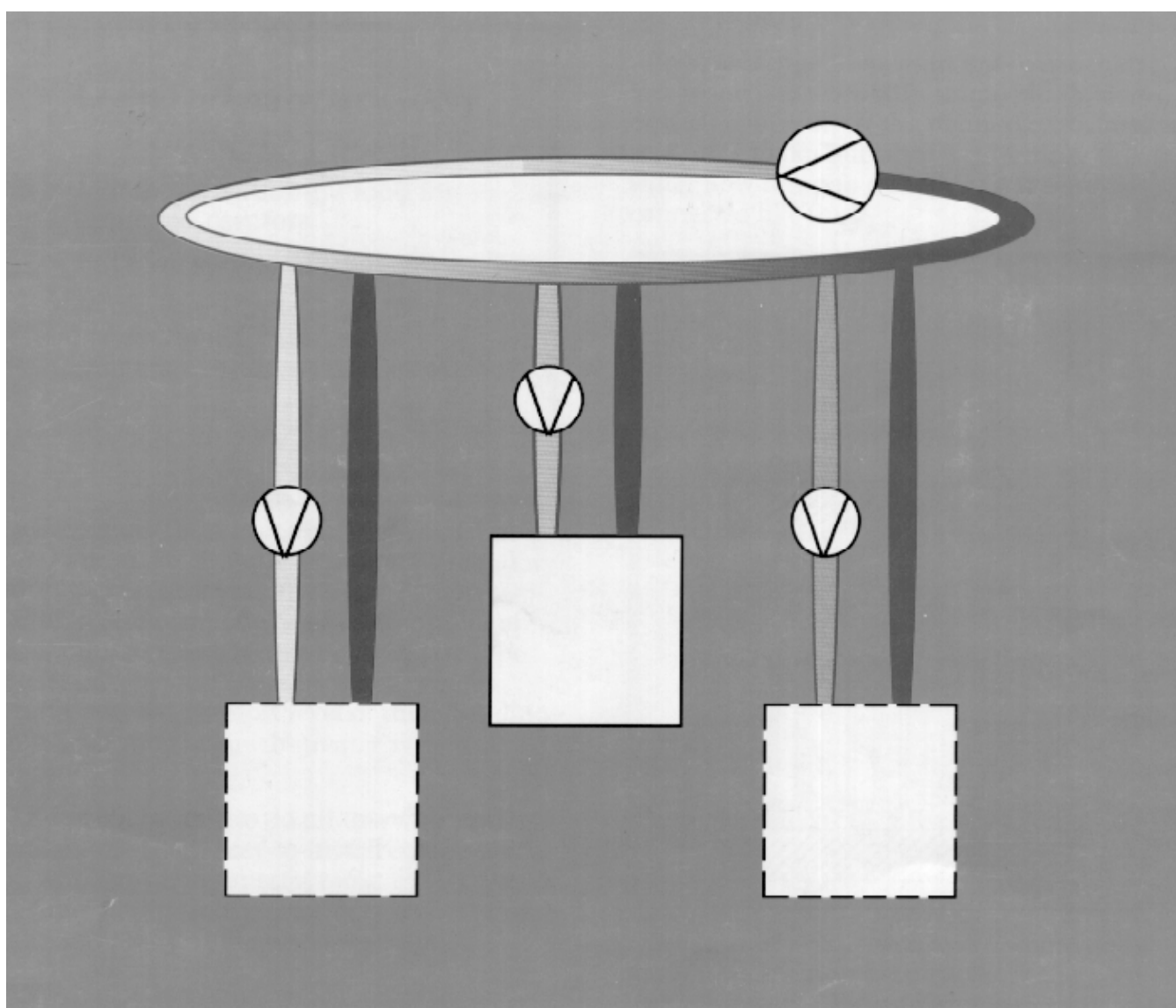




Концепция LAARS Heating Systems
**Многокотловые отопительные системы
с первичными и вторичными
циркуляционными кольцами**



Руководство по практическому применению

ИДЕЯ, ВРЕМЯ КОТОРОЙ ПРИШЛО

Котлы компании Teledyne Laars с ребристыми медными трубами и сама концепция первичной/вторичной насосной системы родилась в США сразу после второй Мировой войны. Обе идеи были порождены необходимостью практического решения задач проектирования отопительных систем. На протяжении многих лет использования такие системы доказали свои неоспоримые преимущества. Применение этих двух концепций одновременно дают возможность специалистам предлагать своим заказчикам надежные и современные решения их проблем.

Применение первичной/вторичной системы Вам позволит:

- Достичь максимального соответствия тепловых нагрузок теплотерям в целях повышения комфорта в зданиях
- Повысить эффективность работы системы отопления
- Избежать прохождения воды через неработающие котлы (что снижает эффективность работы системы)
- Быстро и просто выполнить работы по ремонту элементов системы

Сегодня, как никогда, котлы и технологии первичной / вторичной системы компании Teledyne Laars помогут достичь специалистам по отопительным системам высокой конкурентоспособности. Используя простые рекомендации, содержащиеся в этой брошюре, Вы будете в состоянии предложить Вашим заказчикам намного больше возможностей контроля уровня комфорта в помещениях, значительно повысив при этом эффективность работы отопительной системы.

Кроме того, Вы сможете установить такую систему из стандартных, легко монтируемых компонентов. При этом не потребуются никаких специальных инструментов. Вы найдете первичную / вторичную систему гораздо более простой в монтаже и наладке, чем любые системы, которые Вы устанавливаете в настоящее время.

Для профессионалов, работающих с отопительными системами, данная брошюра представляет великолепные возможности. Прочтите ее!

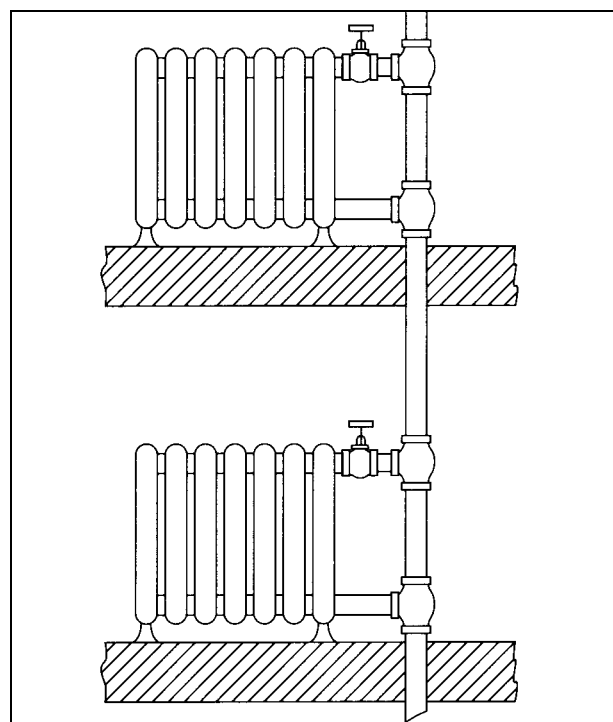
СТАРАЯ ПРОБЛЕМА РЕШЕНА

В то время, когда принудительная циркуляция еще не применялась в отоплении, специалисты по отопительным системам стояли перед проблемой:

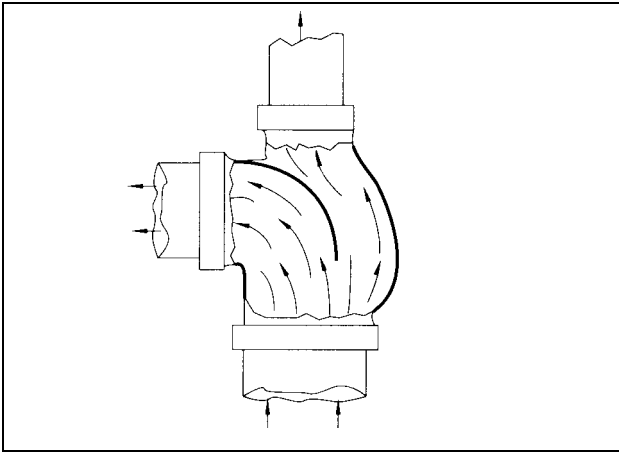
Каким образом заставить водный поток двигаться в нужном направлении, если основной движущей силой являются свойства горячей воды?

В те годы применялись системы только с естественной циркуляцией. Горячая вода поднимается вверх благодаря тому, что становится легче холодной. В случае, когда потоку "окажется легче" устремиться в ближайший стояк, практически невозможно заставить его двигаться через радиатор.

