

## КОНДЕНСАЦИОННЫЕ КОТЛЫ

Одной из наиболее перспективных и инновационных технологий в производстве тепла является конденсация водяных паров, образующихся при сгорании углеводородов. Котлы, работающие по такому принципу, называются «конденсационные котлы». С каждым годом на российском рынке отопительного оборудования конденсационные котлы занимают все более уверенные позиции. Данный вид котельного оборудования имеет множество преимуществ, характеризуется высоким коэффициентом полезного действия и низким уровнем выбросов вредных веществ.

Представительство компании «BAXI S.p.A.», как лидер рынка котельного оборудования в России, стремится внедрять энергосберегающие технологии и делает очень много для обучения специалистов работе с прогрессивной конденсационной техникой. Специально для этого в рамках представительства создан отдел «Конденсационного оборудования». Представительство компании «BAXI S.p.A.» предлагает самый широкий ассортимент настенных и напольных конденсационных котлов, а также полный перечень аксессуаров для создания каскадных котельных на их основе.

### Немного истории

Первые модели конденсационных газовых котлов появились еще в 50-х годах в Европе. Эти агрегаты были далеки от совершенства, хотя уже тогда экономили топливо. Их главным недостатком была недолговечность элементов, находящихся в контакте с агрессивным конденсатом. Сталь и чугун быстро корродировали, и котел выходил из строя. К тому же европейские страны использовали различные составы газовой смеси, которые имели разную точку росы. Модели, похожие на современные, появились уже в 70-х годах прошлого века. Их теплообменники были выполнены из нержавеющей стали и не поддавались коррозии. Уже тогда установка конденсационных котлов в Европе поддерживалась государством.

В Советском Союзе тоже были различные наработки и исследования, однако по различным причинам они так и не стали массовыми. К примеру, была практика установки эмалированных и стеклянных подогревателей, работающих в режиме конденсации. Они подогревали воздух, подаваемый в топку, тем самым очень серьезно повышали КПД агрегата. Однако эмалированные имели не слишком долгий срок службы, а стеклянные трубки очень часто бились при монтаже, поэтому эти системы далее не развивались, и программа была свернута.

### Принципы горения и конденсации

Реакция горения любого углеводородного топлива сопровождается выделением тепла. Основными конечными продуктами сгорания являются углекислый газ ( $CO_2$ ) и вода ( $H_2O$ ). Вода ( $H_2O$ ), получаемая в процессе реакции, при высоких температурах в зоне горения немедленно превращается в пар. Для испарения воды затрачивается тепло, которое отбирает часть тепла, полученного при горении. Оставшееся тепло называется низшей теплотой сгорания ( $Q_{di}$ ).

Тепло, потраченное на испарение воды, можно получить назад при обратном переходе из газообразной фазы в жидкую, то есть при конденсации. Это тепло, называемое скрытой теплотой конденсации, является постоянной известной величиной при определенных температуре и давлении. Свободная теплота, получаемая по конденсационной технологии, равна сумме низшей теплоты сгорания ( $Q_{di}$ ) и скрытой теплоты конденсации, и называется высшей теплотой сгорания ( $Q_{ds}$ ).

К примеру, значения высшей и низшей теплоты сгорания для природного газа (метана):  $Q_{ds} = 37,7 \text{ МДж/м}^3$ ;  $Q_{di} = 34 \text{ МДж/м}^3$ . Это показывает, насколько существенна разница между ( $Q_{ds}$ ) и ( $Q_{di}$ ). Максимальная теоретическая экономия энергии при использовании теплоты конденсации для природного газа составляет – 11%, для сжиженного газа (пропан-бутан) – 9%, а для дизельного топлива – 6%.

### Принцип работы и КПД выше 100%

Как мы выяснили, принцип работы конденсационного котла известен давно, но только использование в производстве коррозионно-стойких алюминиевых сплавов и нержавеющей стали сделало реальным применение данной технологии. Дело



в том, что образующийся водный конденсат благодаря кислотности и растворению в нем  $CO_2$  вызывает коррозию стали и чугуна. Именно поэтому производители котлов в прошлом исключали саму возможность конденсации водяных паров в теплообменнике и, естественно, не учитывали в своих расчетах теплоту конденсации. Наоборот всячески пытались поддерживать температуру отходящих газов не ниже  $160-140^\circ\text{C}$ , чтобы не допустить конденсацию в котле и дымоходе.

