) погружен в теплоноситель. Между статором (2) и ротором (1) существует герметичный «стакан» из нержавеющей стали (3). Ротор соединен с крыльчаткой (4) с помощью вала (5). Вал вращается в опорных подшипниках скольжения (6), смазка подшипников и их охлаждение происходит с помощью теплоносителя системы отопления. На торцевой крышке насоса расположен винт (7) для спуска воздуха. Из остальных элементов: 8 - улитка насоса (чугун), 9 - корпус электромоторной части, 10 - коробка коммутации и управления, электроподключения.



Правильно



При правильном монтаже циркуляционные насосы практически бесшумны. Вы сможете определить, работает ли насос, только по легкой вибрации, когда дотронетесь до него рукой.

Насосы с «мокрым» ротором.

Эти «циркуляционники» появились уже довольно давно, в начале 1950-х. В странах с децентрализованным теплоснабжением они получили большое распространение.

Устройство насоса «мокрого» типа показано на рисунке выше. Его ротор вместе с рабочим колесом погружен в перекачиваемую среду. Жидкость смазывает подшипники вала и одновременно охлаждает мотор. Герметичность той части двигателя, которая находится под напряжением, обеспечивает разделительный стакан, выполненный из нержавеющей немагнитной стали. Вал ротора часто изготавливается из керамики; подшипники – из керамики или графита. Корпус насосов для систем отопления в большинстве случаев отливается из чугуна. Для горячего водоснабжения, как правило, применяются модели с бронзовыми или латунными корпусами.

Насосы данного типа практически бесшумны и могут годами работать без технического обслуживания; их монтаж, ремонт и замена не требуют таких трудоемких операций, как, например, центрирование. Отрицательной стороной «циркуляционников» с «мокрым» ротором является их низкий КПД (10-50%). Для устройств «сухого» типа этот показатель составляет 40-80%, поэтому им отдают предпочтение в больших системах отопления и горячего водоснабжения. В современных моделях насосов существуют и значительные технологические новшества – вал насоса выполняется из керамики, причем в центре вала существует канал, по которому теплоноситель принудительно поступает в зону подшипника скольжения, тем самым обеспечивая лучшую смазку и более долговечную работу узла. Из новейших моделей, в которых применяется именно такая конструкция – Grundfos Alpha, Unitherm серии UPC. В моделях других производителей как правило вал исполнен цельный, из нержавеющей стали. Соответственно подшипники изнашиваются быстрее.

Р.С. Подшипники скольжения разрушаются при работе насоса «на сухую», сальники перегреваются, что может привести к попаданию жидкости в электрическую часть и короткому замыканию ! При работе в данном режиме свыше 10 секунд вероятно заклинивание !

ТИП 2 – безвальная конструкция насоса, насосы с мокрым ротором.

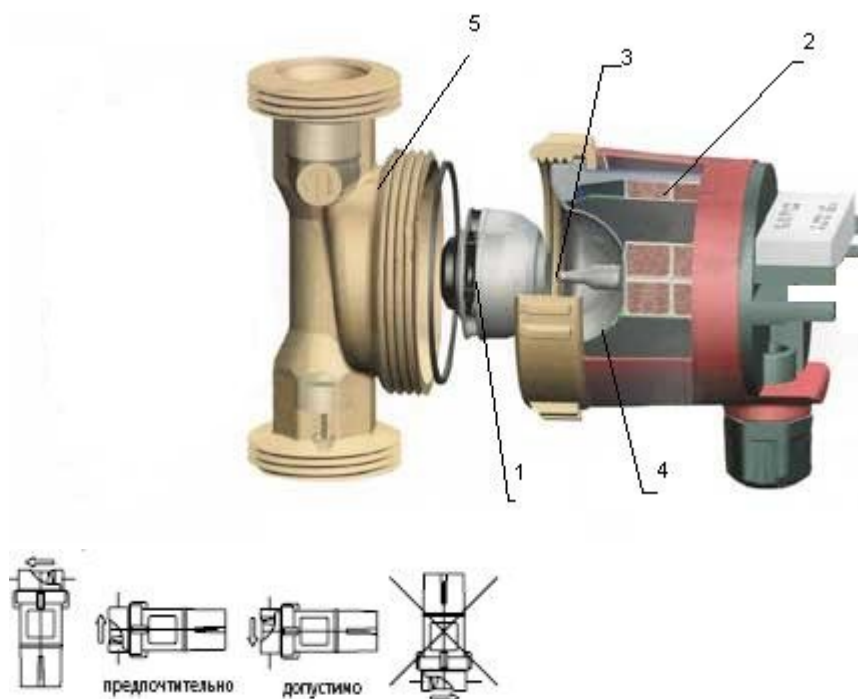
Новые разработки.

