

ГАЗОВЫЕ КОТЛЫ

Котел – это устройство, предназначенное для сжигания топлива с получением теплоты и использованием ее вне самого устройства. Для создания комфортных параметров микроклимата в помещении необходимо качественно выполнить систему отопления, центральным элементом которой является котел.

Самым распространённым вариантом котлов для систем отопления является газовый котел, т.к. обладает многими преимуществами по сравнению с другими видами теплогенераторов.

Преимущества газовых котлов:

- Высокий коэффициент полезного действия (КПД), что определяет эффективность использования топлива. КПД представляет собой количество теплоты, которое полезно используется в котле, т.е. именно на нагрев воды, без величины потерь теплоты. Это можно записать в виде простой формулы:

$$\text{КПД} = 100\% - \sum q, \%$$

где 100% - количество теплоты, выделившееся при сжигании топлива,

$\sum q$ – тепловые потери, %.

Потери теплоты газового котла минимальны и состоят из:

$$\sum q = q_2 + q_3 + q_5,$$

где

q_2 – теплота, уходящая с дымовыми газами;

q_3 – теплота, которая теряется при неполном сгорании горючих элементов газа.

Чем лучше смешано топливо с воздухом, тем меньше величина потерь с химическим недожогом. Из всех видов топлива газ наиболее эффективно смешивается с воздухом, поэтому данная потеря теплоты минимальна именно для газовых котлов.

КПД газовых котлов составляет 90÷92 %, в то время как твердотопливных - 75 ÷80%, а жидкотопливных - 89÷90%. Чем выше КПД котла, тем меньше топлива требуется для подогрева воды. КПД твердотопливных котлов меньше потому, что помимо перечисленных выше, имеются потери теплоты с золой и шлаком (спеченным углем).

- Другим преимуществом газовых котлов является минимальное количество вредных газов, которые выходят в атмосферу. Отсутствуют вредные оксиды серы SO_x , которые имеют место при сжигании углей и жидких топлив. Данные оксиды являются причиной так называемых «кислотных дождей» и очень опасны для здоровья людей, особенно при длительном воздействии.
- Преимуществом газовых котлов является также возможность полной автоматизации и безопасность работы. Газовый котел работает в автоматическом режиме, не нужно самостоятельно подавать топливо в топку, как, например, в твердотопливных котлах. Автоматика полностью контролирует процесс горения, тягу, температуру воды, поступающую в систему отопления, что делает использование газового котла удобным в использовании и безопасным в жилом доме. Для экономии газа и создания комфортных условий в помещении рекомендуется установка автоматического регулятора. Он представляет собой термостат, который управляет работой котла в зависимости от внутренней температуры в помещении.
- Простота эксплуатации и минимальное количество оборудования. При использовании газового котла отсутствуют бункеры для подачи топлива, приспособления для

удаления золы. Также нет необходимости в помещении для хранения топлива, что экономит площадь жилого дома. Отсутствует необходимость контролировать процесс хранения топлива и выполнять подготовку его к сжиганию.

Газовым котлам, несмотря на бесспорные преимущества, присущи некоторые недостатки.

Недостатки газовых котлов:

- Главным недостатком использования газовых котлов является внешний фактор – систематическое повышение цены на газ. Газ значительно дороже твердых топлив, хотя по сравнению с жидким – цена газа ниже.
- Недостатком использования газового котла также является невозможность иметь запас топлива.

ВИДЫ ГАЗОВЫХ КОТЛОВ И ОСНОВЫ ВЫБОРА МОДЕЛИ

Газовые котлы различают:

- по назначению;
- по способу монтажа;
- по виду используемого топлива;
- по виду используемой теплоты сгорания топлива;
- по способу циркуляции теплоносителя;
- по способу удаления дымовых газов;
- в зависимости от внешнего источника электроэнергии;
- по типу камеры сгорания.

По назначению газовые котлы делятся на:

- котлы, предназначенные только для отопления (одноконтурные);
- котлы, обеспечивающие, помимо отопления, горячее водоснабжение (двухконтурные).

