

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ: КОНДЕНСАЦИОННЫЙ КОТЕЛ+ТЕПЛЫЙ ПОЛ



**Ильшат Гарипов, технический директор
Инженерная группа
«М-Стандарт»**

Растущие тарифы активизируют интерес к созданию таких систем отопления, которые используют весь потенциал применяемого оборудования. В данной статье мы рассмотрим на практике пример взаимодействия конденсационных котлов и водяного напольного отопления.

В коттедже площадью 300 м², построенном с учётом современных требований к теплосопротивлению ограждающих конструкций, планируется проживание семьи из 4–5 человек.

Прим.: Тепловая мощность для нужд ГВС не учитывается, т. к. отбор мощности на нагрев бойлера повторно-кратковременный и напольная система отопления имеет высокую тепловую инертность, то дополнительной мощности котла не требуется.

Основные данные строения:

Наружные конструкции — кирпич керамический 380 мм+ базальтовые плиты 100 мм.

Перекрытия — плиты железобетонные, преднапряжённые, пустотелые.

Утепление перекрытия чердака — минвата 200 мм.

Окна — пластиковые, с двухкамерным стеклопакетом.

Предполагаемая схема отопления (по желанию заказчика):

Теплоснабжение — конденсационный котёл «Buderus» в комплекте с бойлером ГВС.

Система отопления — водяной тёплый пол «Thermotech».

Для специалистов-теплотехников нет смысла разъяснять, как делается теплорасчёт здания, а для неспециалиста это довольно сложно и скучно. И для облегчения понимания сути приведём лишь результаты теплорасчёта:

Удельные теплотери дома (при $T_{нар}-35\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_{взд. пом}+20\text{ }^{\circ}\text{C}$) 65 Вт/м².

Теплотери при работающей вентиляции с учётом рекуперации 7 кВт/час.

Суммарная тепловая нагрузка на систему отопления 20 кВт. Требуемая мощность котла 27 кВт.

Итак, мы определили требуемую мощность котла, знаем тип котла (конденсационный) и в каталоге производителя находим подходящую модель — конденсационный котёл Buderus Logamax plus GB 112–29. Если выбрать котёл — достаточно просто, то с системой напольного отопления несколько сложнее. Купить готовую систему в коробке невозможно. Многие ошибочно принимают «трубки в полу» за тёплый пол. Хотя «тёплый пол» и система напольного отопления это не одно и то же. Если мы говорим о системе напольного отопления, то, как любая система она требует системного подхода. На основании предварительного осмотра объ-

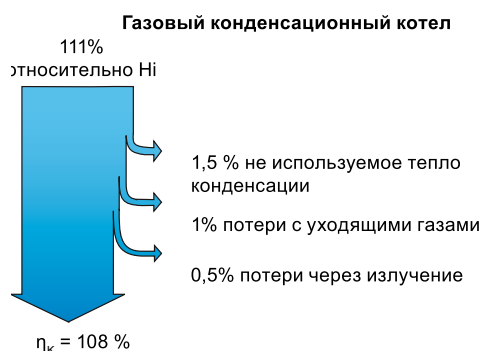
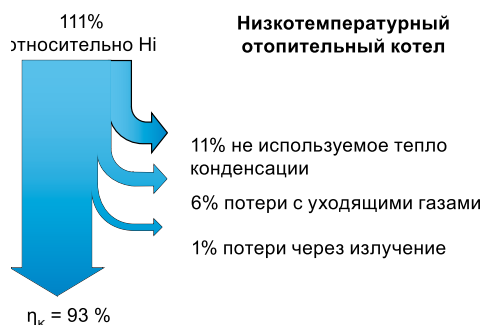
Hi — низшая удельная теплотворная способность, определяет количество тепла, получаемого из 1 м³ газа (1 кг жидкого, твёрдого топлива), без учёта «скрытой» теплоты конденсации водяного пара, содержащегося в дымовом газе.

Hs — Высшая удельная теплотворная способность. Показатель, учитывающий дополнительную энергетическую составляющую — теплоту конденсации водяного пара, содержащегося в отходящих дымовых газах.

