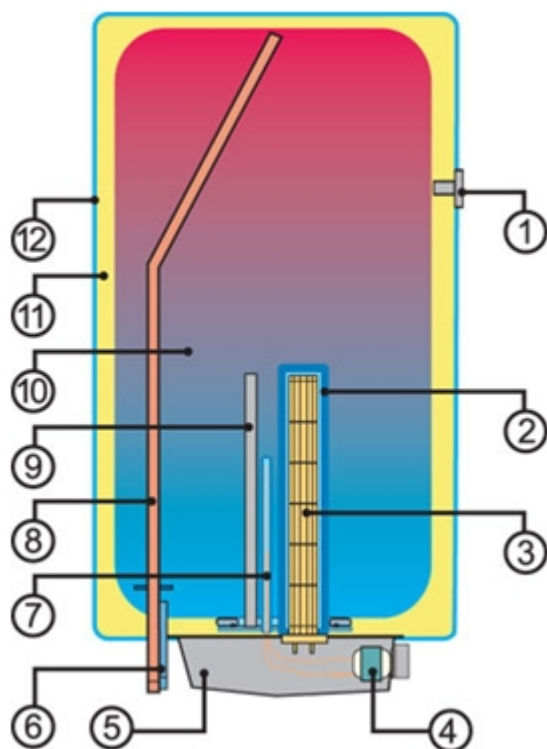


Принципиальная схема вертикального накопительного водонагревателя



1

1. Индикатор температуры
2. Резервуар электронагревательного элемента (применяется очень редко)
3. Нагревательный элемент
4. Рабочий термостат с ручкой управления. Предохранительный термостат
5. Крышка электроподсоединения
6. Трубка для подвода холодной воды
7. Сборник рабочего и предохранительного термостата
8. Трубка для отвода теплой воды
9. Магниевый анод
10. Стальной эмалированный бак
11. Полиуретановая изоляция 42 мм
12. Корпус водонагревателя.

Принцип работы следующий – бак всегда заполнен водой. Холодная вода подключается к трубке поз.6 и поступая в емкость бака, вытесняет из бака ранее нагретую воду по трубке поз.8. По движению холодной воды, зашедшей в емкость - установленный в баке отражатель поз.5 обеспечивает движение входящей жидкости в бак в нижнюю точку емкости, в зону с ТЭН. Вода, нагреваясь, меняет свою плотность, поэтому в процессе нагрева наиболее горячая вода находится в самой верхней точке емкости. Для обеспечения большей производительности именно из той точки мы и должны ее расходовать. Для расхода воды из бака, мы должны ее вытеснить холодной водой, поступающей по трубке поз.6. Именно такой конструкцией обусловлена невозможность получения горячей воды из водонагревателя в случае, если нет напора холодной воды на входе в бак. Именно поэтому нельзя устанавливать вертикальные водонагреватели в горизонтальном положении, т.к. это приведет к снижению до 50% производительности! Универсальные баки будут проигрывать горизонтальным по производительности из-за неэффективного размещения ТЭН, относительно нижней точки водонагревателя (там будет оставаться холодная вода, снижающая полезный объем бака). Универсальный бак отличается от вертикального только конструкцией верхней трубки, по которой горячая вода уходит из бака, а вот размещение ТЭН в условиях горизонтального монтажа будет не очень удачным. У водонагревателей, специально предназначенных для горизонтального монтажа, ТЭН размещен в более низкой точке, тем самым обеспечивается более полное использование объема водонагревателя, и происходит более равномерный прогрев. У баков горизонтального монтажа выводы могут быть как снизу, так и с боку. Именно конструкцией данного узла обуславливается вот такой режим - после опустошения объема бака на 50-70% (если конструкция идеальна, то 90%) струя на выходе из бака станет прохладной. Это особенно заметно при приеме душа: неженки начинают второпях крутить краны

на смесителе, прикрывая вентиль холодной или увеличивая расход горячей воды. Остывать сходящая струя начинает потому, что вода из водопровода неизбежно смешивается в баке с уже подогретой и охлаждает ее. Внутри емкости также размещены – **нагревательный элемент ТЭН** (или аналогичный), который и нагревает воду, термостат – устройство с рукояткой для установки пользователем желаемой температуры нагрева и обеспечивающий включение ТЭН при более низкой температуре воды и отключение ТЭН при достижении заданной пользователем температуры.

