

# Как выбрать газовый котел для отопления помещений площадью свыше 1000 м<sup>2</sup>?

Для отопления помещений площадью свыше 1000 м<sup>2</sup> требуются котлы мощностью 100 кВт и выше, а проектированием указанных систем занимаются исключительно профессиональные специалисты. Они то зачастую и выполняют направляющую роль при выборе заказчиком отопительных котлов. В подавляющем большинстве случаев заказчика интересует, по какой цене он может приобрести котел, способный отопить нужную ему площадь? Проектировщика же интересует, в каком пространстве он сможет разместить планируемую котельную? В связи с активным применением крышных котельных на первый план вышел вопрос: сколько весит котел? Попробуем дать ответы на эти вопросы.

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

Неоспоримо: в настоящее время основным энергоносителем является газ, будь это газ природный 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. 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 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 потребитель-

## ■ Классификация котлов

таб. 1

№ 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

ские 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 — см. табл. 1.

В настоящее время все котлы мощностью свыше 100 кВт имеют напольное исполнение, поэтому способ размещения котла как классификационный признак не рассматривается. Из представленных семи наибольшее влияние на формирование базовых свойств 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 табл. 2 представлены технические параметры и стоимость газовых отопительных котлов основных европейских производителей, представленных на российском рынке, а также канадской компании CAMUS 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 1 с, 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.

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%. Однако они имеют два существенных недостатка — высокий уровень шума, требующий дополнительных затрат на звукоизоляцию и высокую стоимость атмосферной горелки. Как правило, наддувные горелки не являются частью котла, а навешиваются к нему (поэтому их еще называют навесными). Но такая конструкция котла дает возможность использовать и навесные жидкотопливные (дизельные) горелки.

Газовые горелки в напольных котлах, бывают одно-, двухступенчатые или с плавной модуляцией. Напомню, что модуляция пламени — это автоматическое изменение мощности горелки в зависимости от интенсивности отбора тепла из теплообменника. Двухступенчатые горелки и горелки с модуляцией пламени увеличивают ресурс котлов, снижают расход топлива, повышают «гибкость» регулирования теплового режима. Разумеется, они предпочтительнее одноступенчатых.

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 вод. ст. (1,5 кПа). В России же природный газ к потребителям подается по ГОСТ 5542–87 при двух номинальных уровнях давления 130 мм вод. ст. (1,3 кПа) или 200 мм вод. 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 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 проскочить внутрь горелки при низких давлениях газа, а котел продолжает работать даже при давлении 60 мм вод. 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 91–93%. Про котлы с атмосферными горелками можно сказать, что за их простотой стоит надежность, полная комплектность и невысокая стоимость. 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 принадлежит теплопроводности, т.к. она задает пропускную способность стенки теплообменника. **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: чугуна — 18–20 Вт/(м·°С), стали — 80–85 Вт/(м·°С) и меди 400–410 Вт/(м·°С).

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 — 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. Например, сухой вес котла максимальной мощностью 270 кВт составляет 1035 кг, а занимаемый им объем составляет 3,25 м<sup>3</sup>. Его удельная масса и удельный объем — соответственно 3,83 кг/кВт и 0,012 м<sup>3</sup>/кВт.

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 теплообменника. Отсюда высокие требования к химической подготовке воды.

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 также 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 (к примеру, наиболее известный котел мощностью 157 кВт стоит 242 тыс. руб. А 1 кВт тепла при установке этого котла обойдется в 1542 руб.

Анализ котлов чугунными теплообменниками показал, что многим степенным европейским конструкторам близок размеренный поток, массивные и инерционные системы, чего нельзя сказать о конструкторской команде итальянцев отца и сыновей Руссио и Петрарка, покоривших северо-американский рынок котлами с динамичными медными оребренными теплообменниками.

Рассмотрим более детально свойства котлов с медными теплообменниками. Медь проводит тепло в 20 раз быстрее чугуна, поэтому и площадь внутренней поверхности медного теплообменника практически 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 BFH 1020 (серия Blue Flame, Camus) мощностью 267 кВт весит всего лишь 255,8 кг и занимает объем только 0,89 м<sup>3</sup>. Нетрудно заметить, что конструкторской команде потребовалось всего лишь 0,96 кг материала и 0,0033 м<sup>3</sup> пространства, чтобы передать воде 1 кДж тепла за 1 с. Эти данные наглядно показывают, что изменение всего лишь одного свойства материала ведет к кардинальному отличию 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 поверхности



Котел Blue Flame BFH 1020 мощностью 267 кВт с однорежимной горелкой

теплообменника, а следовательно и требования к химводоподготовке имеют значительные послабления. Справедливости ради следует отметить, что для подачи воды с такой скоростью вам придется установить небольшой циркуляционный насос, на внутренний отопительный контур.

Применение материала с высокой теплопроводностью повысило тепловую динамичность котла. Если за окном, например, резко потеплело, и автоматика отреагировала на это изменением режима работы горелки, то теплообменник практически мгновенно уменьшит передачу тепла воде и не придется ждать по нескольку часов, пока температура в помещении вернется к норме.

Поэтому даже применение простых однорежимных горелок в котлах с медными теплообменниками позволяет лучше экономить газ, чем модулируемых в котлах с чугунными теплообменниками.

