Твердотопливные котлы

Solid

Solid 2000 B | Solid 3000 H | Solid 5000 W

Документация для проектирования

BOSCH
Разработано для жизни

SCG SMART CLIMATE GROUP
Отопление Кондиционирование

адрес: 08130, Киевская обл., Киево-Святошинский р-н, с. Петропавловская Борщаговка, ул. Озерная, 10
тел.: (044) 337-38-03, (063) 704-81-30
(067) 320-28-85 (050) 317-62-28
email: sales@smartclimate.com.ua
www: http://smartclimate.com.ua/

Содержание

1. Твердотопливные котлы Bosch . . . 3
1.1. Типы твердотопливных котлов Bosch . . . 3
1.2. Назначение, описание и технические характеристики твердотопливных котлов Bosch . . . 3
1.2.1. Стальные твердотопливные котлы Solid 2000 B . . . 3
1.2.1.1. Комплект поставки Solid 2000 B . . . 5
1.2.1.2. Габаритные размеры и технические характеристики котлов Solid 2000 B . . . 6
1.2.2. Чугунные твердотопливные котлы Solid 3000 H . . . 8
1.2.2.1. Комплект поставки . . . 10
1.2.2.2. Размеры и технические характеристики котлов Solid 3000 H . . . 11
1.2.3. Стальные твердотопливные котлы пиролизного типа Solid 5000 W . . . 13
1.2.3.1. Комплект поставки котла Solid 5000 W . . . 15
1.2.3.2. Размеры и технические характеристики котлов Solid 5000 W . . . 16
2. Рекомендации для проектирования . . . 18
2.1. Предписания по подбору мощности и модели твердотопливных котлов Bosch . . . 18
2.2. Топливо для твердотопливных котлов Bosch . . . 18
2.2.1. Теплотворная способность твердого топлива . . . 20
2.3. Требования к помещению, вентиляции и месту установки твердотопливных котлов Bosch . . . 20
2.3.1. Требования к помещению для твердотопливных котлов Bosch . . . 20
2.3.2. Требования к вентиляции помещения для твердотопливных котлов Bosch . . . 20
2.3.3. Рекомендуемые (минимально необходимые) расстояния при установке твердотопливных котлов Bosch . . . 21
2.4. Требования по защите твердотопливных котлов Bosch . . . 23
2.4.1. Защита твердотопливных котлов Bosch от низкотемпературной коррозии . . . 23
2.4.2. Защита твердотопливных котлов Bosch от перегрева . . . 23
2.4.2.1 Защита от перегрева чугунного твердотопливного котла Bosch Solid 3000 H . . . 23
2.4.2.2. Защита от перегрева стального пиролизного твердотопливного котла Bosch Solid 5000 W . . . 25
2.5. Буферная емкость. Назначение, подбор и применение в системах отопления с твердотопливными котлами Bosch . . . 27
2.5.1. Назначение буферной емкости . . . 27
2.5.2. Расчет необходимого объема буферной емкости . . . 27
2.5.3. Рекомендуемая схема подключения твердотопливных котлов Bosch к закрытой системе теплоснабжения . . . 29
2.5.4. Техническое описание и характеристики буферных емкостей Bosch . . . 31
2.5.5. Использование нескольких буферных емкостей . . . 32
2.6. Дымоходы для твердотопливных котлов Bosch . . . 33
2.6.1. Нормативные требования к конструкции и исполнению дымоходов . . . 33
2.6.2. Требуемая тяга и рекомендуемая высота дымовой трубы для твердотопливных котлов Bosch . . . 35

1. Твердотопливные котлы Bosch

1.1. Типы твердотопливных котлов Bosch

Компания Bosch предлагает твердотопливные котлы следующих типов:

- стальные твердотопливные котлы Solid 2000 B в диапазоне мощности от 12 до 45 кВт
- чугунные твердотопливные котлы Solid 3000 H в диапазоне мощности от 20 до 40 кВт
- стальные котлы пиролизного типа Solid 5000 W в диапазоне мощности от 20 до 38 кВт

1.2. Назначение, описание и технические характеристики твердотопливных котлов Bosch

Твердотопливные котлы Bosch предназначены для автономных систем теплоснабжения частных жилых домов и других индивидуальных строений. К основным преимуществам твердотопливных котлов Bosch относятся:

- возможность выбора котла с чугунным или стальным теплообменником;
- возможность регулирования процесса сжигания, обеспечивающая максимально качественный процесс горения топлива и высокий кпд работы котла;
- возможность энергонезависимой автономной работы в гравитационных системах из-за отсутствия средств автоматики, электрических частей и малого внутреннего сопротивления (для моделей Solid 2000 B и Solid 3000 H);
- использование различных видов топлива из-за конструктивных решений;
- простота эксплуатации, обслуживания и ремонта из-за несложной конструкции и возможности доступа ко всем частям;
- компактность установки благодаря оптимальным габаритным размерам.

Расчетный срок службы твердотопливных котлов Bosch (при выполнении условий эксплуатации):

- стальные Solid 2000 B – 12 лет
- чугунные Solid 3000 H – 20 лет
- стальные Solid 5000 W – 20 лет

1.2.1. Стальные твердотопливные котлы Solid 2000 B

Твердотопливные стальные котлы серии Solid 2000 B предназначены для встраивания в закрытые системы отопления с принудительной циркуляцией или в открытые системы отопления с естественной (гравитационной) циркуляцией. Котел имеет малое внутренне гидравлическое сопротивление и внешние патрубки подключения к системе 1 1/2″, что позволяет нагретому теплоносителю перемещаться без принудительной циркуляции.

Основное топливо — дерево с теплотой сгорания порядка 13 МДж/кг (4,0–4,15 кВт·ч/кг) и влажностью 20 % (не более 25 %), альтернативное топливо — бурый уголь, каменный уголь, кокс. Длительная работа на каменном угле или коксе не рекомендуется. Это может привести к повреждению котла (прогорание колосниковых решеток).

Описание

- Трехходовая конструкция теплообменника из жаропрочной стали
- Усовершенствованная камера сгорания с возможностью регулировки подачи дополнительного воздуха
- Термостатический регулятор температуры котла
- Система поворотных чугунных колосниковых решеток
- Дверца зольника котла с регулируемым дросселем для подачи первичного воздуха
- В боковых панелях котла размещены отверстия для регулировки подачи вторичного воздуха
- Рычаг встряхивания для отделения шлака или золы от топлива
- Верхняя загрузка топлива через большое окно с расширяющимся входом в топку