Одним из направлений совершенствования насосов с «мокрым» стали модели, у которых конструктивно отсутствует вал (безвальные), а ротор выполнен единым элементом с крыльчаткой (ротор-крыльчатка - 1). Принцип работы в этом случае следующий – в статоре насоса создается бегущее магнитное поле, которое захватывает постоянный магнит в ротор-крыльчатке. Соответственно, ротор-крыльчатка начинает вращаться и перекачивает теплоноситель. Объединение ротора и крыльчатки позволило конструкторам избавиться от вала, соответственно подшипников скольжения и сальников, что существенно увеличивает отказоустойчивость насоса, упрощает его конструкцию. Ротор-крыльчатка в этом случае не имеет жесткой связи с корпусом насоса, а вращается на полусферическом керамическом подшипнике. Благодаря такой плавающей конструкции при попадании в насос твердых частиц не происходит его заклинивание.

Модели с такой конструкцией представлены фирмами Unitherm (Германия, серии UPM, UPH) и Grundfos (Дания), а также Vortex. Их роторы выполнены в форме полусферы со встроенным рабочим колесом. Такая конструкция максимально облегчает промывку и очистку насоса от накипи, а также исключает возможность заклинивания. Правда, при этом несколько снижается КПД. Ну и еще одним существенным преимуществом данной конструкции является следующая – при работе «на сухую» благодаря отсутствию сальников никогда не произойдет попадание воды в электрическую часть насоса, соответственно замыкание и полный выход прибора из строя. Хотя и данная конструкция не позволяет данный режим работы. Данные модели насосов имеют и ограничения по установке – как правило установка насоса допускается в горизонтальном положении трубы (корпусом вниз), второй вариант – вертикальная труба, корпусом наружу (насос в этом случае должен



перекачивать жидкость снизу вверх).



1. - ротор-крылатка, свободно «плавающая» на подшипнике
2. - полностью герметичный статор
3. - Полусферический керамический подшипник
4. - Перегородка из нержавеющей стали, без каких-либо отверстий.
5. - Улитка насоса (латунь для насосов ГВС, чугун - для отопительных).

P.S. Полусферический подшипник при работе насоса «на сухую» может выйти из строя вследствие перегрева, но жидкость не попадает в электрическую часть, т.к. отсутствуют сальники и подшипники.

ТИП 3 – Насосы с сухим ротором.

В настоящее время в качестве «циркуляционных» широко применяются насосы с так называемым «сухим» ротором. (Их моторы не соприкасаются с перекачиваемой водой.) К ним относятся традиционные консольные, моноблочные, а также Inline-насосы. Характерным отличием последнего типа является скользящее торцевое уплотнение. Упрощенно говоря, оно состоит из двух очень точно отполированных колец. При работе кольца вращаются друг относительно друга. Так как вода в отопительном контуре находится под повышенным давлением по сравнению с атмосферой, между поверхностями скольжения образуется тонкая водяная пленка. Поскольку кольца прижаты друг к другу пружиной, при износе уплотнения происходит его самоподгонка. Это делает насос герметичным. В зависимости от вида теплоносителя и его температуры материалом для скользящего торцевого уплотнения служат графит, керамика, нержавеющая сталь, карбид вольфрама, оксид алюминия и т. д. При перекачке обычной воды в нормальных условиях эксплуатации срок службы уплотняющих колец составляет 2-4 года. Они не требуют обслуживания и не зависят от направления вращения двигателя. Что касается традиционной сальниковой набивки, то она не обеспечивает такой герметичности, нуждается в подводе воды для смазки и охлаждения, а также в регулярном обслуживании. Поэтому обычно ведущие производители оборудуют сальниками только крупные консольные насосы, устанавливаемые на фундаменте.

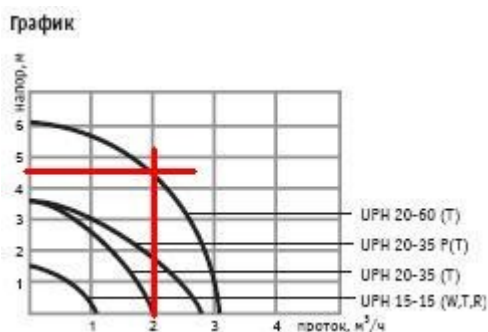
P.S. Сальниковые и скользящие торцевые уплотнения разрушаются при работе насоса «на сухую». При хорошей конструкции прибора даже в этом случае жидкость не сможет попасть в электрическую часть насоса.