Возможность использования газового котла согласно назначению определяет наличие в нем контуров (теплообменников с выводением труб различного назначения). В одноконтурном газовом котле имеется только один теплообменник – теплообменник контура отопления, предназначенный для нагрева воды до 95 °С. Температура воды регулируется количеством сжигаемого топлива, в зависимости от необходимой температуры в системе отопления. В двухконтурном газовом котле имеются два теплообменника: контур отопления и контур горячего водоснабжения (ГВС) (подогрев до 65 °С). Соответственно, к одноконтурному котлу подключаются две трубы с теплоносителем: подающая и обратная на систему отопления, а к двухконтурному – четыре трубы: подающая и обратная на систему отопления, подающая в систему горячего водоснабжения и циркуляционная труба ГВС.

При использовании одноконтурного котла для подогрева воды на горячее водоснабжение используется бойлер косвенного нагрева. В этом случае нагрев воды на нужды ГВС в бойлере будет осуществляться за счет воды системы отопления.

В период нагрева воды в бойлере система отопления отключается. Это не представляет особой проблемы в случае правильного подбора объема бойлера и ввиду большой инерционности системы отопления (кратковременное отключение отопительных приборов не приводит к мгновенному снижению температуры в отапливаемом помещении). Подача горячей воды в систему ГВС от двухконтурного котла осуществляется через дополнительный (второй) контур. При этом система отопления работает независимо от потребления горячей воды.

По способу монтажа газовые котлы бывают настенными и напольными.

Настенные котлы монтируются на стену и имеют компактные размеры, поэтому подходят для установки в помещениях небольшой площади, например, на кухне. В то же время, небольшие размеры накладывают свои ограничения на мощность котла, которая ограничивается 50 кВт. Настенный газовый котел – отличный выбор для теплоснабжения квартиры или небольшого загородного дома.

Напольные котлы имеют большие габариты и, соответственно, большую тепловую мощность (до 100 кВт и более) по сравнению с настенными. Теплообменники таких котлов изготавливают из стали или чугуна. Чугун имеет большую коррозионную стойкость, что положительно отражается на сроке эксплуатации котла. Однако чугунные котлы имеют больший вес и, как правило, дороже стальных. Газовые котлы с чугунным теплообменником, в виду особенностей конструкции, обладают несколько меньшим КПД.

По виду газового топлива котлы классифицируются на использующие природный и сжиженный газ.

Природный газ – топливо, являющееся полезным ископаемым, основным компонентом которого является метан (CH_4) — от 92 до 98 %. Теплота сгорания¹ природного газа высока и составляет около 33,5 МДж/м³.

Сжиженный газ — смесь сжиженных под давлением углеводородов. По химическому составу представляет собой в основном смесь пропана (C_3H_8) и бутана (C_4H_{10}). Его теплотворная способность выше теплоты сгорания природного газа – около 45,2 МДж/кг, однако, также выше и цена - в 3,7-раза².

Некоторые производители выпускают котлы предназначенные для работы, как на природном, так и на сжиженном газе (после настройки).

Природный газ имеет ряд преимуществ по сравнению со сжиженным: низкая цена, удобство эксплуатации. Но этот вид топлива применим лишь при наличии доступа к газовым магистралям. Кроме того, при существенном снижении давления в сети газоснабжения или при отключении газа, котлы не могут обеспечить работу системы теплоснабжения.

Сжиженный газ в баллонах емкостью до 50 л рабочим давлением 1,6 МПа также может применяться для обеспечения автономного теплоснабжения при отсутствии централизованного газоснабжения. Недостатком является высокая цена, необходимость обеспечивать доставку баллонов с газом, дополнительное место для установки баллонов, соблюдение правил хранения газа.

По виду используемой теплоты сгорания топлива различают газовые котлы:

- использующие низшую теплоту сгорания газа;
- использующие высшую теплоту сгорания газа.

При сжигании природного или сжиженного газа в продуктах сгорания образуется большое количество водяных паров. Если снизить температуру дымовых газов ниже точки росы, то водяной пар будет сконденсирован и станет возможным использовать дополнительную теплоту конденсации. В этом случае говорят, что используется высшая теплота сгорания топлива. На этом принципе основана работа конденсационных котлов. Эффективность работы этих котлов выше, т.к. полнее используется теплота сгорания топлива. КПД конденсационных котлов, работающих в конденсационном режиме, по

¹ Теплота сгорания – важный показатель топлива, он представляет собой количество теплоты, которое выделяется при сгорании единицы количества топлива (1 кг твердого или жидкого топлива, 1 м³ газообразного топлива). Теплоту сгорания топлива принято выражать в единицах теплоты (МДж, ккал) на единицу топлива (1 кг или 1 м³), т.е. для газообразного топлива – это МДж/м³ или ккал/м³.