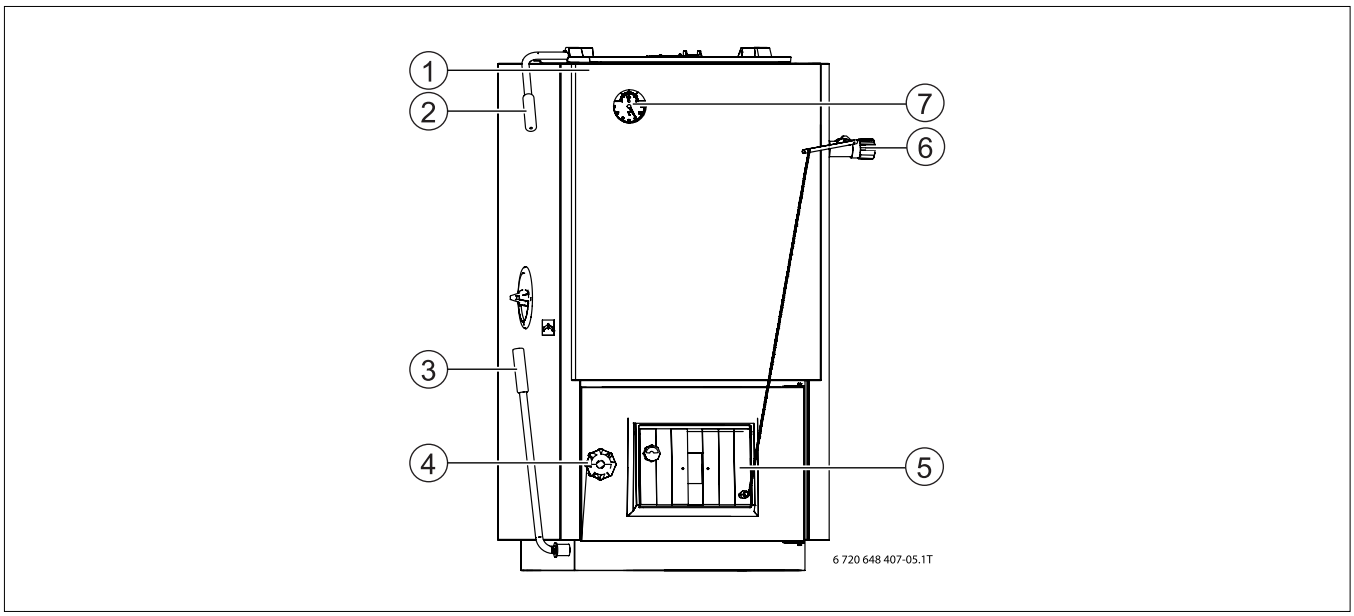


Рис. 2 *Техническое оснащение котла Solid 2000 B*

Техническое оснащение

1 Котел с обшивкой
2 Рычаг загрузочной дверцы
3 Рычаг для удаления золы
4 Дверца зольника
5 Заслонка подачи первичного воздуха
6 Регулятор горения
7 Термометр/Манометр

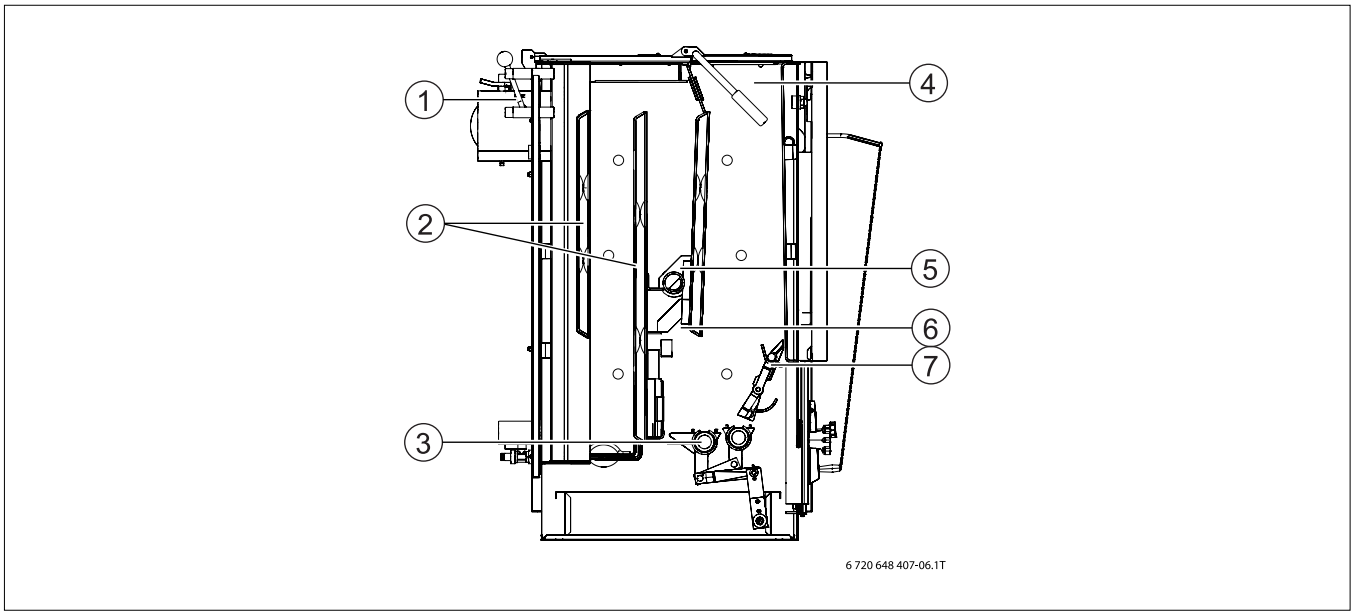


Рис. 3 *Конструкция котла Solid 2000 B*

Конструкция котла

1 Заслонка для растопки
2 Поверхности нагрева
3 Подвижная чугунная колосниковая решетка
4 Загрузочная камера
5 Шамотные кирпичи
6 Топочная камера
7 Передняя решетка