Помимо указанных внутренних элементов есть еще наружный корпус, который в угоду дизайну может принимать любую форму, оттенок, может быть изготовлен из любого жесткого или мягкого материала. Стоит также отметить, что элемент, на котором размещен ТЭН, защитная трубка, термостат, магниевый анод называется фланцем водонагревателя (стальной элемент, как правило, круглая пластина с диаметром не менее 10 см. с прокладкой, крепится несколькими болтами к емкости). Существует и другая разновидность – муфта водонагревателя (большой болт с наружной резьбой). Использование муфтового крепления сулит большие неприятности для пользователя – со временем резьба на муфте корродирует, и замена ТЭН не представляется возможным. Использование фланца в конструкции водонагревателя позволяет избежать большей части проблем с коррозией, а также позволяет производить чистку внутренней емкости водонагревателя. Часть производителей в угоду защиты от образования накипи «прячет» нагревательный элемент в специальный кожух, который не допускает непосредственного контакта нагревательного элемента и воды. С инженерной точки зрения никаких преимуществ данная схема не дает. Накипь будет образовываться на поверхности данного кожуха.

Защитная трубка (название условно, может быть погружной трубкой, трубкой температурного датчика) – трубка герметично запаянная со стороны емкости, но открытая со стороны фланца, предназначенная для размещения температурного датчика (подключается к термостату), определяющего реальную температуру воды внутри водонагревателя.

Термостат – устройство позволяющее поддерживать установленную пользователем температуру воды в водонагревателе путем включения или отключения нагревательных (одного или нескольких, всех или частично или по определенному алгоритму) элементов. Конструкцией и моделью термостата также определяется максимально возможная температура нагрева воды в емкости. У дешевых моделей максимальная температура достигает 60-65 град.С. В случае профессионального подхода к конструкции – до 85 град.С. Лирическое отступление – ограничение температуры подчас вызвано не только экономией производителя, а и его заботой о безопасности пользователей. По нормам максимально допустимая температура ГВС в системе не должна превышать 60 град.С ! **Поэтому в случае применения моделей с температурой нагрева выше 60 град.С следует устанавливать после водонагревателя специальный термостатичный смеситель.** Более подробно об этом элементе будем беседовать в разделе посвященным производительности и монтажу. Термостаты можно подразделить на механические и электронные. Внутри бака также есть небольшая полая запаянная со стороны емкости трубка, размещенная в зоне нагревательного элемента. Эта трубка предназначена для размещения в ней температурного датчика, дающего термостату понять температуру воды внутри водонагревателя. Механический термостат использует принцип температурного изменения веществом своего объема (есть модели, использующие в качестве рабочего вещества жидкость либо газ). Обычно механический термостат представляет из себя конструкцию с рукояткой для установки температуры нагрева (при повороте в ту или иную сторону данной рукоятки мы просто изменяем зазор внутри прибора между контактами), выносного датчика температуры (небольшая колбочка, которая опускается в герметичную трубку внутрь бака) соединенного с основным блоком капиллярной трубкой. При нагреве воды до указанной пользователем температуры, вещество в выносном датчике увеличивает свой объем и тем самым начинает оказывать давление на контакты внутри термостата (отключает нагревательные элементы). При охлаждении воды, ниже указанной пользователем температуры, рабочее вещество термостата уменьшает свой объем и контакты замыкаются, включая нагревательные элементы. Электронные термостаты помимо большей точности позволяют получить дополнительные предпочтения – начиная от возможности плавного регулирования потребляемой мощности, заканчивая различными таймерами нагрева и прочими комфортными устройствами.