Для природного газа Hs больше Hi на 11 %.

екта, делается заключение — будет это только напольная система, или требуются дополнительные системы отопления. Затем выбирается тип системы ВТП, рассчитывается предварительная стоимость. Только после этого можно приступить к проектированию. Все расчёты производятся в соответствии с требованиями СНиП, с учётом типа напольного покрытия. Важно понимать, что такое проект и что он должен в себя включать. Проект — это не только руководство монтажнику (как завершённое инженерное решение), но и «паспорт» системы на всю оставшуюся жизнь.

Чтобы любознательному потребителю или монтажнику было легче ориентироваться, необходимо разобратся с терминами и основополагающими принципами конденсационных котлов и водяного напольного отопления.



Низшая и высшая удельная теплотворная способность топлива

В состав воздуха, подаваемого для горения входят азот (N_2) и кислород (O_2). В результате реакции горения наряду с выделением теплоты образуются продукты сгорания и вода. При высокой температуре эта вода находится в парообразном состоянии. Продукты сгорания в виде горячих отходящих газов проходят через теплообменник котла, где отдают большую часть своей энергии теплоносителю. Охладившись до температуры $100-160^\circ\text{C}$, отходящие газы через дымоход выбрасываются в атмосферу, унося часть неиспользованной теплоты. С отходящими газами уходит и водяной пар, образовавшийся в результате сгорания топлива. Этот пар уносит с собой скрытую энергию, которая рассеивается в пространстве и теряется.

Как может быть КПД выше 100%?

Всё дело в системах отсчёта. Если «нижнюю» теплоту сгорания (H_i) принять за 100 %, то «верхняя» теплота сгорания (H_s) для природного газа составит — 111 %. Таким образом, использование скрытой теплоты конденсации может увеличить производительность тепла до 11 % без увеличения расхода

топлива. В Европе и России в расчётах КПД принимают низшую теплотворную способность топлива (H_i), т. е. не учитывают «скрытую» теплоту конденсации, при определении КПД котла.

КПД конденсационного котла 108 %

Но если эту «скрытую» энергию сохранить и вернуть в котёл, то система отопления получит дополнительное количество теплоты. Именно эта энергия реализуется в конденсационных котлах. Известно, что при охлаждении пар превращается в жидкость — конденсируется. При конденсации освобождается определённое количество теплоты. Если конденсацию произвести в специальном теплообменнике, то теплоту можно вернуть в систему отопления. В этом и заключается принцип действия конденсационных котлов. Например, в хорошем современном газовом котле (не конденсационном) только 93 % энергии топлива передаётся теплоносителю. Около 1 % теряется с лучистым теплом, 6 % теряется с отходящими газами. В конденсационном котле лучистые потери остаются на уровне 1 %, но в систему возвращается 11 % неиспользованной теплоты конденсации. Кроме того, благодаря особой конструкции теплообменника, в конденсационных котлах полнее используется теплота отходящих газов. Потери её составляют не более 2 %, что позволяет оставить в системе ещё 4 % теплоты. При таких оговорках КПД котла действительно может быть больше 100 % и достигать $93\% + 11\% + 4\% = 108\%$.

Условия максимальной эффективности конденсационных котлов

Главным условием достижения высокой эффективности конденсационных котлов является обеспечение наиболее полной конденсации водяного пара, заключённого в отходящих газах. Известно, что конденсация пара происходит на поверхности, температура которой ниже так называемой «точки росы». Для пара в природном газе — это около 50°C . Очевидно, чтобы произошла конденсация, температура «обратки» должна быть не выше температуры «точки росы». Чем ниже температура системы, а следовательно, температура воды в обратной линии, тем полнее конденсируется пар и тем выше КПД конденсационного котла. Так, например, если при температуре воды прямая/обратная $40/30^\circ\text{C}$ КПД котла равен 108 %, то при температуре $75/60^\circ\text{C}$ он будет 104 %. При температуре $90/70^\circ\text{C}$ КПД будет ещё ниже — около 98 %, но всё равно выше, чем у обычных котлов. Таким образом, чем ниже температура подающей/обратной воды, тем полнее будет происходить конденсация водяного пара, и тем большая доля скрытой энергии конденсации будет возвращаться в систему. Оптимальный режим систем отопления для конденсационных котлов — температура $40/30^\circ\text{C}$. Это температура воды в напольных системах отопления или системах низкотемпературного панельного отопления. Для оптимальной эксплуатации газовых конденсационных котлов очень важно, чтобы температура обратной линии не превышала



