

Выбор газового котла для крышной котельной

Читатели журнала «С.О.К.» хорошо знают, что одним из важных условий снижения тарифов за отопление в современных условиях является — децентрализация отопления. Другими словами, устанавливая автономную котельную и сокращая текущие расходы на отопление и горячее водоснабжение на 50–75%, т.е. в 2–4 раза. Следует заметить, что с автономной котельной вы будете иметь горячую воду круглый год! А автономную котельную экономичнее всего устанавливать на крыше.

Автор С.Б. НЕХОДА, генеральный директор ЗАО «Прикладные теплотехнологии»

Преимуществами автономных котельных, установленных на крыше, по сравнению с другими типами, являются:

- отсутствие необходимости в отводе дорогостоящего земельного участка, как в случае с отдельностоящей котельной в центре мегаполиса (где земля стоит очень дорого);
- отсутствие необходимости в дымоотводящих трубах большой высоты;
- котельная группа находится в благоприятных гидравлических условиях (отсутствие статического давления столба воды на котлы и арматуру);
- идеальные естественные условия для подачи первичного и вторичного воздуха к котлам;
- отсутствие опасности в случаях аварийного поступления природного газа или дымовых газов в помещение котельной (постоянное проветривание);



- благоприятные условия для рассеивания дымовых газов котельной, расположенной на крыше высотного здания (экологический фактор).

Крышный вариант автономных источников теплоснабжения широко применяется в Северной Америке. В районах плотной городской застройки таких мегаполисов, как Чикаго, Детройт, Сиэтл (США), Торонто и Ванкувер (Канада), на долю крышных котельных приходится до 80% общего производства тепловой энергии. Североамериканский опыт строительства и эксплуатации таких котельных насчитывает уже много десятков лет.

Нет необходимости напоминать очевидный факт — в современной России умеют считать все! А лучше всего россияне умеют считать свои деньги, поэтому многие ТСЖ и производственные предприятия переходят на теплоснабжение от собственных источников, которые располагают на крышах.

■ Классификация котлов по семи признакам

| № п/п | Классификационный признак | Характеристика признака |
|-------|---------------------------------------|--|
| 1 | по типу горелки | атмосферная одноступенчатая, двухступенчатая, с плавной модуляцией, двойная/вентиляторная (наддувная) одноступенчатая, двухступенчатая, с плавной модуляцией |
| 2 | по материалу основного теплообменника | чугун/сталь/нержавеющая сталь/медь |
| 3 | по виду тяги | естественная/принудительная без подачи воздуха/принудительная с подачей воздуха (труба в трубе) |
| 4 | по способу приготовления горячей воды | одноконтурный с внешним бойлером/двухконтурный со встроенным бойлером/двухконтурный с проточным водонагревателем |
| 5 | по комплектации | полная/частичная/без комплектации |
| 6 | по электрозависимости | электронезависимый/электрозависимый без самозапуска/электрозависимый с самозапуском |
| 7 | по виду теплоносителя | только вода/вода и антифриз |

Но не всякий котел удовлетворяет требования по обеспечению простоты монтажа, надежности и удобства эксплуатации на крыше. Поэтому, при выборе отопительного оборудования необходимо обратиться к профессионалам.

Проектированием крышных котельных занимаются исключительно профессиональные специалисты. Они-то зачастую и выполняют направляющую роль при выборе заказчиком тех или иных котлов.

В подавляющем большинстве случаев заказчика, а это руководитель ТСЖ,



ровщики — эти вопросы уже прозвучали и у нас.

Но перед тем, как приступить к оценке стоимости котла, рассмотрим базовые положения, которые помогут понять, как эта стоимость формируется.

Итак, неоспоримым является то, что в настоящее время основным энергоносителем является газ, будь это природный газ или сжиженный.

Устройством, которое преобразует скрытую энергию газа в тепло, является отопительный или водогрейный котел. Каким бы сложным и совершенным ни был котел, его эффективная работа определяется двумя взаимосвязанными процессами: получение тепла и передача тепла теплоносителю.