² Исходя из стоимости сжиженного газа 6,1 грн/кг, природного газа 1,2 грн/м³.

данным производителей, составляет 107-109%. По определению КПД любого теплотехнического оборудования не может превышать 100%. Такие, абсурдно высокие цифры КПД объясняются тем, что в расчетах конденсационных котлов закладывалась низшая теплота сгорания, в то время как необходимо использовать высшую теплоту сгорания. Это приводит к ошибке в расчетах. Действительный КПД таких котлов находится на уровне 98%. Для обеспечения конденсационного режима необходимо снизить рабочую температуру системы отопления до 55 °С. Этот режим в полной мере может быть реализован при устройстве системы отопления на базе теплого пола. Высокая эффективность работы этих котлов приводит к снижению эксплуатационных затрат на систему теплоснабжения, т.к. повышение КПД приводит к снижению расхода топлива. Однако цена на конденсационные котлы выше, чем на газовые котлы, которые не работают в конденсационном режиме.

По способу циркуляции теплоносителя газовые котлы бывают:

- с естественной циркуляцией;
- с принудительной циркуляцией.

Естественная циркуляция теплоносителя обеспечивается разностью плотностей воды в подающем и в обратном трубопроводе системы отопления. Преимуществом является отсутствие дополнительных затрат электроэнергии на приведение в движение теплоносителя в сети отопления, простота конструкции котла с естественной циркуляцией, высокая надежность оборудования ввиду отсутствия дополнительных циркуляционных насосов. Одновременно с этим, на систему трубопроводов отопления накладываются дополнительные требования для обеспечения естественной циркуляции.

Для обеспечения принудительной циркуляции котлы оборудуются циркуляционными насосами. Благодаря этому скорость движения теплоносителя в системе отопления увеличивается, что повышает эффективность нагрева воздуха в помещении, теплоноситель эффективно проходит до самых удаленных приборов отопления, обеспечивая равномерное отопление всех комнат.

По способу удаления дымовых газов газовые котлы могут быть:

- дымоходными;
- турбированными.

В дымоходных газовых котлах удаление продуктов сгорания осуществляется через специально оборудованный вертикальный дымоход. В частных домах устройство дымохода для обеспечения работы котла не представляет особых трудностей. Дымоходами оборудована также часть многоквартирных домов. В таком случае выбирается газовый котел с подключением к дымоходу.

При отсутствии дымохода в квартире многоквартирного дома строительство дымоотводящего канала обеспечить проблематично, из-за того, что канал необходимо проводить по всей высоте здания и выводить выше крыши. Это связано с затратой денежных средств и согласованием со службами по защите атмосферного воздуха, хотя сам по себе вертикальный отвод продуктов сгорания является наиболее простым и эффективным. В этом случае возможно использование так называемых турбированных котлов или «турбокотлов». В этих котлах продукты сгорания из топki удаляются через горизонтальный коаксиальный дымоход при помощи дымососа. Коаксиальный дымоход представляет собой трубу, расположенную в трубе. Внутренняя труба имеет меньший диаметр, чем наружная, таким образом, образуется кольцевой канал между внутренней и наружной трубами. По внутренней трубе из котла отходят дымовые газы, а через кольцевой канал поступает свежий воздух, необходимый для горения топлива. Приточный воздух, благодаря конструкции коаксиального дымохода, подогревается уходящими дымовыми газами, что позволяет

дополнительно повысить КПД котла. Коаксиальный дымоход может быть оборудован в любой квартире – достаточно сделать отверстие нужного диаметра в стене. Кроме этого, в отличие от дымоходных котлов, воздух, необходимый для горения топлива, подается с улицы, что не требует обеспечения дополнительного количества свежего воздуха в помещение, где установлен котел. Однако при использовании коаксиального дымохода имеет место возможный задув продуктов сгорания через окно в помещение при перемене направления ветра, что может нести отравляющее действие. Поэтому, при установке турбированного котла дымоход лучше выводить через глухую стену без окон, или же имеющееся в стене окно не должно быть источником приточного воздуха в помещении.

В зависимости от внешнего источника электроэнергии различают газовые котлы:

- энергозависимые;
- энергонезависимые.