Многих специалистов, помнящих курс физики средней школы,стораживает заявление производителей конденсационных котлов о том, что КПД этих агрегатов превышает 100% и составляет, например, 109%. Другими словами устройство с таким КПД – это вечный двигатель. Оказывается, что КПД более 100% получается при сравнении конденсационных котлов с традиционными котлами. Это исключительный демонстрационный прием, который не имеет никакого смысла с точки зрения физики, как науки.

Как Вы помните, при сгорании топлива выделяется определенное количество теплоты, которую используют для нагрева воды. Примем это значение за 100%. Использование скрытой теплоты конденсации может увеличить производительность котла теоретически на 11%, а практически не более, чем на 9% без увеличения расхода топлива. В результате эффективность использования тепла в конденсационном котле составит 109%. Подобные расчеты производят именно для сравнения обычных котлов с конденсационными. В этом случае КПД котла действительно получается больше 100%. Если посчитать с учетом скрытой теплоты сгорания, то КПД стандартных котлов составляет всего 82-87%, а у конденсационных моделей этот показатель может достигать (при идеальных условиях) значения – 97-98%.

Из того же школьного курса физики мы знаем, что при охлаждении пар превращается в воду, конденсируясь на более холодной поверхности. При этом освобождается часть тепловой энергии, которую можно было бы использовать для повышения производительности котла. Так вот, когда создали теплообменник для работы в конденсационном режиме, это стало возможным. При этом расход топлива не увеличивается, а это означает существенную экономию.

Необходимо помнить одну особенность при использовании конденсационных котлов

– для конденсации водяных паров требуется охлаждение дымовых газов до точки росы.

Точкой росы при данном давлении называется температура, до которой должны охладиться дымовые газы, чтобы содержащиеся в них водяные пары достигли состояния насыщения и начали конденсироваться в росу (влагу).

Величина точки росы сильно зависит от вида топлива (газ, сжиженный газ, дизель и т.д.) и избыточного содержания воздуха (рис. 2), которое в свою очередь связано с концентрацией  $CO_2$  в дымовых газах (рис. 1) через выражение:  $RO_{2max} / RO_2$ , где  $RO_2$  – содержание трехатомных газов в продуктах сгорания.

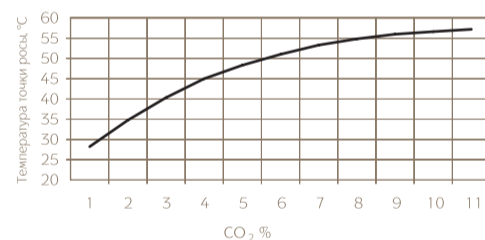


Рис. 1. Зависимость температуры точки росы от процентного содержания  $CO_2$  (для природного газа)

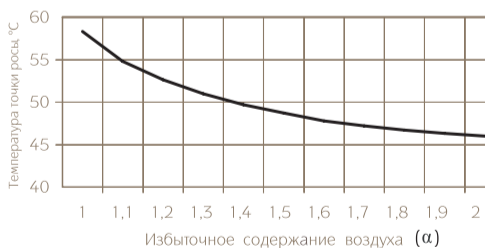


Рис. 2. Зависимость температуры точки росы от коэффициента избытка воздуха (для природного газа)

Для природного газа формула преобразуется в:  $CO_{2max} / CO_2 = 11,8 / CO_2$ , где 11,8 – максимально возможное процентное содержание углекислого газа при сгорании метана. При использовании природного газа температура точки росы начинается с  $59^\circ\text{C}$ . При достижении точки росы водяные пары в дымовых газах конденсируются в капельную влагу с выделением скрытой теплоты конденсации. При дальнейшем снижении температуры выделяется дополнительное тепло.

Точка росы – это температура, при которой парциальное давление водяного пара, содержащегося в дымовых газах, равно давлению насыщения.