Процесс получения тепла — это процесс сжигания газа, поэтому он определяется конструкцией горелки. Процесс передачи тепла от продуктов сгорания газа теплоносителю определяется конструкцией теплообменника.

Взаимосвязь этих процессов осуществляется блоком управления котла, через систему автоматики.

Система автоматики всех поступающих на российский рынок газовых котлов должна соответствовать требованиям ГОСТ 30735–2001 (это соответствие подтверждается сертификатом).

Практически все производители оснащают свои котлы блоками управления, которые обеспечивают их работу от внешнего управляющего сигнала.

промышленного или сельскохозяйственного предприятия, интересует ответ на вопрос: «По какой цене он может приобрести котлы, способные отопить его многоподъездный дом или цех и согреть воду?». А проектировщика интересует: «В каком пространстве он сможет разместить планируемую котельную?». А уж если речь зашла о крышной котельной, то на первый план выходит вопрос: «Сколько весит котел?».

На российском рынке отопительного оборудования очень много, достаточно открыть первую страничку сайта www.c-o-k.ru и убедиться в этом. Выбор всегда процесс непростой, но если к нему правильно подойти, то он может стать увлекательным и интересным.

Прежде всего, нужны критерии сравнения! Правильнее всего выбирать котел, отвечая на те вопросы, которые чаще всего задают заказчики и проекти-



Официальный представитель компании Camus Hydronics Ltd. в России

ЗАО «ПРИКЛАДНЫЕ ТЕПЛОТЕХНОЛОГИИ»

410054, г. Саратов, ул. Новоузенская, д. 212

Тел.: (845-2) 560-182, сайт: www.teplus.ru

E-mail: info@teplus.ru, aht_russia@mail.ru

Реклама



Это значительно расширяет возможности котлов, позволяя им работать в каскаде, учитывать температуру наружного воздуха и многое другое, что несет с собой внешний блок управления.

Таким образом, ГОСТ практически уравнивает возможности всех производителей по набору потребительских свойств, заданных системой управления.

Следовательно, все основные отличия потребительских свойств котла, а соответственно и его стоимости, определяются тем, как конструкторской команде производителя удалось организовать два основных процесса: — сжигания газа и теплопередачи.

Именно искусство организации этих процессов и выбор материала для их осуществления определяют стоимость, надежность, размеры и вес котла, т.е. те потребительские свойства, которые интересуют заказчика.

Для того чтобы дать объективную оценку работе конструктора, необходимо сравнить параметры котлов. При этом нужно знать, что газовые котлы разделяются по следующим основным признакам.

Существующая практика показывает, что для оснащения крышной котельной вам придется приобрести котлы мощностью от 200 кВт до 1,5 МВт. Такие котлы имеют приемлемые габариты и вес, а объединение их в каскад позволяет получить необходимую мощность.

Все они имеют напольное исполнение, поэтому способ размещения котла как классификационный признак не рассматривается. Из представленных семи наибольшее влияние на стоимость котла оказывают первые два. Они же в максимальной степени зависят от квалификации конструктора.

Поэтому проведем анализ конструкций котлов по первым двум признакам и рассмотрим, как они участвуют в формировании цены.

В конце статьи представлена таблица с техническими параметрами и стоимостью газовых отопительных котлов основных европейских производителей, представленных на российском рынке, и канадской компании Samus Hydronics Ltd.

Для удобства сравнения в таблице также представлены их удельные показатели. Они наглядно показывают, сколько килограмм металла и какой объем необходим конструкторской команде производителя, чтобы передать 1 кДж тепла воде за одну секунду, а также, сколько это стоит.

Важнейшей частью любого котла, работающего на газовом топливе, является горелка. От ее работы зависит эффективность и экономичность котла. Все горелки, используемые в напольных котлах, относятся к одному из двух типов:

- горелки атмосферного типа.
- горелки вентиляторные, или наддувные.

