

Ликбез. Гравитационные системы отопления. Часть 1

18.09.2008 13:17

Telemax



Гравитационными системами или системами с естественной конвекцией называют системы водяного отопления, в которых вода (или антифриз, это не принципиально) циркулирует под воздействием силы земного притяжения за счет изменения плотности воды при изменении температуры. В системах с принудительной конвекцией циркуляция жидкости в системе обеспечивается специальными насосами, называемыми циркуляционными.

Рассмотрим для начала гравитационные системы. Эти системы можно разделить на 2 класса: одноуровневые и многоуровневые. Ниже я покажу в чем принципиальное отличие этих классов.

Одноуровневыми системами отопления я буду называть системы, в которых котел и радиаторы расположены на одной высоте (естественно, приблизительно, т.е. на одном этаже здания). Их можно увидеть почти в любом деревенском доме или одноэтажной даче. Обычно это котел, типа жуковского АОГВ, и несколько радиаторов.

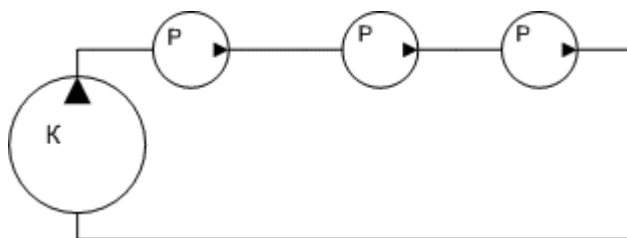
Соответственно, многоуровневыми буду называть системы отопления, расположенные на разных этажах, например, когда котел стоит в подвале и цокольном этаже, а радиаторы расположены на 1-м этаже. Более сложными многоуровневые системы имеют радиаторы, расположенные на двух этажах.

Сперва рассмотрим одноуровневые системы. Как они работают и что надо иметь в виду при их проектировании.

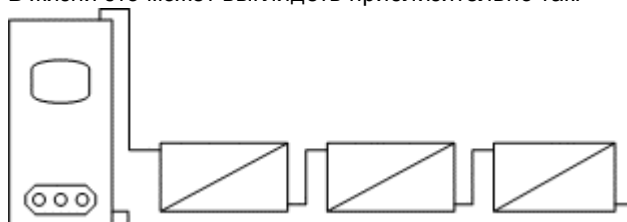
При нагревании воды в котле возникает повышенное давление в верхней части котла, т.е. котел работает как насос, включенный в направлении от нижнего (обратного) патрубка котла к верхнему (подающему). Аналогичный эффект, но с обратным знаком, возникает в радиаторе при охлаждении воды, создаваемый перепадо давления аналогичен работе насоса в направлении от верхней части радиатора к нижней. Если подающий и обратный трубопроводы подключены к радиатору на одной высоте, то перепада давления между ними не возникает, и циркуляция воды в радиаторе осуществляется только за счет действия внешних сил.

Чтобы нагляднее показать действующие в системе силы, на гидравлических схемах я буду изображать котел и радиаторы как насосы, черный треугольник в круге указывает направление работы этого "как бы насоса" :) Котел обозначу буквой "К", радиаторы - буквой "Р".

Самая простой и надежный способ заставить воду циркулировать - включить приборы так, чтобы создаваемые ими перепады давления складывались, т.е. последовательно. Гидравлическая схема будет выглядеть так:



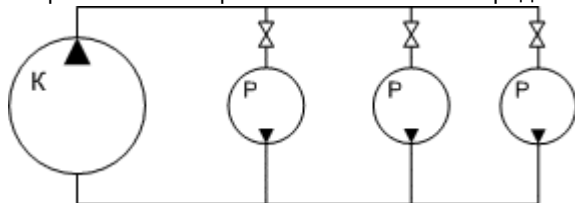
В жизни это может выглядеть приблизительно так:

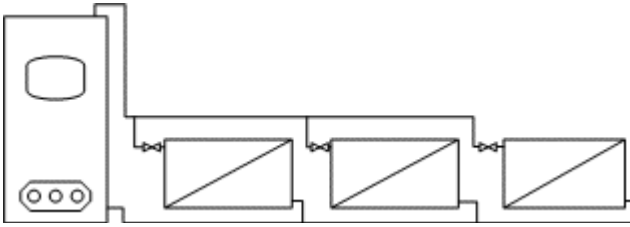


Плюс такой схемы - относительно большая скорость циркуляции воды в радиаторах, что обеспечивает их равномерный прогрев.