Для того, чтобы оставаться конкурентоспособными, подрядчики, проектировавшие и монтировавшие водяное отопление, предпочитали устраивать однотрубные системы, также, как их конкуренты - подрядчики по паровым системам. Но что может заставить воду двигаться через радиатор, если схема его присоединения к стояку следующая:



По законам природы вода будет подниматься по стояку, как по пути с наименьшим сопротивлением. Единственная возможность направить воду в радиатор - это увеличить гидравлическое сопротивление вдоль стояка. Именно так и поступали раньше.

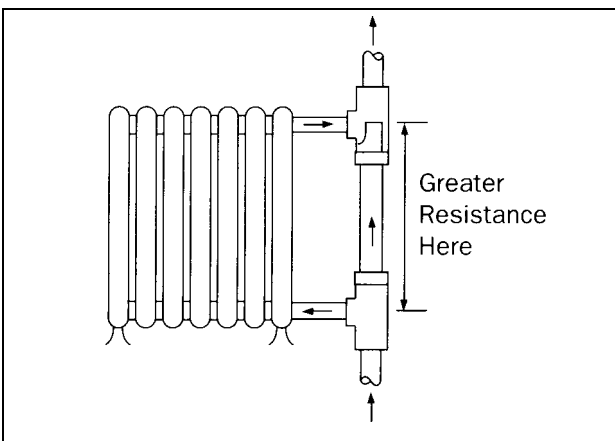


Для этого применялись т.н. всасывающие тройники, которые создавали сопротивление в стояке больше, чем сопротивление в подводке к радиатору. В таком тройнике часть воды отделяется от основного потока в стояке и проходит через радиатор.

Это была простая идея (никакой механики!), но она требовала некоторых расчетов. Например, подрядчик должен был знать, применить ли один или два таких специальных тройника. Ответ зависел от диаметра стояка, размера радиатора и длины труб подводки. После многочисленных проб и ошибок, подрядчики приходили к выводам о том, что возможно и что не возможно сделать в решении этой проблемы.

К тридцатым годам большинство подрядчиков в области водяного отопления отошли от систем с естественной циркуляцией. Циркуляционные насосы дали возможность применять стояки и трубы значительно меньших диаметров (и гораздо более дешевых). Но для того, чтобы вода проходила через отопительные приборы, им опять-таки приходилось применять специальные тройники.

Такие тройники производились несколькими компаниями:



Здесь представлен тройник с запрессованным внутри конусом. При сужении потока в конусе

срабатывается часть напора воды в стояке. В результате радиатор оказывается под действием перепада давлений и через него возникает циркуляция воды. Установив один такой тройник, подрядчик получал определенный поток воды через радиатор, применив два - получал больший поток.

Как Вы можете представить, без таких специальных тройников, подрядчик испытывал все ту же проблему: Вода не идет через радиатор! И это потому что вода всегда движется по пути наименьшего сопротивления. Поэтому долгое время большинство подрядчиков применяли эти специальные тройники. А затем, совершенно случайно, пришло открытие.

В начале 50-х годов один подрядчик смонтировал отопительную систему с всасывающими тройниками в одном из офисов в Нью-Йорке. К сожалению, трубы, подводящие воду от стояков к радиаторам оказались слишком длинными, и, к его разочарованию, он обнаружил, что циркуляция воды через радиатор незначительна - даже при том, что он установил два всасывающих тройника - на подающей и обратной трубе. Причина была в том, что падение давления в подводке (из-за большой длины труб) была больше, чем гидравлическое сопротивление по стояку (даже при двух тройниках!).

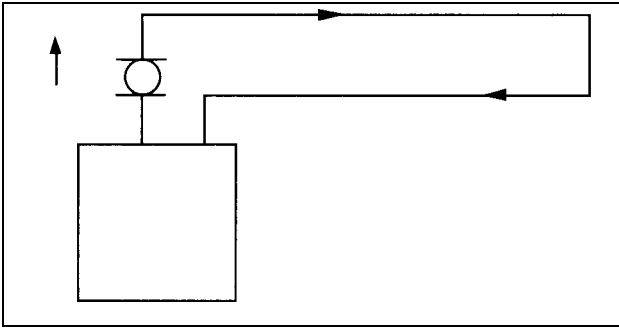
Подрядчик, работая совместно с проектировщиком и изготовителем всасывающих тройников, решил провести эксперимент. Он установил на подводке к радиаторам маленькие циркуляционные насосы. Затем он запустил эти насосы одновременно с основным насосом системы. К его радости, радиаторы грелись очень хорошо!

От этого открытия оставался лишь один короткий шаг к тому, чтобы понять, что если "первичный" насос (основной насос системы) работает постоянно, то можно, периодически включая и выключая "вторичные" насосы, каждый радиатор сделать независимой зоной отопления.

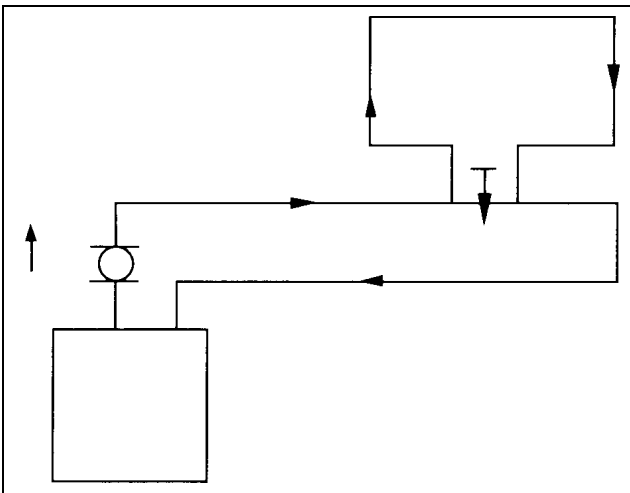
ОСНОВНОЙ ПРИНЦИП

В основе первичной/вторичной системы нет никаких инженерных сложностей. Вы сможете легко применить такую систему в Вашей следующей работе, ощутив при этом, как повышается Ваша конкурентоспособность, как подрядчика.

Начнем с рассмотрения этого простого трубопроводного кольца.



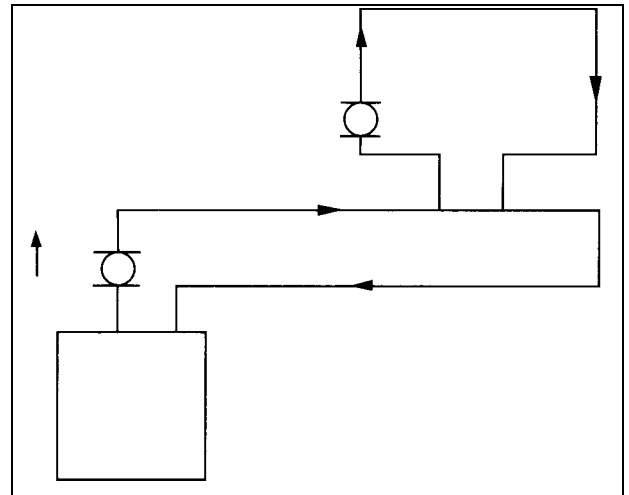
Ничего сложного. Это лишь однокольцевая система с циркуляционным насосом. Очевидно, если включить насос, вся вода, выходящая из котла, пойдет по этому кольцу. Вода будет циркулировать потому что у нее нет выбора. Циркуляционный насос создает разницу давлений и вода движется. Она движется и движется по кругу как чертовое колесо. И также, как в чертовом колесе, не происходит никакого подъема. В закрытой системе, как эта, вес воды поднимающейся вверх уравнивается весом воды, движущейся вниз. Здесь нет никакого подъема воды на высоту, только циркуляция. Представим, что мы присоединили второе кольцо к основному. При этом мы не будем устанавливать всасывающие тройники, о которых говорили выше, а установим обычные тройники и вентиль на участке трубы между тройниками.



Будет ли вода циркулировать по второму кольцу? Это зависит от того, открыт ли вентиль полностью, закрыт ли он, или находится в промежуточном положении. Вентиль играет роль ворот, которые направляют воду в ту или иную сторону. Вентиль определяет разность падений давления участка трубы между тройниками и второго кольца. Увеличивая или уменьшая величину сопротивления при помощи вентиль, мы определяем величину потока воды по второму кольцу. Можно получить тот же эффект применением всасывающих тройников. Они, собственно и представляют собой такой же вентиль, имеющий только одно, фиксированное

положение. Этот же эффект достигается применением трубы меньшего диаметра на участке между тройниками. Это происходит потому, что при одном и том же расходе воды труба меньшего диаметра имеет большее гидравлическое сопротивление, чем труба большего диаметра.