Атмосферные горелки всегда встроены в котел и являются его конструктивной частью. Работают они практически бесшумно. Скорость потока и условия смешения газа с воздухом в атмосферной горелке задаются давлением подачи газа. Поэтому котлы европейского производства с атмосферной горелкой (а их на российском рынке большинство), нормально работают при давлении газа, принятом в Европе — не ниже 150 мм водн. ст. (1,5 кПа). В России же природный газ к потребителям подается по ГОСТ 5542–87 при двух номинальных уровнях давления 130 мм водн. ст. (1,3 кПа) или 200 мм водн. ст. (2,0 кПа).

Нетрудно заметить, что котлы с такими горелками будут работать не везде.

Но такой вывод справедлив не для всех атмосферных горелок. Так, канадские котлы Samus оснащаются атмосферными горелками из жаропрочной нержавеющей стали. Щели для выхода пламени выполнены в них методом лазерной перфорации, а их ширина составляет всего лишь 0,5 мм. Такая щель не даст пламени сесть на горелку и проскочить внутрь ее даже при низких давлениях газа, а котел продолжит работать даже при давлении 60 мм водн. ст. (0,6 кПа).

Для повышения эффективности предварительного смешения газа с воздухом внутри горелки помещен эжектор в виде трубки Вентури.

КПД котла с атмосферными горелками составляет 91–92 % по низшей теплоте сгорания H_i , ведь часть тепла уходит на создание естественной тяги. Про котлы с атмосферными горелками можно сказать, что за их простотой стоит надежность, полная комплектность и невысокая стоимость.

В вентиляторных горелках воздух в камеру сгорания нагнетается принудительно, а его поступление автоматически меняется в зависимости от требуемого режима работы горелки. Их основным достоинством является устойчивая работа при пониженном и нестабильном давлении газа, т.к. скорость потока газовой смеси, проходящей через щель горелки задается вентилятором. Такие горелки обеспечивают КПД котла порядка 94–95 % по низшей теплоте сгорания H_i . А при установке теплообменника, обеспечивающего конденсацию продуктов сгорания, то и все 95 % по высшей теплоте сгорания H_s .