1.2.1.1. Комплект поставки Solid 2000 B

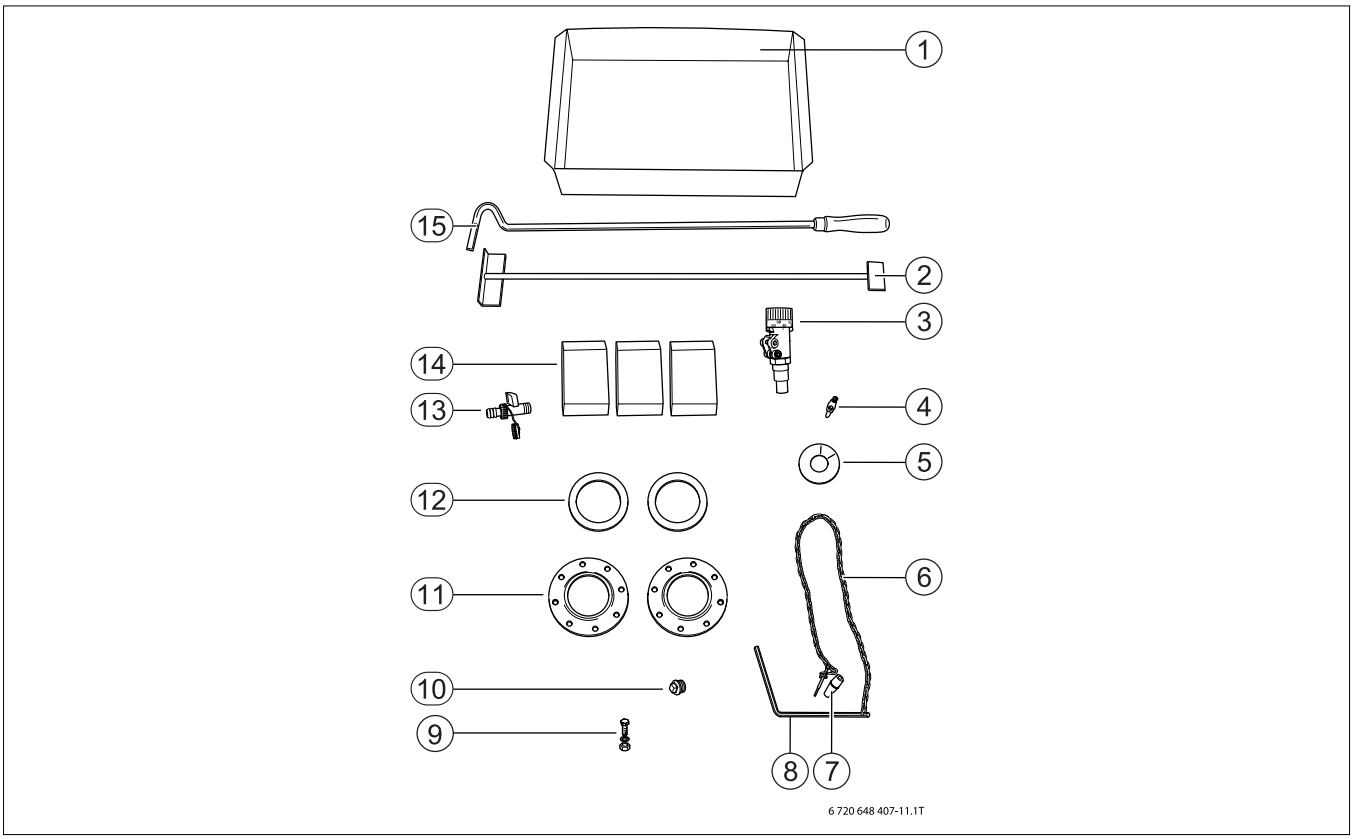


Рис. 4 *Комплект поставки Solid 2000 B*

Табл. 1 *Комплект поставки Solid 2000 B*

№ позиции	Компонент комплекта	Количество
1	Зольный ящик	1
2	Скребок для чистки котла	1
3	Терморегулятор	1
4	Регулировочный винт	1
5	Кольцо для регулятора горения	1
6–8	Рычаг с цепочкой для терморегулятора	1
9	Заглушка G 1/2″	1
10	Кран для заполнения и слива G 1/2″	1
11	Шамотные кирпичи (количество зависит от мощности котла)	1
12	Кочерга	1
	Инструкция по монтажу, эксплуатации и техническому обслуживанию.	1
	Скребок для чистки каналов вторичного воздуха (кроме моделей 20, 24 и 32D)	1
	Рычаг загрузочной дверцы	1
	Рычаг для удаления золы	1
	Заслонка первичного воздуха	1

Дополнительное оборудование *(не входит в комплект поставки котла)*

Приводимое ниже дополнительное оборудование не поставляется в комплекте поставки котла, однако необходимо для эксплуатации отопительной установки:

- Группа безопасности котла (предохранительно-сбросной клапан, воздухоотводчик, манометр)
- Трехходовой смесительный клапан для защиты котла от низкотемпературной коррозии
- Насос котлового контура

1.2.1.2. Габаритные размеры и технические характеристики котлов Solid 2000 B

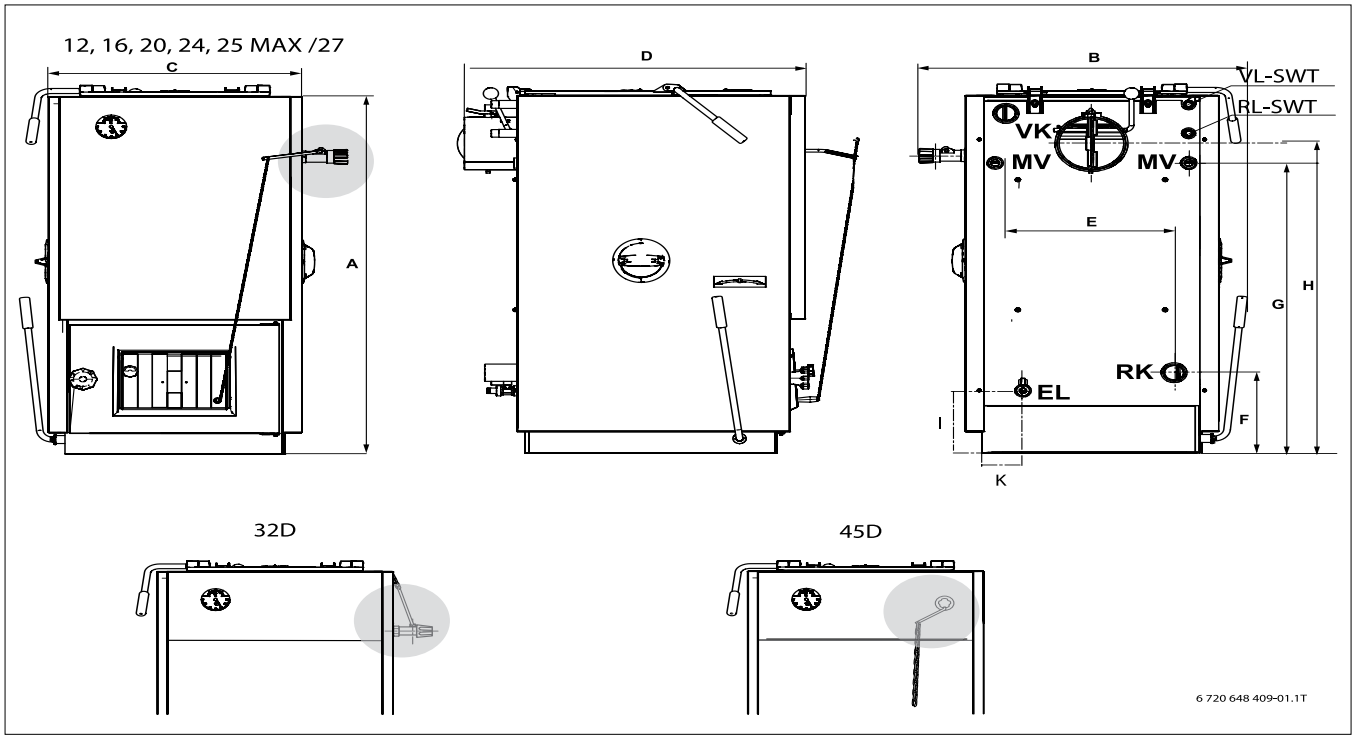


Рис. 5 *Габаритные размеры и подключения Solid 2000 B*

VK	Патрубок подающей линии котла
RK	Патрубок обратной линии котла
EL	Подключение крана для наполнения и слива
MV	Место установки датчика температуры термостат-вентиля защитного теплообменника
VL-SWT	Подача воды из водопровода в защитный теплообменник
VL-SWT	Выход воды из защитного теплообменника

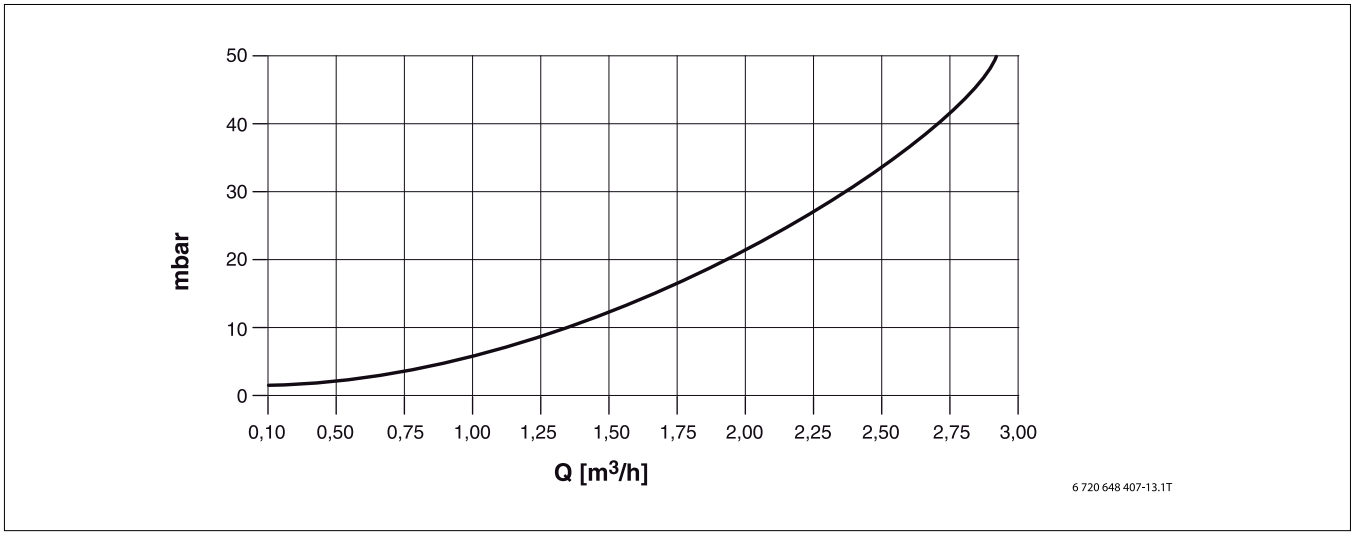


Рис. 6 *Гидравлическое сопротивление котлов Solid 2000 B*

mbar	Гидравлическое сопротивление
m^3/h	Объемный расход теплоносителя через котел

