

НАСТЕННЫЕ ГАЗОВЫЕ КОТЛЫ АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ. ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ. КЛАССИФИКАЦИЯ

Часть 1.
Конвекционные
настенные
газовые котлы

А.Л. Торопов

учебное
пособие



А.Л. Торопов

**НАСТЕННЫЕ ГАЗОВЫЕ КОТЛЫ
АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.
ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ.
ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ. КЛАССИФИКАЦИЯ**

Часть 1.

Конвекционные настенные газовые котлы

Учебное пособие

Москва
2020

УДК 697.245.3

ББК 31.384

Т61

Торопов А.Л.

Т61

Настенные газовые котлы автономных систем теплоснабжения. История создания. Основные элементы. Классификация. Часть 1. Конвекционные настенные газовые котлы: учебное пособие. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2020. – 60 с.

ISBN 978-5-91327-630-8

DOI 10.17513/np.411

В учебном пособии рассмотрены вопросы истории создания настенных газовых котлов – теплогенераторов для автономных систем отопления и горячего водоснабжения индивидуальных домохозяйств. Описаны основные составные части, узлы, детали, классификация. Рекомендовано для специалистов по специальности 05.23.03. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение

© Торопов А.Л. , 2020

ISBN 978-5-91327-630-8

© ИД «Академия Естествознания»

© АНО «Академия Естествознания»

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1. ВИДЫ ГАЗООБРАЗНОГО ТОПЛИВА	6
1.1. Газ природный, естественный и искусственный	6
1.2. Хронология развития применения газа.....	9
Глава 2. ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ПЕРВЫХ ПРОТОЧНЫХ ГАЗОВЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ ВОДЫ	12
Глава 3. КОНВЕКЦИОННЫЕ (ТРАДИЦИОННЫЕ) НАСТЕННЫЕ ГАЗОВЫЕ КОТЛЫ	19
3.1. Газовый котел – микрокотельная	19
3.2. Первый настенный газовый котел.....	21
3.3. Основные узлы настенных конвекционных котлов	26
3.4. Атмосферная газовая горелка (газогорелочное устройство)	28
3.5. Газовый клапан	31
3.6. Основной (первичный) теплообменник конвекционного котла	33
3.7. Вторичные (пластинчатые) теплообменники подготовки горячей воды	35
3.8. Система дымоудаления	36
3.9. Контроль дымоудаления при работе настенных газовых котлов.....	40
3.10. Плоский мембранный расширительный бак	43
3.11. Гидравлическая группа	45
Глава 4. КЛАССИФИКАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ НАСТЕННЫХ КОНВЕКЦИОННЫХ ГАЗОВЫХ КОТЛОВ	50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	57
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	58

ВВЕДЕНИЕ

Как ни странно, но в технической литературе нет четко сформулированного понятия – «настенный газовый котел». Вероятно, это связано с тем, что, как самостоятельный, массовый тип отопительного оборудования, настенные котлы стали применяться только последние несколько десятилетий. Мы предлагаем следующее определение.

Настенный газовый котел – автономное, компактное, размещаемое на стене устройство для получения тепловой энергии путем сжигания газообразного топлива, используемое для теплоснабжения помещений, предназначенных для одного домохозяйства.

Отсутствие глубоких научных исследований по работе котлов данного типа связано с тем, что они, до последнего времени, не производились в России, не были предметом самостоятельных разработок и имели узкие области ограниченного бытового использования. За последние годы ситуация с объемами применения настенных газовых котлов в России изменилась. С 2000 года настенные котлы стали устанавливаться при «поквартирном отоплении» многоэтажных домов и сейчас рассматриваются, как альтернатива централизованному теплоснабжению многоквартирных зданий. Котлы этого типа широко применяются для индивидуального малоэтажного и дачного строительства. Произошли изменения и в локализации производства в России. В 2014 году в городе Энгельс Саратовской области был построен завод «Бош Отопительные Системы», который производит из импортных комплектующих промышленные и бытовые газовые котлы для отопления и водоснабжения зданий и помещений. На юге России, в Адыгее (п. Энем), в городах Таганрог, Армавир, существуют заводы «Ардения», «Лемакс», «Балтгаз», которые выпускают российские настенные газовые котлы собственных разработок. Существует также несколько ОМЕ проектов российских компаний, которые

продают настенные котлы под своими брендами, но эти котлы собираются в Китайской Народной Республике.

С точки зрения изучения объемов российского рынка настенных газовых котлов, есть несколько экспертных оценок, но из публичных материалов, наибольший интерес, представляют работы Георгия Литвинчука, компании «Литвинчук маркетинг» — «Российский рынок котельного оборудования». Согласно этому ежегодному исследованию и ряду выступлений автора, объем настенных газовых котлов различных типов составляет на 2018 год 580 тысяч штук [1, 2]. При этом, если рассматривать только настенные газовые котлы, доля котлов, произведенных в России, на 2018 год составляет 12 %. Но, если, из этой доли вычесть объемы, произведенные компанией «Бош», поскольку они выполняются исключительно из импортных комплектующих, то доля настенных котлов российского производства реально составляет только около 3,5 %. Среди лидеров российского рынка, по объемам продажи настенных котлов выделяются компании:

- южнокорейская — «Навьен» (19 %);
- итальянская Бакси (17 %);
- немецкая «Бош — Будерус» (14,5 %);
- итальянская, Аристон групп (8,5 %).

Глава 1. ВИДЫ ГАЗООБРАЗНОГО ТОПЛИВА

1.1. Газ природный, естественный и искусственный

История возникновения настенных газовых котлов темнейшим образом связана с историей развития применения газа, как вида топлива. Не только природного газа, как ископаемого топлива, но и искусственного городского «светильного газа».

И природный газ и «светильный газ» являются невозобновляемыми источниками энергии.

К основным невозобновляемым (ископаемым, традиционным) источникам энергии относятся: уголь, нефть, природный газ, торф, горючий сланец, ядерное топливо. Это те источники энергии, которые образуются или восстанавливаются медленнее, чем расходуются. При сжигании ископаемого топлива в атмосферу выбрасывается множество вредных веществ, отрицательно влияющих на здоровье человека и других организмов. Вещества, находящиеся в дымовых газах, усиливают парниковый эффект и влияют на климат на Земле.

Именно газ, как вид топлива, используется в настенных газовых котлах.

Природный газ – наиболее эффективный и самый чистый вид традиционного топлива. Его отличают полнота сгорания, без дыма, копоти, отсутствие золы, легкость розжига и регулирования процесса горения, экономичность и простота транспортировки к потребителю, возможность хранения в сжатом и сжиженном состоянии. При правильной настройке процессов горения природного газа в эффективных теплогенераторах образуется минимальное количество вредных выбросов, в том числе, парниковых газов.

Важным показателем применения природного газа для теплоэнергетических установок является его низкая стоимость добычи по сравнению с другими традиционными видами топлива. К примеру, если принять стоимость угля (в пересчете на 1 т условного топлива) за 100 %, то стоимость добычи природного газа составляет 10 % [3].

Практическое использование горючих газов началось в середине 19 века для освещения улиц в крупных городах. Однако, для уличных фонарей использовался не природный газ, а искусственный «светильный газ», полученный в процессе переработки каменного угля, горючих сланцев, дров, нефти. В Российской Империи газовые фонари, а, соответственно, и заводы по производству «светильного газа», появились практически одновременно в Петербурге, Москве, Киеве, Одессе и других крупных городах. Городской горючий газ вырабатывался на небольших заводах из природного ископаемого топлива различными способами и транспортировался по чугунным трубам диаметром до 30 сантиметров. К примеру, в Москве, для освещения Большого и Малого театров, небольшой завод по производству «светильного газа» из каменного угля располагался в северной части Малого театра.

Этот горючий искусственный газ состоял из смеси газов и менялся в зависимости от качества и вида сырья. В среднем, городской газ (каменноугольный, водяной, генераторный, синтез – газ, «светильный») состоял из водорода – 46 %, метана – 33 %, тяжелых углеводородов – 5 %, окиси углерода – 10 %, углекислого газа – 3 %, азота – 3 % [4].

Наибольшего размаха получение искусственного горючего газа достигло в Северной Америке. В 1868 г. в США насчитывалось 971 газовое общество, в Канаде 47. Из этих обществ 616 эксплуатировали каменноугольный газ; 312 употребляли другие способы добывания газа, преимущественно добывали водяной газ.

В Англии в 1890–91 году насчитывалось 594 газовых завода. Количество проданного газа 2915 млн м³; число потребителей 2,3 млн; число уличных фонарей 460 тыс. штук; длина газонесной сети 35150 км. В Берлине потребление газа в 1890–91 г. достигло 94 млн м³. В Париже ежегодное потребление газа дошло до 308 млн м³ [5].

На рис. 1, 2 представлены несколько гравюр и рисунков завода по производству «светильного газа», уличных фонарей и конструкций газовых ламп, предназначенных внутри помещений.

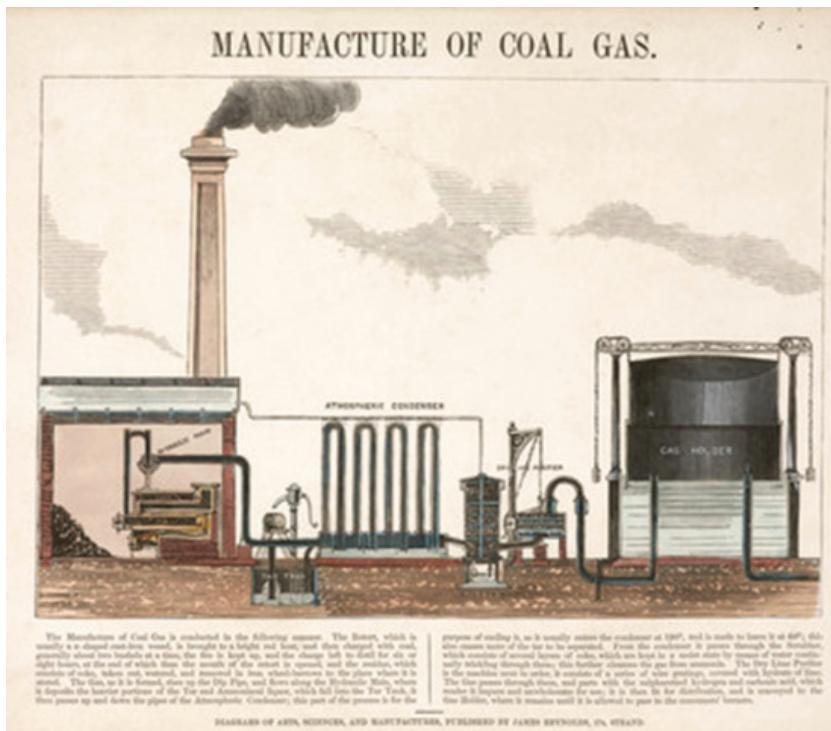


Рис. 1. Завод по производству городского газа из угля

Важно отметить, что природный газ и его применение известно давно. В 1816 году в Балтиморе была создана первая американская компания, использовавшая природный газ. В 1859 году Эдвин Л. Дрейк построил трубопровод в штате Пенсильвания диаметром два дюйма длиной около 8 километров для использования его в практических целях. Но при транспортировке на большие расстояния были большие проблемы, связанные с утечками. В 1870 году в Блумфилде, США, была попытка транспортировки газа по 20 мильной магистрали из сосновых труб, которая закончилась неудачей [5]. К 1891 году, в Чикаго, США были построены газопроводы для транспортировки природного газа на расстояние 120 миль и доля использования природного газа в сравнении со «светильным газом» для освещения улиц

и зданий, по сравнению с Европой, была значительной. В Европе расстояния между найденными месторождениями природного газа и крупными городами составляли тысячи километров и на несколько десятилетий, именно искусственный «светильный газ», произведенный непосредственно в городах на близком расстоянии от потребителей, стал использовался для освещения, подготовки горячей воды и отопления домов.