Итак, все, о чем мы говорим, связано с падением давления. Но ни один из этих методов не позволяет нам простым способом начать, прекратить или изменить объем циркуляции воды через второе кольцо. Давайте попробуем что-либо еще.



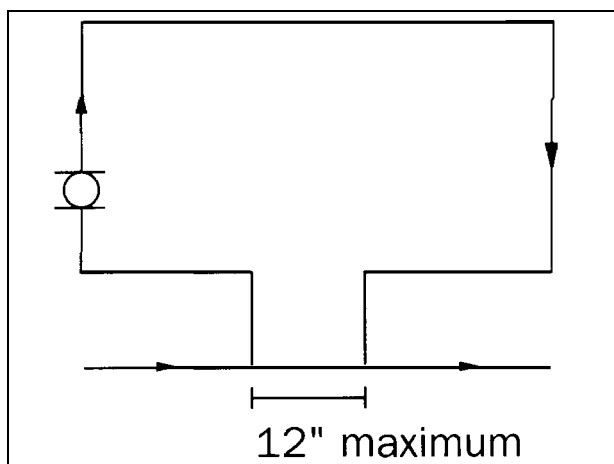
Теперь у нас есть кое-что, с чем можно поработать! Первичный насос будет у нас работать постоянно. Когда вторичный насос отключен, циркуляции воды через вторичное кольцо не будет, т.к. падение давления вдоль вторичного кольца больше, чем падение давления на участке трубы между двумя тройниками. Но когда мы включим вторичный насос, по второму кольцу пойдет столько воды, сколько нам нужно, обеспечивая циркуляцию, т.к. работа вторичного насоса изменяет соотношение падений давления.

В первичной/вторичной системе вторичный насос всасывает воду из подающего трубопровода так, как если бы трубопровод был котлом. В этом смысле подающий трубопровод становится как бы продолжением котла, из которого можно отбирать тепло когда бы и куда бы это было необходимо.

Теплопотери по подающему трубопроводу минимальны, потому что он не проходит через зоны теплообмена. Через эти зоны проходят только вторичные кольца. Как первичное, так и вторичные кольца работают совершенно независимо друг от друга.

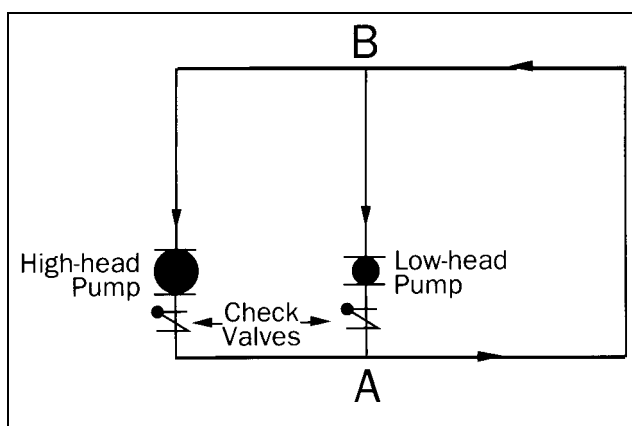
ОБЩИЙ УЧАСТОК ТРУБОПРОВОДА

Что происходит на участке трубопровода между тройниками? Этот участок является общим для обоих колец и очень важным. Давайте рассмотрим его.



Нам необходимо обеспечить, чтобы максимальная длина этого участка была от 6 до 12 дюймов (150-300 мм). Это нужно для того, чтобы сопротивление участка было чрезвычайно мало. Почему? Потому что мы хотим, чтобы первичный и вторичный насосы хорошо взаимодействовали друг с другом.

В системах с двумя насосами, когда один насос более мощный, чем другой, иногда возникают проблемы. Поток, создаваемый менее мощным насосом иногда не может "войти" в участок общего трубопровода, по которому циркулирует поток, создаваемый более мощным насосом, из-за разницы давлений, которые развивают эти насосы. Вот пример этого:

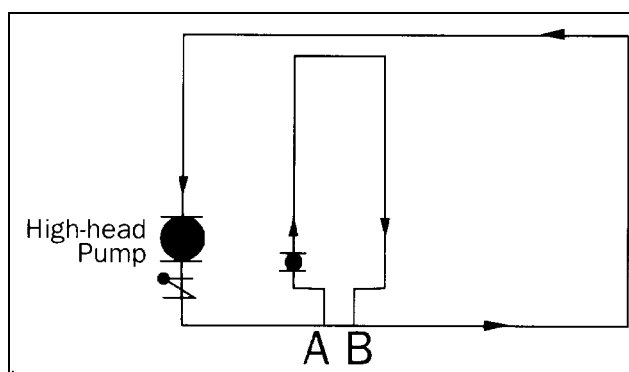


Два насоса, развивающих один-большой, другой - меньший напор, имеют общий участок трубопровода в направлении движения потока между точками А и В. Допустим, насос с большим напором работает, а с меньшим - отключен. Высоконапорный насос создает большое давление в точке А, но когда поток достигает точки В, создаваемое давление в ней меньше. Это происходит потому, что часть

давления, создаваемого насосом, срабатывается за счет гидравлического сопротивления трубопровода. Поток "хочет" двигаться назад, через трубопровод насоса меньшего напора, т.к. вода всегда течет в направлении наименьшего сопротивления, но в данном случае поток так двигаться не сможет из-за установленного обратного клапана.

Теперь включим низконапорный насос. Он также развивает определенное давление, но этого давления недостаточно, чтобы открыть обратный клапан. Он не в силах этого сделать лишь потому, что разница давлений в точках А и В слишком велика.

Теперь посмотрите, чем отличаются трубопроводы в первичной/вторичной системе:



Давление, развиваемое высоконапорным насосом в точках А и В почти одинаково, т.к. тройники расположены очень близко друг от друга (именно поэтому так важно соблюдать расстояние не более 150-300 мм). Высоконапорный насос не будет создавать циркуляцию воды во вторичном кольце, потому что подающий трубопровод (общий участок между тройниками) является путем с наименьшим гидравлическим сопротивлением. Когда мы включим низконапорный насос, он будет отбирать воду из общего участка и обеспечивать ее циркуляцию по вторичному кольцу (в т.ч. и по общему участку). Это происходит потому что давление в точках А и В практически одно и то же.

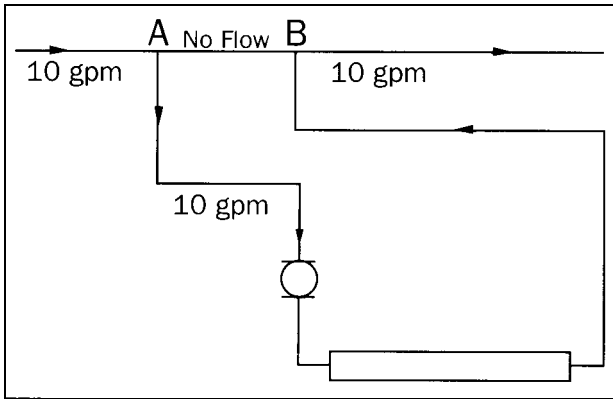
Другими словами, высоконапорный насос не сможет "заглушить" низконапорный. Оба насоса работают как две независимые системы. Наконец, мы обеспечили их правильное взаимодействие.

РАСХОД ВОДЫ ЧЕРЕЗ ОБЩИЙ УЧАСТОК

Довольно интересно посмотреть, что происходит в общем участке трубопровода. В зависимости от величины расходов воды, развиваемых первичным и вторичным насосами

мы можем заставить поток двигаться вперед, назад, или не двигаться вообще.

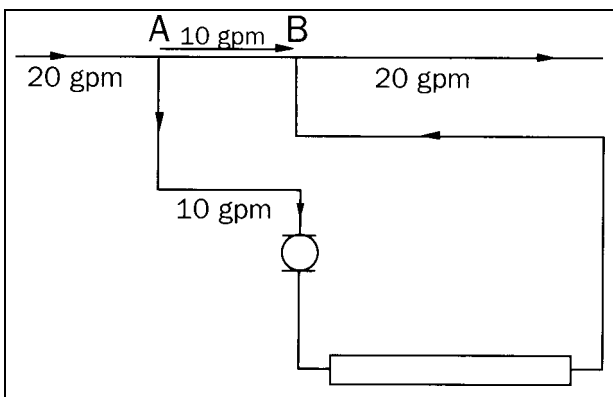
Вот как это выглядит на рисунках:



Допустим, мы подобрали как первичный, так и вторичный насосы производительностью 10 галлонов в минуту (гал/мин). Когда вторичный насос не работает, расход, развиваемый первичным насосом, т.е. 10 гал/мин будет циркулировать между точками А и В. Во вторичном кольце никакой циркуляции не будет.

