

Системы горячего водоснабжения для коттеджей

С. Тишаев

Решение проблемы выбора схемы горячего водоснабжения (ГВС) и ее комплектации для коттеджа не является очевидным и однозначным. В зависимости от приоритетов и индивидуальных запросов клиента, можно предложить несколько вариантов. Чтобы определить, какой из них наиболее эффективен, необходимо предварительно рассчитать величину тепловых нагрузок на ГВС, а также принять во внимание ряд дополнительных факторов, речь о которых и пойдет в этой статье.

Возможные решения

Как правило, вопросы организации ГВС и отопления коттеджа решаются одновременно. В настоящее время на рынке широко представлено оборудование, позволяющее реализовать схемы следующих видов:

- 1) проточные. Вода нагревается газовыми или электрическими проточными нагревательными приборами или во встроенных теплообменниках настенных двухконтурных котлов (рис. 1);
- 2) емкостные. Используются нагреватели прямого (электрического) и косвенного («вода-вода») нагрева; их главное отличие – бак-накопитель со встроенным теплообменником (рис. 2);
- 3) комбинированные. Включают как двухконтурные котлы с дополнительным накопительным баком небольшой (50–60 л)

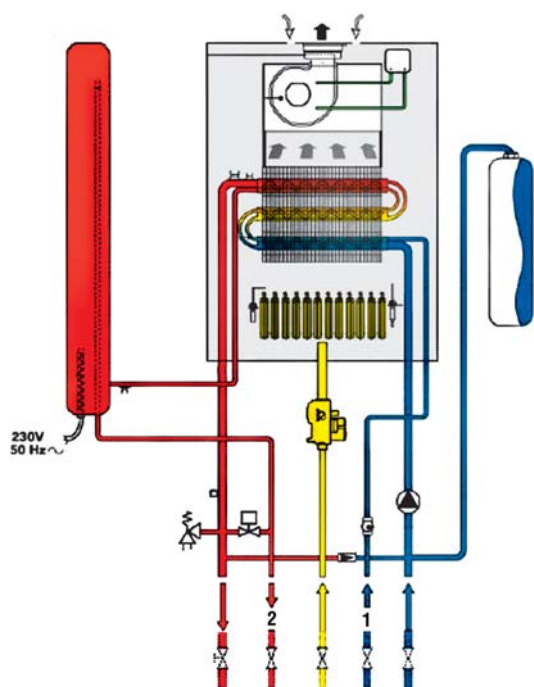


Рис. 1. Схема приготовления горячей воды в двухконтурном котле:
1 – подача холодной воды; 2 – выход горячей воды



емкости, так и емкостные водонагреватели с внешним теплообменником (рис. 3). Такие решения позволяют системе ГВС работать как с расходом, соответствующим номинальной тепловой мощности теплообменника (проточный режим), так и превосходящим ее (емкостной режим) в моменты пикового потребления.

Выбор вида системы зависит от ряда факторов. Назовем их.

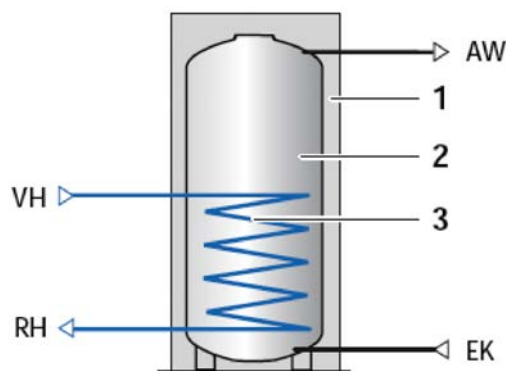


Рис. 2. Схема работы емкостного водонагревателя как отдельно стоящего бака:

- АВ – выход горячей воды; ЕК – вход холодной воды;
- РН – обратная линия теплоносителя греющего контура;
- VH – подающая линия теплоносителя греющего контура;
- 1 – теплоизоляция; 2 – накопительный резервуар;
- 3 – встроенный теплообменник