Минус - невозможность индивидуальной регулировки потока через радиатор, но это можно скомпенсировать изменениями условий воздушного теплообмена (прикрывать радиатор или его часть полотенцем, или декоративным кожухом).

Второй способ - параллельное включение радиаторов:

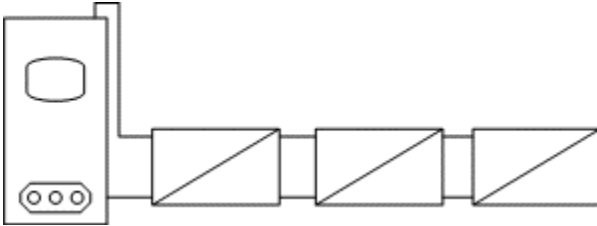




Плюсы этой схемы - в возможности индивидуального регулирования потока через каждый радиатор (для этой цели используются регулирующие вентили, они изображены на схемах "бантиком").

Минусы - относительно слабая циркуляция воды в радиаторе, что приводит к неэффективному использованию его поверхности из-за неравномерного нагрева, это компенсируется установкой радиаторов бОльшей номинальной мощности.

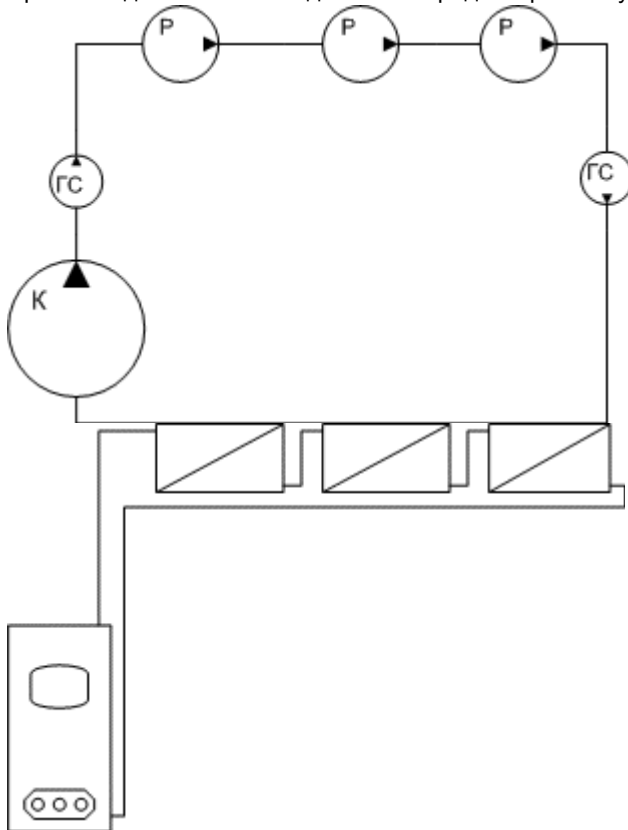
Видел в одном доме даже вот такое подключение:



Разводка сделана стальной 2-дюймовой трубой, которая заодно дает неплохую прибавку к площади теплообмена :) Вот только индивидуально регулировать поток нельзя, и по мере удаления от котла температура радиаторов заметно падает, поэтому много их так не подключишь.

Переходим к рассмотрению многоуровневых систем. Предположим, что в доме есть подвал (неотапливаемый) и котел установлен там, а все радиаторы расположены этажом выше. В такой системе появляется еще один действующий перепад давления (респект 2 SAS:)) - разность гидростатических давлений в подающем и обратном стояках. Известно, что гидростатическое давление равно произведению плотности жидкости, перепаду высот и ускорению свободного падения. Так как температура, а значит и плотность жидкости в подающем трубопроводе и обратном различная, то действие разности гидростатических давлений будет эквивалентно включению в подающий и обратный стояки циркуляционных насосов. Это действие я буду обозначать на гидравлических схемах символом насоса с буквами "ГС".

При последовательном подключении радиаторов получится вот такая схема:



Другие схемы многоуровневых систем рассмотрим в следующем выпуске "Ликбеза" :))

Продолжение следует...