Теплоизоляция – несмотря на кажущуюся простоту, именно от ее качества, толщины, зависит расход электроэнергии на поддержание заданной температуры воды в баке при отсутствии водоразбора. Для качественных изделий затраты электроэнергии на поддержание температуры в баке составляют 0,2-1,5 кВт в сутки, для простых и дешевых моделей – 3 и более кВт в сутки. У

дешевых моделей толщина слоя теплоизоляции составляет 1,5-3 см. У моделей hi класса – до 5-8 см. Важную роль также играет материал, из которого выполнена теплоизоляция. Наиболее распространен пенополиуретан. Изредка и из большой экономии используют поролон, пенопласт, мин.вату. В последнее время появились более современные материалы, которые начинают применяться в моделях hi класса.

Очень серьезно влияют на показатели водонагревателя (габариты, цену, варианты исполнения) **материалы и покрытия внутренней емкости водонагревателя**. Существуют три основных материала, применяемых в настоящее время для изготовления внутренних емкостей – пластик (применяется в безнапорных водонагревателях), нержавейка (универсальный материал, но очень технологически сложен и дорог), медь, стальная емкость. Как наверно Вы понимаете, в баке находится вода, и просто стальная емкость будет разъедена коррозией очень быстро. Поэтому производители для стальных емкостей используют специальные покрытия – есть варианты специального пластика (пока не нашел распространения), но есть и наиболее распространенный вариант – стеклокерамическое покрытие (так называемое эмалевое покрытие). Это покрытие наносится в жидком виде на внутреннюю поверхность емкости, затем спекается в специальной печи, и мы получаем практически стеклянное покрытие. Даже столь изощренное эмалевое покрытие не безупречно. Любой материал как известно имеет микропоры, поэтому в баках со стеклоэмалевым покрытием применяются специальные магниевые защитные аноды. Многие производители добавляют в состав стеклоэмали специальные добавки, и рекламируют их. Например у Аристон – магниевая эмаль (с практической точки зрения в состав эмали добавлена строго определенная концентрация магния). Вы спросите почему магния? – ответ мы с Вами найдем чуть позже. Что касается нержавейки, материал подвержен образованию микротрещин в процессе изгиба, сварки. Поэтому не следует считать, что бак будет служить вечно. Помимо чисто технологических проблем существует и другие – при работе в воде с повышенным содержанием железа, нержавейка начинает давать течи и корродирует очень быстро. Срок службы может составить в этом случае менее 2 лет. Это не будет считаться гарантийным случаем. **Почему накопительные водонагреватели выпускаются в форме цилиндра (круглые)?** Ответ на данный вопрос кроется в конструкторских расчетах. Вспомните воздушный шарик. Мы его покупаем в абсолютно сдутом виде, он может быть прямоугольным, круглым, любым. Как только мы его начинаем надувать, шарик стремится к форме сферы, или цилиндра (если такова конструктивно задуманная форма). Это обуславливается свойством веществ – в среде с давлением выше атмосферного, давление вещества одинаково в любой его точке. Давление на стенки сосуда в этом случае, направлено под прямым углом к стенкам сосуда в каждой точке соприкосновения. Даже если мы возьмем строго прямоугольную форму емкости и начнем увеличивать давление внутри нее, то из-за внутреннего давления, ее форма будет стремиться к шарообразной (цилиндрическая форма используется как компромисс между габаритами и конструкцией)! Именно такая форма позволяет уменьшить толщину стенок бака, при этом сохранив его в целостности и сохранности после заполнения водой под давлением. Как правило даже прямоугольные модели имеют встроенный цилиндрическую емкость, а модели «плоские» в большинстве своем содержат внутри две или три цилиндрические емкости (это делается в угоду дизайну, снижению габаритов), в противном случае серьезно удорожается стоимость, увеличивается вес модели, несколько снижаются прочностные характеристики. Что касается толщины стенок внутренней емкости (для моделей объемом до 150 литров) – данная информация доступна в каталогах производителей. У дешевых моделей со стальными эмалированными емкостями толщина стенок составляет обычно от 1,5 мм. У дорогих моделей толщина стенок стальной емкости достигает 2,5-3 мм. Как Вы понимаете, толщина стенок напрямую влияет на вес пустого водонагревателя, а также серьезно изменяет его стоимость. При использовании нержавеющей стали толщина стенок несколько иная – от 0,8 до 2 мм. По нержавеющей стали – нержавейка бывает абсолютно разной по составу и свойствам. В наиболее дешевых моделях используется менее пластичная, более тонкая «магнитная» разновидность. Производители качественных моделей используют немагнитные сорта нержавеющей стали с требуемыми показателями пластичности и прочности. В безнапорных накопительных водонагревателях, благодаря отсутствию избыточного давления внутри емкости производители могут применять абсолютно различные формы для внутренней емкости и не ставить во главу угла толщину стенок. А уж по материалам – начиная от пластика и заканчивая медью и нержавейкой (для питьевой воды).