Однако они имеют два существенных недостатка — высокий уровень шум-

■ Сравнение котлов по техническим характеристикам и удельным параметрам

| Марка котла | Мощность, кВт | Вес, кг | Масса воды в котле, кг | Объем, м³ | Габариты (в×ш×г), мм | Цена, руб. | Материал теплообменника/горелка | Удельные параметры | | |
|-------------------------------------|---------------|---------|------------------------|-----------|-------------------------|------------|--------------------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| | | | | | | | | Объем, м³/кВт | Полная масса, кг/кВт | Стоимость, руб/кВт |
| VISSMANN, Германия | | | | | | | | | | |
| Vitoplex 200 | 270,0 | 720 | 400 | 2,85 | 1460×905×2160 | 750 708 | чугун/ наддувная модулируемая | 0,0106 | 4,18 | 2780,40 |
| Vitoplex 200 | 560,0 | 1145 | 635 | 4,27 | 1625×1040×2525 | 1 209 992 | чугун/ наддувная модулируемая | 0,0076 | 3,18 | 2160,70 |
| Vitoplex 200 | 700,0 | 1696 | 935 | 5,05 | 1670×1285×2355 | 1 284 780 | чугун/ наддувная модулируемая | 0,0072 | 3,68 | 1835,40 |
| Vitoplex 200 | 1100,0 | 2370 | 1525 | 6,83 | 1900×1380×2606 | 1 672 770 | чугун/ наддувная модулируемая | 0,0062 | 3,46 | 1520,70 |
| Vitoplex 300 | 575,0 | 1624 | 903 | 4,57 | 1695×1285×2100 | 1 206 465 | чугун/ наддувная модулируемая | 0,0079 | 4,30 | 2098,20 |
| Vitoplex 300 | 1120,0 | 3127 | 1452 | 7,16 | 1955×1375×2665 | 1 702 512 | чугун/ наддувная модулируемая | 0,0064 | 4,01 | 1520,10 |
| RENDAMAX, Голландия | | | | | | | | | | |
| R18132 EM | 481,0 | 620,0 | 22,0 | 3,75 | 1795×1430×1461 | 894 362 | медь/ атмосферная модулируемая | 0,0078 | 1,33 | 1859,38 |
| R18280 EM | 1002,0 | 885,0 | 30,1 | 6,99 | 1895×1400×2636 | 1 438 781 | медь/ атмосферная модулируемая | 0,0070 | 0,91 | 1435,90 |
| R603 | 237,2 | 400,0 | 35,0 | 1,42 | 1440×670×1470 | 653 820 | медь/ наддувная модулируемая | 0,0060 | 1,83 | 2756,40 |
| R607 | 539,0 | 650,0 | 82,0 | 1,92 | 1440×770×1735 | 992 496 | медь/ наддувная модулируемая | 0,0036 | 1,36 | 1841,36 |
| R3401 | 657,0 | 675,0 | 50,0 | 4,08 | 1355×1330×2265 | 1 375 120 | медь/ наддувная модулируемая | 0,0062 | 1,10 | 2093,03 |
| R3405 | 1078,0 | 1070,0 | 80,0 | 4,79 | 1355×1330×2658 | 1 919 012 | медь/ наддувная модулируемая | 0,0044 | 1,07 | 1780,16 |
| CAMUS HYDRONICS Ltd., Канада | | | | | | | | | | |
| MF-1002 с конд. | 278,2 | 312,9 | 10,1 | 1,73 | 1098×1340×1181 по конд. | 687 500 | медь/ наддувная модулируемая | 0,0062 | 1,12 | 2471,24 |
| MF-2502 с конд. | 695,4 | 791,5 | 15,4 | 4,42 | 1207×2003×1829 по конд. | 1 370 000 | медь/ наддувная модулируемая | 0,0064 | 1,14 | 1970,09 |
| MFH-3002 с конд. | 834,5 | 852,5 | 20,6 | 4,42 | 1207×2003×1829 по конд. | 1 400 000 | медь/ наддувная модулируемая | 0,0053 | 1,05 | 1677,65 |
| MFH-4002 с конд. | 1112,6 | 1029,7 | 26,8 | 5,77 | 1207×2616×1829 по конд. | 1 556 700 | медь/ наддувная модулируемая | 0,0052 | 0,95 | 1399,16 |
| MF-2502 с конд. | 695,4 | 791,5 | 15,4 | 4,42 | 1207×2003×1829 по конд. | 1 057 900 | медь/ наддувная ступенчатая | 0,0064 | 1,14 | 1521,28 |
| MFH-3002 с конд. | 834,5 | 852,5 | 20,6 | 4,42 | 1207×2003×1829 по конд. | 1 069 000 | медь/ наддувная ступенчатая | 0,0053 | 1,05 | 1281,00 |
| MFH-4002 с конд. | 1112,6 | 1029,7 | 26,8 | 5,77 | 1207×2616×1829 по конд. | 1 237 800 | медь/ наддувная ступенчатая | 0,0052 | 0,95 | 1112,53 |
| BFH-1950 | 514,2 | 408,2 | 10,6 | 1,56 | 838×2457×756 | 543 500 | медь/ атмосферная ступенчатая | 0,0030 | 0,81 | 1056,98 |
| BFH-0840 | 221,5 | 230,0 | 5,7 | 0,76 | 838×1200×756 | 224 840 | медь/ атмосферная ступенчатая | 0,0034 | 1,06 | 1015,08 |
| BFH-1950 | 514,2 | 408,2 | 10,6 | 1,56 | 838×2457×756 | 425 200 | медь/ атмосферная ступенчатая | 0,0030 | 0,81 | 826,92 |

ма, требующий дополнительных затрат на звукоизоляцию и высокую стоимость, в два-три раза превышающую стоимость атмосферной горелки. Как правило, наддувные горелки не являются частью котла, а навешиваются на него, поэтому их еще называют навесными. Но такая конструкция котла дает возможность использовать и навесные жидкотопливные (дизельные) горелки.