Табл. 2 *Размеры и технические характеристики котлов Solid 2000 B*

Тип котла	SUF 12 HNS	SUF 16 HNS	SUF 20 HNS	SUF 24 HNS	SUF 27 HNS	SUF 32 HNS	K32-1SW62 (32D)	K45-1SW62 (45D)
Параметры								
Высота **A**, мм	875	875	990	990	990	990	1060	1045
Ширина **C**, мм / (общая) **B**, мм	425/600	425/600	535/700	535/700	535/700	535/700	535/700	688/770
Глубина **D**, мм	691/730	691/730	730/770	730/770	830/870	830/870	830/870	864/980
Промежуток между фланцами **E**, мм	272	272	356	356	356	356	356	518
Высота фланца обратной линии **F**, мм	181	181	224	224	224	224	224	224
Высота фланца линии подачи **H**, мм	831	831	941	941	941	941	941	941
Высота патрубка отведения дымовых газов **G**, мм	725	725	858	858	858	858	858	840
Диаметр патрубка отведения дымовых газов, мм	145[1)]	145[1)]	145[1)]	145[1)]	145[1)]	145[1)]	145[1)]	180
Расстояния между FE-кранами (I×K), мм	206×135	260×125	358×150	358×150	358×175	358×175	358×175	550×276
Вес нетто, кг	155	160	200	215	230	240	240	320
Подключения по воде системы отопления	G 1 1/2″ внешняя резьба							DN 70
Подключения защитного теплообменника	Внешняя резьба диаметром G 1/2″							
Номинальная теплопроизводительность, кВт	13,5	16	20	24	27	32	28	45
Коэффициент полезного действия, %	76–80	76–80	76–80	76–80	76–80	76–80	76–80	76–82
Допустимое топливо	Бурый уголь (орех), 17 МДж/кг Дерево, 13 МДж/кг, влажность d_A=20%							
Вместимость камеры сгорания, л	26	26	46	46	61	61	63	115
Объем котловой воды, л	46	46	56	57	63	64	64	73
Допустимый диапазон температуры котловой воды, °C	65–95							
Температура дымовых газов, °C	230	260	260	260	240	260	310	310
Массовый поток дымовых газов, г/с	12,4	13,2	20,5	24	23,2	26,9	22,1	37,7
Необходимая тяга, Па	18	18	30	30	30	30	30	36
Поверхность нагрева котла, м²	1,1	1,1	1,7	1,8	1,9	2,0	2,0	3,0
Макс. допустимое рабочее давление, бар	2							
Давление испытания, бар	4							

[1)] *С адаптером 150 мм*

SMART CLIMATE GROUP
(044) 337-38-03, (063) 704-81-30, (067) 320-28-85, (050) 317-62-28
sales@smartclimate.com.ua http://smartclimate.com.ua/

1.2.2. Чугунные твердотопливные котлы Solid 3000 H

Твердотопливные чугунные котлы серии Solid 3000 H предназначены для встраивания в закрытые системы отопления с принудительной циркуляцией или в открытые системы отопления с естественной (гравитационной) циркуляцией. Котел имеет малое внутренне гидравлическое сопротивление и внешние патрубки подключения к системе 2″, что позволяет нагретому теплоносителю перемещаться без принудительной циркуляции. Водоохлаждаемые колосниковые решетки повышают КПД котлов (78–85 %) и увеличивают его срок службы.

В качестве топлива могут быть использованы: кокс (100% номинальной мощности) или каменный уголь (потеря мощности 10 %) фракционного состава 20–40 мм. Также котлы могут работать на дровах (потеря мощности 20 %). Максимальная длина полена при диаметре около 150 мм составляет от 280 до 680 мм (зависит от мощности котла). Увеличенный размер загрузочной камеры (310×230 мм) облегчает загрузку камеры топливом.

Рис. 7 *Котел Solid 3000 H*

Описание

- Секционный теплообменник с 3-ходовой конструкцией газохода из высококачественного чугуна
- Усовершенствованная камера сгорания с возможностью регулировки подачи воздуха
- Водоохлаждаемые чугунные колосниковые решетки
- Термостатический регулятор температуры котла
- Дверца зольника котла с регулируемым дросселем для подачи первичного воздуха
- В дверце загрузки размещено отверстие для регулировки подачи дополнительного воздуха
- Большая зольная камера для удаления пепла
- Фронтальная загрузка топлива через увеличенное загрузочное окно с возможностью выбора крепления дверцы (правостороннее/левостороннее)

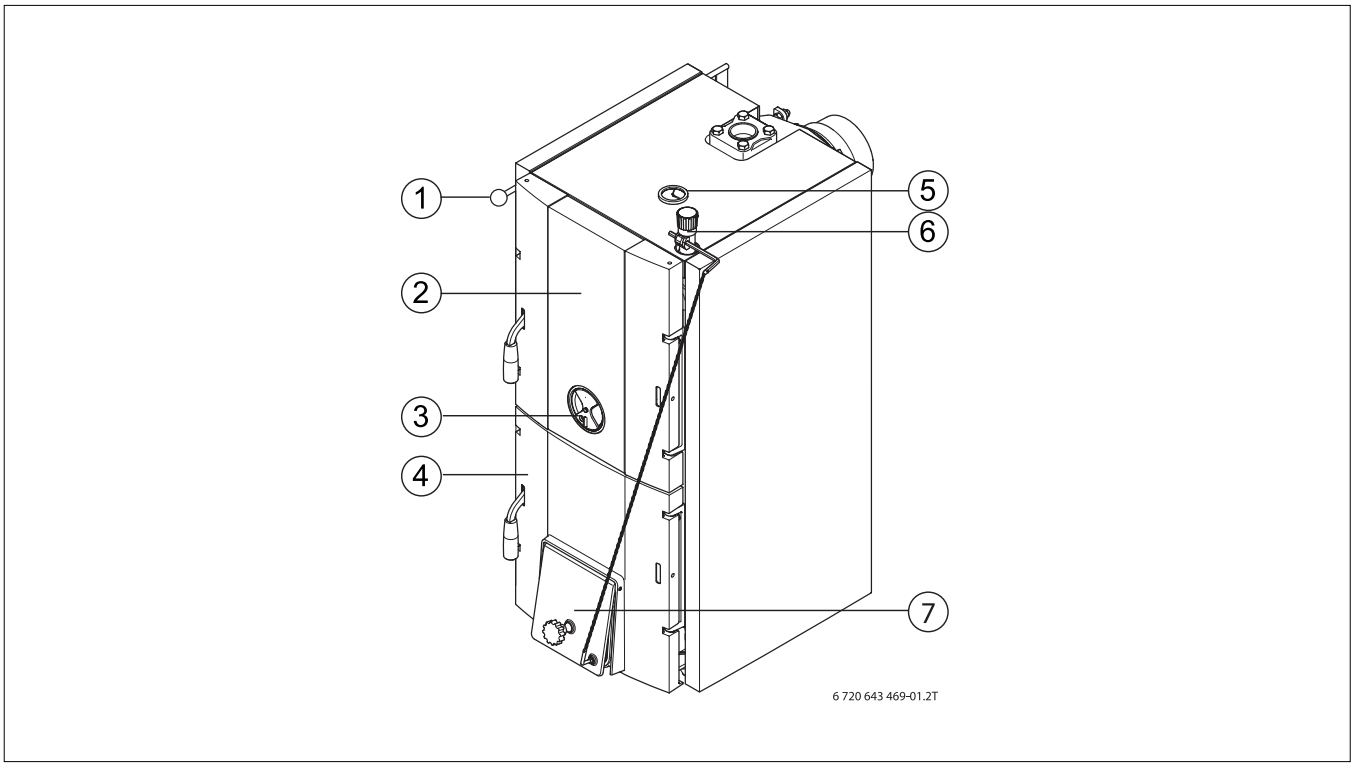


Рис. 8 *Техническое оснащение котла Solid 3000 H*

Техническое оснащение:

[1] Рычаг заслонки дымовых газов
[2] Дверца для загрузки топлива
[3] Отверстие с заслонками для настройки подачи вторичного воздуха и для контроля (наблюдения) за процессом горения
[4] Дверца зольника
[5] Термометр/манометр
[6] Регулятор горения
[7] Заслонка подачи первичного воздуха

Загрузочная дверца [2] предназначена для наполнения топки топливом. Регулятор горения [6] присоединен цепью к воздушной заслонке [7] и регулирует подачу воздуха к отопительному котлу. Чем больше нагревается котел, тем больше закрывается воздушная заслонка, чтобы температура и давление воды в котле не превышали установленные значения. За дверцей зольника [4] находится резервуар для пепла. Обшивка котла с теплоизоляцией предотвращает потери тепла через поверхности котла. Термометр/манометр показывает температуру и давление воды в котле.