Рассмотрим последний элемент конструкции - **магниевый защитный анод**, и его предназначение. Анод представляет собой металлический стержень, выполненный из специального состава, и не требует какого-либо электропитания. Магниевый анод служит для дополнительной защиты внутреннего бака от коррозии, а также для предотвращения образования твердой накипи в баке водонагревателя при нагреве. Без применения магниевого анода нагревательный элемент в процессе эксплуатации быстро «обрастает» накипью, что приводит к

увеличению времени нагрева воды в баке, снижению КПД и, как следствие, большему расходу электроэнергии в расчёте на нагрев одного литра воды, росту риска выхода ТЭНа из строя. Принцип действия магниевого анода. Природная, а также вода, поступающая в бак водонагревателя из водопроводной сети, содержит растворимые гидрокарбонаты кальция и магния $Mg(HCO_3)_2$ и $Ca(HCO_3)_2$. Они присутствуют в воде в растворенном состоянии в виде ионов Mg^{2+} , Ca^{2+} , HCO_3^- . Наличие в баке магниевого анода обеспечивает многократное увеличение количества катионов Mg^{2+} , которые при нагревании участвуют в следующих химических реакциях. Во-первых, магний (валентность II) – металл более активный, чем железо (валентность III), поэтому он связывает свободный кислород, который образуется в воде при нагревании, дополнительно предохраняя от коррозии внутренний бак и поверхность ТЭНа. Это так называемая протекторная защита. Во-вторых, наличие магниевого анода предотвращает образование твердой накипи на нагревательном элементе. При нагревании накипь образуется в результате превращения гидрокарбонатов $Mg(HCO_3)_2$ и $Ca(HCO_3)_2$ в нерастворимую соль $CaCO_3$ и малорастворимую соль $MgCO_3$. В результате высокой концентрации катионов Mg^{2+} в воде они связывают огромное количество анионов CO_3^{2-} , образуя молекулы соли $MgCO_3$ и резко снижая образование нерастворимой соли $CaCO_3$. Это приводит к разрыхлению накипи, которая легко отделяется от нагревательного элемента в процессе работы водонагревателя, и осажается на дно бака. В процессе работы магниевый анод растворяется в воде, поэтому следует при эксплуатации накопительного водонагревателя периодически (от 1 до 3 лет) производить замену данного элемента, с полной чисткой внутренней емкости. В последнее время все больше производителей устанавливают активные системы защиты, заменяющие разрушающийся магниевый анод. Сейчас стоимость подобных элементов еще высока и, говорить, о массовом применении во всех моделях подобных устройств рано. Активные системы (аноды) состоят из блока питания, блока индикации (светодиод индицирующий наличие питания) и электрода, погруженного в воду, и требуют постоянного электропитания.