Но не все наддувные горелки такие шумные, ведь основной шум создает открытое пламя. Пламя, впрочем, создает не только шум, от его размера зависит содержание NOx в продуктах сгорания.

Памятуя об этом, конструкторы Camus Hydronics Ltd. максимально уменьшили размер пламени, организовав предварительное смешивание газа и воздуха в трубе, подходящей к камере горелки, а сам процесс сжигания смеси происходит в пористом слое из волокнистого огнестойкого материала. Шум такого котла не превышает 45–50 дБ(А), а количество NOx в продуктах сгорания находится в пределах 25 мг/(кВт·ч).

Наддувные горелки Camus Hydronics Ltd. всегда встроены в котел. Отличительной особенностью котлов Camus Hydronics Ltd. является то, что они имеют полную комплектацию и проходят заводские теплотехнические и гидравлические испытания.

Газовые горелки в напольных котлах управляются ступенчато или плавно и называются они соответственно ступенчатые или модулируемые. Напомним, что модуляция пламени — это автоматическое изменение мощности горелки в зависимости от интенсивности отбора тепла из теплообменника. Горелки Camus Hydronics Ltd. имеют широкий диапазон модуляции 1:5.

Ступенчатые горелки и горелки с модуляцией пламени увеличивают ресурс котлов, снижают расход топлива, повышают «гибкость» регулирования теплового режима. Разумеется, они предпочтительнее одноступенчатых горелок, работающих в режиме включена/выключена.

Так в котле генерируется тепло, а теплоносителю оно передается через теплообменник. Работа теплообменника определяется тремя основными процессами:

- получение тепла от продуктов сгорания наружной поверхностью стенки;
- теплопередача через стенку;
- теплосъем с внутренней поверхности стенки.

Ведущая роль в работе теплообменника принадлежит теплопроводности, т.к. она задает пропускную способность его стенки. Именно поэтому — один из главных признаков, по которым отличаются котлы разных моделей, является материал теплообменника.

Теплообменник может быть изготовлен из чугуна, стали или меди. Соответственно их средняя теплопроводность составляет: чугун — 18–20 Вт/(м·град), стали — 80–85 Вт/(м·град) и меди 400–410 Вт/(м·град).

Нетрудно заметить, что теплообменник из чугуна имеет минимальную теплопроводность и для того, чтобы передать через стенку одинаковое количество теплоты, при прочих равных условиях, он должен иметь максимальную площадь поверхности, по отношению к теплообменникам, изготовленным из другого материала, т.е. чем ниже теплопроводность материала теплообменника, тем больше должна быть площадь его поверхности и наоборот.

Но большая площадь поверхности теплообменника — это и большой объем металла на его изготовление и воды, содержащейся в нем, и значительное пространство для его размещения.

Как видно из таблицы, котлы с чугунными теплообменниками имеют максимальный вес и объем. Так, сухой вес котла одного из мировых лидеров по производству котлов Viessmann (Германия) Vitoplex 200, максимальной мощностью 270 кВт с горелкой Weishaupt WG-30 составляет 720 кг, а занимаемый им объем составляет 3,25 м³. Его удельная масса и удельный объем соответственно 3,83 кг/кВт и 0,012 м³/кВт. Добавьте сюда еще массу воды, заполняющую теплообменник, и получите, что работающий котел мощностью 270 кВт даст вам нагрузку на крышу в 1120 кг, а котел Vitoplex 200 мощностью 1100 кВт с горелкой Weishaupt WM-G20/2-A ZM — все 3895 кг. Тяжелый и громоздкий котел требует усиления перекрытий и специальных приспособлений для подъема и спуска с крыши.