SCG SMART CLIMATE GROUP Отопление Кондиционирование
(044) 337-38-03, (063) 704-81-30, (067) 320-28-85, (050) 317-62-28
sales@smartclimate.com.ua http://smartclimate.com.ua/

1.2.2.1. Комплект поставки

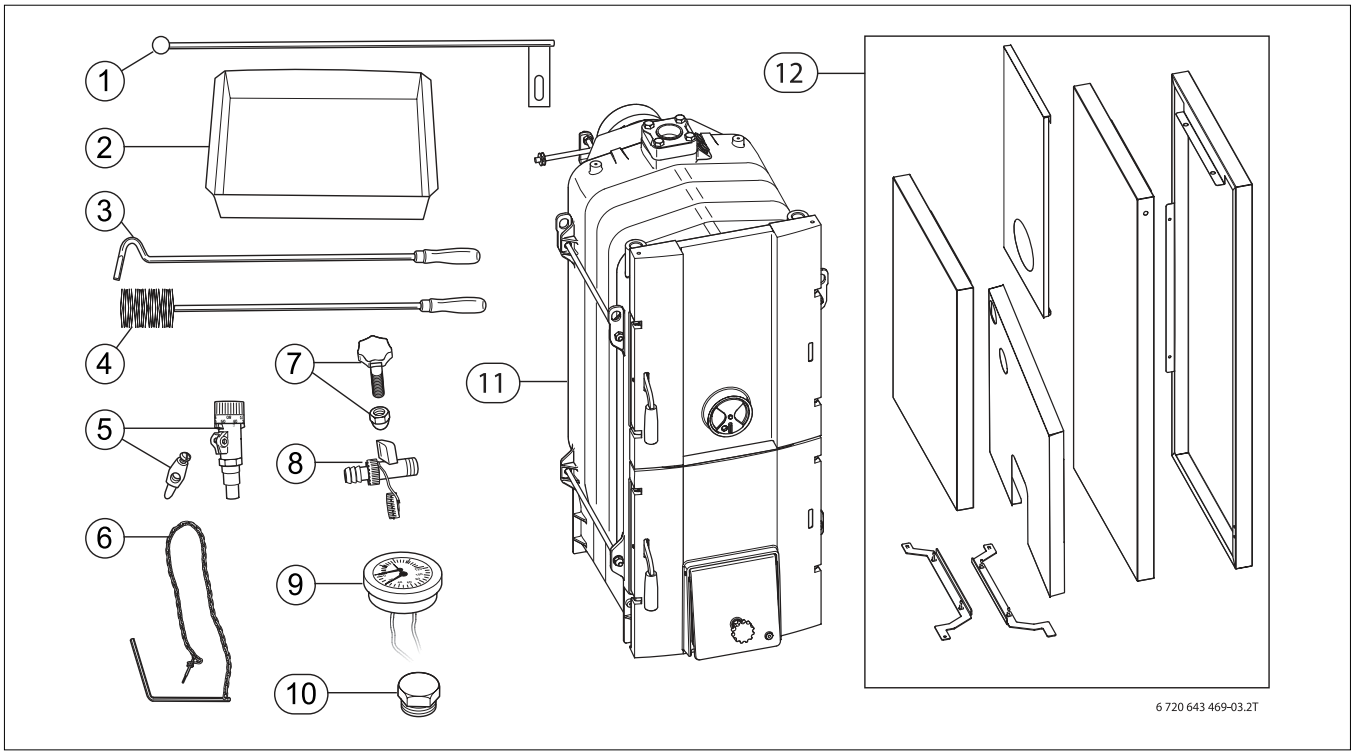


Рис. 9 *Комплект поставки котла Solid 3000 H*

Табл. 3 *Комплект поставки котла Solid 3000 H*

№ позиции	Компонент комплекта	Количество
1	Рычаг заслонки дымовой трубы	1
2	Зольный ящик	1
3	Кочерга	1
4	Щетка для чистки котла	1
5	Терморегулятор с конуснообразным регулировочным винтом	1
6	Цепочка для терморегулятора	1
7	Регулировочный винт и колпачковая гайка для воздушного клапана	1
8	Кран для заполнения и слива G 1/2″	1
9	Термометр/манометр	1
10	Заглушка 3/4″	1
11	Котловой блок	1
12	Обшивка котла с теплоизоляцией	1
	Техническая документация	1

Дополнительное оборудование *(не входит в комплект поставки котла)*

Оборудование	Количество
Защитный теплообменник (для установки на подающем патрубке котла как защита от перегрева системы)	1
Термостатический вентиль для защитного теплообменника	1

Приводимое ниже дополнительное оборудование не поставляется в комплекте поставки котла, однако необходимо для эксплуатации отопительной установки:

- Группа безопасности котла (предохранительно-сбросной клапан, воздухоотводчик, манометр)
- Трехходовой смесительный клапан для защиты котла от низкотемпературной коррозии
- Насос котлового контура