1.3.4.1.2 Характеристики насоса и сети

Изготовители сопровождают насосы графиками, где по вертикальной оси

отсчитывается их **напор** (H, м), а по горизонтальной – производительность или **подача** (Q, куб.м/ч). Максимальное значение напора возможно при работе насоса на закрытую задвижку (Q = 0). При постепенном открытии вентиля давление снижается, а подача увеличивается. Теоретически эта нисходящая кривая достигает горизонтальной оси, если жидкость обладает энергией движения, а напор отсутствует. Но поскольку трубопроводная система всегда обладает сопротивлением, реальная характеристика насоса заканчивается до пересечения со шкалой производительности.

Причиной сопротивления является трение частиц воды о стены труб и между собой, а также препятствия движению жидкости в арматуре. Чем больше объем перекачиваемой жидкости, тем выше скорость ее движения, а также сопротивление сети. Значит, для обеспечения подачи необходим более высокий напор. При неизменном поперечном сечении трубы наблюдается следующая квадратичная зависимость: $H_1/H_2 = (Q_1/Q_2)^2$. Пример насосного графика приведен ниже (для насосов Unitherm). Для наглядности приведем еще такое описание данного графика. Максимальный напор насос достигает в случае если подача равна нулю – например подсоединив к насосу UPH 20-60(T) (смотри график этого насоса ниже) стеклянную вертикальную трубку высотой 6 метров и включив насос увидим следующую картину – столб воды поднимется до отметки 6 метров, но вытекать из верхнего открытого конца уже не будет – показателей насоса не хватает. Если же мы обрежем эту трубку на высоте 4,5 метра – тогда из верхнего конца этой трубки будет литься вода в объеме 2000 литров/час (смотрите пересечение красных линий на графике).



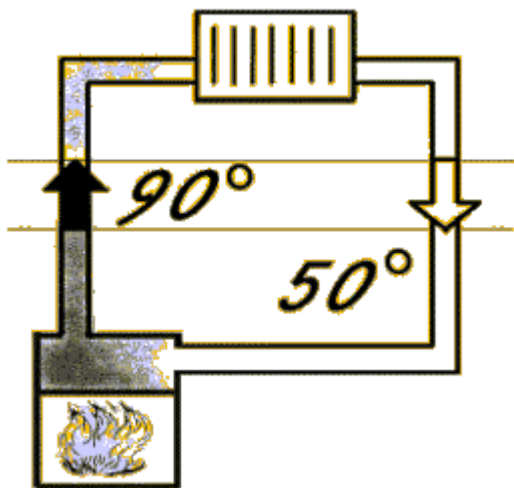
1.3.4.2 Системы с естественной циркуляцией (гравитационные системы).

В системе с естественной циркуляцией насоса нет. Роль насоса в ней выполняет сила, возникающая за счет разности плотности (веса) теплоносителя в подающей и обратной трубах.

Как это происходит?

Теплоноситель (например, вода) в котле нагревается. Плотность горячей воды меньше, т.е. она легче, чем холодная, и движется вверх по одной толстой трубе (подающему стояку). Затем горячая вода растекается по нескольким нисходящим трубам (обратным стоякам), "пронизывая" здание, к отопительным приборам сверху вниз, и охлаждается, отдавая тепло. Плотность холодной воды увеличивается, вода тяжелеет и возвращается к котлу по обратному трубопроводу (здесь приведена классическая схема монтажа с верхним розливом).

Циркуляция в такой системе возникает за счет разницы веса горячего теплоносителя в подающем стояке и холодного – после остывания в приборах и обратном трубопроводе. Чем больше диаметр вертикальных стояков, тем больше побудительная сила естественной циркуляции. Соответственно циркуляция возникает под действием силы тяжести (гравитации). Именно поэтому существует и второе название подобных систем – гравитационные системы.



P.S. При движении и вверх, и вниз вода преодолевает сопротивление в трубе (трение). Чем толще труба, тем меньше сопротивление.

1.3.4.3 Выбор в пользу систем с принудительной циркуляцией.

Выбирать вам.

Система с принудительной циркуляцией более комфортна, теплом в такой системе можно управлять. Вы можете установить нужную вам температуру в каждой комнате, и она будет автоматически поддерживаться. Качество такой системы выше. Но эта система требует наличия электричества (или того, чтобы электричество не выключалось более чем на сутки.)

Система с естественной циркуляцией не поддается автоматическому регулированию, она "съедает" больше топлива и требует монтажа труб большого диаметра, которые несколько дороже и не очень эстетичны в интерьере. Регулировать такую систему можно обычно только вручную: пригасить горелку в котле, если в комнатах жарко, а когда станет холодно, снова увеличить огонь.

P.S. Если Вы хотите чаще общаться с Вашим котлом или Вас устраивает постоянный перегрев воздуха в комнатах или в Вашем доме очень часто и надолго выключается электричество, система с естественной циркуляцией - для Вас. Если же Вы предпочитаете удобное и комфортное отопление, выбирайте систему с принудительной циркуляцией.