При включении вторичного насоса весь расход воды будет отбираться из первичного кольца во вторичное. Расход воды через общий участок трубопровода будет нулевым. Это происходит вследствие простого принципа: Вся вода, входящая в тройник, должна из него выйти. В данном случае у воды есть два пути выхода из тройника. И каким путем она пойдет, полностью зависит от вторичного насоса.

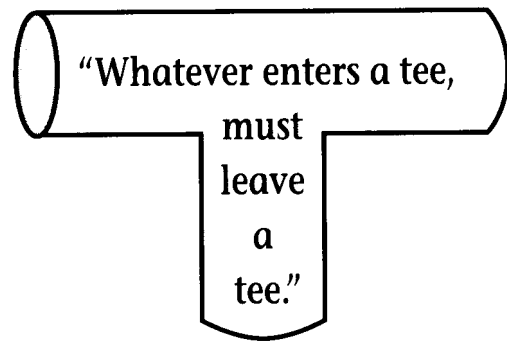
Давайте теперь немного изменим условия.



Вот пример небольшой системы. Допустим, производительность первичного насоса 20 гал/мин, а вторичного насоса - 10 гал/мин. Когда вторичный насос не работает, весь поток в 20 гал/мин от первичного насоса будет проходить через общий участок трубопровода.

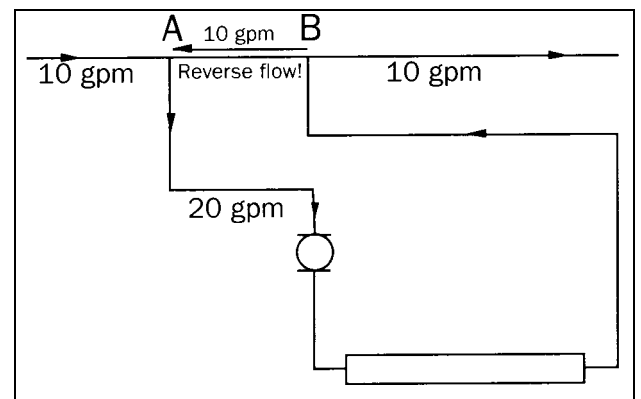
Теперь включим вторичный насос. Он будет отбирать 10 гал/мин через тройник в точке А. Остальные 10 гал/мин пройдут через общий участок, а в точке В к ним вновь присоединятся

те самые 10 гал/мин, которые прошли по вторичному кольцу.



Правило "Все, что входит в тройник, должно выйти из него" действует. Только теперь мы "расщепили" имеющийся поток на два направления. У нас имеется расход воды через общий участок трубопровода, но он составляет лишь половину потока, который был при выключенном вторичном насосе. (То, что происходит в этом случае очень похоже на то, что происходит в системе со всасывающими тройниками).

Но это еще не все, потому что в первичных/вторичных системах есть еще один путь, по которому вода может двигаться вдоль участка общего трубопровода. Допустим, мы поменяем местами насосы, которые мы только что применяли. Установим насос производительностью 10 гал/мин на первичном, а насос производительностью 20 гал/мин на вторичном кольце. Вот так:



Теперь смотрите внимательно. Когда вторичный насос не работает, поток воды в 10 гал/мин будет проходить через общий участок трубопровода, потому что мы подобрали первичный насос такой производительности. При включении вторичного насоса, он станет отбирать через тройник в точке А 20 гал/мин. Но как он сможет это сделать? Ведь в этот тройник поступает лишь 10 гал/мин.

Теперь опять время вспомнить тот простой принцип: "Все, что входит в тройник, должно

выйти из него". Но здесь можно его перефразировать: "Все, что выходит из тройника, должно войти в него".

Если мы отбираем 20 гал/мин через тройник, значит те же 20 гал/мин должны в него поступить с двух других сторон. Т.к. первичный насос обеспечивает лишь 10 гал/мин, вторичный насос должен забрать недостающие 10 гал/мин с противоположной стороны тройника. Другими словами, забрать их из своего собственного циркуляционного расхода. В этом случае, когда оба насоса работают, вода будет двигаться вдоль общего участка трубопровода в обратном направлении.

Только подумайте об имеющихся возможностях! Можно к подаваемой воде подмешивать обратную воду и создать двухтемпературную систему (без применения трехходовых кранов), если Вам это требуется. Первичная/вторичная система предоставляет Вам массу возможностей, если, конечно, у Вас есть желание работать головой и руками.

Подумайте, например, чего можно достичь, применяя эту технику к котельным системам.

ПЕРВИЧНЫЕ/ВТОРИЧНЫЕ КОТЛЫ?

Эви Льюис Миллер, калифорнийский инженер и изобретатель выдвинул идею о создании высокоскоростных, низкообъемных котлов, с теплообменником из медных ребристых труб, в 1946 году. Он был уверен, что применение этой концепции устранил процессы образования накипи и электролитической коррозии, которые значительно снижают сроки эксплуатации котлов с чугунными секционными и стальными трубчатыми теплообменниками, когда они применяются в системах нагрева воды. Он основал фирму Laags Engineering и воплотил свои идеи в жизнь.

В те послевоенные годы индустрия оборудования для бассейнов в Южной Калифорнии находилась в зачаточном состоянии, и котлы Эви Миллера оказались прекрасно подходящими для использования в качестве нагревателей воды для бассейнов. *Его котлы, в большинстве случаев, устанавливались под открытым небом, будучи подверженными всевозможным воздействиям. Они работали на сильно хлорированной воде с высоким содержанием кислорода. Они работали в условиях, которые были несоизмеримо хуже, тех, в которых работает любой водогрейный отопительный котел. И они работали в течение многих лет.*

Учитывая экстремальные условия их эксплуатации с хлорированной, насыщенной кислородом водой бассейнов, казалось

естественным применить эти котлы в системах водяного отопления, по мере того, как они постоянно совершенствовались на протяжении 50-х годов. Несомненно, что при их применении в закрытых системах, водяных отопительных системах, котлы Teledyne Laags превосходят сами себя!

А, учитывая их малые габариты и малый водяной объем, котлы Teledyne Laags прекрасно вписываются в первичные/вторичные системы. Чтобы понять, что мы имеем ввиду, рассмотрим отопление как систему, имеющую три основные части:

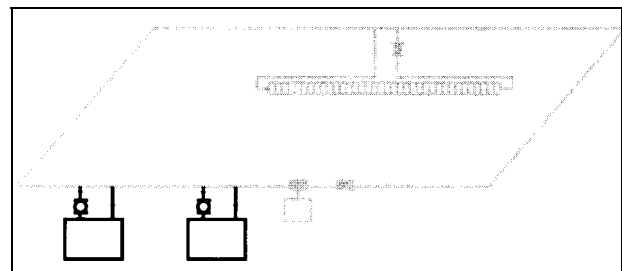
❖ **КОТЕЛ**, который мы считаем "Генератором Тепла", потому что он вводит тепло в первичное кольцо по мере необходимости.

❖ **ПЕРВИЧНОЕ КОЛЬЦО**, которое мы называем "Системой Транспорта Тепла", т.к. оно доставляет тепло от "Теплового Генератора" людям, находящимся в доме, и, наконец,

❖ **ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ**, или "Распределители Тепла", потому что это именно то, что они делают - распределяют тепло туда и тогда, где и когда оно требуется.

Рассмотрим каждую из этих частей.

ГЕНЕРАТОР ТЕПЛА (КОТЕЛ)



Вы должны подбирать котел по мощности, рассчитывая на самые худшие условия. При сильном ветре и отрицательных температурах наружного воздуха котел должен производить достаточное количество тепла для того, чтобы Ваш заказчик чувствовал себя комфортно. Если Вы правильно выбрали котел, то он должен работать постоянно в самый холодный (расчетный) день года. Вот для чего нужен расчет теплопотерь.

А теперь подумайте вот о чем: *в любой другой день года котел способен производить тепла гораздо больше, чем требуется.* Есть ли смысл в том, что котел работает на свою полную мощность в дни, когда наружная температура 0° или +5°C?. Конечно же нет.