1.2.2.2. Размеры и технические характеристики котлов Solid 3000 H

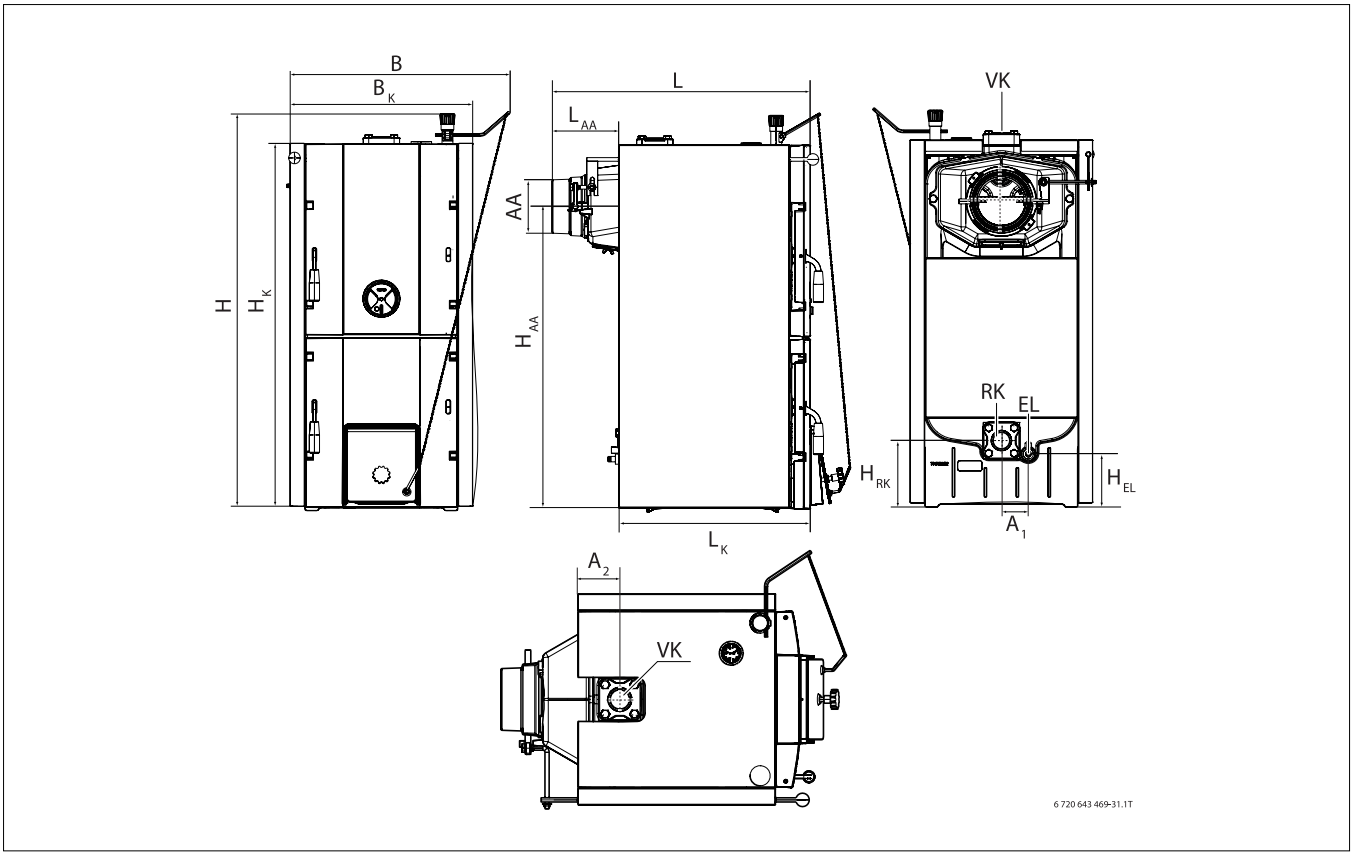


Рис. 10 *Габаритные размеры и подключения Solid 3000*

VK Патрубок подающей линии котла
RK Патрубок обратной линии котла
EL Подключение крана для наполнения и слива

Табл. 4 *Габаритные размеры и подключения Solid 3000*

Параметры	Обозначения	Ед. измерения	SUF 20 HNS	SUF 25 HNS	SUF32 HNS	SUF 40 HNS
Высота	H	мм	1100	1100	1100	1100
Высота котельного блока	H_K	мм	1025	1025	1025	1025
Высота с защитным теплообменником	–	мм	1370	1370	1370	1370
Высота центра оси патрубка дымовых газов	H_{AA}	мм	855	855	855	855
Высота патрубка обратной линии котла	H_{RK}	мм	195	195	195	195
Высота фланца для слива	H_{FI}	мм	155	155	155	155
Длина котла	L	мм	820	920	1020	1120
Длина патрубка дымовых газов	L_{AA}	мм	185	185	185	185
Длина котлового блока	L_K	мм	470	570	670	770
Ширина котла	B	мм	605	605	605	605
Ширина котлового блока	B_K	мм	505	505	505	505
Диаметр патрубка дымовых газов	AA	мм	150	150	150	150
Расстояние RK - EL	A_1	мм	75	75	75	75
Расстояние до линии подачи котла	A_2	мм	100	100	100	100
Размеры загрузочного окна	–	мм	340×310	340× 310	340×310	340× 310
Вес нетто	–	кг	259	305	351	397
Подключения по воде системы отопления	VK/RK	–	Внутренняя резьба G 2″			
Подключения защитного теплообменника (дополнительное оборудование)	–	–	Внешняя резьба диаметром G 1/2″			

Табл. 5 *Технические характеристики котлов Solid 3000 H*

Параметры	Ед. измерения	SUF 20 HNS	SUF 25 HNS	SUF32 HNS	SUF 40 HNS
Количество секций	шт	4	5	6	7
Объем котловой воды	л	36	42	48	54
Вместимость камеры сгорания	л	50	65	80	95
Коэффициент полезного действия	%	78,3	78,3	78,4	78,5
Допустимый диапазон температуры котловой воды	°C	65...90	65...90	65...90	65...90
Минимальная температура обратной линии	°C	65	65	65	65
Температура дымовых газов (при номинальной мощности)	°C	250...300	250...300	250...300	250...300
Массовый поток дымовых газов (при номинальной мощности)	г/сек	17,7	23,0	28,3	31,8
Необходимая тяга	Па	20	22	23	28
Макс. допустимое рабочее давление	бар	4	4	4	4
Давление испытания	бар	8	8	8	8
Вес нетто	кг	259	305	351	397
Топливо Кокс					
Номинальная тепловая производительность (при сжигании кокса)	кВт	20	25	32	40
Расход топлива при номинальной мощности (приблизит.)	кг/час	2,8	3,6	4,7	5,8
Продолжительность горения при номинальной мощности (приблизит.)	час	4	4	4	4
Топливо Каменный уголь					
Номинальная тепловая производительность (при сжигании каменного угля)	кВт	18	23	30	38
Расход топлива при номинальной мощности (приблизит.)	кг/час	3,5	4,6	5,2	6,5
Продолжительность горения при номинальной мощности (приблизит.)	час	4	4	4	4
Топливо Древесина с теплотой сгорания 13 МДж/кг и влажностью d_a=20 %					
Номинальная тепловая производительность	кВт	16	21	26	31
Расход топлива при номинальной мощности (приблизит.)	кг/час	5,5	7,1	8,5	9.8
Продолжительность горения при номинальной мощности (приблизит.)	час	2	2	2	2
Максимальная длина деревянных поленьев (диаметр 150 мм)	мм	270	370	470	570

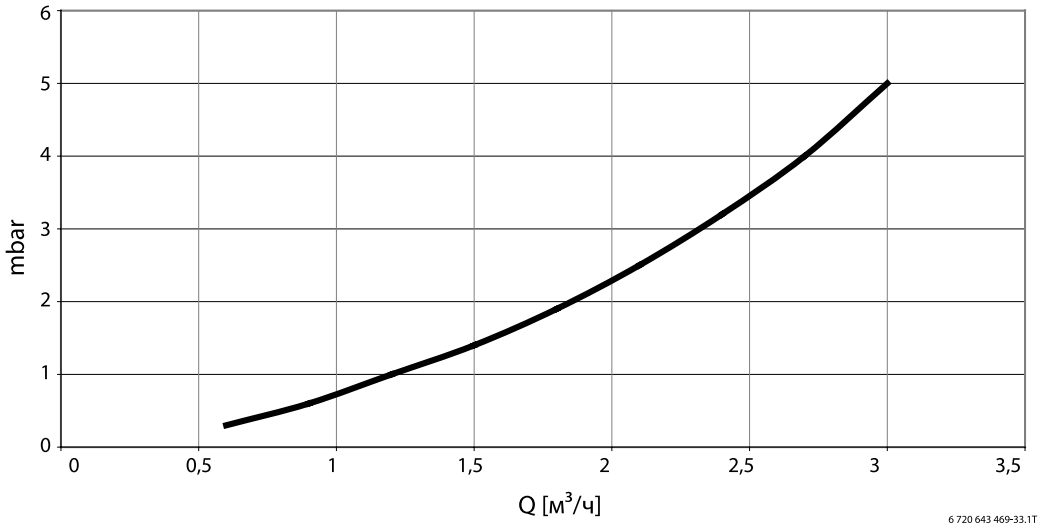


Рис. 11 *Гидравлическое сопротивление котлов Solid 3000 H*

mbar Гидравлическое сопротивление
Q [м³/ч] Часовой расход теплоносителя через котел

1.2.3. Стальные твердотопливные котлы пиролизного типа Solid 5000 W

Твердотопливные пиролизные стальные котлы серии Solid 5000 W предназначены для встраивания в закрытые системы отопления с принудительной циркуляцией или в открытые системы отопления с естественной (гравитационной) циркуляцией. Котел имеет малое внутренне гидравлическое сопротивление и внешние патрубки подключения к системе 1 1/2″, что позволяет нагретому теплоносителю перемещаться без принудительной циркуляции.
Технология пиролизного сжигания твердого топлива основана на выделении из древесины, загружаемой в верхнюю загрузочную камеру сгорания, горючего древесного газа, дожигаемого в топке (нижняя камера сгорания). Пламя в пиролизном котле направлено не вверх, а вниз. Вентилятор принудительной тяги, установленный на выходе из котла, создает разряжение, всасывающее пламя из верхней загрузочной камеры в нижнюю топочную камеру, выложенную керамическими вставками с катализатором, улучшающим догорание твердых частиц. Такая технология горения обеспечивает очень высокое качество сгорания твердого топлива, обеспечивая высокий кпд работы твердотопливного котла, избавляя от необходимости частой его очистки от золы и сажи.
В качестве топлива может быть использована природная высушенная древесина влажностью до 20 %. Длина поленьев — 420–570 мм в зависимости от модели котла.