50 °С, а разница температур между прямой и обратной линиями была не более 20 °С.

Конденсационные котлы дают наибольший экономический эффект в совокупности с мероприятиями по снижению теплопотерь здания (использование эффективных теплоизоляционных материалов, установка энергосберегающих окон, рекуперационного вентиляционного оборудования и т. п.). Большое значение приобретает и правильный выбор автоматики управления работой котла. Погодозависимая автоматика обеспечивает плавное снижение температуры теплоносителя при повышении температуры наружного воздуха и наоборот. Это позволяет поддерживать температуру обратной воды ниже «точки росы», делая процесс конденсации непрерывным.

Особенности ВТП (водяные тёплые полы)

1. ВТП самодостаточная система отопления и в определённых условиях способна компенсировать теплопотери здания на 100 %.
2. Экономичность системы достигает 55 % (в зависимости от типа здания). Чем больше высота помещений, тем экономичнее система. Для коттеджей характерен средний показатель снижения потребления газа по отношению к радиаторным системам на 25–40 %.
3. Высокий тепловой комфорт. Распределение тепла происходит за счёт лучистой составляющей — теплотока. Данный способ, в отличие от конвективного, оптимален для человеческого организма. Греющий элемент — вся поверхность пола, а точнее бетонная стяжка. По сути, бетонная стяжка является инфракрасной греющей панелью, мощность излучения которой лежит в пределах 100 Вт/м². Мощность теплового инфракрасного излучения до 100 Вт/м² благоприятно воспринимается человеческим телом и положительно воздействует на биохимические процессы организма, т. к. находится в диапазоне излучения самого человека. Кстати данный показатель мощности 100 Вт/м² опосредованно ограничен СНиПом, так как максимальная температуры поверхности пола не должна быть выше 26 °С для жилых помещений.
4. ВТП низкотемпературная система отопления. Температура подачи (Т1)

в пределах 30–50 °С. В системе отсутствуют перегретые элементы, такие как радиаторы, на которых скапливается органическая пыль и возникающие впоследствии продукты её разложения. Воздух не пересушивается, как при соприкосновении с перегретым радиатором, к тому же он на 70 % чище.

5. Высокая тепловая инерционность системы. Не ощущаются перепады наружной температуры. Значительно больше времени для устранения неполадок при возникновении аварийных ситуаций. В зависимости от условий, система не замораживается до 4–5 суток.

6. Высокая технологичность, которая позволяет спроектировать и реализовать систему, практически для любого типа строений с любым типом напольного покрытия. Возможность реализовать панорамное остекление «от потолка до пола» без ущерба теплового комфорта.

Факторы экономичности водяных тёплых полов

1. Снижение теплопотерь через ограждающие конструкции из-за особенности распределения тепла при напольном отоплении. Отсутствие перегретых зон за радиаторами и в подпотолочном пространстве. Экономия около 6–8 %.
2. Температура в помещении может быть снижена на 2–4 °С по сравнению с радиаторными системами, без изменения в ощущении комфорта человеком. Снижение комнатной температуры на 1 °С, позволяет снизить потребление газа (энергии) на 11 %.
3. Ярко выраженный эффект саморегуляции системы. Этим свойством обладают в разной степени все низкотемпературные системы отопления. Чем ниже температура системы, тем ярче выражен эффект. Как это происходит?