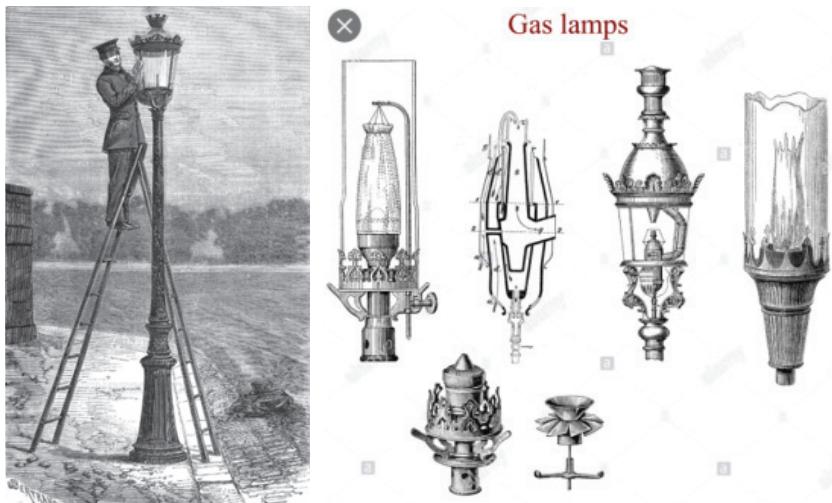


Рис. 2. Обслуживание газовых фонарей.
Конструкции газовых ламп для освещения

1.2. Хронология развития применения газа

Из хронологии некоторых событий по развитию применения газа в России можно отметить [4]:

1863 год – построен небольшой газовый завод для освещения Большого и Малого Императорских театров.

1868 год – в России действует 310 газовых заводов.

1910 год – из 1082 городов Российской империи уличное освещение имели 886, электрическое было в 74, а газовое – в 35 городах. Многие из городов сочетали разные типы освещения. Произведен

опыт освещения Большой Лубянки и Сретенки новыми газовыми фонарями с применением газа повышенного давления.

1911 год – создана первая российская компания по добыче и использованию природного газа «Ставропольское товарищество для исследования и эксплуатации недр земли».

1924 год – создан Гелиевый комитет, и в стране начались планомерные поиски газовых месторождений.

Сорок лет «светильный газ» в Москве использовался только для освещения. А первые газовые плиты и водонагревательные колонки появились у москвичей в 1906 году. Тогда в городе было всего десять газовых плит и водонагревателей. Зато уже через четыре года в московских квартирах было более семи тысяч газовых приборов!

Переходя от одной компании к другой, газовое хозяйство Москвы 29 января 1905 года стало собственностью городской управы. Стоило это хозяйство 2,5 миллиона рублей и включало в себя газовый завод, 215 верст газовых сетей, 8735 газовых фонарей и 3720 частных потребителей [6].

До Первой Мировой Войны во многих городах Европы и Америки городской газ использовался для отопления или подготовки горячей воды, но это были отдельные агрегаты, кроме того, получение газа из угля и других ископаемых было дорого, а система газоснабжения монтировалась из коротких чугунных труб и при прокачке газа по ним происходили значительные потери.

Тем не менее, именно появление «светильного газа», как удобного для городской среды вида топлива, используемого первоначально для освещения улиц и зданий, стимулировало развитие газового оборудования для отопления и подготовки горячей воды. Городские газовые сети требовали постоянного обслуживания и формирования городского газового хозяйства, но газ, как вид топлива, обладал рядом неоспоримых преимуществ для развивающихся городов

После второй мировой войны произошла революция в газоснабжении. Бурно развивались металлургическая, химическая, строительные отрасли, требующие большие энергетические ресурсы. В 50–60-ые годы прошлого века были открыты месторождения природного газа, началась строительство газопроводов. Среди важнейших

событий. Повлиявших на развитие газового отопления можно отметить начало газовой революции в СССР, где в 1950 году было открыто уникальное по запасам газа Северо-Ставропольско-Пелажадинское месторождение. На Украине разведали крупное газовое месторождение – Шебелинское. В Ставропольском крае разведали Северо-Ставропольско-Пелагнадинское месторождение газа. В Европе в Нидерландах в 1959 году открыто крупнейшее месторождения природного газа (Слохтерен, Нидерланды). В 1956 году в США газ впервые стал основным топливом страны для отопления жилых домов, обеспечив обогрев 10,2 миллиона домохозяйств. Началась «газификация» всех развитых стран – созданы предпосылки для массового применения газового отопительного оборудования. Природный газ – ископаемое топливо, смесь газов, образовавшаяся в недрах Земли. Состав природного газа зависит от месторождений. Основным компонентом является метан 70–98 %, кроме этого газа, в природном газе присутствуют: этан – 1,5–15,1 %, пропан – 0,1–1,5 %, бутан – 0,02–0,6 %, азот – 0,7–5,6 %, углекислый газ – 0,1–1,0 %, водород – 0–0,02 %, сероводород – 0–0,02 %, инертные газы [7].

Глава 2. ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ПЕРВЫХ ПРОТОЧНЫХ ГАЗОВЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ ВОДЫ

С инженерной точки зрения, настенные газовые котлы родились из комбинации проточных газовых водонагревателей, требующих малого размера для ванных комнат, и напольных газовых котлов, применяемых для обогрева помещений.

Историю создания газовых нагревателей для подготовки горячей воды можно проследить с 1868 года, когда Бенджамин Вадди Мохан (Waddy Maughan) запатентовал первый водонагреватель, использующий газ, как вид топлива. У нагревателя не было дымохода. Поэтому использование его в домашних условиях было не безопасно. На рис. 3 представлен плакат того времени, рекламирующий данный продукт. Это был первый аппарат с названием «Гейзер», которое стало, во многом, нарицательным для газовых проточных нагревателей воды.



Рис. 3. Рекламный плакат первого газового проточного нагревателя по патенту Мохана 1868 года

В 1880–1889 годах, Эдвин Радд (Edwin Ruud), доработав нагреватель горячей воды с точки зрения безопасности, создал устройство, которое можно было применять в массовых масштабах. Отопительные газовые котлы и проточные водонагреватели с 1880 года стали выпускаться на его предприятиях в США. Внешний вид и конструкция некоторых из них представлены на рис. 4. А на рис. 5 показан патент 1890 года, № 443,797 и составные части газового котла.



Рис. 4. Эдвин Радд и его газовые нагреватели «Гейзер»

В Англии, примерно в это же время, производством газовых нагревателей занимались несколько компаний, в том числе и Ewart & Son, рекламная продукция которой представлена на рис. 6, первый из них 1893 года, а второй 1903 года, как и в предыдущих случаях нагреватели называются «Гейзер».

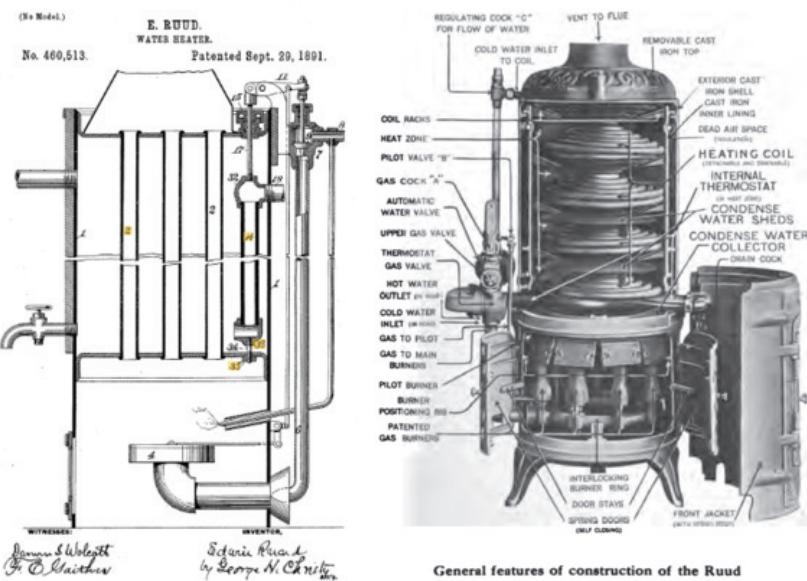


Рис. 5. Патент 1890 года и конструкция газового котла массового производства Эдвина Радда



Рис. 6. Газовые нагреватели компании «Ewart & Son», Англия, 1893, 1903 гг.

В континентальной Европе, примерно в это же время, газовый проточный водонагреватель для подготовки горячей воды был предложен в 1892 году Хugo Юнкерсом (Hugo Junkers). Массовое производство данного оборудования было организовано на заводе в городе Дессау. С 1895 по 1912 года с конвейеров предприятия Юнкерса сошло более ста тысяч газовых колонок. В этом же году изобретатель представил бытовой газовый котел (см. рис. 7).

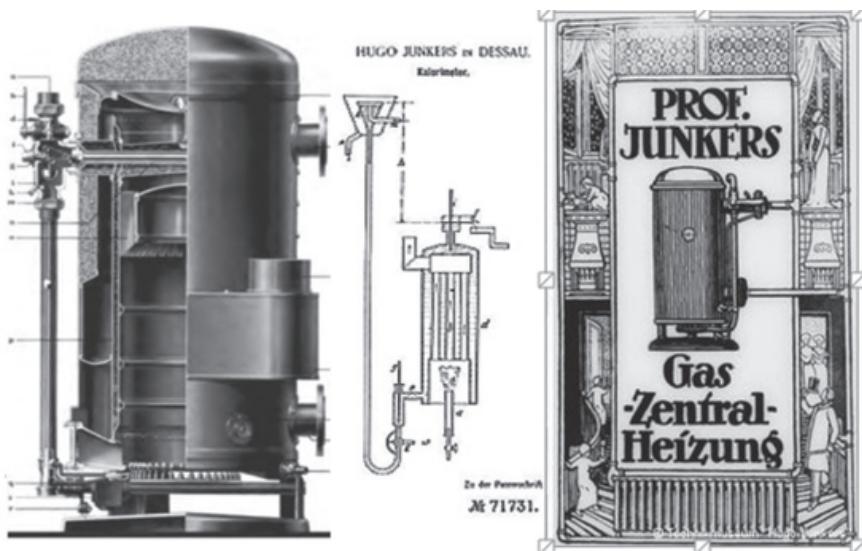


Рис. 7. Первый газовый котел Юнкерса, рекламный плакат, патент на проточный газовый нагреватель воды для ванных комнат

Конец девятнадцатого века был насыщен изобретениями в области отопления и подготовки горячей воды. Йоханн Вайлант (Johann Vaillant) в 1894 году разработал трубчатый теплообменник для газовой колонки и, через некоторое время, начал выпускать проточные газовые водонагреватели под названием «Гейзер» (см. рис. 8).



Рис. 8. Газовый проточный нагреватель и котел компании Вайлант

В 1884 году создается семейное предприятие «Металлургические заводы Будеруса» по производству отопительных и кухонных печей.

Йозеф Штребель (Joseph Strebel) получил патент на «чугунный секционный котел с О-образными нагревательными каналами и в 1900 году в Германии открылось первое предприятие Strebel по серийное производство котлов. Примерно в это же время отопительные котлы стали производить компании, давно занимающиеся производством металла: – французская Ди Ди-триш (De Dietrich), чешская – Мора Моравия. В Америке наибольшую долю рынка газового отопительного оборудования занимали компании Эдвина Радда.

Перед Второй Мировой Войной и сразу после нее, газовые колонки приобрели современный вид, их эксплуатация стала безопасной и доступной. На рис. 9 представлены рекламные плакаты английской компании «EWART&SON» 1933 и 1945 годов.



Рис. 9. Реклама газовых колонок английской компании «Ewart&Son»

Массовый выпуск газовых колонок в СССР был начат в 1956 году московским заводом «Искра» и ленинградском «Газаппарат» (см. рис. 10). Всего до начала 80-ых годов прошлого века их было установлено около 8 миллионов штук. После этого периода в новом строительстве газовые колонки не применяются, но, до сих пор, в старых домах, они еще используются. Также в СССР выпускались и напольные газовые котлы. В конце 50-ых годов напольные газовые котлы первым стал выпускать завод «Ростовгазоаппарат». В 1967 году на заводе ЖМЗ в г. Жуковский, Московской области слали выпускаться газовые котлы для бытового использования АОГВ и АКГВ. Аббревиатура «АОГВ» расшифровывается, как «Агрегат Отопительный Газовый», «АКГВ – «Агрегат Комбинированный Газовый». То есть, котел АОГВ используется только для отопления, в то время, как котел АКГВ позволяет производить отбор горячей воды для бытовых нужд.

До конца 60-ых годов в Европе и Америке и до 80-ых годов прошлого века в СССР, газовые колонки широко использовались для подготовки горячей воды, как для индивидуальных домов, так и многоквартирных зданий большой этажности.