Обновлено (24.09.2008 23:46)

Ликбез. Гравитационные системы отопления. Часть 2

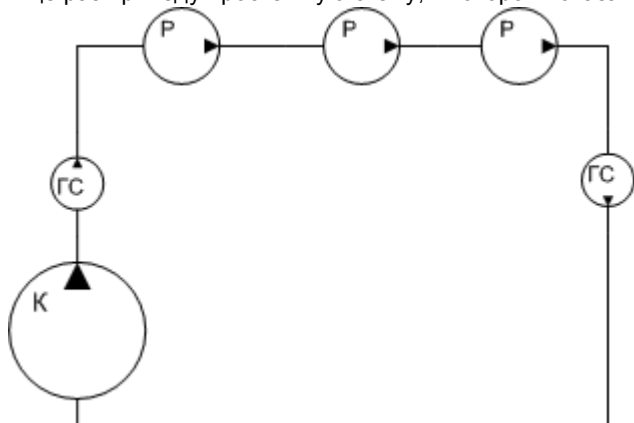
18.09.2008 13:17

Telemax



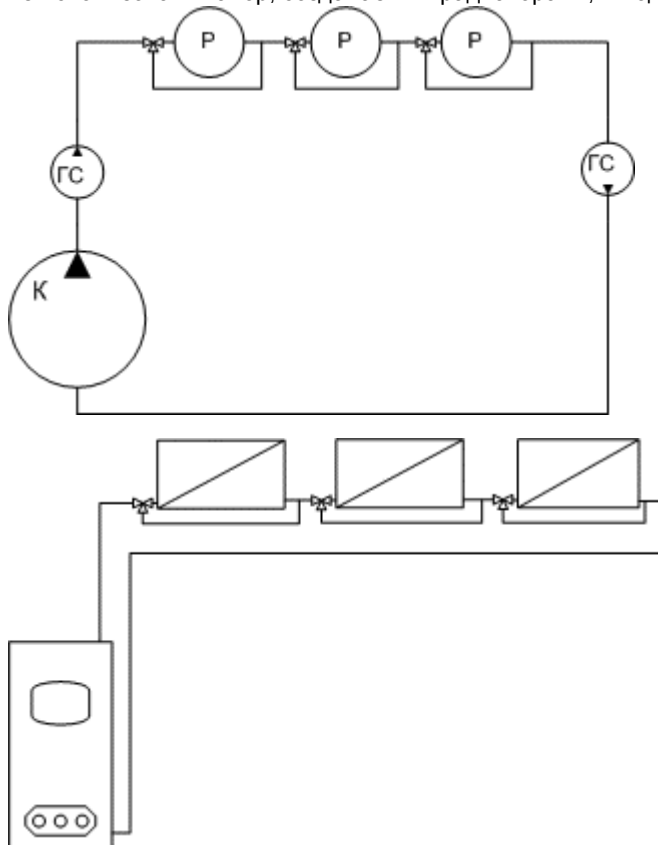
Продолжим рассмотрение многоуровневых систем. Как я уже говорил их принципиально отличие от одноуровневых в том, что нагрев воды котлом происходит ниже, чем ее охлаждение радиаторами, т.е. появляются вертикальные участки системы с водой различной температуры (и плотности). Это вызывают появление гидростатического перепада давления, эквивалентного эффекту включения в систему насосов в подающий и обратный трубопроводы.

Еще раз приведу простейшую схему, в которой показаны все действующие силы:



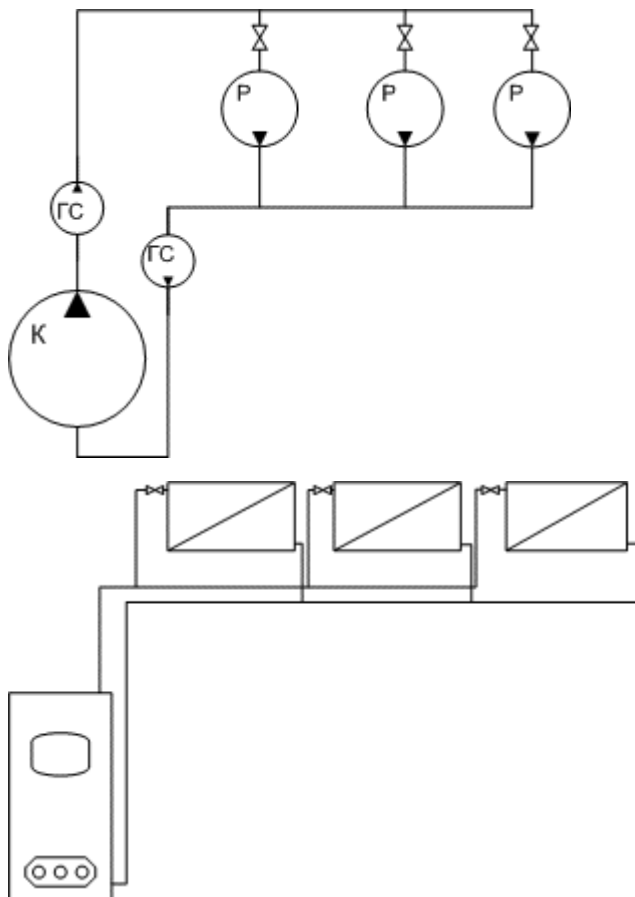
Влияние гидростатического напора в большинстве случаев существенно больше архимедовых сил, под действием которых происходит циркуляция в одноуровневых (горизонтальных) системах, поэтому очень часто в литературе вообще ограничиваются рассмотрением только этой составляющей. Здесь, видимо, также сказывается то, что объяснить "на пальцах" действие гидростатического напора намного проще :)