Существующие газовые котлы оборудуют современной автоматикой, что обеспечивает надежную и безопасную их эксплуатацию. Для обеспечения работы автоматики, системы зажигания, питания циркуляционных насосов котлы нуждаются во внешнем источнике электропитания. При условии плохого качества электропитания, что часто наблюдается в частном секторе, работа котла может быть нарушена вплоть до выхода из строя элементов автоматики. С целью обеспечения надежной работы системы электроснабжения газовых котлов рекомендуется устанавливать стабилизатор и устройство защиты от скачков напряжения. В случае частого отключения электроэнергии рекомендуется дополнительно установить источник бесперебойного питания. «Энергонезависимые» газовые котлы не требуют подключения к электрической сети и обеспечивают большую автономность системы теплоснабжения и, в отличие от «энергозависимых», оборудованы электрическими батареями. Однако, такие котлы не оборудуются сетевыми насосами, и применяются в системах отопления с естественной циркуляцией теплоносителя.

По типу камеры сгорания газовые котлы бывают с открытой или закрытой камерой сгорания. В случае открытой камеры сгорания котлы оборудуются так называемыми «атмосферными» горелками (горелка, работающая на атмосферном давлении). Однако, для предотвращения попадания продуктов сгорания в помещение, в камере сгорания поддерживается давление несколько ниже атмосферного, т.е. котлы работают под разрежением. Котлы с открытой камерой сгорания отличаются простой конструкцией, тихой и безопасной работой, невысокой стоимостью. Котлы с закрытой камерой сгорания оборудуются горелками с наддувом, т.е. работающие на давлении выше атмосферного (избыточном). Наддувные горелки обладают большим КПД, однако и стоят существенно дороже.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОЙ МОЩНОСТИ ГАЗОВОГО КОТЛА

Требуемая тепловая мощность газового котла определяется исходя из нагрузки на систему отопления и ГВС. Тепловая нагрузка на отопление зависит от отопительной площади и утепления наружных стен. Расчетную нагрузку на систему отопления помогут определить специалисты. Однако, для предварительных расчетов можно принять: на 1 м² отапливаемого помещения требуется около $q_{от} = 100$ Вт теплоты.

Например, тепловую нагрузку на помещение площадью $F=200$ м² можно рассчитать:

$$Q_{от} = F \times q_{от} = 200 \times 100 = 20000 \text{ Вт} = 20 \text{ кВт.} \quad (0.1)$$

Если котел предназначен также для нагрева горячей воды, то также необходимо определить тепловую нагрузку на систему ГВС. Она зависит от количества потребляемой воды m , л/мин, и температуры горячей воды t_r :

$$Q_{\text{ГВС}} = \frac{4,19}{60} \times m \times (t_{\text{Г}} - 5). \quad (0.2)$$

Например, при потребности $m=10$ л/мин горячей воды температурой $t_{\text{Г}} = 40$ °С, тепловая нагрузка на систему ГВС составит:

$$Q_{\text{ГВС}} = \frac{4,19}{60} \times 10 \times (40 - 5) = 24,4 \text{ кВт} \quad (0.3)$$

Таким образом, суммарная тепловая нагрузка на котел составит:

$$Q_{\text{к}} = Q_{\text{ГВС}} + Q_{\text{отоп}} = 20 + 24,4 = 44,4 \text{ кВт}. \quad (0.4)$$

При выполнении экономической оценки системы автономного теплоснабжения важно знать количество потребляемого газа котлом. Исходя из тепловой нагрузки на отопление и горячее водоснабжение, КПД котла η , доли, и теплоту сгорания топлива $Q_{\text{Н}}^{\text{р}}, \frac{\text{МДж}}{\text{м}^3}$, требуемый расход газа, в $\text{м}^3/\text{ч}$, можно определить:

$$V_{\text{Г}} = 3,6 \frac{Q_{\text{к}}}{Q_{\text{Н}}^{\text{р}} \times \eta}. \quad (0.5)$$

Например, если $\eta = 0,9$, в качестве топлива используется природный газ с $Q_{\text{Н}}^{\text{р}} = 33,5 \text{ МДж}/\text{м}^3$, максимальный расход газа составит:

$$V_{\text{Г}} = 3,6 \frac{44,4}{33,5 \times 0,9} = 5,3 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}. \quad (0.6)$$