Рис. 10. Газовые колонки, выпускаемые в СССР с 1956 года, напольный газовый котел АОГВ

До Первой Мировой Войны во многих городах Европы и Америки городской газ использовался для отопления или подготовки горячей воды, но это были отдельные агрегаты. Получение газа из угля других ископаемых было дорого, а система газоснабжения монтировалась из коротких чугунных труб, при прокачке газа по которым происходили значительные потери.

Тем не менее, именно появление «светильного газа» и, ограниченно, магистрального природного газа в США, как удобного для городской среды вида топлива, стимулировало развитие газового оборудования для отопления и подготовки горячей воды. Городские газовые сети требовали постоянного обслуживания и формирования городского газового хозяйства. Но газ, как вид топлива для развивающихся городов, обладал рядом неоспоримых преимуществ. Именно в девяностые годы девятнадцатого столетия возникли многие компании по производству газовых котлов, которые занимаются этим в настоящее время.

Газификация территорий развитых стран, с одной стороны, и производство проточных газовых нагревателей горячей воды для ванных комнат для индивидуального потребления, с другой стороны, создали предпосылки для возникновения настенных газовых котлов, как нового типа автономного теплотехнического оборудования индивидуальных домохозяйств.

Глава 3. КОНВЕКЦИОННЫЕ (ТРАДИЦИОННЫЕ) НАСТЕННЫЕ ГАЗОВЫЕ КОТЛЫ

3.1. Газовый котел – микрокотельная

При проектировании автономных систем отопления с конвекционным (традиционным) котлом, главным принципом, являлось недопущение возникновения конденсата водяных паров с растворенными в них кислотами. Конденсат может образовываться на стенках теплообменника, камеры сгорания, дымоходах. Это требование обусловлено конструкционными материалами и технологией изготовления элементов котлов отопления. Теплообменники котлов и другие детали выпускались из чугуна, углеродистой стали, меди, материалов, сильно корродирующих в условиях образования конденсата. Для обеспечения условий отсутствия конденсата, разница температуры в прямой и обратной магистрали замкнутой автономной системы отопления, должна быть небольшой, а температура обратной магистрали, выше 55–60 градусов Цельсия. Все методики расчета высокотемпературных приборов отопления (радиаторов, конвекторов), которые используются и в настоящее время, до сих пор определяются этими условиями:

– температура теплоносителя в обратной магистрали 60 градусов Цельсия;

– температура в напорной (прямой) магистрали 80 градусов Цельсия, что обеспечивает перепад температуры на отопительном приборе 20 градусов Цельсия.

Эти принципы настолько глубоко закрепились в техническом проектировании, что основоположники данного подхода пренебрегли даже законами термодинамики. Эффективность (коэффициент полезного действия) котельного оборудования до сих пор считается не от полной теплотворной способности природного газа, как топлива, а от низшей теплотворной способности, то есть без учета парообразования (конденсации). Для газовых котлов, применение данного подхода к расчету КПД, превращается в завышение данного показателя около

11 %. В следующем разделе книги мы как раз столкнемся с ситуацией, когда эффективность системы отопления окажется выше 100 %, что теоретически невозможно. Причина этому – устаревшие принципы расчета, принятые столетия назад.

Итак, конвекционные настенные котлы, это тепловые агрегаты для автономной системы отопления, у которых при сгорании топлива, конденсат продуктов сгорания конструктивно НЕ ДОПУСКАЕТСЯ.

Отметим еще несколько инженерных особенностей, которые необходимо решить для создания автономной системы отопления.

Жидкость при изменении (увеличении) температуры расширяется, причем значительно, с другой стороны, она практически несжимаема. В системе отопления периодически происходят изменения температуры, связанные с включением и выключением котлов. Понятно, что температура в системе водяного отопления может изменяться от 0 до 100 градусов Цельсия и расширение воды в системе при таком изменении, значительно. Значит, в автономной системе отопления должен быть расширительный бак, способный компенсировать изменения температуры теплоносителя.

Другим условием, необходимым для работы системы отопления, это организация циркуляции теплоносителя от котла к приборам отопления.

Существуют только две принципиальные схемы циркуляции теплоносителя в системе отопления: открытая (гравитационная) и закрытая (принудительная).

Недостатком открытой гравитационной системы является то, что она требует труб большого диаметра и медленно переносит тепло от котла к отопительным приборам. Это приводит к тому, что произведенная в котле тепловая энергия не может быстро достигнуть приборов отопления. В замкнутой (принудительной) системе циркуляции тепловой энергии нужно устройство, обеспечивающее эту циркуляцию – циркуляционный насос.

Для полного понимания предпосылок создания настенных газовых котлов, необходимо сформулировать диапазоны необходимой мощности настенных газовых котлов. Во введении мы сформулировали понятие настенный газовый котел, как устройство для

теплоснабжения помещения, в котором проживает семья. Это первое, второе, система – автономная. Нормальные, комфортные условия по площади проживания одной семьи – это дом с отапливаемой площадью 200–250 квадратных метров и члены семьи пользуются кухней, ванной и душем. Для этих целей необходима периодическая подготовка горячей воды. Кроме того, это устройство должно быть компактное и не занимать много места и легко обслуживаться при проведении сервисных работ. С точки зрения тепловой энергии, для европейского климата, для отопления помещения, площадью 200–250 квадратных метров, необходимо максимум 20–25 киловатт в час тепловой энергии, а для производства горячей воды для комфортного принятия душа и мытья посуды в кухне нужно также 20–25 киловатт в час тепловой энергии. Именно эти значения мощности являются классическими для настенных газовых котлов.

3.2. Первый настенный газовый котел

В начале 60 годов двадцатого века сложилась ситуация, когда, одной стороны, населению развитых стран Европы и Америки для обеспечения индивидуальных домов и комфортного проживания в них нужен автономный тепловой узел мощностью около 25 киловатт в час, с другой стороны, есть экологически чистое и дешевое топливо – природный газ, который в 60-ые годы стал широко доступен населению.

В 1948-м изобретатель Морис Фрискет (Maurice Frisquet) разработал первый настенный котёл, отвечающий техническим стандартам Франции в сфере газового оборудования и которому была присвоена маркировка NF [8].

Настенный газовый котел, поступивший в продажу под брендом HYDROMOTRIX . предназначался для работы в системах отопления с гравитационной циркуляцией, то есть без циркуляционного насоса. Он воплотил в себе все технические инновации того времени. Так, у него была автоматическая система управления с терmostатом, контролирующим температуру теплоносителя в возвратной трубе. Также в конструкции был использован уникальный медный теплообменник. На рис. 11 показана конструкция настенного газового котла

и, посвященный ему, рекламный плакат. Котел оснащен внешним открытым расширительным баком.

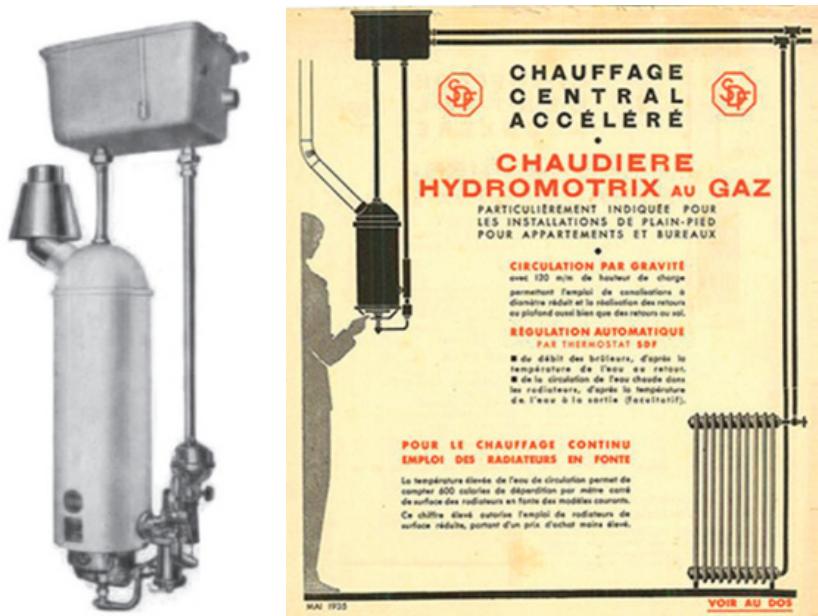


Рис. 11. Первый настенный газовый котел «HYDROMOTRIX» 1948 г.

Котел «HYDROMOTRIX» был первым настенным. Но его конструкция не полностью подходила к требованиям, которые могли реализовать потребности людей. Во-первых, это был одноконтурный котел, то есть он решал вопросы только отопления, а вопросы подготовки горячей воды должны были решаться другим устройством — проточным газовым нагревателем. Во-вторых, он был предназначен для гравитационной циркуляции теплоносителя (без циркуляционного насоса). Такая система была инерционной, плохо управляемой и маломощной.

В конце первой половины двадцатого века были решены ряд инженерных задач, которые повлияли на создание полноценного настенного газового котла, как самостоятельного типа теплотехнического оборудования.

Вильгельм Оплендер, основатель компании «WILO» доработал циркуляционный насос для систем отопления, назвав его «ускорителем циркуляции». Карл Рютчи создал циркуляционный насос с «мокрым ротором», в котором вода омывала ротор, охлаждая его [9]. Эти разработки позволили применять в домах двухтрубные закрытые системы отопления с высокой управляемостью и эффективностью. Появление компактных циркуляционных насосов значительно повлияли на размеры камеры сгорания, размеры теплообменника, а, следовательно, на размеры котла;

– создан мембранный расширительный бак, позволивший отказаться от расширительных баков открытого типа и от открытых систем отопления, в целом;

– применен трубчатый оребренный теплообменник, позволивший отказаться от использования чугуна;

– в 1953 году изобретена газовая горелка с нагнетателем воздуха, это изобретение стабилизирует горение, позволяет регулировать мощность, повышает эффективность;

– Ричардом Селигманом изобретен пластинчатый компактный теплообменник «вода-вода»;

– изобретен электрический розжиг и контроль пламени;

– разработаны газовые клапаны с широкой модуляцией.

Все эти и некоторые другие инженерные разработки стали факторами, которые реализовались в новом техническом устройстве – микрокотельной, автономном, компактном агрегате для отопления и подготовки горячей воды, размещаемом на стене в целях экономии места и простоты обслуживания, и использующего в качестве топлива природный магистральный газ.

Так возник настенный газовый котел, в том виде, как мы его сейчас представляем, как отдельный тип оборудования для автономной системы теплоснабжения индивидуального дома, рассчитанного на одно домохозяйство. Несколько компаний претендует на первенство в создании настенного газового котла, среди этих компаний первенцев, можно отметить французскую компанию Chaffoteaux (Шафуто), и немецкую компанию Вайлант, настенные котлы которых представлены на рис. 12 и 13. К началу 1970 годов такие котлы выпускали уже

практически все известные компании, как те, что выросли из производителей, зародившихся в связи с первым этапом использования городского (светильного) газа, так и те, что организовались в период бурной газификации Европы, такие, как Имергаз, Аристон, и многие другие.



Рис. 12. Рекламный плакат компании «Chaffoteaux (Шафуто)»
газовые колонки и настенные котлы



Рис. 13. Настенные одноконтурные и двухконтурные котлы компании Вайлант

По хронологии начала производства настенных газовых котлов можно выделить следующее. В 1961 г. – компания Вайлант выпустила свой первый газовый настенный одноконтурный котел «Vaillant Cirko», а в 1967 г. – первый газовый настенный двухконтурный котел «Combi-Geyser VCW 20». Компания Шафуто заявляет о начале производства двухконтурных газовых котлов с 1962 года. В семидесятые и восьмидесятые годы прошлого века предприятия – производители настенных газовых котлов уделяли много внимания безопасности работы газового котла и автоматизации его работы. Появились низкотемпературные настенные котлы, способные работать длительное время при низкой температуре теплоносителя в контуре отопления. Однако эта способность обеспечивалась не возможностью регулирования высоты пламени горелочного устройства, а режимом «включения – выключения» работы котла через определенные интервалы

времени (иногда этот режим называют «тактование»). Одним из главных недостатков настенных газовых котлов традиционного (конвекционного) типа, является относительно узкий диапазон регулировки мощности атмосферной газовой горелки и недостаточно высокий коэффициент полезного действия.