Производительность накопительных водонагревателей

Укажем для начала рассмотрения темы наиболее характерные показатели расхода воды:

- Расход воды в кухонной мойке – 4-6 литр/мин.
- Объем воды потраченной на мытье посуды – 20-30 литров.
- Расход воды в умывальнике – 6 литр/мин.
- Объем воды потраченной при умывании – 6-20 литров.
- Расход воды в душе – 8 литр/мин. (до 16 литр/мин).
- Объем воды потраченный на принятие душа – 50-120 литров.
- Объем воды потраченной для принятия ванны – 200-400 литров.
- Среднесуточный расход горячей воды на человека –
- Среднесуточный расход холодной воды на человека –

Время (час), необходимое для нагрева воды в баке от температуры t_1 до температуры t_2 в баке накопительного водонагревателя определяется по формуле:

$$T(\text{час}) = 0,00117 \times V(\text{литр}) \times (t_2(^{\circ}\text{C}) - t_1(^{\circ}\text{C})) / W(\text{кВт})$$

Где,

T – время нагрева, час

V – объем бака, литр

t_2 – температура на выходе водонагревателя

t_1 – температура на входе в водонагреватель

W – мощность, кВт

Если хотим получить значение в минутах, умножаем $T_{(час)}$ на 60, если в секундах на 3600.

1 кВт нагревает 1л. воды на 1 град. С за 4,2 сек.

ВНИМАНИЕ - Эта формула применима ко всем накопительным водонагревателям вне зависимости от конструкции, вида топлива, типов применяемых нагревательных элементов.

Зная подобный коэффициент, мы теперь можем вычислить с достаточной точностью время нагрева, например 1000 литров от 10 град. до 80 град., ТЭН мощностью 10 кВт – $T_{(час)} = (0,00117 \times 1000л. \times 70)/10 = 8,19$ час.

А теперь давайте рассуждать на тему требуемой емкости накопительного водонагревателя для решения тех или иных целей. Первое, что следует сразу рассмотреть, каким образом температура воды в водонагревателе влияет на производительность. Как уже рассматривали ранее, существуют модели с возможностью нагрева до 60 град, и до 85 град.С. Помимо чисто конструктивных особенностей, пользователь может также вручную выставить желаемую температуру, до которой следует нагреть воду в емкости. Водонагреватель имеет строго определенную емкость (объем). Также из исходных данных мы знаем, что нам для нормального душа или мытья посуды или в иных целях требуется, как правило, вода с температурой около 38 град.С. Если мы нагреваем бак до 60 град., то нам необходимо воду с температурой 60 град. разбавить холодной водой. Этим занимается обычный смеситель. Попробуем определить коэффициент смешивания, для определения расхода воды с температурой в 60 град., при том, что из крана идет вода с температурой в 38 град. Возьмем стандартный кран с протоком в 6 литр/минуту. В среднем для данной ситуации мы получим расход воды с температурой 60 град. на уровне 3 литров/мин и расход холодной воды на уровне 3 литров/мин.