Низкая теплопроводность чугуна приводит к тому, что на единицу внутренней поверхности стенки тепло поступает в незначительном количестве и для того, чтобы вода успела прогреться она должна двигаться с небольшой скоростью, порядка 0,1 м/с.

При такой скорости движения неизбежно оседание частиц, переносимых водой, на внутреннюю поверхность теп-

лообменника. Отсюда высокие требования к химической подготовке теплоносителя.

Значительные массы теплообменника и воды, содержащейся в нем, приводят к тому, что котлы с чугунными теплообменниками обладают и большой тепловой инерционностью. Если за окном, например, резко потеплело, и автоматика отреагировала на это изменением режима работы горелки, то теплообменник из-за своей массы еще долго будет оставаться горячим, продолжая греть теплоноситель и помещение. Наличие в системе отопления чугунных радиаторов еще больше увеличит тепловую инерцию системы отопления. До трех часов может пройти, пока температура в помещении вернется к норме.

Разработка специальных марок серого чугуна, который обладает повышенной пластичностью, большой однородностью структуры и высокой сопротивляемостью коррозии, является «ноу-хау» производителя и ведет к удорожанию котла. Но все это не гарантирует, а лишь создает условия для длительной эксплуатации котла.

Реализовать же эти условия можно только при правильной его эксплуатации. Известно, что чугун — материал хрупкий. Сильный удар может привести к образованию трещин. Чугун так же может треснуть, если в неостывший теплообменник попадет холодная вода. При частой смене воды с высокой жесткостью, внутри котла может образоваться накипь, которая приводит к локальному перегреву участков теплообменника и появлению микротрещин.

А стоимость таких котлов говорит сама за себя. Котлы Viessmann в диапазоне мощностей от 270 и выше комплектуются, как правило, горелками Weishaupt или Elco. Поэтому в таблице дана стоимость котла с горелкой.

В рассматриваемом диапазоне мощностей котлы с чугунными теплообменниками выпускают такие производители как Vaillant, De Dietrich, Buderus, Wester Heating, их технические характеристики подробно были рассмотрены в №6 журнала «С.О.К.» за 2008 г.

Анализ котлов с чугунными теплообменниками показал, что многим степенным Европейским конструкторам близок размеренный поток, массивные и инерционные системы, такие тяжелые и громоздкие котлы вы вряд ли будете размещать на крыше, хотя о вкусах не спорят.

Стальные теплообменники занимают промежуточное положение между чугунными и медными, поэтому не будем подробно останавливаться на их характеристике.

Рассмотрим более детально свойства котлов с медными теплообменниками.

На мировом рынке котлов с медными теплообменниками наиболее известны такие производители как Rendamax (Голландия), Laars (США) и Camus Hydronics Ltd. (Канада).

Медь проводит тепло в 20 раз быстрее чугуна — именно поэтому площадь внутренней поверхности медного теплообменника в 20 раз меньше, чем чугунного.

Малая поверхность теплообменника это малый расход материала на его изготовление, малый вес воды в нем, а следовательно, и малый вес котла в целом.

Так, котел канадской компании Camus Hydronics Ltd. серии Blue Flame BFH-1020 мощностью 267 кВт весит всего лишь 255,8 кг и занимает объем только 0,89 м³. Не трудно заметить, что конструкторской команде Camus Hydronics Ltd. потребовалось всего лишь 0,96 кг материала и 0,0033 м³ пространства, чтобы передать воде 1 кДж тепла за 1 сек.

Эти данные наглядно показывают, что изменение всего лишь одного свойства материала ведет к существенному отличию массо-габаритных характеристик котлов. А в основе этих отличий лежит кардинальное изменение условий передачи тепла.

Для эффективного сбора тепла, поставляемого пламенем горелки, наружная поверхность медного теплообменника значительно увеличена за счет ее оребрения. Ребра как плавники рассекают газовый поток, отбирая из него тепло. При этом, практически все тепло, содержащееся в продуктах сгорания газа оказывается на внутренней поверхности стенки теплообменника.