Получив в магистрали дополнительный "насос" в виде гидростатического напора (обозначен буквами "ГС"), можно не использовать напор, создаваемый радиаторами, и подключить их на одном уровне, например так:

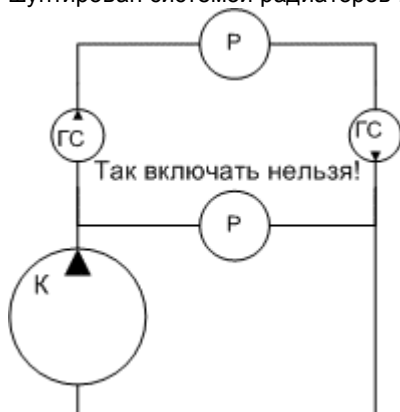


Также можно использовать и двухтрубную схему, т.е. параллельное подключение радиаторов, при этом

радиаторы можно подключать как по диагонали (как на схеме), так и на одном уровне (не показано).

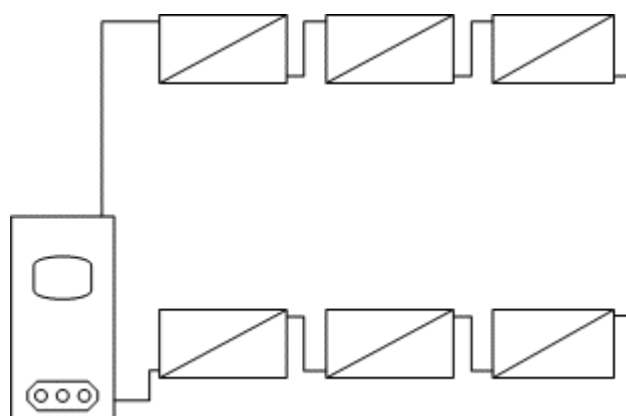
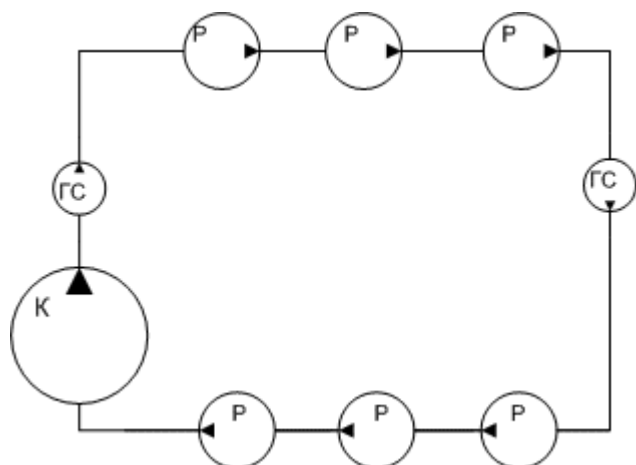


Теперь рассмотрим, каким образом надо спроектировать систему, чтобы отопить 2 этажа. Первое, что приходит в голову - включить системы радиаторов 1-го и 2-го этажей к подающему и обратному трубопроводу параллельно. Гидростатический напор, действующий на вертикальных участках стояка окажется при таком включении шунтирован системой радиаторов 1 этажа:

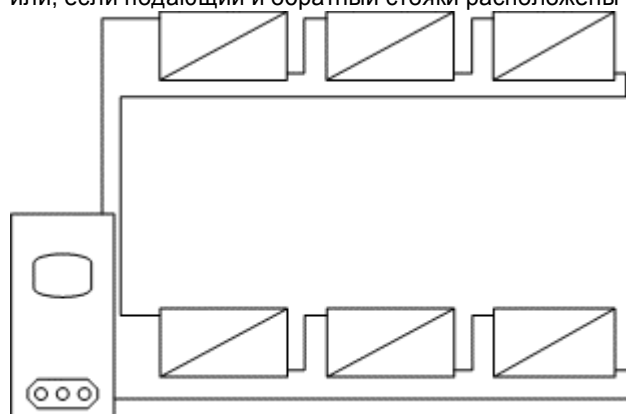


Для того, чтобы гидростатический напор создавал одинаковую циркуляцию в системах радиаторов 1-го и 2-го этажей, они должны быть включены последовательно, при этом на каждом этаже радиаторы по отношению друг к другу могут включаться как последовательно, так и параллельно.