Дано: температура поверхности пола (Тпол) +26 °С const, температура в подающей линии (Т1) +35 °С const, температура воздуха в помещении (Твозд. пом.) +21 °С var.

$$\Delta T = T_{\text{пол}} - T_{\text{возд. пом.}} = 26 - 21 = 5^{\circ}\text{C}$$

Известно, что на 1 °С ΔT теплосъём с греющей панели составляет 11 Вт/м²

Тепловая мощность

$$Q_{\text{пола}} = 11 \cdot \Delta T = 11 \cdot 5 = 55 \text{ Вт/м}^2$$

Допустим, что Твозд. пом. выросла на 1 °С (солнечный день, увеличилось



количество людей в помещении и т. д.), что происходит:

$$\Delta T = T_{\text{пол}} - T_{\text{возд. пом.}} = 26 - 22 = 4^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{\text{пола}} = 11 \cdot \Delta T = 11 \cdot 4 = 44 \text{ Вт/м}^2$$

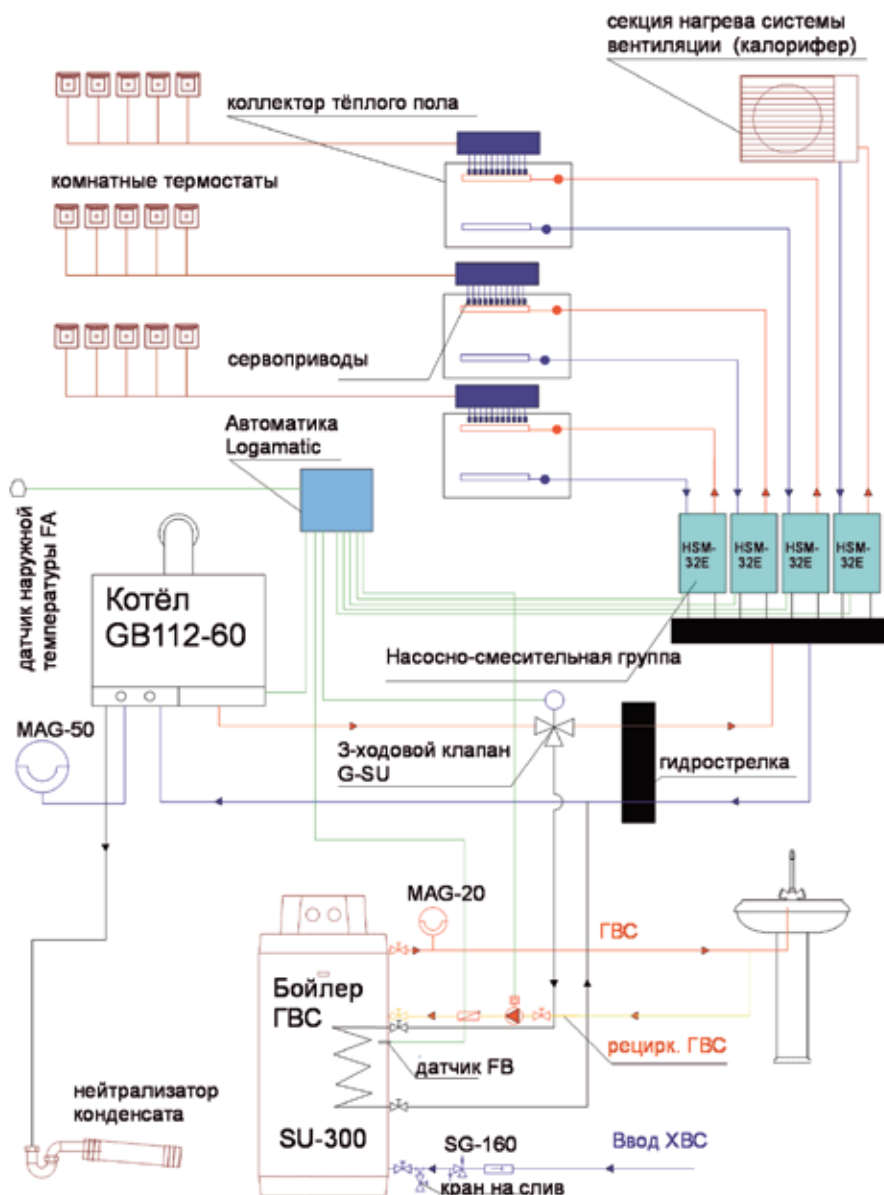
Т. е. теплосъём с поверхности пола уменьшился и в нашем случае котёл перейдёт на пониженный режим работы, снизив при этом потребление газа. Другими словами, теплоотдача (теплосъём) от пола снижается, когда температура в помещении приближается к температуре поверхности пола и наоборот, теплоотдача с поверхности пола увеличивается, когда снижается температура в помещении. И это происходит «самопроизвольно, автоматически», поэтому и получило название «эффект саморегуляции». Экономия может достигать 8–15 % в зависимости от типа, назначения и условий эксплуатации помещений.