Традиционные (конвекционные) настенные газовые котлы применяются во многих странах до настоящего времени. Однако в странах Евросоюза с 2015 года, а в Великобритании с 2005 года, установка таких котлов при новом строительстве запрещена законодательно.

Постепенно, во всем мире начинается эра конденсационных настенных газовых котлов высокой эффективности и низким уровнем выбросов парниковых газов.

3.3. Основные узлы настенных конвекционных котлов

На рис. 14 показаны варианты применения современного настенного котла для решения всех вопросов, связанных с теплоснабжением индивидуального дома на одну семью или квартиру в многоэтажном здании.

По назначению системы теплоснабжения настенные газовые котлы делятся на одноконтурные и двухконтурные.

Одноконтурные котлы предназначены только для решения вопросов по отоплению помещений.

Двухконтурный котел обеспечивает возможность использования всеми вариантами отопительных приборов системы отопления и горячего водоснабжения:

- высокотемпературными – радиаторами, конверторами водяного отопления;
- низкотемпературными – «теплый пол, стены, потолок»;
- специального назначения – полотенцесушители.

По контуру снабжения горячей водой:

- ванная комната душевая, ванная;
- кухонная мойка.

Двухконтурные котлы постоянно работают в основном режиме «отопление». При необходимости использования горячей водой, котел автоматически переходит в режим работы «подготовка горячей воды»,

в котором режим «отопление» отключается. После прекращения пользования горячей водой, настенный котел, автоматически переходит в режим работы «отопление». В среднем, режим ГВС в индивидуальном доме или квартиры не превышает 5 % от продолжительности суток и за это время дом не остывает. В летний период времени режим «отопление» отключен и настенные газовые котлы работают только в режиме ГВС.



Рис. 14. Применение двухконтурного настенного газового котла:

- 1 – газовый котел;
- 2 – магистраль подачи газа;
- 3 – магистраль подачи холодной воды;
- 4 – линия подачи горячей воды;
- 5 – ванная;
- 6 – душевая;
- 7 – раковина мойки;
- 8 – напорная линия отопительного контура;
- 9 – обратная линия отопительного контура;
- 10 – радиаторы отопления;
- 11 – распределительный узел «теплый пол»;
- 12 – конвекторы отопления;
- 13 – полотенцесушитель

Основными узлами настенных конвекционных газовых котлов являются: атмосферная газовая горелка, газовый клапан, теплообменник первичный, теплообменник вторичный, циркуляционный насос,

расширительный бак, гидравлическая группа распределения потоков и безопасности работы котла, система дымоудаления, блок электронного управления с датчиками контроля безопасности, несущий корпус котла.

Рассмотрим главные узлы, относящиеся исключительно к конвекционным котлам.

3.4. Атмосферная газовая горелка (газогорелочное устройство)

Газогорелочные устройства (ГГУ) (горелки) – техническое устройство, предназначенное для подачи к месту горения в зависимости от технологических требований подготовленной газовоздушной смеси или раздельно газа и воздуха, а также для устойчивого сжигания газового топлива и регулирования процесса горения.

Все настенные газовые котлы конвекционного типа, выпускаемые производителями, оснащены одним типом газогорелочного устройства – встроенной в конструкцию котла атмосферной инжекционной горелки. Внешний вид атмосферной газовой горелки и режим горения газа представлены на рис. 15.

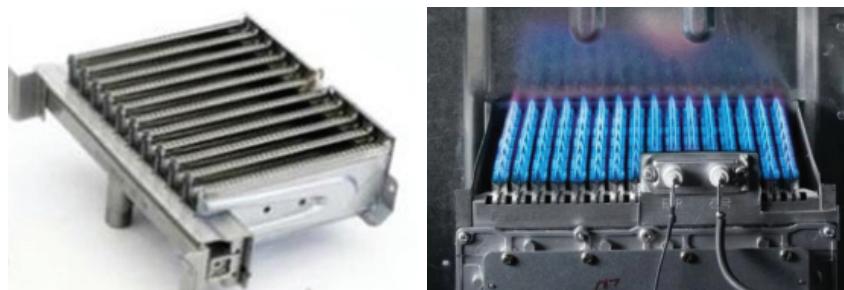


Рис. 15. Атмосферная горелка настенного конвекционного газового котла

Достоинство ГГУ данного типа заключается в компактном конструктивном исполнении, относительно низком шуме при работе, высокому КПД (91 %), равномерному тепловому напряжению по всей площади горения.

Расширенная классификация применяемой в конвекционных настенных котлах горелки – атмосферная, инжекционная (инжекторная), низкого давления магистрального газа, многофакельная, микрофакельная с распределительным коллектором.

Инжекционная или «атмосферная» горелка низкого давления состоит из сопла, смесителя, горелочной насадки, на выходе которой установлено стабилизирующее устройство. Конструкция горелки итальянской компании Полидоро (Polidoro) представлена на левой части рис. 16. В нижней части рис. 16 показано распределение температурного поля в камере сгорания котла мощностью 25 кВт с атмосферной горелкой [10].

Сопло горелки необходимо для подачи нужного количества газа в смеситель горелки с определенной скоростью. Смеситель горелки представляет собой входной патрубок (конфузор), камеру смешения и диффузор. Правильный выбор геометрических размеров позволяет обеспечить необходимый коэффициент инжекции и обеспечить более равномерное перемешивание газа и инжектируемого воздуха.

Камера смешения газовой горелки необходима для выравнивания профиля скорости и обеспечения однородности газовоздушной смеси перед диффузором.

Диффузор необходим для увеличения разряжения в камере смешения.

Стабилизаторы используются для устойчивого процесса горения, предотвращения проскока и отрыва пламени. По своей конструкции стабилизаторы бывают различных видов.

Газ, под давлением, проходя через форсунки, инжектирует воздух, находящийся в камере сгорания, изготавливая газо-воздушную смесь. Сжигается газ в виде небольших факелов пламени над щелевыми отверстиями в металлической пластине огневого насадка. Воспламенение пламени происходит с помощью электрического запальника.

По типу регулирования, в настоящее время, для конвекционных настенных котлов используются только модулируемые ГГУ с электронной модуляцией, обеспечивающие плавное и точное регулирование мощности в диапазоне изменения по давлению газа от 10 до 100 %. По тепловой мощности от 40 до 100 %.

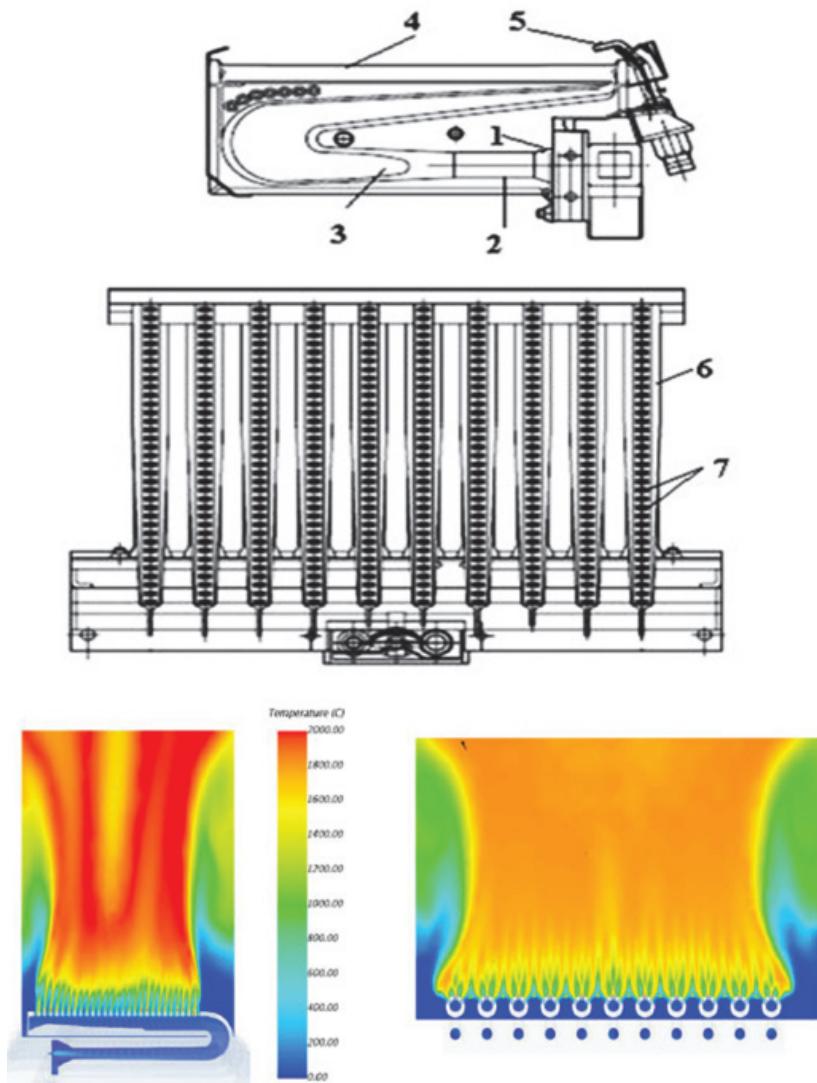


Рис. 16. Атмосферная горелка конвекционных настенных котлов и распределение поля температур в камере сгорания при мощности 25 кВт:
1 – конфузор; 2 – горловина; 3 – диффузор; 4 – металлическая пластина;
5 – запальник; 6 – огневой насадок; 7 – щелевые отверстия

3.5. Газовый клапан

Модулируемая атмосферная горелка настенного газового котла подключена к газовой магистрали природного газа низкого давления через газовый клапан.

Для стабильной и бесперебойной пропорциональной подачи газа в газовую горелку (по команде автоматической системы управления работой котла) в настоящее время используются газовые клапаны с двумя катушками (клапанами) безопасности, которые, при отсутствии электрического сигнала, находятся в запертом состоянии. Третья катушка управляет положением штока клапана (регулятором давления газа на выходе из газового клапана) величина которого пропорциональна значению силы тока, поданного на ее обмотку. Система автоматического управления котла позволяет плавно менять положение клапана регулятора давления, обеспечивая плавную модуляцию (изменение) тепловой мощности горелки. Модуляция газового клапана конвекционных котлов по давлению газа большая и может составлять до 10 раз. Но, по тепловой мощности, атмосферные горелки имеют более узкий диапазон изменения. Для гарантированно смесеобразования и отсутствия «проскоков» и «отрывов» пламени, заводы изготовители горелок заужают диапазон изменения выходного давления газа из клапана. Кроме того, график мощности горелки от давления на выходе из клапана нелинейный. В итоге, диапазон изменения мощности горелок конвекционных котлов составляет около 2,5 раза. То есть, работают в диапазоне от 40 % до 100 % максимальной мощности [11].

На рис. 17 представлены фотографии газового клапана с двумя катушками безопасности и катушкой управления газового редуктора. На рис. 18 схемы прохождения газа в режимах «отсутствие электрического питания» и «управления работой».

При выключенном состоянии электрического питания (см. рис. 18, а), все обмотки катушек обесточены. движение газа заблокировано. При подаче напряжения на катушки безопасного отключения К1 и К2, газ проходит до зоны действия

катушки модуляции КМ, величина открытия клапана модуляции зависит от силы тока управления (поданного сигнала) системы управления мощностью работы котла. На рис. 18, б показан случай максимального открытия клапана модуляции (минимальная мощность работы котла). Положение клапана КЗ в минимальном проходном сечении, определяемым соотношением давления с разных сторон мембранны КЗ. На рис. 18, в показан случай максимальной мощности работы котла — максимального открытия клапана КЗ. Это происходит из-за того, что клапан модуляции КМ закрыт полностью и клапан КЗ под действием разницы давления с разных сторон мембранны открыивается полностью, максимально пропуская газ к горелке котла.