Системы горячего водоснабжения для коттеджей

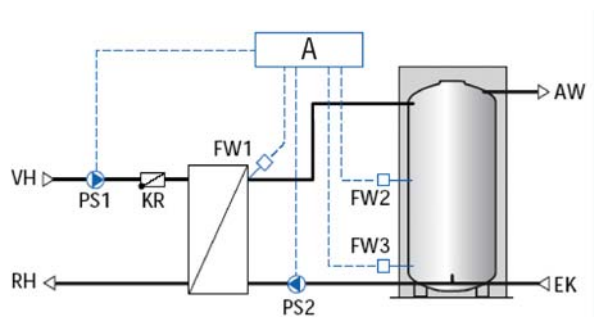


Рис. 3. Принцип работы емкостного водонагревателя для системы с промежуточным теплообменником и двумя загрузочными насосами: А – система управления для нагрева воды ГВС; AW – выход горячей воды; EK – вход холодной воды; FW – датчики температуры горячей воды; KR – обратный клапан; PS1 – загрузочный насос бака (насос первичного контура); PS2 – загрузочный насос горячей воды (насос вторичного контура); RH – обратная линия теплоносителя греющего контура; VH – подающая линия теплоносителя греющего контура

Фактор площади

Компактность теплотехнического оборудования, имеющая большое значение для городских малогабаритных квартир, утратила свою актуальность в современных коттеджах, уступив приоритет таким качествам, как уровень комфорта, надежность эксплуатации и удобство обслуживания системы. Это вызвано, в первую очередь, увеличением полезной и общей площади строящихся домов. Как правило, в типовом проекте предусмотрено вспомогательное помещение (топочная) и рекомендуется использовать для ГВС емкостные, с одноконтурными отопительными котлами, либо комбинированные схемы (рис. 4). Однако в отдельных случаях требование по обеспечению компактности теплотехнического оборудования и минимизации используемых сборочных единиц системы предьявляется. Например, в условиях временного (сезонного) проживания в коттедже или при минимальных запросах к комфортности ГВС. В этом случае



Рис. 4



Рис. 5

двухконтурные «настенники» (рис. 5) или напольные котлы со встроенным накопительным баком более предпочтительны.

Качество используемой воды

Качество циркулирующей или проходящей через тепловой прибор воды – важнейшее условие нормальной работы теплотехнического оборудования. В отличие от воды, используемой для системы отопления, средства подготовки (обработки) воды для ГВС весьма ограничены. Сетевая вода (для коттеджей она же часто и котловая) подвергается химобработке для придания ей определенных свойств (уменьшения жесткости, связывания растворенных газов и т.д.). Такие методы воздействия на воду ГВС, используемую потребителем для хозяйственно-питьевых нужд, недопустимы. Поэтому, кроме методов различной фильтрации и установки МГД-резонаторов, трудно предложить какие-либо способы умягчения воды и улучшения ее свойств для обеспечения долговременной и надежной работы водонагревательного оборудования.

Наиболее чувствительны к качеству воды теплообменники проточных водонагревателей. Это объясняется большими значениями температуры частей, контактирующих с горячими газами или ТЭНами, и градиентов температур, способствующих росту отложений на теплообменных поверхностях. Применение для ГВС воды, взятой непосредственно из водопровода или скважины и не прошедшей должной водоподготовки, приводит к нарушению нормальной работы двухконтурного котла – вплоть до выхода из строя «малого» теплообменника.

Емкостные водонагреватели могут нагревать и сохранять большое количество горячей воды к периоду пикового водоразбора при относительно небольшой мощности нагрева, что значительно снижает скорость образования отложений на теплообменных поверхностях. Для баков косвенного нагрева наибольшая температура стенки теплообменника – это температура контура отопления (как правило, не более 80–90 °С). При этом градиент температур в теплообменнике значительно меньше, чем в случае проточных водонагревателей, а значит, меньше и скорость кристаллизации солей жесткости.

Комфорт, расход и теплотребление

Как правило, рядовому заказчику трудно разобраться в технических данных, указываемых производителями оборудования. Однако уже на этапе разработки проекта именно он определяет основные характеристики системы ГВС, задавая количество и тип потребляющих устройств. При этом старые нормативы, определяющие расход и мощность ГВС, зачастую становятся неприменимыми для правильного расчета и выбора современного теплотехнического оборудования. Нагрузка на контур ГВС неуклонно возрастает из-за повышения требований к комфорту и распространения СПА, ванн-джакузи, бассейнов и других современных сантехнических устройств и сооружений.

Традиционно расчетная величина тепловой нагрузки на ГВС для жилых и общественных зданий, а также для бытового потребления на предприятиях (душевые, столовые и др.) определяется расчетом по СНиП 2.04.01-85* «Внутренний водопровод и канализация зданий». Прежде всего, доку-

МАСТЕР-КЛАСС

мент устанавливает расчетный суточный расход тепла на горячее водоснабжение.