Для крана с расходом в 6 литр/минуту получаем: Расход воды 60 град – 3 литр/мин

Расход воды 15 град – 3 литр/мин

Допустим, емкость водонагревателя составляет 100 литров. Мы нагрели ее до 60 град. Это означает что для нашего случая запас нагретой воды в этой емкости будет опустошен за $100/3 = 33$ минуты !!!! Если бы мы нагрели ее всего до 38 град., тогда нам ее хватило бы на $100/6$ (мы не подмешиваем холодную) = 16 минут. Стоит отметить далее, что время нагрева этой емкости при условии, что мощность ТЭН составляет 1,6 кВт (для дешевых моделей), от 15 градусной воды на входе до 60 град. составит = $0,00117 \times 100 \times (60-15) / 1,5 = 3,51$ часа!!! Т.е. пользователь после 30 мин пользования горячей водой, намылив голову, может спокойно выпить чашечку кофе, поспать (это с намыленной то головой)... Конечно расчет сугубо индивидуальный, но мы можем привести и показатели для грубого расчета. Стоит обязательно отметить, что во время водоразбора водонагреватель определяет снижение температуры воды в емкости и включается. Если мощность водонагревателя составляет менее 2 кВт, не стоит надеяться, что из-за этого производительность будет значительно выше. Но ведь с другой стороны мы не рассматриваем и потери – при расходе порядка 70-80% нагретой воды мы получаем серьезное падение ее температуры, т.к. холодная вода, поступившая в бак несмотря на все конструкторские хитрости смешивается с остатками нагретой, тем самым остужая ее... Поэтому будем считать очень грубо, не пытаясь до миллилитра вычислить объем вытекшей ранее нагретой воды. Интересное замечание - если емкость водонагревателя составляет порядка 10-30 л., а допустим, мощность порядка 4-6 кВт (или допустим 100 литров при мощности в 25 кВт и более), тогда мы получаем накопительный водонагреватель, работающий практически в режиме полу-проточного или проточного нагрева. Для работы накопительного водонагревателя в проточном режиме (теоретически это возможно) следует подбирать его мощность по методике, указанной в главе, посвященной проточным водонагревателям. В этой ситуации, правда, работа такого водонагревателя будет чуть менее эффективной по сравнению с традиционными проточными моделями, из-за не всегда

оптимального размещения ТЭН относительно протока и его конструкции. Проточный режим будет работать только после первичного нагрева воды в емкости.

Для очень грубого определения времени расходования воды из накопительного водонагревателя:

$$V_{\text{полезн.}}(\text{л}) = V_{\text{водон.}}(\text{л}) \times t_2(^{\circ}) / 38^{\circ}$$

$V_{\text{полезн.}}(\text{л})$ – полученный объем ГВС для расхода после полного нагрева водонагревателя;

$V_{\text{водон.}}(\text{л})$ – объем водонагревателя;

$t_2(^{\circ})$ – температура нагрева воды в водонагревателе;

Для определения времени расхода делим полученное значение объема горячей воды на минутный расход. Получаем время расходования нагретой водонагревателем воды.

Для нашего случая (водонагреватель 100 литров), мы получаем 157 литров воды с температурой 38 градусов.

Если у заказчика есть два крана (душ – 12 литров/минуту и кухонная мойка – 6 литров в минуту), то суммарный расход воды в минуту составит 18 литров. Теперь произведя математическое деление **157 литров** нагретой воды на минутный расход **18 литров**, получим время максимального расхода ГВС (с учетом что оба крана постоянно открыты, что маловероятно но случается в самый неподходящий момент – $157 / 18 =$ **всего 8,7 минуты !**

ВАЖНО – при подборе водонагревателя заказчик должен сам принять осознанное решение по ограничению пользования горячей водой. Вы должны понимать сколько точек водоразбора у пользователя могут быть открыты одновременно, и объяснить заказчику, на какое время хватит ему нагретой воды, после чего водонагреватель будет заполнен холодной водой, и клиенту придется ожидать длительное время полного нагрева воды в бойлере. ИТАК – исходные данные, которые Вы должны получить от пользователя – количество точек водоразбора (по всей системе) ГВС и их расходы. Далее спросить у пользователя сколько точек водоразбора ему необходимо одновременно обеспечить горячей водой и на какое время. Спросить у пользователя какая максимально допустимая электрическая мощность для подключения водонагревателя и каков тип подключения возможен – однофазное или трехфазное. Произвести расчеты, предупредить покупателя по результатам расчета об ограничениях в использовании воды. Попросить покупателя подписать расчетный лист с указанными ограничениями. Ни в коем случае не гарантировать исполнения всех потребностей клиента, если нет четких исходных данных и не проведен соответствующий расчет.

• Наличие или отсутствие встроенного змеевика (параметр говорит о том, есть ли возможность подключить этот электрический водонагреватель к отопительному котлу)