Вот пример включения всех радиаторов последовательно:

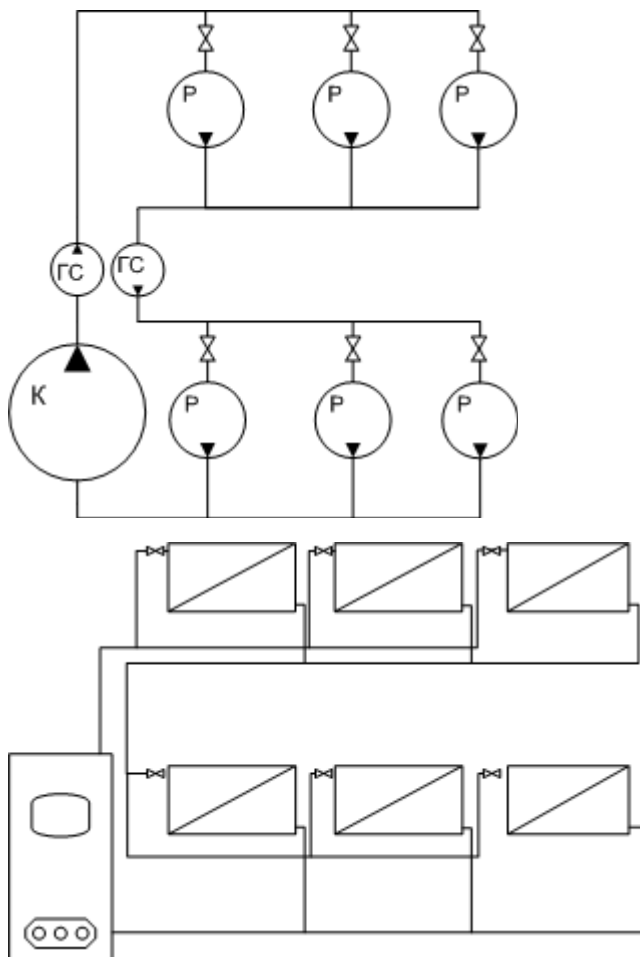


или, если подающий и обратный стояки расположены рядом:



Действующий в контуре гидростатический напор в большинстве случаев позволяет делать подводку к радиаторам на одной высоте, а также использовать регулируемые байпасы.

А вот пример схемы включения радиаторов по двухтрубной схеме, этажи по отношению друг к другу по-прежнему включены последовательно:



Диагональное подключение радиаторов здесь также не обязательно, гидростатического напора может хватать и для нормальной работы радиатора, подключенного на одной высоте.

Возможно также комбинирование этих схем, т.е. последовательное включение радиаторов на одном этаже и параллельное на другом, главное соблюдать принцип последовательного включения этажей.

На всех приведенных схемах котел располагается на 1-м этаже, но при наличии возможности опустить его в цоколь, крайне желательно это сделать - при этом действующий в системе гидростатический напор может возрасти в 2 раза!

Подводя итог, отмечу основные моменты. Не следует упускать возможности сделать многоуровневую систему, Однако для небольшого одноэтажного домика вполне работоспособной может быть и горизонтальная система с естественной циркуляцией. В многоуровневой системе нельзя включать радиаторы, расположенные на разной высоте, параллельно друг другу, это приведет к шунтированию (хотя возможно и частичному) гидростатического напора.

Ну и последнее: при повышенных требованиях к качеству и стабильности работы системы отопления, а также в сложных, разветвленных системах использование естественной конвекции может быть сопряжено с рядом сложностей, которые решаются одним махом путем перехода к вынужденной конвекции. Стоимость циркуляционных насосов колеблется обычно в пределах 100-300 евро, при этом они достаточно надежны и долговечны. Часто системы отопления проектируют так, чтобы они работали и на естественной конвекции, но предусматривают установку в них насоса, для использования его при необходимости повысить скорость циркуляции.

Желаю всем теплой погоды в доме!

Обновлено (26.10.2008 23:14)