Давление насыщения – давление, при котором осуществляется фазовый переход, т.е. меняется агрегатное состояние вещества.

Парциальное давление – давление, которое имел бы газ, входящий в состав газовой смеси, если бы он один занимал объем, равный объему смеси при той же температуре.

### Преимущества конденсационных котлов BAXI

Основные преимущества конденсационных котлов:

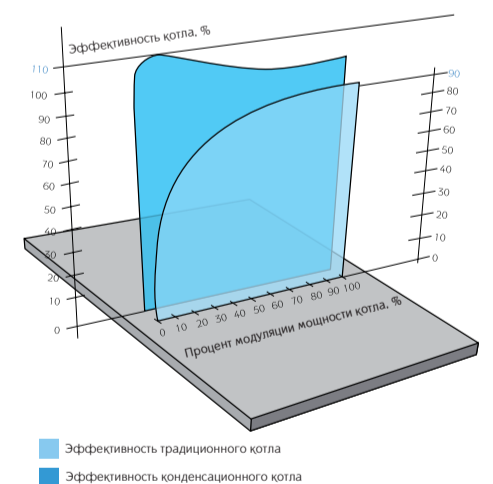
- малые габариты котлов и котельных и небольшой вес оборудования;
- экономия газа до 35% за сезон за счет высокой эффективности (до 109%);
- глубокая модуляция (значительная экономия газа на частичных нагрузках);
- возможность каскадной установки (до 12 котлов);
- низкий уровень шума и пониженная вибрация (по сравнению с дутьевыми традиционными котлами);
- экономия на дымоходе (возможность выброса дымовых газов через стену, значительно меньший диаметр);
- низкие выбросы  $NO_x$  и  $CO_2$  (в 5-7 раз ниже, чем у традиционных котлов).

Рассмотрим чуть подробнее, что дают нам перечисленные преимущества конденсационных котлов.

### Малые габариты котлов и котельных и небольшой вес оборудования.

Преимущества конденсационных котлов по данному пункту очевидны – требуется меньше места для установки котла или группы котлов, снижаются затраты на транспортировку, монтаж и строительную часть обустройства котельной. К примеру, настенный конденсационный котел LUNA HT 1.1000 с максимальной мощностью 110 кВт весит 98 кг и имеет размеры  $950 \times 600 \times 650$  мм, что в 4 раза легче, чем аналогичный напольный газовый котел с чугунным теплообменником и в 1,5-2 раза компактнее.

### Эффективность котла в зависимости от нагрузки



### Экономия газа до 35% за сезон за счет высокой эффективности и глубокой модуляции.

Эти два пункта лучше рассматривать в комплексе, так как оба очень сильно влияют на экономию газа конденсационным котлом. Существует миф, что конденсационные котлы действительно эффективны только при отоплении теплыми полами. В противном случае их эффективность не намного больше, чем у традиционного котла. К счастью это не так. У конденсационного котла в конструкции предусмотрена модуляционная горелка с полным предварительным смешением воздуха и газа. Такая горелка позволяет достигать достаточно глубокой модуляции мощности (до 17% от

номинала) не только уменьшая количество газа, но и воздуха. Причем избыток воздуха значительно ниже, чем в традиционных котлах (<1.3), что способствует конденсации. К тому же в нашем климате весьма длинные так называемые переходные периоды отопления (весна-осень), когда среднесуточные температуры на улице не ниже 0°C. Таким образом, конденсация в таком котле идет даже при работе со стандартной радиаторной системой отопления. В режиме пониженных нагрузок КПД конденсационного котла может достигать максимальных значений, в отличие от атмосферных газовых котлов, КПД которых падает в таком режиме из-за высокого избытка воздуха.

### Возможность каскадной установки.

Для удобства установки в каскаде для конденсационных котлов BAXI предлагается специальный настенный регулятор RVA47, который превращает отдельно установленные котлы в единую систему. Преимущества каскадной системы с конденсационными котлами – легкость монтажа, особенно если дополнительно заказать гидравлические и дымоходные аксессуары для каскада котлов, и очень компактные размеры котельной, осо-

котельных. Устанавливая конденсационные котлы, нет необходимости делать виброизолирующие платформы для котлов и задумываться о звукоизоляции помещений под котельной.