Именно в такие менее холодные дни котлы, подключенные по принципу первичной/вторичной системы покажут свое преимущество, потому что будут производить именно столько тепла,

сколько необходимо для компенсации теплопотерь здания в каждый данный момент. Это дает Вам два преимущества, которые можно использовать в интересах Вашего заказчика: комфорт и экономия. Это дает вам лучшие аргументы по сравнению с Вашими конкурентами.

Например, общая потребность здания в тепле (отопление плюс горячее водоснабжение) -150 кВт. Вы можете подобрать один котел такой производительности. Он будет обеспечивать здание теплом и горячей водой в любой день года, однако для большинства дней в году его мощность будет слишком велика.

Однако, распределив требуемую производительность между двумя котлами, скажем, по 75 кВт каждый, Вы одновременно решите несколько задач:

❖ **ВО-ПЕРВЫХ**, как мы сказали, *разделив нагрузку, вы признали, что не каждый день года является самым холодным днем.* Ваш заказчик согласится с этим, т.к. это подсказывает ему здравый смысл. По "средним" дням отопительного сезона будет работать только один котел, при этом производя достаточно тепла для обогрева. Действительно, из-за того, что производительность этого менее мощного котла более близка к фактическим теплопотерям здания в такие "средние" дни, появляется возможность того, что его рабочие циклы будут более продолжительными, чем у одного большого котла. *При этом значительно повышается общая эксплуатационная эффективность за счет снижения, при применении котла меньшей мощности, потерь в горячем резерве. Это также снижает расходы Вашего заказчика на топливо.*

Естественно, по мере того, как погода становится холоднее, в работу включится второй котел, присоединенный последовательно, чтобы помочь первому поддерживать требуемую температуру в первичном кольце. *Другими словами, эти два малых котла работают как один большой, но только в самые холодные дни.*

❖ **ЗАТЕМ**, установив два котла Вы получаете замечательное преимущество, отсутствующее в случае с одним большим котлом. Вероятность того, что оба котла одновременно будут нуждаться в ремонте слишком малы. Вы это знаете. Ваш заказчик интуитивно чувствует это. Он будет воодушевлен идеей, что, возможно, он никогда не останется без тепла и горячей воды, если он установит предложенную Вами систему.

Эта важная черта является причиной того, что такого типа системы применяются в больницах, школах, детских садах. Просто невозможно допустить, чтобы они оставались без тепла.

❖ **К ТОМУ ЖЕ**, *подключив котлы по принципу первичной/вторичной системы, вы исключите пропускание воды через неработающий котел.* Это значит, что вы снизите теплопотери через конструкцию и облицовку котла. Работающий котел будет производить тепло, требуемое системой, а отключенный котел будет как бы отсечен от системы задвижками, хотя никаких задвижек на самом деле нет.

Это преимущество, в сочетании с малоемкостной конструкцией котла Teledyne Laars, еще более увеличивает общую эффективность работы системы.

❖ **НО И ЭТО ЕЩЕ НЕ ВСЕ.**

Давайте поднимемся еще на один уровень, добавив к системе прибор управления EM². Этот простой и недорогой прибор заставляет вторичный циркуляционный насос котла работать еще в течение нескольких минут после того, как основные горелки котла отключились. Тем самым насос отводит избыточное тепло от медного теплообменника и переносит его в первичное кольцо. *При этом EM² полностью устраняет потери котла в горячем резерве.* Это тоже на пользу Вашему заказчику, не так ли?

Когда котлы работают в первичной/вторичной системе, вы можете распределить общую нагрузку на более чем два котла, если требуется. Однако мы пришли к выводу, что максимальное число котлов, применяемых в первичной/ вторичной системе - четыре. Причина проста: экономическая выгода от установки более четырех котлов так невелика, что не окупает дополнительных усилий.

Но представьте себе возможности четырех котлов, объединенных в первичную/вторичную систему, каждый из которых может переключаться из режима максимальной мощности в режим пониженной мощности и обратно. Вы можете иметь четыре котла, чутко реагирующих на потребности системы в тепле и распределяющих между собой нагрузки этой системы. Горелки одного или двух котлов могут работать в режиме максимальной мощности, в то время как горелки третьего котла работают в режиме половинной мощности, а четвертый котел в это время отключился и находится в резерве. *Применяя такую стратегию, вы имеете возможность "тонкой настройки" системы под потребности Вашего заказчика в тепле и горячей*

воде на каждый день в году. Вы будете непосредственно обращаться к двум вещам, в которых он прежде всего заинтересован: комфорт и экономия.

Еще одно преимущество от применения нескольких котлов в первичной/вторичной системе является их компактность. Котлы легко вносятся в здание (котлы Teledyne Laars исключительно маневренны).

Обвязка котлов монтируется просто (обычно из медных труб). *Вы можете смонтировать как бытовую систему, так и большую многокотловую первичную/ вторичную систему. Это так просто!*

И из-за их малых габаритов Вы имеете возможность установить два (или больше!) котла Teledyne Laars на той же площади, которую займет один котел с чугунным секционным или стальным трубчатым теплообменником. Вы обнаружите, что Ваши материальные затраты будут сравнимы с затратами на систему с одним котлом. *Эти котлы пройдут практически через любую дверь, что делает их предпочтительными при производстве работ по замене старых котлов. Ваши трудозатраты, вероятнее всего, также будут меньше ввиду ограниченных размеров и веса котлов Teledyne Laars.*

ТРЕБОВАНИЯ К РАСХОДАМ ВОДЫ ЧЕРЕЗ КОТЕЛ

Расход воды через котел является важной величиной в любой системе, но мы придаем ей особенно важное значение, т.к. котел в первичной/вторичной системе является "Генератором Тепла". От него требуется подача определенного количества тепла в первичный трубопровод в определенное время.

А так как котел включен во вторичное кольцо, мы подбираем диаметры трубопроводов его обвязки и размер насоса, исходя только из параметров котла. (Подобным образом мы рассчитываем расходы в системе и нагревательных приборах). *Следуя этой стратегии вы, как правило, подберете небольшой, доступный циркуляционный насос для котла. Вы также, возможно, обнаружите, что труб для вторичного кольца (обвязки) котлов пошло меньше, чем потребовалось бы при установке одного большого котла.*

Мы рекомендуем, чтобы повышение температуры воды при ее проходе через котел Teledyne Laars было 14°C.

Наши котлы серии РН имеют насосы заводской установки, подобранные исходя из условий применения котлов этой серии в первичных/вторичных системах. (Это самый простой способ подбора насоса для Вас).

Если же Вы предпочтете заказать у Teledyne Laars котел без насоса, вы найдете полезную следующую таблицу.

Таблица расходов воды по вторичному кольцу (при 14°C), диаметров труб и предлагаемых типоразмеров насосов, для котлов Teledyne Laars

Производительность котла, кВт	Расход воды л/мин	Диаметр труб, дюйм	Потери напора в котле, м	Насосы B&G	Насосы Taso
30	30	1,5	0,12	SLC	007
40	42	1,5	0,18	SLC	007
60	61	1,5	0,37	SLC	007
75	76	1,5	0,64	2"	111
95	95	1,5	1,04	2"	111
120	125	2	0,34	2,5"	112
140	148	2	0,49	2,5"	112
170	178	2	0,67	2,5"	112
200	208	2	0,95	HD-3	131
240	250	2,5	1,10	HD-3	131
285	295	2,5	1,50	60-14S	132
340	352	2,5	2,04	60-14S	132
395	413	2,5	2,77	60-14S	132
430	451	2,5	3,17	60-14S	132
480	496	4	2,26	80-801TB	VL2506
590	610	4	3,11	80-801TB	VL2506
730	757	4	5,00	80-801TB	VL3006
840	871	4	2,65	80-801TB	VL3007
970	1007	4	3,63	80-801TB	VL3007
1080	1117	4	4,02	80-801TB	VL3007
1200	1241	4	5,12	80-801TB	VL4007

(В таблице даны циркуляционные насосы фирм Bell&Gossett и Taso, как примеры. Вы, конечно, можете применять насосы других производителей с такими же характеристиками производительности и напора.)

Как мы уже отмечали, необходимо соблюдать расстояние 150 мм между двумя тройниками, соединяющими подающий и обратный патрубки насоса с первичным кольцом системы (ни в коем случае это расстояние не должно быть более 300 мм). Такое соединение обеспечивает гарантию того, что вода не будет проходить через котел при неработающем насосе.