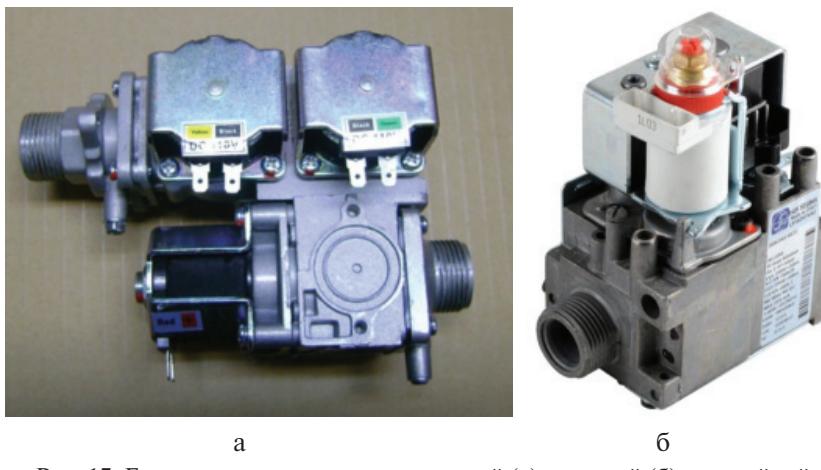


Рис. 17. Газовые клапаны с автоматической (а) и ручной (б) настройкой пороговых значений давления газа для работы настенных газовых котлов

Диапазон перемещения штока катушки модуляции под действием тока управления шире диапазона, необходимого для работы котла. Выставление необходимого диапазона (ограничение перемещения штока) осуществляется вручную, винтами и гайками в верхней части катушки модуляции, как у клапанов итальянской компании SIT (см. рис. 17, б), или электронным способом, как у многих других компаний производителей газового оборудования (рис. 17, а).

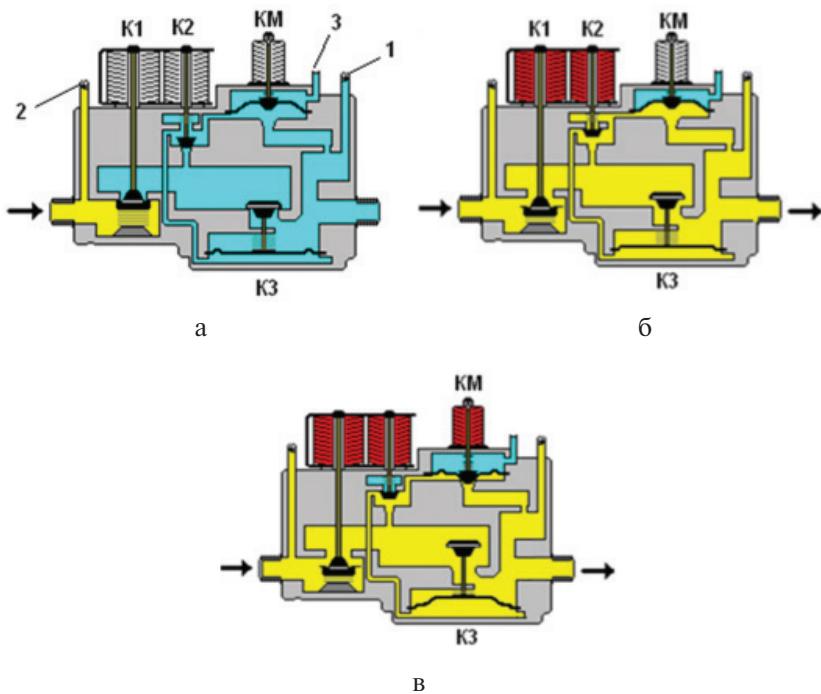


Рис. 18. Схемы движения газа в разных режимах работы

3.6. Основной (первичный) теплообменник конвекционного котла

Теплообменник – техническое устройство, в котором осуществляется теплообмен между двумя средами, имеющими различную температуру.

На рис. 19 представлены однотрубный теплообменник и битермический теплообменник для контура отопления и подготовки горячей воды настенного котла. Водовоздушный теплообменник конвекционных котлов состоит из оребренных труб по которым движется теплоноситель, обогреваемых с внешней стороны высокотемпературными газами, возникшими при сгорании газовоздушной смеси в газогорелочном устройстве. Данный теплообменник предназначен

для работы в условиях отсутствия возможности фазовых переходов и процессов, связанных с этими явлениями (конденсацией, испарением). Окружающие среды (вода-газ) находятся в одном агрегатном состоянии.

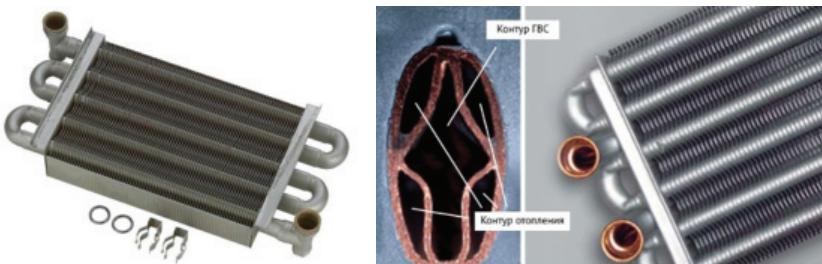


Рис. 19. Теплообменники настенных конвекционных котлов: однотрубный (слева) и битермичекий (справа), в центре показан разрез трубы битермического теплообменника

Битермический теплообменник отличается от однотрубного тем, что он может быть использован для решения двух отдельных задач – отопления помещения и подготовки горячей воды. Для этого его конструкция выполнена в виде двойной трубы с отдельными каналами для отопления и горячего водоснабжения. Однотрубный теплообменник имеет один вход и один выход для потока теплоносителя. Битермический имеет отдельно входы и выходы для отопления и для горячей воды.

В настоящее время все теплообменники для конвекционных настенных котлов имеют одинаковую форму и отличаются незначительно. Присоединения теплообменника к трубам внутренней обвязки котла выполняются в двух вариантах. В виде резьбовых или быстроразъемных соединений. Вторые более удобны для проведения работ по замене или сервисному обслуживанию теплообменников.

Основной материал, применяемый для теплообменников данного типа – медь, поскольку именно этот материал имеет высокую теплопроводность. Также применяют нержавеющую сталь и алюминий, однако, алюминий имеет теплопроводность в два раза меньшую, чем медь, а нержавеющая сталь в 15 раз. Следовательно,

для способности передавать тепловую энергию от нагретых газов теплоносителю, площадь поверхности теплообменника из нержавеющей стали должна быть в 15 раз, а из алюминия в 2 раза больше, чем из меди. Компании, заявляющие о преимуществах теплообменников из нержавеющей стали, часто замалчивают этот факт.

3.7. Вторичные (пластиначатые) теплообменники подготовки горячей воды

В настенных газовых котлах для работы в режиме «подготовка воды для горячего водоснабжения» применяются две конструктивные схемы. В первой, в камере сгорания топлива расположен битермический теплообменник в котором есть два отдельных канала. По одному движется теплоноситель системы отопления, а по второму каналу движется поток воды от системы холодного водоснабжения, нагреваясь до заданной температуры. Во второй принципиальной схеме существует два раздельных теплообменника. Основной (первичный) предназначен для нагрева системы отопления, второй теплообменник –вторичный (для подготовки горячей воды). Вторая конструктивная схема стала причиной названия этих котлов, как «настенные котлы с двумя теплообменниками», первичным и вторичным, или котлы с раздельными теплообменниками. Вне территории России для этой конструктивной схемы прижилось понятие «комби-бойлер», где слово «бойлер», означает, котел, а «комби» означает комбинированную, двойную систему – отопление и горячее водоснабжение.

Пластиначатые теплообменники выполняются из проштампованных рельефных пластин из нержавеющей стали, соединенных, через прокладки в единый блок. Выступы на пластинах, при соединении образуют каналы, по которым проходят потоки нагретой воды от первичного теплообменника камеры горения газа, в одну сторону, и потоки холодной воды из системы холодного водоснабжения, в другую сторону. Протекая через пластиначатый теплообменник, холодная вода нагревается до нужной температуры. Нагревающий и нагреваемый потоки разделены между собой и никогда не смешиваются. Внешний вид пластиначатых теплообменников представлен на рис. 20.



Рис. 20. Пластинчатые теплообменники для подготовки горячей воды

3.8. Система дымоудаления

Дымоходы с естественной тягой. Отвод дымовых газов из котла за счет естественной тяги дымоходов заключается в том, что плотность нагретого газа меньше плотности холодного воздуха на улице. Для движения воздуха внутри дымовой трубы должен быть приток воздуха извне помещения, который вытесняет горячие дымовые газы, сам участвует в процессе сгорания топлива. Таким образом, создается тяга в дымоходе. При этом, чем выше дымоход, а, следовательно, и разница давлений газового столба в дымоходе и вне его, тем тяга будет сильнее.

Настенному газовому котлу с естественным дымоудалением для обеспечения стабильной работы требуется создать такие условия,

чтобы тяга через котел была достаточной для полного сгорания топлива и полного отвода продуктов сгорания из помещения

Точный расход воздуха для горения определяется из характеристик газового котла, и состава газа. Упрощенно, количество воздуха для горения можно рассчитать исходя из соотношения 11–12 куб. м на 10 кВт мощности котла, плюс избыточный воздух в количестве примерно 20...40 % от расчетного.

Недостатком варианта отвода дымовых газов настенного газового котла за счет естественной тяги является то, что необходим дымоход большой высоты и большого диаметра. Немаловажна также конструкция дымохода. Пар, содержащийся в продуктах сгорания, будет конденсироваться в дымоходе, впитываться в его стенки и впоследствии способствовать его разрушению. Для избегания этого явления потребуется в кирпичный дымоход вставлять вкладыш из нержавеющей стали или полимерных материалов. Необходимо также обеспечить постоянный беспрепятственный подвод в помещение свежего воздуха для горения, что часто приводит к образованию сквозняков, снижающих комфортность жилья.

Недостатком дымоходов с естественной тягой является сложность оперативного и качественного регулирования тяги, а также, зависимость тяги, как от погодных условий (температура воздуха, ветер и т. п.), так и от внешних причин (например, включение/выключение кухонной вытяжки, ограниченность приточного воздуха и т. п.). При изменении условий, которые оказывают воздействие на тягу, могут возникать такие явления как отрыв пламени на горелке и обратная тяга.

Перечисленных выше недостатков лишены настенные котлы с принудительным дымоудалением. Для того, чтобы исключить забор воздуха, необходимого для горения, из помещения, необходимо решить две задачи.

Первая – забирать воздух не из помещения, а вне его. Вторая – отделить камеру сгорания настенного котла от возможности забора воздуха из помещения, то есть закрыть камеру сгорания герметичной перегородкой. Соответственно, конструкции настенного котла, в которых воздух, необходимый для процесса сгорания газа, забирается

из помещения, в котором установлен котел, называется «с открытой камерой сгорания». Если конструкция котла обеспечивает забор воздуха вне помещения, то такие настенные котлы называются «с закрытой камерой сгорания».

Схематический рисунок забора воздуха и дымоудаления настенных котлов с открытой камерой сгорания и естественной тягой и с закрытой камерой сгорания и принудительным дымоудалением представлен под номером 21.

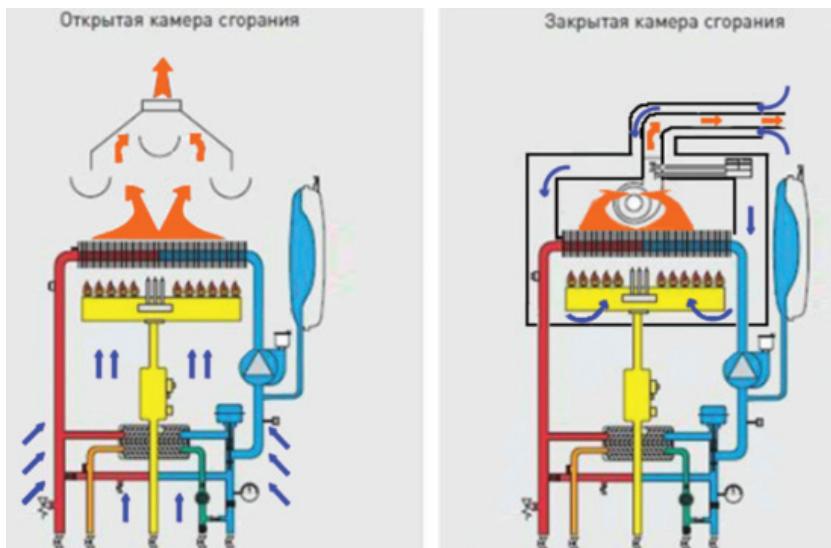


Рис. 21. Схемы забора воздуха и дымоудаления настенных котлов с открытой и закрытой камерами сгорания

Для обеспечения работы котла тепловой мощностью 25 киловатт в час нужно, чтобы дымоход «пропускал» через себя около 35–40 кубометров воздуха в час. При естественной тяге, это получается дымоход большого диаметра. Для стабилизации процесса дымоудаления можно установить вентилятор, который:

– обеспечит необходимый для горения объем воздуха, значительно уменьшив диаметр его сечения;

-
- стабилизирует процесс горения, снизив влияние погодных условий (температуры, влажности воздуха, воздействия ветра);
 - увеличит безопасность работы котла с точки зрения возможности попадания продуктов сгорания в помещение.