Рис. 12 *Котел Solid 5000 W*

Описание

- Двухсекционный теплообменник котла из жаропрочной стали и керамическими форсунками для сжигания образовавшегося древесного газа
- Камера сгорания с вытяжным вентилятором с регулируемой частотой вращения (1 и 2 ступень)
- Автоматическая работа вентилятора в зависимости от температуры дымовых газов
- Улучшенная автоматика управления с обновленными функциями
- Фронтальная загрузка топлива через увеличенное загрузочное окно
- Функция предотвращения выхода дымовых газов при открытой дверце
- Встроенный защитный теплообменник для предотвращения перегрева теплоносителя

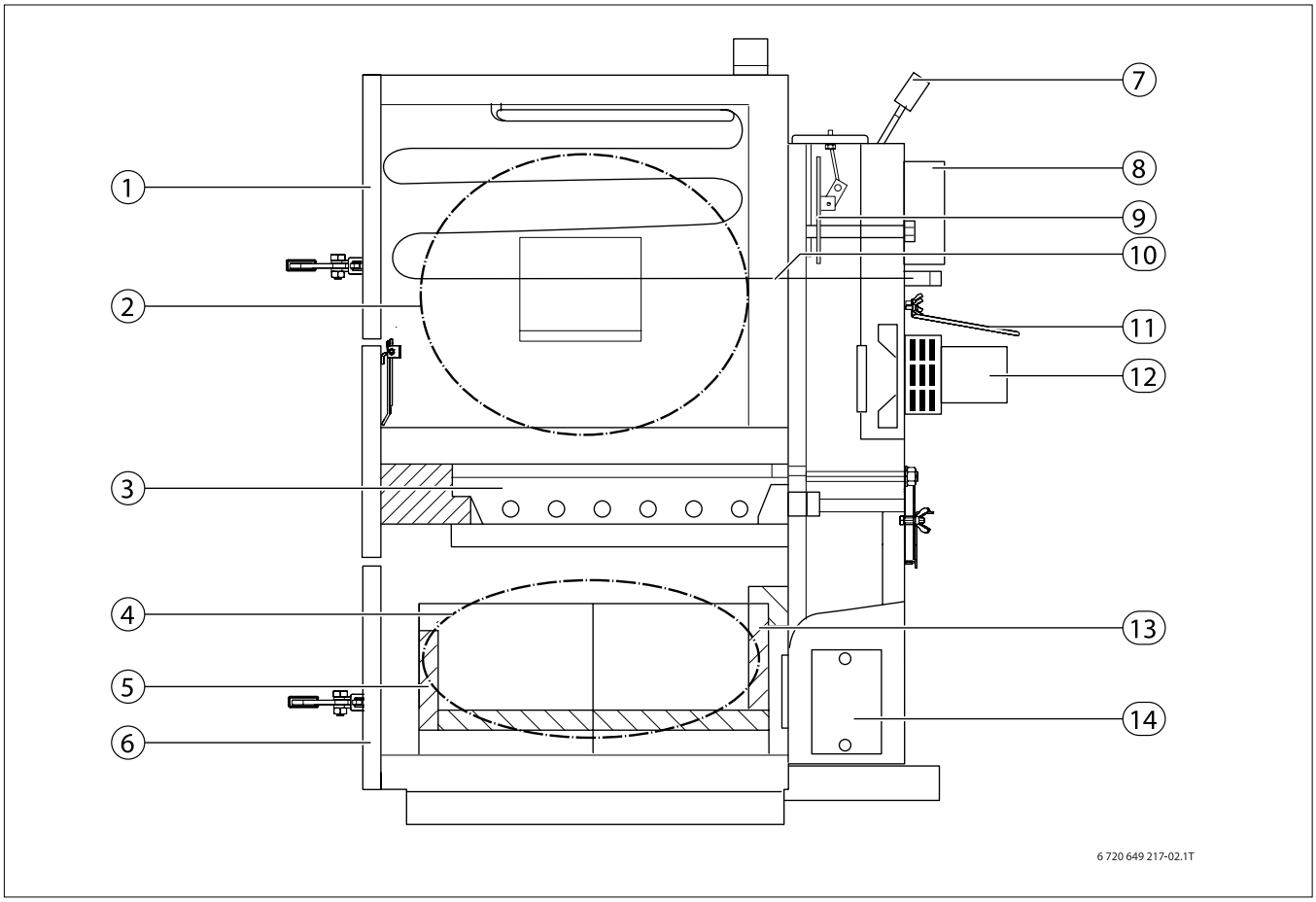


Рис. 13 *Техническое оснащение котла Solid 5000 W*

Техническое оснащение:

1 Дверца загрузочной камеры
2 Верхняя загрузочная камера
3 Керамическая горелка
4 Нижняя камера сгорания
5 Специальный защитный кирпич для удержания пепла
6 Дверца камеры сгорания
7 Рычаг заслонки дымовой трубы
8 Патрубок дымовых газов
9 Заслонка патрубка дымовых газов
10 Защитный теплообменник (защита от перегрева)
11 Защитная крышка вентилятора
12 Вентилятор-дымосос
13 Шамотные кирпичи
14 Контрольное отверстие

SMART CLIMATE GROUP
(044) 337-38-03, (063) 704-81-30, (067) 320-28-85, (050) 317-62-28
sales@smartclimate.com.ua http://smartclimate.com.ua/

1.2.3.1. Комплект поставки котла Solid 5000 W

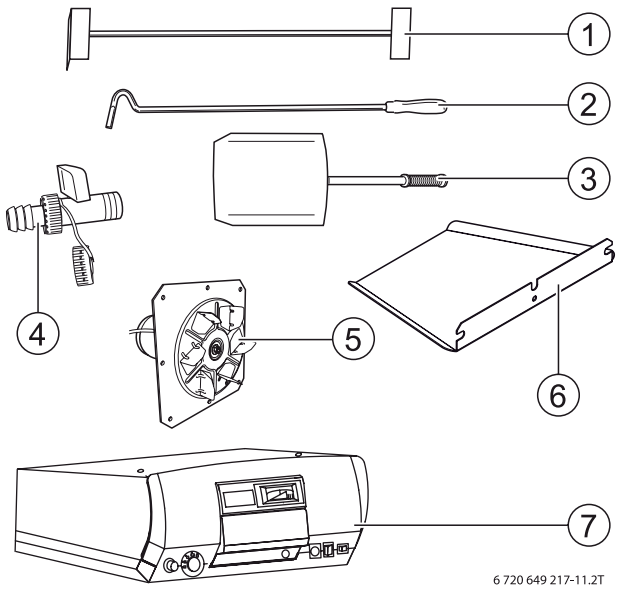


Рис. 13 *Комплект поставки котла Solid 5000 W*

Табл. 6 *Комплект поставки котла Solid 5000 W*

№ позиции	Компонент комплекта	Количество
	Котел	1
1	Скребок для чистки котла	1
2	Кочерга	1
3	Лопатка для удаления пепла	1
4	Кран для заполнения и слива	1
5	Вентилятор-дымосос	1
6	Защитный щиток	1
7	Система управления CFS210	1