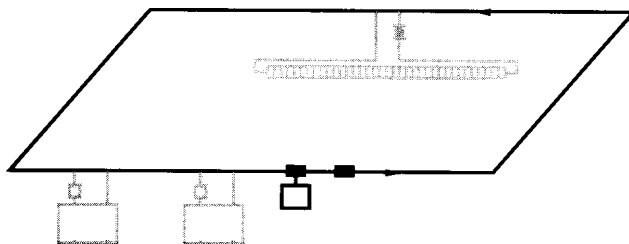
И всегда вторичным котельным насосом закачивайте воду в котел. Другими словами, насос должен откачивать воду от общего участка первичного и вторичного колец. Вторичный котельный насос использует этот общий участок трубопровода как свой "расширительный бак".

В первичной/вторичной системе Вам потребуется установить только один расширительный бак, независимо от того, сколько котлов вы устанавливаете. И Вы всегда

должны устанавливать этот бак на первичном кольце. Конечно, если желаете, можете установить несколько баков. Но их необходимо соединить между собой с тем, чтобы все они присоединялись к первичному кольцу только в одной точке. (Подробнее об этом - ниже.)

Это первичное кольцо является Системой Транспортировки Тепла. Оно является вторым элементом системы. Давайте рассмотрим его подробнее.

СИСТЕМА ТРАНСПОРТИРОВКИ ТЕПЛА (ПЕРВИЧНОЕ КОЛЬЦО)



Представьте себе первичное кольцо как монорельс, который опоясывает здание по периметру и транспортирует тепло от котлов к отопительным приборам. Это большой кольцевой трубопровод с относительно маленьким циркуляционным насосом, гоняющим воду по кругу. Если температура воды в первичном кольце падает ниже определенного значения, котлы посылают в него дополнительное количество тепла. Если зоны отопления испытывают потребность в тепле, насосы этих зон отбирают из него тепло, так, как если бы первичное кольцо было продолжением котла. Теперь Вы понимаете, почему мы называем его "транспортной системой" тепла?

Циркуляционный насос первичного кольца должен работать постоянно в течение всего отопительного сезона, т.к. Вы не знаете, когда и какая зона будет испытывать потребность в тепле. Вы подберете циркуляционный насос по расходу и потере напора только этого кольца. Обычно, Вы подберете маленький, легкодоступный насос, т.к. первичное кольцо имеет лишь несколько колен и не включает в себя ни котлов, ни отопительных приборов. Поэтому общее гидравлическое сопротивление его очень мало. Первичное кольцо как высокоскоростная магистраль для потока воды.

Вот еще одно преимущество первичной/вторичной системы. При устройстве коммерческой отопительной системы с одним котлом и одним насосом, Вам почти всегда потребуется насос большой производительности, который необходимо устанавливать на специальное основание. Такие насосы гораздо дороже, как по

цене, так и по стоимости их установки, чем маломощные насосы, монтируемые непосредственно на трубах. Большие насосы требуют установки на тяжелых бетонных фундаментах, их необходимо центрировать (в т.ч. при помощи цементной подливки) как при установке, так и периодически при эксплуатации. Они занимают значительную площадь помещений и обычно требуют значительной длины подводящих трубопроводов, чтобы избежать выхода из строя подшипников.

Вы избежите всех этих затрат при устройстве первичной/вторичной системы потому что будете иметь дело с рядом маленьких насосов, устанавливаемых непосредственно на трубопроводах.

Монтируемый на стене контроллер (Mighty Matic разработки Teledyne Laars) включает первичный насос осенью (в соответствии с температурой наружного воздуха) и поддерживает его работу в течение всего времени, когда требуется снабжение здания теплом (подробнее о контроллере - ниже).

ТРЕБУЕМЫЕ РАСХОДЫ ВОДЫ В ПЕРВИЧНОМ КОЛЬЦЕ

Вы подбираете диаметр труб первичного кольца, исходя из требуемых расходов всех зон отопления. Можно произвести приблизительную оценку расхода, применив следующее правило:

ЭМПИРИЧЕСКОЕ ПРАВИЛО
Поток воды первичного кольца
расходом в 1 литр/мин. переносит в систему
832 ккал/час. тепла

(Это число определено из расчета перепада температуры воды в системе - 14°C)

Например, если общая тепловая нагрузка составляет 124.800 ккал/час, то требуемая производительность циркуляционного насоса первичного кольца составит:

$$\frac{124.800}{832} = 150 \text{ л/мин.}$$

Еще раз подчеркнем, что мы исходим из температурного перепада воды в системе - 14°C.

Для того, чтобы подобрать диаметр трубопровода первичного кольца, воспользуйтесь следующей таблицей:

Диаметр	Расход	Ккал/час.
1"	30 л/мин.	25.000
1 1/4"	53 л/мин.	44.100
1 1/2"	83 л/мин.	69.000
2"	170 л/мин.	141.400
2 1/2"	320 л/мин.	266.200

Значения величин в этой таблице основаны на принятых в производстве соответствиях диаметров труб расходам воды.

Теперь, когда Вы знаете производительность циркуляционного насоса первичного кольца, Вам необходимо определить требуемый напор. Воспользуйтесь этим:

ЭМПИРИЧЕСКОЕ ПРАВИЛО

На каждые 30 метров длины первичного кольца требуется 1,8 метра напора на-соса. Например, если общая длина тру-бопровода первичного кольца 90 метров, напор насоса должен быть 5,4 метра.

(При этом мы исходим из указанных выше расходов воды)

Это просто, не правда ли? Теперь Вы знаете расход воды и потерю напора. Все, что теперь требуется - подобрать насос по каталогу производителя.

Теперь, кроме циркуляционного насоса, на первичном кольце устанавливаются расширительный бак системы, воздухоотделитель и вентиль подачи подпиточной воды. **Всегда устанавливайте циркуляционный насос таким образом, чтобы он "откачивал" воду из расширительного бака; и заполняйте систему водой в точке присоединения расширительного бака.**

Так как мы подбираем расширительный бак в основном исходя из объема воды в системе, Вы получаете большое преимущество, устанавливая малоемкий котел Teledyne Laars, вместо котлов с чугунным секционным или стальным трубчатым теплообменниками, которые имеют большой водяной объем. Котлы Teledyne Laars обладают лишь незначительной долей того объема воды, который присутствует в этих больших котлах, и при этом они производят то же самое количество тепла. **Эта важная черта позволяет применять расширительные баки диафрагмового типа минимальных размеров (и стоимости).**

И это увеличивает Вашу конкурентноспособность.

РЕШАЮЩАЯ ДЕТАЛЬ

Расширительный бак является "точкой неизменного давления" в любой закрытой гидравлической системе. Это место, где дифференциал давлений, развиваемый насосом, не оказывает никакого воздействия. На самом деле, циркуляционный насос использует расширительный бак как точку отсчета для того, чтобы "знать, что делать".

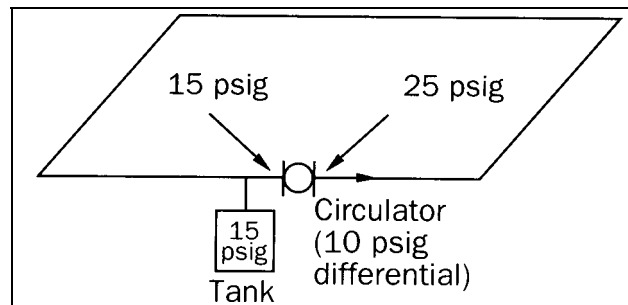


Если Ваш насос откачивает воду от расширительного бака, то перепад давления, создаваемый насосом, будет прибавляться к величине давления заполнения (статическому давлению) системы.

Если он накачивает воду в расширительный бак, то перепад давления, создаваемый насосом будет "вычитаться" из статического давления системы.

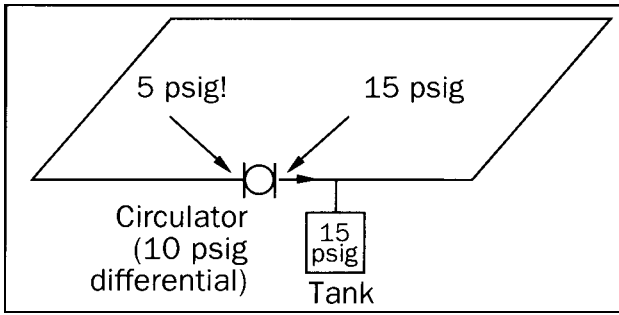


Допустим, наш насос создает дифференциал давления в 10 psig (фунт-сила на квадратный дюйм; 1psig=6,9 кПа), что соответствует напору в 7 м. Допустим, также, что мы задали статическое давление в нашей системе - 15 psig.