В приложениях к СНиП 2.04.01-85* приведены также расчетные секундные расходы воды санитарными приборами, исходя из которых, можно рассчитать пиковое потребление горячей воды (q_0):

♦ для умывальников и раковин со смесителем этот расход равен 0,09 л/с, что при среднем времени использования прибора 5 мин составляет 27 л (средний часовой расход – 40 л/ч);

♦ для мойки со смесителем – 0,2 л/с (средний часовой расход – 280 л/ч). В СНиП такое значение указывается для предприятий общественного питания, но, по мнению автора, именно оно соответствует комфортному водопользованию в современном коттедже;

♦ для ванны с функцией гидромассажа со смесителем условным диаметром 20 мм – 0,3 л/с (средний часовой расход – 460 л/ч);

♦ для душевой кабины с глубоким душевым поддоном и смесителем – 0,09 л/с (средний часовой расход – 80 л/ч);

♦ для гигиенического душа (биде) со смесителем и аэратором – 0,05 л/с (средний часовой расход – 54 л/ч).

Для жилых и общественных зданий и сооружений при отсутствии сведений о расходах воды и характеристиках санитарно-технических приборов допускается принимать $q_0 = 0,2$ л/с.

В зависимости от вероятности одновременного потребления горячей воды водоразборными санитарно-техническими приборами в пределах одного здания P и количества санитарно-технических приборов N , определяется значение коэффициента $_$, выбираемого по Приложению 4 СНиП 2.04.01-85*.

Максимальный секундный (л/с) расход воды различными приборами, обслуживающими разных водопотребителей, следует определять по формуле:

$$q_0 = \frac{\sum_1^l N_i P_i q_{0i}}{\sum_1^l N_i P_i}$$

где q_{0i} – расход воды каждым санитарно-техническим прибором, л/с; P – вероятность действия санитарно-технических приборов, определенная для каждой группы потребителей согласно СНиП 2.04.01-85*; N – количество приборов.

Для коттеджа с одним умывальником, мойкой со смесителем, ванной со смесителем условным диаметром 20 мм и гигиеническим душем (биде) со смесителем и аэратором расчет по этой формуле дает значение приведенного расхода $q_0 = 0,187$ л/с. Это соответствует расходу 112,2 л за 10 мин (средняя продолжительность водоразбора). Согласно СНиП 2.04.01-85*, температура горячей воды в местах водоразбора должна быть не ниже 60 °С, если система централизованного ГВС присоединена к открытой системе теплоснабжения, и не ниже 50 °С, если к закрытой.

Дополнительно температура нагрева воды ограничивается с одной стороны значением, при котором исключено ошпаривание пользователя (60 °С), а с другой (нижнее значение) – уровнем комфортности ГВС и располагаемой тепловой мощностью водонагревательного оборудования.



Производительность системы ГВС определяется в расчете на фиксированную разность температуры на входе и выходе водонагревателя Δt .

Наиболее часто в технической документации на водонагревательное оборудование указывается его производительность при $\Delta t = 30$ °С (согласно EN 625).

Приняв, что средняя температура холодной воды составляет 10 °С, температура выходящей воды при этом оказывается ниже значения, обеспечивающее комфортное пользование точками водоразбора со смесителями (60 °С). Поэтому при расчете и подборе оборудования для ГВС коттеджа рекомендуется повысить значение Δt до 50 °С.

Определить средний удельный расход тепла на один отбор горячей воды можно по формуле:

$$q_m = m t c \Delta t, \text{ кВт}\cdot\text{ч},$$

где m – объемный расход воды, л/ч; t – время работы, ч; c – удельная теплоемкость, кВт·ч/(л·°С); Δt – разница температуры, °С.

При перерасчете паспортного ($\Delta t = 30$ °С) значения производительности водонагревательного оборудования по ГВС следует использовать коэффициент 0,6.

В данном случае наиболее часто применяемые двухконтурные котлы мощностью 24 и 30 кВт смогут обеспечить производительность по ГВС не более 0,125 и 0,167 л/с соответственно. Эти значения являются для проточных водонагревателей предельными как в режиме длительного, так и пикового водоразбора.