Применение вентиляторов дымоудаления в настенных котлах привело к возможности снижения диаметров дымоходов с 130–160 мм у дымоходов с естественной тягой до 60–80 мм для дымоходов с принудительным дымоудалением. Настенные котлы с принудительным дымоудалением и закрытой камерой сгорания получили возможность работы с короткими дымоходами, длиной чуть больше толщины стенки помещения. Минимальная труба дымохода составляет около 75 сантиметров.

Конструктивно, настенные котлы могут выполняться с естественной тягой и с принудительной тягой. Первые часто называют «атмосферные», а вторые «турбированные», хотя это неправильно со многих точек зрения. Правильно называть данные котлы с «естественной тягой» и «принудительной тягой» продуктов сгорания настенного газового котла.

Подсоединение дымоходов к настенному котлу с закрытой камерой и принудительным дымоудалением, конструктивно выполняется в двух вариантах дымоходов. Коаксиальным и раздельным. На рис. 22 представлены коаксиальные (внутри проходит труба выброса продуктов сгорания, диаметром 60 мм, снаружи — труба забора воздуха, диаметром 100 мм). Раздельные дымоходы выполняются из труб диаметром 80 мм. Для увеличения срока службы, из-за возможности возникновения коррозии под воздействием конденсата, трубы дымоходов делают из нержавейки или алюминия. На рис. 23 показаны конструкции устройств, расположенных в верхней части над теплообменником настенного котла, и предназначенных для организации дымоудаления. В левой части рисунка — стабилизатор тяги для котлов с естественной тягой, в правой части — настенный котел с принудительным дымоудалением с помощью вентилятора.



Рис. 22. Коаксиальный и раздельные дымоходы настенных котлов с закрытой камерой сгорания

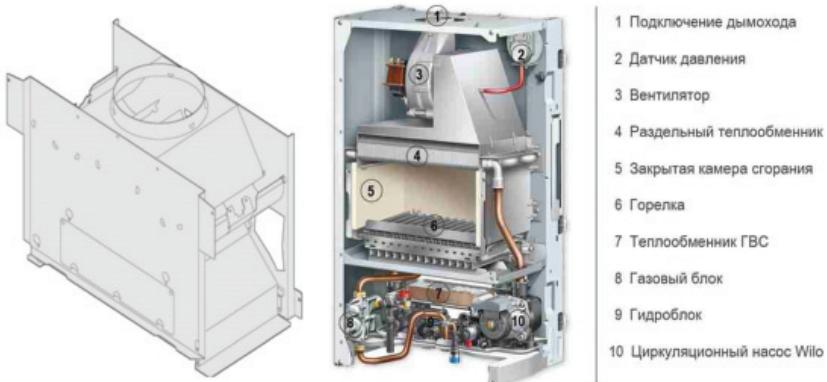


Рис. 23. Стабилизатор тяги для котлов с естественной тягой и разрез котла с принудительным дымоудалением

3.9. Контроль дымоудаления при работе настенных газовых котлов

Современные конвекционные котлы обязательно должны быть оснащены устройствами контроля удаления продуктов сгорания. В котлах с естественной тягой и открытой камерой, это термостат дымовых газов. Как правило это биметаллический

самовозвращающийся термостат, расположенный на боковых лепестках стабилизатора тяги (см. левую часть рис. 23). Замыкание контакта термостата происходит при температуре около 45 градусов, а размыкание, при температуре выше 60 градусов Цельсия. если тяга в системе дымоудаления слабая, то сгоревшие газы после теплообменника, имеющие температуру более 100 градусов Цельсия, быстро нагревают термостат и он отключает систему управления работой котла. Работа котла внутри диапазона замкнутого состояния термостата свидетельствует о правильном заборе воздуха из помещения, необходимом для работы котла во всем диапазоне регулирования мощности и отсутствии засорения дымовой трубы естественной тяги.

В конвекционных котлах с принудительным дымоудалением, устройством контроля правильной работы с точки зрения нормальной тяги, является устройство, которое в разных странах носит разное название, но имеет одно и то же техническое назначение. Это устройство называется: дифференциальное воздушное реле, моностат, датчик давления воздуха, пресостат. Внешний вид и схема этого устройства представлена на рис. 24.

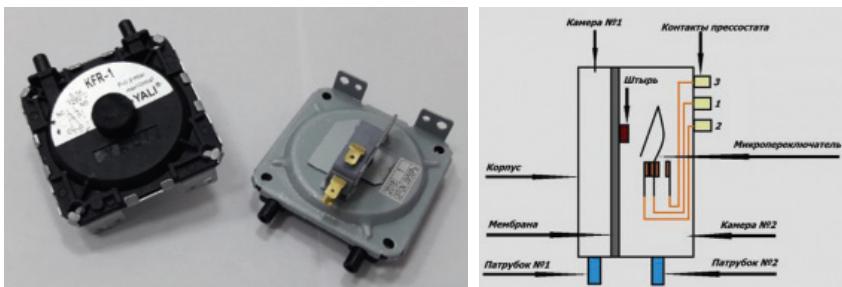


Рис. 24. Дифференциальное реле (моностат) контроля тяги конвекционного котла с закрытой камерой горения

На рис. 25 показана схема подключения дифференциального реле к вентилятору дымоудаления и варианты трубок вентури, расположенных в напорном канале вентилятора.

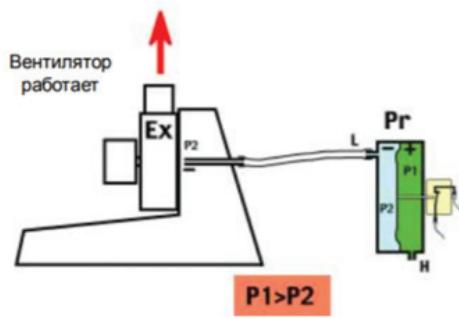
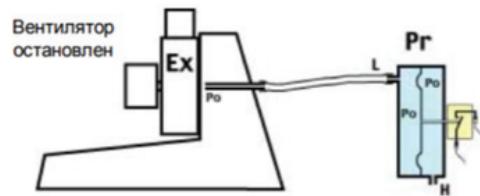


Рис. 25. Схема подключения дифференциального реле к вентилятору и варианты трубки вентури

Дифференциальное воздушное реле состоит из разделенного эластичной мембраной на две половинки корпуса. Каждая половинка имеет выход в виде трубчатого патрубка. Один патрубок соединен

воздушной трубкой с трубкой вентури, расположенной в напорной части вентилятора. Второй патрубок дифференциального реле открыт. Поскольку воздушное реле находится внутри камеры закрытой камеры котла, то это значит, что в одной из камер реле давление воздуха равно давлению воздуха в камере. Вторая камера реле соединена с каналом вентилятора. Если вентилятор не работает, то в обеих камерах воздушного реле давление одинаковое. И мембрана находится в нейтральном состоянии. Если работает вентилятор, то в трубке вентури, которая находится в напорном канале вентилятора, создается разрежение и это разряжение по трубке окажется в камере реле. Мембрана сдвинется. Работа вентилятора изменяет положение мембранны в реле. В центре мембранны реле находится подпружиненный шток, который замыкает и размыкает контакты выключателей реле. Дифференциальное реле контролирует не факт включения или выключения вентилятора, а величину силы вентиляции. Если нет вытяжки дымовых газов, то реле блокирует работу котла, но если котел работает, а тяга в дымоходе слабая (к примеру в дымоход попал мусор), то реле также остановит работу котла. В вентилятор устанавливают либо трубку Вентури (см. рис. 25 в центре) либо трубку Пито (см. рис. 25 справа). Трубка Вентури, как усилитель, позволяет более четко отслеживать срабатывание реле давления воздуха и менее реагирует на порывы ветра, которые при коротких дымоходах и при выводе ковкисиальных труб дымоудаления на боковые стены домов, могут отключать котел.

3.10. Плоский мембранный расширительный бак

Расширительный мембранный бак – техническое устройство, предназначенное для компенсации температурных расширений (колебаний объема) теплоносителя в системе отопления закрытого типа и предотвращения разрушений элементов, входящих в эту систему. Расширительный бак для встроенного размещения в котле, в целях экономии пространства, выполнен в виде сплющенной емкости круглого или прямоугольного вида, состоящей из двух, выполненных из стали половинок, между которыми зажата мембрана из эластичного материала. Мембрана разделяет внутреннее пространство бака на две герметичные зоны. Одна соединена трубопроводом с системой отопления и заполнена

теплоносителем, вторая заполнена сжатым воздухом. При изменении температуры в системе отопления, теплоноситель расширяется и воздействует на мембрану, которая перемещаясь, сжимает воздух во второй части расширительного бака. При снижении температуры теплоносителя его объем уменьшается и жидкость, под действием избыточного давления газа во второй полости, возвращается в систему отопления. Таким образом, расширительный бак компенсирует изменения объема теплоносителя системы отопления при колебаниях температуры, оставляя всегда систему отопления полностью заполненной, что является обязательным условием для обеспечения управлением работы котла. На рис. 26 представлены плоские мембранные расширительные баки.



Рис. 26. Плоские мембранные расширительные баки для настенных котлов

В настенных котлах автономных систем отопления индивидуальных домов применяются плоские расширительные баки общим объемом 6–8 литров, при этом, ими обеспечивается компенсация температурного расширения объема, равного 3–4 литра. В торцевой части расширительного бака расположено ниппельное устройство, предназначенное для подкачки воздуха в период проведения периодических сервисных проверок. Отсутствие воздуха с необходимым давлением в расширительном баке, приведет к потере управляемости в работе котла.

Поверхность расширительных баков может быть оцинкованная или окрашенная порошковыми красками. Применение оцинкованного покрытия более долговечно, поскольку в этом случае и внутренняя поверхность бака, контактирующая с теплоносителем (водой), также

оцинкованная. В варианте окрашенного снаружи бака, она из простой незащищенной углеродистой стали. Расширительные баки с поверхностью из оцинкованной стали служат более семи лет.

3.11. Гидравлическая группа

Часть оборудования, газового настенного котла, отвечающая за организацию и распределения потоков теплоносителя автономной системы теплоснабжения называется гидравлической группой. На рис. 27 представлена гидравлическая группа настенного котла к которой подключены также, первичный теплообменник, циркуляционный насос, расширительный бак и датчики системы управления работой котла.