Если насос откачивает воду от этого бака, давление на напорном фланце насоса будет 25 psig, когда он работает. Давление на его всасывающем фланце будет 15 psig (учитывая, что он расположен в непосредственной близости от точки присоединения расширительного бака).

Теперь смонтируем насос с другой стороны от расширительного бака. Тогда насос будет нагнетать воду прямо в точку присоединения расширительного бака к первичному кольцу. При этих условиях, как только насос будет включен, давление с его напорной стороны будет тем же - 15 psig, но давление со всасывающей стороны упадет до 5 psig!



Видите? Если включить насос в кольцо таким образом, перепад давления, создаваемый насосом проявит себя как падение давления на всасывающей стороне. Вода продолжает циркулировать, потому что все же остается перепад давления в 10 psig, но указанное падение давления может создать проблему удаления воздуха из системы.



Воздух всегда присутствует в растворенном виде в воде, циркулирующей в системе, но в случае, когда напор насоса падает, воздух выходит из раствора и образует пузырьки.



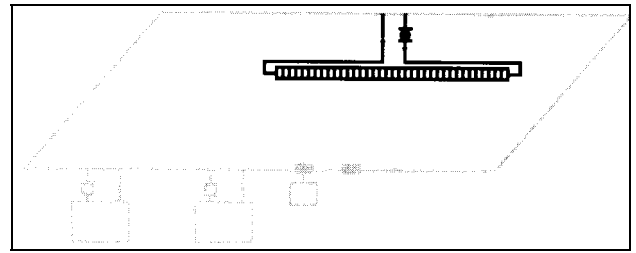
Это очень напоминает то, что происходит, когда вы взболтаете бутылку с газированной водой, а затем откупорите ее. Резкое падение давления, происходящее при снятии крышки, высвобождает двуокись углерода, растворенную в воде, при этом она переходит в пузырьки газа. (Вы знаете, что бывает дальше.)

Мы бы хотели избежать проблемы, вызванные воздухом в системе и именно поэтому рекомендуем чтобы насос всегда откачивал воду от расширительного бака. (И помните, что вторичные (зонные) насосы используют в качестве своего "расширительного бака" общий участок трубопровода между первичным и вторичными кольцами.)

По той же самой причине подпиточная вода должна подаваться в систему в точке присоединения расширительного бака. Это единственное место системы, в котором давление не подвержено изменению работающим циркуляционным насосом. Это единственное место, по которому подпиточный вентиль "может получить информацию" о том, что в действительности происходит в системе.

А теперь рассмотрим, как мы распределим тот комфорт, который произвели.

**РАДИАТОРЫ
(РАСПРЕДЕЛИТЕЛИ ТЕПЛА)**



В самых простых выражениях, работа радиаторов заключается в том, чтобы принять тепло, которое мы ввели в котельной - тепло, которое перемещается по орбите первичного кольца - и передать его в те места, где находятся люди. Радиаторы (и их вторичные кольца) являются последним элементом нашей первичной/вторичной системы. Если Вы правильно подобрали по размерам все предыдущие элементы, всегда будет требуемое количество тепла между теми самыми двумя рядом расположенными тройниками, которые соединяют первичное кольцо со вторичными кольцами радиаторов.

Вторичный циркуляционный насос включится по команде зонного терморегулятора для того, чтобы изменить баланс давлений первичной и вторичной систем в точке, где они соединены. Когда потребуется, этот насос нагнетет необходимое количество тепла в радиаторы.

Вы должны подобрать диаметры подводящих труб радиаторов так, чтобы они соответствовали расходу воды, требуемому каждой отдельно взятой зоне. Исходя из того же самого 14-градусного перепада температуры воды в системе, с которым мы работали до сих пор, мы приходим к следующему:

**ЭМПИРИЧЕСКОЕ ПРАВИЛО
по подбору диаметров труб
подводок к радиаторам:**

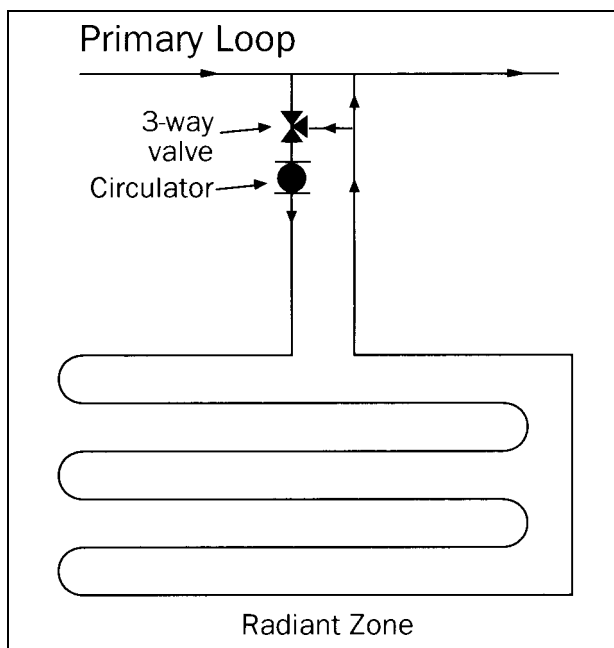
Диаметр труб зоны	Расход воды	Тепловая нагрузка ккал/ч
1/2"	5,7 л/мин.	4.740
3/4"	15 л/мин.	12.480
1"	30 л/мин.	25.000

Так, если Вы подобрали длину медной обогревательной панели для подачи в зону, скажем, 3800 ккал/час. тепла, Вы посмотрите в таблицу и выберете в качестве подводки медную трубу диа-метром 1/2". Просто, не так ли? Только установите два тройника размером пол-дюйма на

какой-там-у-Вас-диаметр на первичный трубопровод, соблюдая расстояние между ними не более 150 мм. Затем установите вторичный циркуляционный насос всасывающей стороной к тройнику и подсоедините его управляющую электрическую цепь к терморегулятору зоны.

Если Вам требуется подать в какую-либо зону воду низкой температуры в случае, если вы устраиваете систему напольного панельно-лучистого отопления, Вы можете применить трехходовые клапаны для регулировки температуры воды, подаваемой в эту зону. Трехходовые клапаны должны реагировать на температура наружного воздуха. (Производители систем панельно-лучистого отопления обычно поставляют такие управляющие клапаны вместе с системой.)

Установите трехходовой клапан на всасывающем патрубке циркуляционного насоса, обращенном в сторону первичного кольца. Вот так:



Трехходовой клапан, отвечая на изменения температуры наружного воздуха, будет контролировать и регулировать температуру воды, а не ее расход через лучистые панели. Это важно.

Самым простым путем устройства зоны лучисто-панельного отопления является подключение ее в качестве вторичного кольца к первичному трубопроводу. В этом случае циркуляционный насос зоны будет включаться в ответ на команду комнатного терморегулятора; он будет действовать как двухпозиционный

орган управления (Вкл./Выкл.). Практически, Вы будете определять степень излучения исходя из теплопотерь зоны, которую он обслуживает.

Если захотите, Вы можете также смонтировать радиаторы на удалении от разводных тройников в пределах вторичного кольца. Это даст Вам возможность применить неэлектрические зонные клапаны на каждом радиаторе. А это, в свою очередь, повышает уровень контроля системы в целом, но, если Вы решили пойти этим путем, проконсультируйтесь у производителя клапанов. В этом случае гидравлическое сопротивление каждого терморегулирующего клапана становится весьма важным фактором. Для наилучшей работы системы выберите клапаны с минимальным сопротивлением.

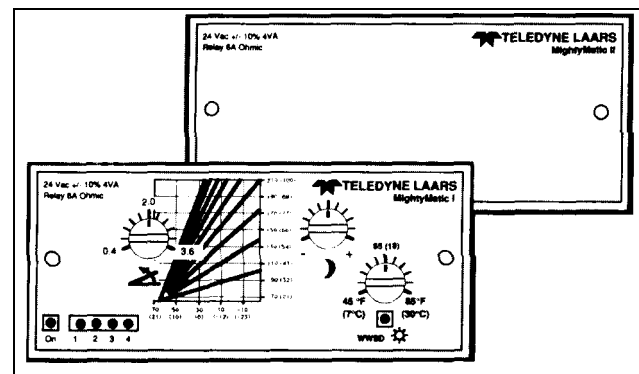


Практически, во всех случаях, циркуляционный насос, применяемый во вторичном кольце теплоизлучения, будет весьма малым, такой как Taco 005 (или 007), Bell & Gossett SLC, или Grundfos UP.