### Экономия на дымоходе.

Благодаря тому, что вентилятор конденсационных котлов BAXI развивает достаточно высокое давление, диаметр единого дымохода при каскадной установке в 1,5-2 раза меньше, чем при установке традиционных котлов. Учитывая, стоимость двустенных утепленных дымоходов из нержавеющей стали, экономия получается существенная. Еще большая экономия получается при выводе дымовых газов непосредственно через стену при помощи коаксиальных или раздельных труб.

### Низкие выбросы NO<sub>x</sub> и CO<sub>2</sub>.

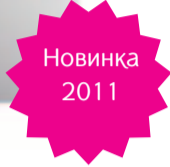
Несмотря на то, что пока в России не действуют такие же строгие нормы как в Европе, тем не менее, иногда появляется необходимость в экологичном оборудовании. Чаще всего это происходит при установке котлов в заповедных и курортных зонах. Например, низкий уровень выбросов вредных веществ стал основным фактором при выборе 8 настенных котлов LUNA HT суммарной мощностью 800 кВт для блочно-

ние инновационных разработок и простоты в использовании и обслуживании. Данная серия включает пять моделей котлов мощностью от 12 до 33 кВт. Как и большинство конденсационных котлов, котлы PRIME HT имеют КПД около 109% и обеспечивают энергосбережение до 35% по сравнению с традиционными котлами. К перечню несомненных преимуществ котлов PRIME HT также следует отнести бесшумность работы благодаря камере сгорания, выполненной из специального композитного материала. Котлы PRIME HT также оборудованы встроенной погодозависимой автоматикой и электронной системой самодиагностики, которая позволяет автоматически определять до 13 возможных сбоев в режиме работы системы отопления.

Сегодня компания BAXI предлагает большое количество моделей для коллективных систем отопления. Серия настенных котлов LUNA HT Residential начинается от мощности 45 кВт и заканчивается на мощности 110 кВт. Несомненными преимуществами настенных конденсационных котлов BAXI являются их высокая производительность, экологичность, малый вес и легкость установки. Широкий спектр совместимых аксессуаров, предлагаемых компанией BAXI, позволяют объединить в каскад до 12 котлов, организовать дополнительные смесительные контуры, управление системой нагрева ГВС, в том числе при помощи солнечных панелей, и организовать зональные системы отопления. В каждой отопительной зоне под контролем датчика комнатной температуры будет поддерживаться свой микроклимат, отличный от других зон. Котлы LUNA HT Residential начиная с мощности 85 кВт оснащены системой подачи газа прямо в вентилятор, это позволяет им обеспечивать 100% мощность при входном давлении газа 5 мбар.

Если нужна еще большая мощность, тогда лучше выбрать напольный конденсационный котел. Серия POWER HT выпускается мощностью от 45 до 320 кВт. POWER HT это высокотехнологичные напольные котлы, сочетающие в себе передовые технологии, высокую производительность и компактные размеры. До недавнего времени котлы POWER HT имели мощность до 150 кВт и были оснащены теплообменниками из нержавеющей стали. Однако совсем недавно на выставке AQUATHERM-2011 впервые были представлены котлы POWER HT 230; 280 и 320 кВт. Эти три модели являются продолжением передовой гаммы напольных конденсационных котлов. Котлы идеально подходят для теплоснабжения больших помещений от многоэтажных зданий до торговых или офисных комплексов. Высокая эффективность наряду с надежностью силуминового теплообменника позволяет обеспечить экономичную и долговечную работу котла. Все котлы серии POWER HT также оснащены системой подачи газа в вентилятор и работают без потери мощности при низких давлениях газа (до 5 мбар).