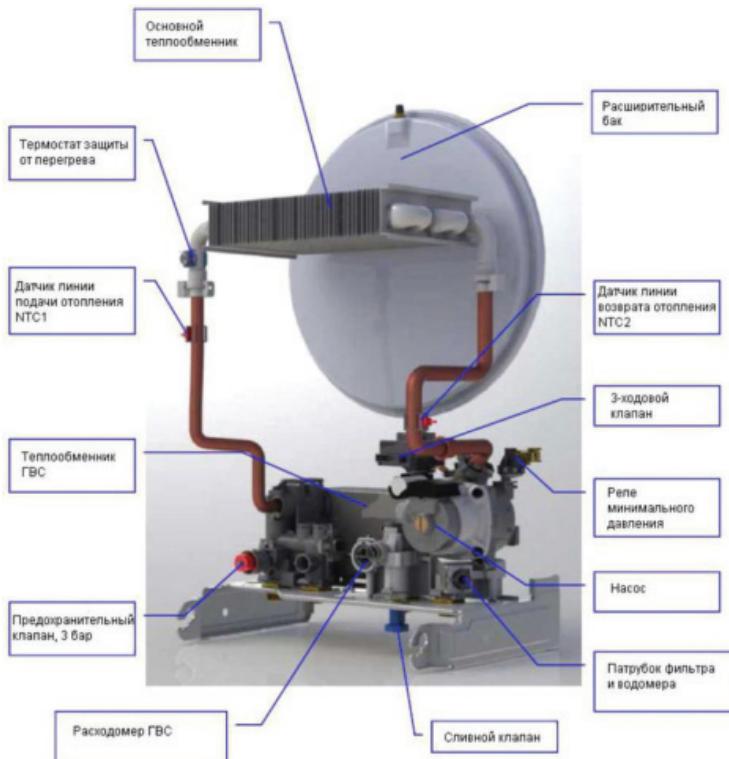


Рис. 27. Гидравлическая группа настенного котла, первичный теплообменник и расширительный бак



Рис. 28. Циркуляционный насос настенного газового котла

Одним из главных узлов этой группы является циркуляционный насос. Именно он предназначен для организации принудительной циркуляции теплоносителя в замкнутой автономной системе отопления и переносит тепло от котла к отопительным приборам. Циркуляционный насос, как встроенный элемент настенного котла, позволяет сделать настенный котел компактным. Циркуляционный насос для настенного котла – это целый узел, объединяющий в себе, как систему циркуляции, так и гидравлической безопасности. В корпус насоса встроены и поплавковый воздухоудалитель и клапан сброса давления (предохранительный клапан). Корпус насоса, в последние годы, выполнен из пластика и является

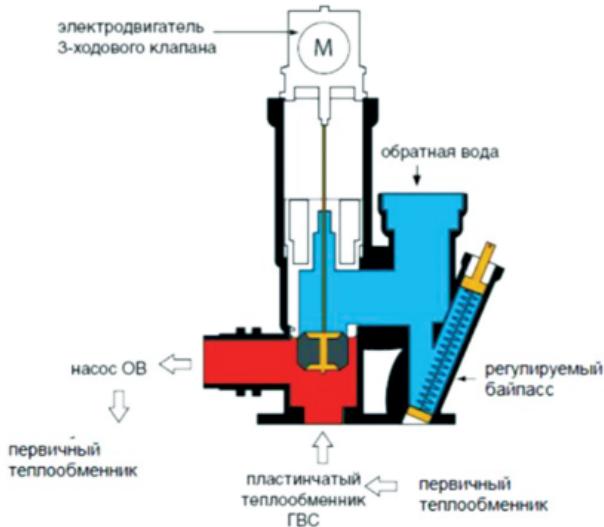
коннектором к которому подключены магистрали теплообменников и циркуляционного контура всей системы. Внешний вид циркуляционного насоса представлен на рис. 28.

В гидрогруппу котлов с двумя теплообменниками, входит трехходовой кран, датчики контроля гидравлических потоков и система подпитки.

Подпитка (периодическое пополнение объема теплоносителя) контура отопления автономной системы теплоснабжения необходима для компенсации утечек и объема испарения. При неправильной регулировке режимов работы котла в первичном теплообменнике может быть температура выше температуры кипения теплоносителя и часть его превращается в пар, который частично удаляется через воздухоудалители. Если не проводить периодическую подпитку объема теплоносителя, давление в системе падает, и работа котла останавливается. В настенных газовых котлах, как правило, установлена система ручной подпитки, представляющая собой простой запорный кран, соединяющий линию подачи холодной воды системы водоснабжения и контур отопления. В случае необходимости, вода через запорный кран поступает в отопительный контур, давление в котором контролируется встроенным манометром.

Трехходовой кран настенного газового котла предназначен для организации движения нагретого в первичном теплообменнике теплоносителя по двум направлениям: – контур отопления, контур горячего водоснабжения, в зависимости от команды системы управления работой котла. Трехходовой кран состоит из корпуса, привода (электрического мотора с редуктором), клапанного устройства. На рис. 29 показана схема работы трехходового крана настенного котла в двух положениях. Для организации направления потока теплоносителя, электромотор с линейным перемещением штока, по команде управления, сдвигает распределительный клапан в верхнее или нижнее положение.

Функциональная схема – пропуск воды в контур ГВС



Функциональная схема – пропуск воды в отопительную систему

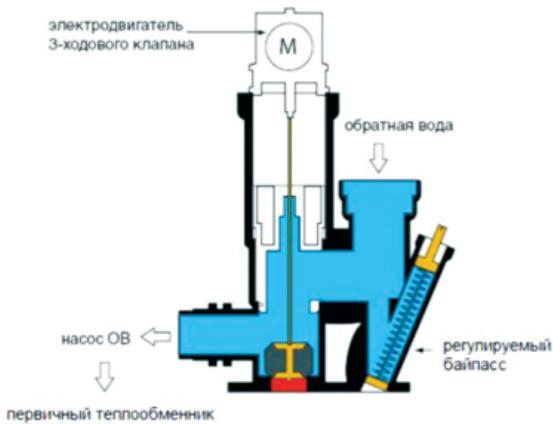


Рис. 29. Направление потоков теплоносителя в трехходовом кране настенного газового котла

Датчики контроля параметров работы котла. Для контроля параметрами работы настенного котла на нем установлены датчики контроля температуры, скорости движения и давления теплоносителя. Применяются пропорциональные датчики, контролирующие изменение параметров с определенным шагом измерения во всем диапазоне изменения и пороговые, в которых фиксируется предельная величина значения параметра. Расположение и назначение датчиков представлены на рис. 27.

Глава 4. КЛАССИФИКАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ НАСТЕННЫХ КОНВЕКЦИОННЫХ ГАЗОВЫХ КОТЛОВ

Во введении мы сформулировали определение Настенный газовый котел – автономное, компактное, размещаемое на стене устройство для получения тепловой энергии путем сжигания газообразного топлива, используемое для теплоснабжения помещений одного домохозяйства.

По назначению системы теплоснабжения настенные газовые котлы делятся на одноконтурные и двухконтурные.

Одноконтурные котлы предназначены только для решения вопросов по отоплению помещений.

Двухконтурный котел обеспечивает возможность использования всеми вариантами отопительных приборов системы отопления и горячего водоснабжения.

По организации дымоудаления и забора воздуха, необходимого для горения, настенные котлы делятся на:

– с открытой камерой сгорания. В этих котлах горение происходит в атмосферной горелке с забором воздуха непосредственно из помещения. Дымоудаление – под действием естественной тяги дымоходов большого диаметра. При строительстве новых домов, в настоящее время, не применяется. Ограничено применение для замены ранее установленного оборудования при отсутствии возможности установки котлов другого типа (в большинстве случаев, из-за наличия только дымохода с естественной тягой). Часто, данный котел называют «атмосферным настенным газовым котлом».

– с закрытой камерой сгорания. В этих котлах горение происходит в атмосферных горелках, расположенных в закрытой герметичной камере котла с дымоудалением вентилятором. Забор воздуха происходит вне отапливаемого помещения по специальной трубе (канале) подвода воздуха. Дымоудаление происходит по отдельному дымоходу малого диаметра при помощи вентилятора, являющегося

частью котла. Данный тип котла иногда называют «турбированным настенным котлом». В редких случаях, котлы с закрытой камерой сгорания применяются в варианте с забором воздуха из отапливаемого помещения. Однако, данное применение требует отдельной регулировки системы контроля дымоудаления непосредственно на объекте.

На рис. 30 показаны конструктивные схемы настенных котлов с открытой камерой сгорания и с закрытой камерой сгорания компании Вайлант.

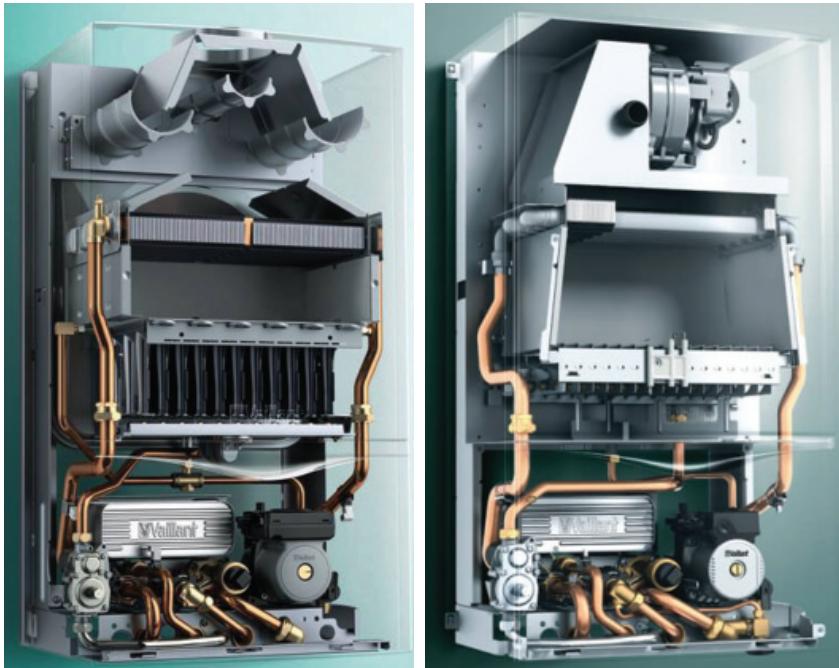


Рис. 30. Настенные котлы в открытой камере сгорания и естественным дымоудалением (левый рисунок) и с закрытой камерой сгорания и принудительным дымоудалением

Большинство компаний используют верхнее расположение вентилятора, обеспечивающее дымоудаление продуктов сгорания в настенном газовом котле, как это показано на рис. 30. Однако, японские и южнокорейские компании применяют конструкции конвекционных котлов с нижним расположением вентилятора относительно газовой

горелки. Данная конструкция представлена на рис. 31, где показана конструкция настенных котлов южнокорейских компаний Навьен и Дэйсунг. Необходимо также отметить, что данные компании герметизируют не только камеру сгорания, а весь корпус.

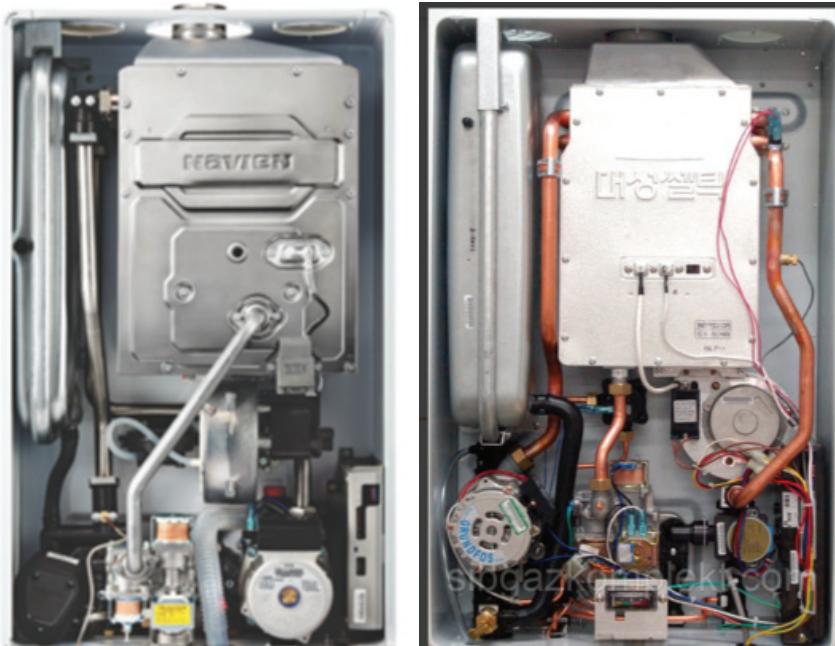


Рис. 31. Настенные котлы с закрытой камерой сгорания, принудительным дымоудалением и нижним расположением вентилятора

Ранее были описаны битермические и одинарные первичные (главные) теплообменники. В зависимости от конструкции применяемого первичного теплообменника, настенные газовые двухконтурные котлы делятся на битермические и комбинированные (комби бойлеры). Во втором случае, котел оснащен двумя теплообменниками: – первичным для системы отопления и вторичным (пластинчатым), для подготовки горячей воды. Переключение режимов работы «отопление-ГВС» в комбинированных котлах происходит с помощью трехходового крана. На рис. 32 и 33 показаны схемы работы битермического и комбинированного котлов в режиме «отопление» и «ГВС».