Емкостные и комбинированные схемы позволяют повысить производительность системы по ГВС в два и более раз в режиме пикового водоразбора (производительность за 10 мин), в зависимости от объема бака-накопителя, при той же тепловой мощности. Независимо от установленной мощности котла в распоряжение пользователя без задержки по времени поступает весь запас горячей воды. После расхода части накопленной горячей воды бак-водонагреватель может поставлять дополнительно только то количество горячей воды, которое соответствует мощности встроенного в него теплообменника.

МАСТЕР-КЛАСС

Таблица 1. Потребление тепла на нагрев воды для сантехнических устройств, согласно действующим европейским нормативам

Санитарно-техническое устройство	Расход при водоразборе на одно использование*, л	Теплопотребление на один водоразбор, Вт•ч
Ванна размером 1600 × 700 мм	140	5820
Ванна размером 1700 × 750 мм	160	6510
Ванна размером 1800 × 750 мм	200	8720
Малогабаритная или сидячая ванна	120	4890
Душевая кабина со смесителем и экономичным душем	40**	1630
Душевая кабина со смесителем и стандартным душем	90	3660
Душевая кабина со смесителем и душем «люкс»	180	7320
Умывальник	17	700
Биде	20	810
Умывальник малый	9	350
Кухонная мойка	30	1160

*Для ванн указан разовый полезный объем. **Соответствует времени использования в течение 6 мин.

Таблица 2. Расход горячей воды и тепла на ее получение в зависимости от уровня потребления

Потребитель	Потребность в горячей воде, л	Расчетная единица	Температура горячей воды на выходе, °С	Средний расход тепла, Вт•ч
Ванны:				
обычная	75	На одну ванну	60	3225
большая	100	То же	То же	4300
гидромассажная	200	То же	То же	8600
крупногабаритная	То же	То же	То же	То же
Коттедж на одну семью:				
Простого стандарта	40	На 1 чел./день	60	1720
Среднего стандарта	50	То же	То же	2150
Повышенного стандарта	60	То же	То же	2580

При непрерывной работе поступающий поток холодной воды нагревается по принципу противотока с максимальной мощностью нагрева.

Система с промежуточным теплообменником отличается от емкостного водонагревателя, в первую очередь, местом расположения теплообменника для нагрева воды. Если в емкостном водонагревателе в каждый накопительный бак встроен теплообменник, то система с промежуточным теплообменником имеет как минимум один бак с водой без встроенного теплообменника.

В отличие от емкостного водонагревателя, где встроенный теплообменник нагревает воду в резервуаре снизу вверх (под действием гравитационного напора), в системе с промежуточным теплообменником бак с водой (без змеевика) наполняется горячей водой загрузочным насосом сверху вниз. При этом образуются слои воды с разной температурой. Существует возможность использовать это для одновременного производства горячей воды с разной температурой (например, 60 °С для душа или ванны и 70 °С для кухни).

Если при водоразборе имеет место большой расход горячей воды из бака, и система управления отдает команду на включение загрузочного насоса, может возникнуть одна из двух ситуаций.

1. Когда тепловая мощность, соответствующая расходу воды, меньше максимальной передаваемой (длительной) мощности теплообменника, вода для ГВС нагревается проточным способом, проходя через теплообменник. Запас горячей воды в баке остается нетронутым.

2. Когда тепловая мощность, соответствующая водоразбору, становится выше максимальной теплопроизводительности теплообменника, расходуется также запас горячей воды из бака. После этого при продолжающемся разборе она может подаваться как угодно долго в количестве, соответствующем передаваемой (длительной) мощности теплообменника.

Суммарный расход во всех точках водоразбора можно определить, во-первых, проведя измерения с помощью расходомера (счетчика горячей воды) на потребителях (для уже существующих установок); во-вторых, воспользовавшись таблицами средних статистических значений или экспериментальными данными; в-третьих, рассчитав средний удельный расхода на один отбор.

Определив суммарный расход по горячей воде и требуемое теплопотребление, можно рассчитать необходимую емкость бака и тепловую мощность водонагревателя.

Для предварительного расчета среднего удельного расхода на один отбор можно ориентироваться и на действующие европейские нормативы (табл. 1 и 2).

Как показывают расчеты, для современного оборудованного коттеджа тепловой мощности контура ГВС двухконтурных котлов очень часто не хватает. Это приводит к необходимости устанавливать дополнительное оборудование для ГВС, в то время как емкостные и комбинированные схемы успешно справляются с задачей, обеспечивая необходимый комфорт при небольшой мощности.

A-T 47.503