## Напольные конденсационные котлы увеличенной мощности POWER HT



Предлагаем вашему вниманию новинку – котлы POWER HT 1.230, 1.280 и 1.320 - напольные конденсационные котлы увеличенной мощности. Котлы серии POWER HT являются продолжением передовой гаммы напольных конденсационных котлов, достигая мощности 320 кВт. Котлы идеально подходят для теплоснабжения больших помещений, от многоэтажных зданий до торговых или офисных комплексов. Высокая эффективность наряду с надежностью силуминового теплообменника позволяет обеспечить экономичную и долговечную работу котла. Данные котлы являются идеальным вариантом для использования в каскаде. Электронная плата и дополнительная автоматика от компании Siemens второго поколения позволяют соединить в каскад до 16 котлов. Преимущества котлов POWER HT 230-320 кВт:

- Работа без потери мощности при входном динамическом давлении газа 5 мбар;
- Силуминовый (сплав алюминия с кремнием) теплообменник;
- Возможность подключения компьютера для диагностики и управления котла;
- Новое поколение интегрированной автоматики Siemens Albatros 2;
- Горелка полного предварительного перемешивания с низкими выбросами NO<sub>x</sub>;
- Диапазон модуляции до 1:6,5;
- Блок каскадного регулирования, позволяющий соединить до 16 котлов (поставляется отдельно). Другие особенности котлов POWER HT 230-320 кВт:
- Непрерывная электронная модуляция пламени;
- Плавное электронное зажигание;
- Возможна работа на сжиженном газе;
- Управление модуляционным насосом;
- Возможность управления насосами бойлера, котлового и отопительных контуров;
- Возможность подключения внешнего накопительного бойлера для горячей воды;
- Диапазон регулирования температуры в системе отопления 25-90 °C;
- Встроенная погодозависимая автоматика (возможность подключения датчика уличной температуры);
- Регулирование и автоматическое поддержание заданной температуры в контуре отопления;
- Независимое управление несколькими внешними контурами с помощью встроенных и внешних модулей расширения (опционально);
- Управление контуром солнечного коллектора (опционально);
- Возможность управления разнотемпературными зональными системами;
- Возможность управления насосами бойлера, котлового и отопительных контуров;
- Ионизационный контроль пламени;
- Защитный термостат от перегрева воды в первичном теплообменнике;
- Датчик тяги – термостат для безопасного удаления продуктов сгорания;
- Прессостат в системе отопления – срабатывает при недостатке давления воды;
- Котел оснащен встроенной воздушной заслонкой и шумоглушителем на входе в вентилятор;
- Система защиты от замерзания;
- Фильтр для очистки подаваемого воздуха (опционально);
- Большой ЖК-дисплей для цифрового регулирования и контроля.



бенно с настенными моделями LUNA HT. Стоит отметить модуляцию мощности такой котельной. К примеру, котельная мощностью 600 кВт может разгружаться до 30 кВт, что дает в переходный период (осенью и весной) недостижимую для традиционных котлов экономию.

### Низкий уровень шума и пониженная вибрация.

Данное преимущество очевидно при сравнении с традиционными дутьевыми котлами и особенно важно при устройстве крышных

модульной котельной, работающей в городе Улан-Удэ в экологически чистой прибайкальской зоне. Конденсационные котлы BAXI по своим характеристикам превосходят самые жесткие требования, предъявляемые сертификационными органами к отопительному оборудованию. Выбросы NO<sub>x</sub> и CO<sub>2</sub> в 5-7 раз ниже, чем у традиционных котлов.

## Конденсационные котлы от BAXI

Компания BAXI своим модельным рядом конденсационных котлов ориентируется на потребности покупателей, которые все в большей мере проявляют интерес к высокоэкономичным, комфортным и экологичным котлам.

Объединив многолетний опыт и самые современные технологии, компания BAXI разработала серию конденсационных котлов LUNA-3 Comfort HT и NUVOLA-3 Comfort HT мощностью до 33 кВт – идеальное решение для отопления и обеспечения горячей водой квартиры или частного дома. Модели LUNA-3 Comfort HT больше подходят для квартир и небольших домов, если же необходимо много горячей воды, то идеальным решением будет котел серии NUVOLA-3 Comfort HT. Благодаря встроенному 45-ти литровому бойлеру из нержавеющей стали котлы данной серии обеспечивают 500 литров горячей воды в течение первых 30 мин (при Δt=30°C).

Уже много лет спросом пользуется серия настенных конденсационных котлов PRIME HT. В этих котлах воплощен принцип передовых технологий по доступным ценам. Это сочета-