Для того чтобы снять тепло с этой поверхности вода должна активно перемешиваться. А перемешивает воду в медном оребренном теплообменнике турбулентный поток. Скорость движения воды свыше 2,1 м/с. При такой скорости исключается оседание частиц, содержащихся в воде на поверхность теплообменника, а следовательно, и требования к хим водоподготовке имеют значительные послабления. Справедливости ради следует отметить, что для подачи воды с такой скоростью Вам придется установить небольшой насос на входе в котел.



Но при этом вы знаете, что на котельную мощностью 2 МВт оснащенную котлами с чугунными теплообменниками потребуется система автоматического дозирования реагентов стоимостью порядка 140 тыс. руб. А для котельной такой же мощностью, оснащенной котлами с медными теплообменниками, достаточно магнитного активатора, который стоит всего 63 тыс. руб.

Из производителей котлов с медными теплообменниками следует отметить голландскую компанию Rendamax, входящую в состав итальянской промышленной группы MTS. Она выпускает качественные котлы, имеющие высокий технический уровень исполнения и максимальные функциональные возможности. Это, прежде всего модулируемая горелка, будь то атмосферная или наддувная и применение теплообменников, обеспечивающих конденсацию продуктов сгорания в котлах с наддувными горелками.

Для вас, как потребителя, это означает, что за такой функциональный котел R18132 EM компании Rendamax мощностью 481,0 кВт, оснащенный атмосферной горелкой, предстоит заплатить 1859,38 руб/кВт, а котел R 3401 мощностью 657,0 кВт, оснащенный наддувной горелкой, плата составит 2093,03 руб/кВт. Для сравнения, котел канадской компании серии Mico Flame MF-2502 с модулируемой наддувной горелкой и конденсаторным теплообменником мощностью 695,4 кВт имеет удельную стоимость 1970,1 руб/кВт, а котел серии Blue Flame BFH-1950 с атмосферной модулируемой горелкой мощностью 514,2 кВт обойдется всего по 1056,98 руб/кВт.

Котлы с медными теплообменниками имеют высокие динамические характеристики. Как показывает практика котлы с горелкой, управляемой ступенчато незначительно уступают по качеству отопления котлам с модулируемой го-

релкой, но при этом они имеют существенное преимущество в цене. Поэтому компания Camus Hydronics Ltd. включила в ассортимент выпускаемой продукции и котлы со ступенчатым управлением горелкой.

Анализ продаж в России показывает, что наибольшей популярностью пользуются котлы с двухступенчатыми горелками. Одной из причин их популярности является оптимальное соотношение цены котлов и качества отопления, обеспечиваемого этими котлами.

В этом вы можете убедиться сами. Так, котел MF-4002 с двухступенчатой наддувной горелкой и конденсаторным теплообменником мощностью 1112,6 кВт имеют удельную стоимость — 1112,53 руб/кВт, а котел BFH-1950 с атмосферной двухступенчатой горелкой мощностью 514,2 кВт обойдутся всего по 826,92 руб/кВт.

Котлы серии Mico Flame универсальны, применяемые на них наддувные горелки с предварительным смешиванием газовых компонентов, могут дополнительно оборудоваться конденсационными теплообменниками. Установка дополнительного теплообменника повышает их КПД до 95% по вышней теплоте сгорания H₂. Конденсационные теплообменники являются съемными и могут монтироваться на котел непосредственно в котельной.

Анализ технических характеристик котлов медными теплообменниками показал, что эффективная организация теплообменного процесса в них привела к снижению их материалоемкости, а соответственно и стоимости.

Легкий, компактный, надежный, недорогой — вот те признаки, которые определяют пригодность котла к применению его в составе крышной котельной. А кому как не канадцам, где 80% жилья отапливается с крыши, знать, как делать котлы для крышных котельных? ■