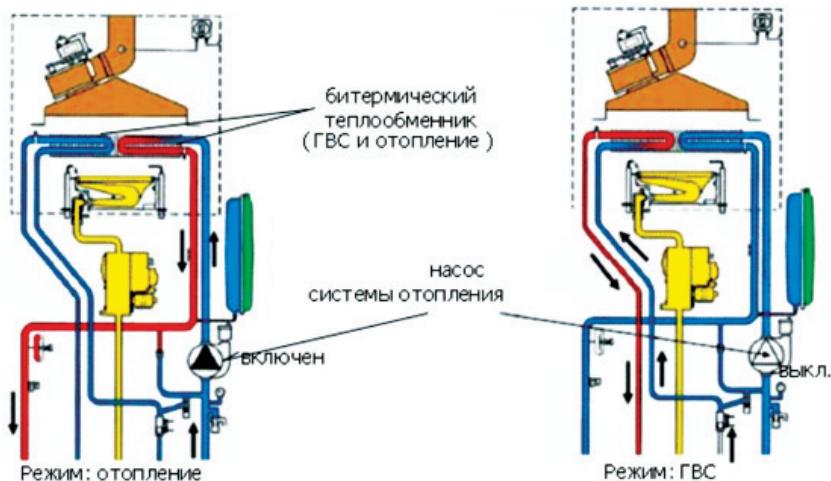
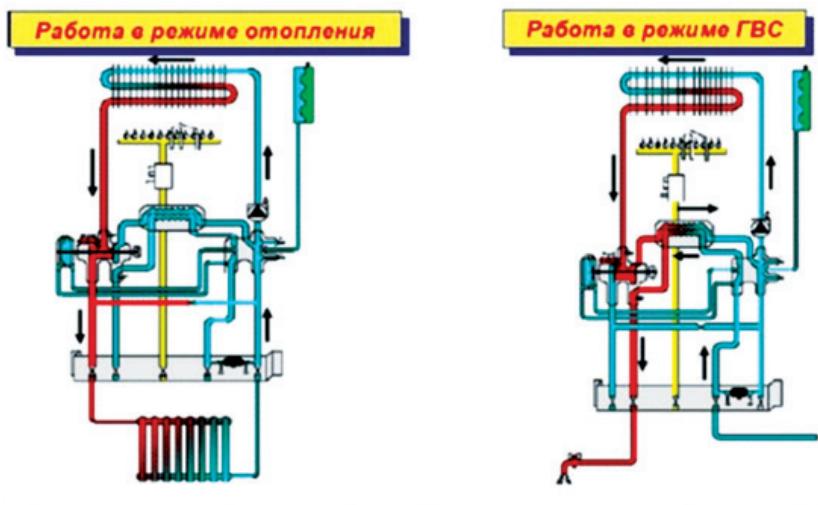


Рис. 32. Схема работы битермического котла в режиме отопление и ГВС



Принцип работы двухконтурного котла

Рис. 33. Схема работы настенного котла с двумя теплообменниками в режиме отопление и ГВС

Переключение настенного котла с битермическим теплообменником или «комби бойлером» с двумя теплообменниками из режима «отопление» в «подготовка ГВС» требует некоторого времени. Особенно это вызывает неудобство в пользовании настенного котла в летние периоды времени. Между включением горячей воды пользователем и реальным появлением горячей воды в кране происходит несколько десятков секунд. Это связано с тем, что в летний период времени котел на отопление не работает и он выключен. При необходимости пользования горячей водой, котел включается, запускается циркуляционный насос, продувается камера сгорания вентилятором, проверяется система дымоудаления и только

после этого происходит запуск горелки. Но требуется еще время на слив холодной воды из трубопроводов. Таким образом, время, между открытием крана горячей воды и появлением из него горячей воды достигает 40 секунд. Все это сопровождается сливом холодной воды. Данная проблема привела к появлению настенных котлов с встроенным бойлером косвенного нагрева емкостью 20–40 литров. Наличие данного накопительного бойлера позволяет получать горячую воду практически мгновенно. Данная конструкция настенного котла конвекционного типа представлена на рис. 34.



Рис. 34. Настенный газовый котел с встроенным бойлером косвенного нагрева

Существует также особый вид двухконтурных настенных газовых котлов, который выпускает компания «Китурами» (Kiturami) из Южной Кореи. Схема и внешний вид данного котла представлен на рис. 35. Этот котел с закрытой камерой сгорания, атмосферной горелкой, принудительным дымоудалением с нижним расположением вентилятора и одним первичным теплообменником отличается от всех ранее перечисленных конструкций тем, что работа в режиме подготовки горячей воды происходит через небольшой накопительный резервуар, совмещенный с расширительным баком котла. При этом, в накопителе размещен спиральный теплообменник в виде гофрированной трубы из нержавеющей стали. Переключение режимов «отопление» и «ГВС» осуществляется трехходовым клапаном вращательного типа.

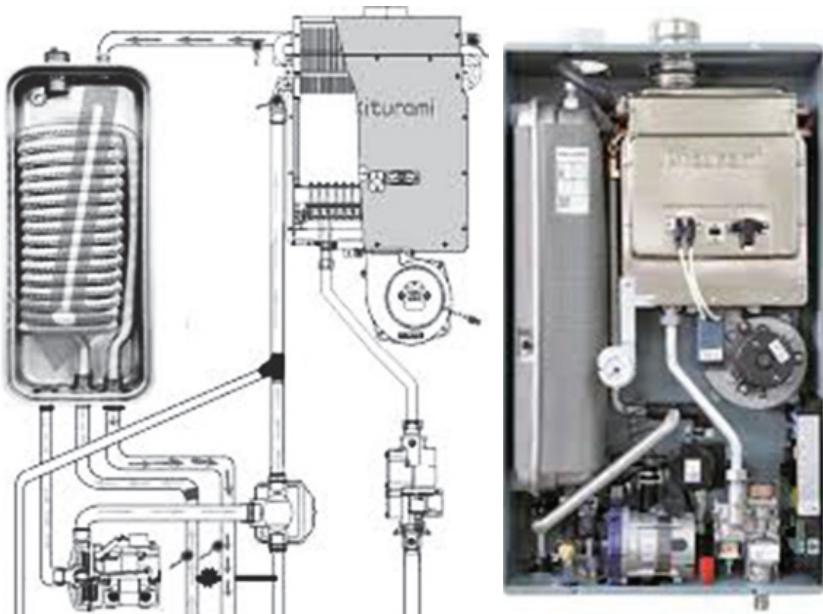


Рис. 35. Схема и внешний вид настенного газового котла компании Китурами

Недостатком котлов последних двух типов является то, что размер накопительного бака, особенно в котлах компании Китурами, небольшой, кроме того, он плохо теплоизолирован. Для поддержания заданной температуры горячей воды, котел должен постоянно включаться, даже если пользования горячей водой отсутствует длительное время. Расчет размеров бойлеров косвенного нагрева представлен в работе [12]. Из-за малого размера накопительного бака, мала и площадь теплообменника в нем, что сильно ограничивает мощность нагрева системы ГВС.

В данной главе рассмотрены основные принципы классификации типов настенных газовых котлов. В действительности, заводы изготовители данной техники применяют множество оригинальных конструктивных решений, но они носят второстепенный характер и в данной книге не рассматриваются.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Первая часть сборника «Настенные газовые котлы автономных систем теплоснабжения» посвящена вопросам истории создания, основным элементам и классификации настенных газовых котлов. Она посвящена конвекционным котлам и выпускается отдельно, потому, что котлы данного вида составляют более 98 % российского рынка. Именно они массово применяются в индивидуальном строительстве и поквартирном теплоснабжении многоквартирных домов.

В работе рассмотрена хронология возникновения данного вида теплогенераторов автономных систем теплоснабжения. Социальные, экономические и инженерные предпосылки, способствующие выделению данного вида котельного оборудования в самостоятельный, особый вид теплотехнических устройств.

Предложена формулировка данного оборудования: Настенный газовый котел – автономное, компактное, размещаемое на стене устройство для получения тепловой энергии путем сжигания газообразного топлива, используемое для теплоснабжения помещений, предназначенных для одного домохозяйства.

История возникновения настенных газовых котлов теснейшим образом связана с историей развития газоснабжения, как городского «светильного газа», так и магистрального природного.

В данном выпуске представлено описание основных элементов и узлов конвекционных газовых котлов, конструкция которых основана на принципах недопустимости возникновения конденсата продуктов горения. Описана классификация данного вида котельного оборудования.

Настенные газовые котлы конвекционного типа применяются и в настоящее время, но в конце двадцатого века возник новый тип настенных котлов, более эффективный и с меньшим уровнем выбросов парниковых газов – настенные конденсационные котлы, история создания, основные узлы и классификация которых описаны в следующей части сборника.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Литвинчук Г.Г. Исследования рынков систем отопления и водоснабжения [Электронный ресурс] URL: <http://www.litvinchuk.ru/marketingovye-issledovaniya/marketingovye-issledovaniya-rynkov-sistem-otopleniya/> (дата обращения: 10.06.2020).
2. Тотмаков А. Литвинчук маркетинг. Российский рынок инженерного отопительного оборудования. Итоги 2018 года и перспективы развития. [Электронный ресурс] URL: <https://ucux.ru/v/A-c3-jKjBwi> (дата обращения: 13.06.2020).
3. История развития газовой промышленности . Реф-ерат. [Электронный ресурс] URL: <https://works.doklad.ru/view/gYT6MhRKURs.html> (дата обращения: 13.06.2020).
4. Букреев И.Н. История развития газового хозяйства города Москвы (по архивным материалам музея ГУП «Мосгаз»). [Электронный ресурс] URL: <http://www.mos-gaz.ru/upload/history/History-of-gas-facilities-Moskvy.pdf> (дата обращения 13.06.2020).
5. Рахманкулов Д.Л., Джадаров Ф.К. Из истории искусственных горючих газов. [Электронный ресурс] URL: http://ogbus.ru/files/ogbus/authors/Rahmankulov/Rahmankulov_1.pdf (дата обращения 13.06.2020).
6. Мосгаз. А у вас в квартире газ. [Электронный ресурс] URL: <http://xn--80afnrks.xn--p1ai/pressservice/publications/2011/11/26/read15021.html> (дата обращения 01.06.2020).

-
7. Природный газ – состав, свойства, нахождение в природе. [Электронный ресурс] URL: <https://petrodigest.ru/info/terms/p-ru-terms/prirodnyj-gaz> (дата обращения 13.06.2020).
8. Строительство.ru. Первому французскому настенному газовому котлу – 70 лет. [Электронный ресурс] URL: <https://rcmm.ru/press-relizy/44658-pervomu-francuzskomu-nastennomu-gazovomu-kotlu-70-let.html> (дата обращения 12.06.2020).
9. Торопов А.Л. Комбинированные тепловые гелиосистемы. Ч. 3. Циркуляционные насосы для индивидуальных и децентрализованных систем отопления и горячего водоснабжения: учебное пособие. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2019. – 54 с. ISBN 978-5-91327-587-5 DOI 10.17513/np.359.
10. Нефедова М.А. Диссертация на соискание ученой степени к.т. н. Энергосберегающие технологии при работе котлов малой мощности. СПбГАСУ. 2017. [Электронный ресурс] URL: <http://dis.spbgasu.ru/specialtys/personal/nefyodova-marina-aleksandrovna> (дата обращения 02.04.2020).
11. Торопов А.Л. Исследование работы газовых клапанов конвекционных котлов малой мощности. М., АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2020. № 3. С. 58–61.
12. Торопов А.Л. Комбинированные тепловые гелиосистемы. Ч. 2. Тепловые аккумуляторы, бойлеры косвенного нагрева индивидуальных и децентрализованных систем отопления и горячего водоснабжения: учебное пособие. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2019. – 44 с. ISBN 978-5-91327-576-9 DOI 10.17513/np.348.

Учебное издание

Торопов Алексей Леонидович

**НАСТЕННЫЕ ГАЗОВЫЕ КОТЛЫ АВТОНОМНЫХ
СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ. ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ.
ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ. КЛАССИФИКАЦИЯ**

Часть 1.

Конвекционные настенные газовые котлы

Учебное пособие



Технический редактор Кулакова Г.А.

Подписано в печать 23.05.2020

Бумага офсетная.

Гарнитура NewtonC

Формат 60×84 1/16

Печать трафаретная. Печ. л. 3,75.

Тираж 500 экз. Заказ № 14-20.

Отпечатано в типографии ИД «Академия Естествознания»,
440026, г. Пенза, ул. Лермонтова, 3