Так эффективная организация теплообменного процесса в канальных котлах привела к снижению их материалоемкости, а следовательно и стоимости, скажем, котел Blue Flame BFH 1020 мощностью 267 кВт с однорежимной горелкой стоит 201 тыс. руб., а с модулируемой — 294 тыс. руб. При установке котла один кВт тепла обойдется вам всего лишь в 754 руб., если котел укомплектован однорежимной горелкой, и в 1100 руб., если котел укомплектован модулируемой горелкой. □

## Классификация котлов

таб. 1

Марка котла	Мощность, кВт	Вес, кг	Масса воды в котле, кг	Габариты			Объем, м <sup>3</sup>	Цена*, руб	Материал теплообм. горелка	Удельные параметры		
				Высота, мм	Ширина, мм	Глубина, мм				Стоим., руб/кВт	Объем, м <sup>3</sup> /кВт	Масса, кг/кВт
<b>VAILLANT, серия atto Craft, VK INT, Германия</b>												
1154/9	115	447	44	1145	1250	960	1,37	160 345,00	чуг/атм	1394,30	0,0119	3,89
1604/9	157	601	65	1145	1730	1012	2,00	242 076,00	чуг/атм	1542,00	0,0128	3,83
<b>DE DIETRICH, серия DTG 320. Eco NO<sub>x</sub>, Франция</b>												
DTG 320-16	270	1035	122	1376	1674	1412	3,25	391 132,80	чуг/атм	1448,64	0,0120	3,83
DTG 320-20	342	1350	152	1376	2026	1412	3,94	444 047,50	чуг/атм	1298,38	0,0115	3,95
<b>VISSMANN, серия Vitoplex 200 Тип SX2, Германия</b>												
Vitoplex 200	120	390	н.д.	1315	755	1510	1,50	229 179,60	чуг/над	1909,83	0,0125	3,25
Vitoplex 200	200	505	н.д.	1315	825	1690	1,83	300 602,64	чуг/над	1503,01	0,0092	2,53
<b>BUDERUS, серия Logano GE 434, Германия</b>												
Logano 150	150	815	173	1466	1460	1427	3,05	391 055,00	чуг/атм	2607,00	0,0203	5,43
Logano 375	375	1718	369	1466	1460	2522	5,40	656 285,00	чуг/атм	1750,00	0,0144	4,58
<b>JUNKERS BOSCH, серии Suprastar и Supramax, Германия</b>												
KN 108-8 GM	108	407	н.д.	930	1401	842	1,10	115 895,72	чуг/атм	1073,00	0,0101	3,77
K 306-8 DM	306	1150	н.д.	1310	1924	965	2,43	333 842,52	чуг/атм	1091,00	0,0079	3,76
<b>PROTHERM, серия Grizzly, Словения</b>												
100 KLO	99	395	н.д.	1195	1170	960	1,34	91 763,34	чуг/атм	926,90	0,0135	3,98
150 KLO	150	546	н.д.	1195	1570	960	1,80	129 512,00	чуг/атм	863,41	0,0120	3,64
<b>FERROLI, серия Pegasus F2-F3, Италия</b>												
F2 N.102	102	400	н.д.	1000	800	900	0,72	89 046,20	чуг/атм	873,03	0,0071	3,92
F3.289	289	945	н.д.	1000	1789	900	1,61	237 289,40	чуг/атм	821,07	0,0055	3,27
<b>WESTER HEATING, серия Wester Gross, Англия</b>												
110	108	350	н.д.	1000	1240	670	0,83	100 182,48	чуг/атм	927,61	0,0077	3,24
280	279	1044	н.д.	1365	1580	1190	2,56	214 464,41	чуг/атм	768,69	0,0092	3,74
<b>WOLF, серия MKS, Германия</b>												
100	100	413	н.д.	1180	794	1405	1,31	114 291,00	ст/атм	1142,91	0,0131	4,13
500	500	1035	н.д.	1526	1034	2060	3,25	390 546,00	ст/атм	781,10	0,0065	2,07
<b>CAMUS, серия Blue Flame, Канада</b>												
480	126,5	161,5	4,2	838	781	756	0,49	134 200,00	мед/атм	1060,87	0,0039	1,28
660	174,0	191,4	5,0	838	991	756	0,63	160 450,00	мед/атм	922,13	0,0036	1,10
840	221,5	230,0	5,7	838	1200	756	0,76	178 100,00	мед/атм	804,06	0,0034	1,04
1020	267,0	255,8	6,4	838	1410	756	0,89	201 320,00	мед/атм	754,01	0,0033	0,96
1200	316,4	281,2	7,2	838	1620	756	1,03	224 900,00	мед/атм	710,81	0,0032	0,89
1380	363,9	316,6	8,0	838	1830	756	1,16	264 670,00	мед/атм	727,32	0,0032	0,87
1560	411,4	346,5	9,0	838	2038	756	1,29	293 800,00	мед/атм	714,15	0,0031	0,84
1740	458,8	376,5	9,8	838	2248	756	1,42	316 900,00	мед/атм	690,71	0,0031	0,82
1950	514,2	408,2	10,6	838	2457	756	1,56	347 250,00	мед/атм	675,32	0,0030	0,79

\* Данные по ценам на котлы взяты с сайтов официальных представителей или региональных торгующих организаций на момент подготовки статьи к публикации.