В радиаторных системах тот же физический принцип, «от тёплого к холодному». Но разница температур (ΔT) столь велика, что эффект саморегулирования практически не возникает.

Условия применения ВТП как единственной и самодостаточной системы отопления

Как и конденсационные котлы, напольные системы отопления в полной мере проявляют себя, когда удаётся снизить теплопотери строения до определённого минимума. Если здание теряет тепла более 100 Вт/м², то не превысить максимальную температуры пола

Укрупнённая принципиальная схема теплоснабжения и ГВС, на базе конденсационного котла Buderus Logomax GB 122-29



26 °C невозможно. Необходимо дополнять напольную систему, другими отопительными системами. И дело здесь не в технической возможности ВТП, а в комфортности при пиковых нагрузках.

Особенности совместного применения конденсационных котлов и напольного отопления

Вернёмся к нашему дому. Мы определились с котлом, разработали проект системы напольного отопления (ВТП), теперь стоит задача правильного соединения этих двух систем. А точ-

нее, какую схему использовать для гидравлической обвязки котла. Это один из ключевых моментов, от которого зависит, будет ли котёл работать в конденсационном режиме и будет ли эффективна система ВТП.

Чтобы избежать повреждений теплообменника, вызываемых кислородной коррозией, непосредственно подключённая к котлу система ВТП допускается только при использовании труб с кислородным барьером (согласно DIN 4726). В противном случае необходимо гидравлически разделять систему, используя теплообменник. Максимальная производительность выбранного

котла Logamax plus GB 112–29 с непосредственно присоединенной системой ВТП ограничена производительностью встроенного насоса и составляет 16 кВт. Проще говоря, одного встроенного насоса для напольной системы на 3-х этажах явно недостаточно. В данном случае требуется, т. н. «косвенное» подключение. Или как ещё говорят — кольцевая схема. Наличие гидравлической стрелки с датчиком температуры котловой воды — обязательное условие. (см рис №схема.).

Отдельно стоит упомянуть о конденсате. В принципе, при работе котла такой мощности, его образуется относительно немного 3,3 л/час. Показатель кислотности конденсата $\text{pH}=4.1$ (слабокислый) и в данных объёмах его можно сливать в канализацию напрямую. Но для конденсационных котлов большей мощности объём образуемого конденсата достаточно велик, чтобы его можно было сливать в канализацию без мероприятий по нейтрализации. Это надо учитывать, если для дома предусмотрена локальная биологическая станция очистки сточных вод. Работа таких станций заключается в обеспечении условий для размножения анаэробных бактерий, которые и перерабатывают продукты нашей жизнедеятельности. Поэтому слабокислый конденсат, это не совсем то, что нужно для этих бактерий и биологический процесс очистки может нарушиться.

Таким образом, для создания энергоэффективной системы отопления важно не только отдать предпочтение современному оборудованию, но и оптимизировать его взаимодействие в индивидуальном техническом решении. Доверяйте профессионалам!



г. Уфа, ул. Чернышевского, 84,

 тел. (347) 299-99-00

 m-standart@mail.ru

 www.mstandart.ru