Это является следствием того, что зонный циркуляционный насос подбирается по расходу воды и потере напора только одной вторичной зоны. Обычно, эти величины сравнимы с теми, которые требуются для водяного отопления небольшого домика.

ПРИБОРЫ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ ПЕРВИЧНОЙ/ВТОРИЧНОЙ СИСТЕМЫ



Мы хотели бы, чтобы Вы рассмотрели возможность применения контроллера Mighty Matic разработки Teledyne Laars в Вашей новой первичной/вторичной системе. Мы разработали его именно для таких систем, и не думаем, что Вы найдете где-либо лучший прибор управления.

Mighty Matic может управлять одновременно десятью ступенями режимов работы нескольких котлов. Это означает, например, что один котел может работать на полную мощность, другой - в половину мощности, остальные котлы - выключены.

Это дает Вашим заказчикам максимально возможно контролировать уровень их теплового комфорта (и уменьшает их счета за топливо!). Все, что Вам нужно - выбрать и предварительно задать контроллеру график теплового режима. Mighty Matic после этого будет самостоятельно контролировать всю систему со дня установки.

Выбрать необходимый график теплового режима не сложно. Вы исходите из условий, которым Ваша система должна удовлетворять в самый холодный (расчетный) день в году. Допустим, Вы выбрали уровень теплового излучения таким, который бы поддерживал комфортную температуру в здании +21°C в расчетные сутки при наружной температуре -32° С. Чтобы это обеспечить, Вам, возможно потребуется в этот самый холодный день поддерживать среднюю температуру воды в радиаторах +88°C. Тогда Вы выбираете такую кривую графика теплового режима, которая бы проходила через точку пересечения 88-градусной воды и 32-градусной температуры наружного воздуха.

В любой другой день года система будет изменять кривую теплового режима в зависимости от тепловых потребностей для каждого отдельного дня. Если на улице тепло, температура в первичном кольце понизится. Если температура упадет ниже заданного Вами уровня, Mighty Matic отследит это событие и поднимет кривую теплового режима на графике вверх. При этом контроллер обеспечит работу системы в режимах, при которых температура воды, будет выше предварительно установленного Вами максимума.

Но это еще не все. Допустим, в здании собралось много народу и, в результате внутренняя температура повысилась. При подключении к нему терморегулятора внутренней температуры здания, Mighty Matic обнаружит это повышение и, чтобы его компенсировать, опустит кривую теплового режима вниз по графику.

Другими словами, он скорректирует воздействие сенсора наружной температуры воздуха и скажет: "Несмотря на то, что на улице холодно, здесь довольно теп-ло, поэтому я, пожалуй, снижу температуру теплоносителя!"

Если кто-то внезапно откроет все окна и двери здания в очень холодный день Mighty Matic обнаружит и это и мгновенно поднимет кривую, чтобы компенсировать дополнительные теплотери. Результатом всего этого является высокий уровень комфорта людей.

Mighty Matic может также работать в режиме поддержки ночных температур в здании, или

поддерживать температуру воды в первичном кольце на фиксированном уровне. Выбор зависит от Вас - достаточно лишь повернуть ручку настройки контроллера.

Если пожелаете, Mighty Matic будет определять порядок ступенчатого режима работы горелок нескольких котлов одновременно. Вы можете задать режим, при котором, когда система потребует тепла, котлы запускаются и останавливаются по очереди, чем обеспечивается равное время работы и, соответственно, равномерная загрузка всех котлов. Или Вы можете задать такой режим, при котором котел, установленный ближе всех остальных к дымоходу, при потребности системы в тепле, запускался бы первым, а останавливался последним, когда потребность в тепле удовлетворена; такой режим обеспечивает поток через дымоход наиболее горячих дымовых газов и, как следствие, хорошую тягу.

Вы также можете задать Mighty Matic режим контроля минимальной и макси-мальной температур теплоносителя и включения системы, если в этом есть необходимость. Этот контроллер также позволяет в летнее время, один раз в несколько дней на короткое время включать неработающие насосы или периодически проворачивать автоматические заслонки дымоходов (если Вы их применяете). Это требуется, чтобы указанные важные элементы системы поддерживались в рабочем состоянии в течение сезона, когда отопительная система не работает.

НЕЗАВИСИМОЕ СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Мы понимаем, что не являемся единственной компанией, предлагающей многокотловые системы. Существует много других систем и, декларируемые их разработчиками, преимущества каждой могут привести Вас в замешательство при выборе системы.

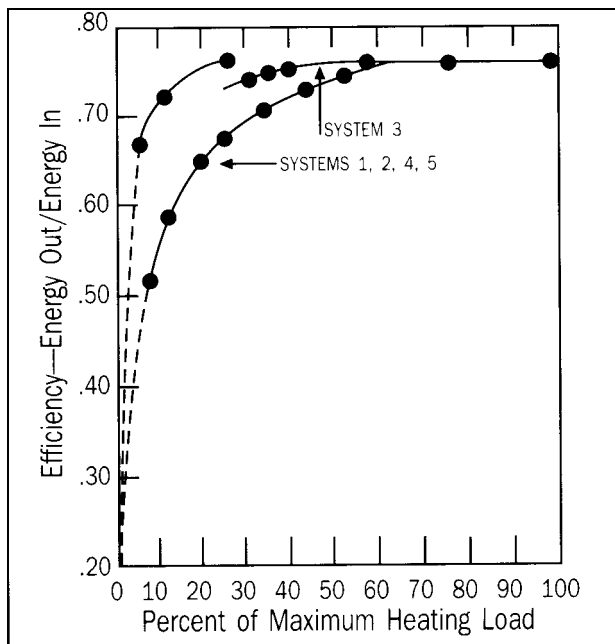
Мы уверены, что на сегодня первичные/вторичные системы являются предпочтительными. Некоторые разработчики предлагают системы, в которых обратная вода системы проходит через неработающие в данный момент котлы. Это кажется нам расточительным, но приверженцы таких систем настаивают на том, что нет никакой разницы между работой их систем и первичной/вторичной системы. Они говорят об экономии от "отсутствия необходимости применения всех этих маленьких насосов".

Мы не согласны. Но вместо того, чтобы излагать наши аргументы по этому поводу, мы предлагаем ознакомиться с результатами независимого исследования, проведенного

Национальным Бюро по Стандартам в 1988 году. НБС сравнило эти системы и пришла к некоторым ин-тересным выводам:

1. Многокотловая система, в которой обратная вода проходит через все котлы, вне зависимости от того, работают они или нет. Пилотные горелки постоянно горят в таких котлах.
2. Такая же система, что и №1, за исключением того, что у неработающих котлов пилотные горелки не горят.
3. Многокотловая система по принципу первичной/вторичной (концепция Teledyne Laars). При применении первичной/вторичной системы через неработающие котлы потока воды нет. И, как в системе №2, пилотные горелки не горят, когда котел остановлен.
4. Один котел большой мощности.
5. Многокотловая установка постоянного действия, как если бы это был один котел большой мощности. Другими словами, все котлы одновременно либо работают, либо отключены.

Приведенный график представляет результаты исследований Национального Бюро по Стандартам.*



Концепция Teledyne Laars представлена на графике верхней кривой (№3). Она показывает наивысшее значение общей

эффективности работы (к.п.д.) по сравнению с другими системами.

* Разрыв кривой и падение к.п.д. системы при нагрузке примерно 25% от максимальной происходит, когда второй котел включается в работу системы и берет на себя часть возрастающей нагрузки. Подобные падения можно ожидать при достижении 50% и 75% расчетной нагрузки, когда третий и четвертый котлы включаются в работу, но испытания в этих режимах не предусматривались программой исследований.

Нижняя кривая представляет все остальные системы. Как Вы можете видеть, между ними нет таких больших различий, чтобы они могли быть представлены на графике индивидуальными кривыми. Практически, применение любой из них дает один и тот же результат.

Это исследование ясно показывает, что прокачивание обратной воды через неработающие котлы приводит к слишком большим потерям тепла через дымоход и обшивку котлов, которые [потери] далеко не покрываются экономией на расходах, связанных с эксплуатацией котлов, установленных по принципу первичной /вторичной системы. Мы думаем, что здравый смысл подсказывает Вам то же самое.

Именно поэтому мы рекомендуем Вам применять первичную/вторичную циркуляционную технику во всех многокотловых системах. В интересах Ваших заказчиков. И в Ваших тоже!



*Воспользуйтесь нашим опытом.
Узнайте нас ближе.
Мы можем значительно облегчить
Вашу жизнь.
И принести Вам больше доходов.
Это концепция Teledyne Laars!*