Дополнительное оборудование *(не входит в комплект поставки котла)*

Приводимое ниже дополнительное оборудование не поставляется в комплекте поставки котла, однако необходимо для эксплуатации отопительной установки:

- Термостат-вентиль для защитного теплообменника TS 131
- Группа безопасности котла (предохранительно-сбросной клапан, воздухоотводчик, манометр)
- Трехходовой смесительный клапан для защиты котла от низкотемпературной коррозии
- Насос котлового контура

SMART CLIMATE GROUP
(044) 337-38-03, (063) 704-81-30, (067) 320-28-85, (050) 317-62-28
sales@smartclimate.com.ua http://smartclimate.com.ua/

1.2.3.2. Размеры и технические характеристики котлов Solid 5000 W

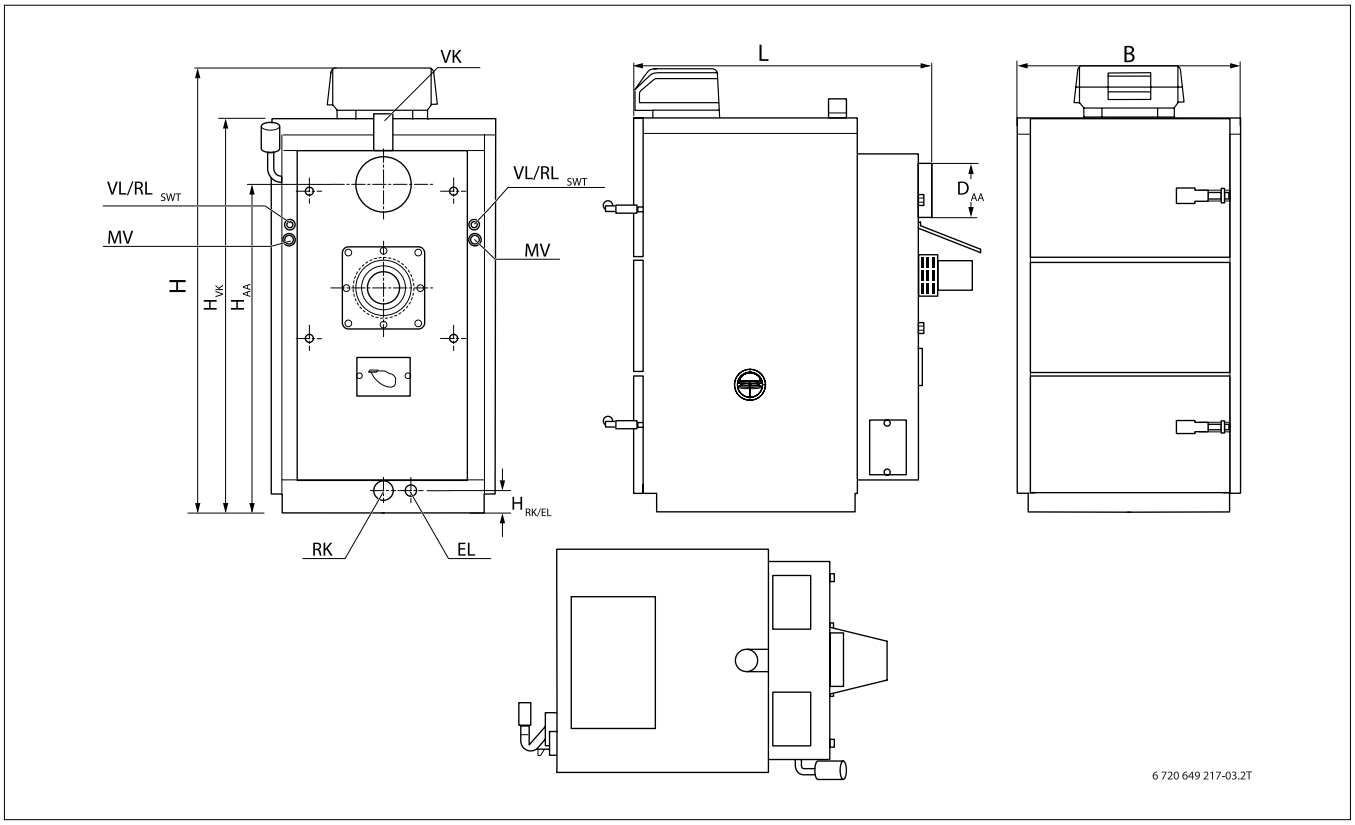


Рис. 15 *Габаритные размеры и подключения котла Solid 5000 W*

VK Патрубок подающей линии котла (R 1½″)
RK Патрубок обратной линии котла (R 1½″)
EL Подключение крана для наполнения и слива (R ½″)
MV Место установки датчика температуры термостат-вентиля защитного теплообменника (R ½″)
VL-SWT Подача воды из водопровода в защитный теплообменник (R ½″)
RL-SWT Выход воды из защитного теплообменника (R ½″)

Табл. 7 *Габаритные размеры и подключения Solid 5000 W*

Параметры	Обозначения	Ед. измерения	SFW 21 HF	SFW 26 HF	SFW 32 HF	SFW 38 HF
Длина котла	L	мм	753	853	803	903
Ширина котла	B	мм	623	623	683	683
Высота с системой регулирования	H	мм	1257	1257	1322	1322
Диаметр патрубка дымовых газов	D_{AA}	мм	150	150	150	150
Высота центра оси патрубка дымовых газов	H_{AA}	мм	900	900	977	977
Высота патрубка подающей линии котла	H_{VK}	мм	1101	1101	1166	1166
Высота патрубка обратной линии /линии слива котла	$H_{RK/EL}$		60	60	60	60
Подключение отопительного контура	VK / RK	–	G 1 1/2″	G 1 1/2″	G 1 1/2″	G 1 1/2″
Подключение защитного теплообменника	VL_{SWT} / RL_{SWT}	–	G1/2″ наружная резьба			
Место установки датчика температуры термостат-вентиля защитного теплообменника	MV (R ½ ″)	–	G1/2″	G1/2″	G1/2″	G1/2″

Табл. 8 *Технические характеристики котлов Solid 5000 W*

Параметры	Ед. измерения	SFW 21 HF	SFW 26 HF	SFW 32 HF	SFW 38 HF
Номинальная тепловая мощность	кВт	21	26	32	38
Коэффициент полезного действия	%	78–86	78–86	78–86	78–86
Вес нетто	кг	310	350	375	410
Объем котловой воды	л	76	90	107	124
Загрузочное отверстие (ширина × высота)	мм	430×240	430×240	520×280	520×280
Вместимость загрузочной камеры	л	66	86	114	138
Максимальная длина деревянных поленьев (Ø мм)	мм	400	510	450	550
Продолжительность горения при номинальной мощности[1)] прибл.	час	2	2	2	2
Расход древесины при номинальной мощности котла, влажность < 25 % и каллорийность 13 МДж/кг (бук)	кг/час	6,7	8,0	10	11,5
Допустимое рабочее давление	бар	3,0	3,0	3,0	3,0
Максимальное давление испытания	бар	4,5	4,5	4,5	4,5
Необходимая тяга	Па	20	22	25	30
Максимальная рабочая температура в котле	°C	96	96	96	96
Минимальная температура обратной линии	°C	65	65	65	65
Минимальное давление воды для защитного теплообменника	бар	2	2	2	2
Минимальный объемный расход воды в защитном теплообменнике	л / мин	11	11	11	11
Класс электрическая защиты	IP	21	21	21	21
Потребляемая электрическая мощность	Вт	80	80	80	80

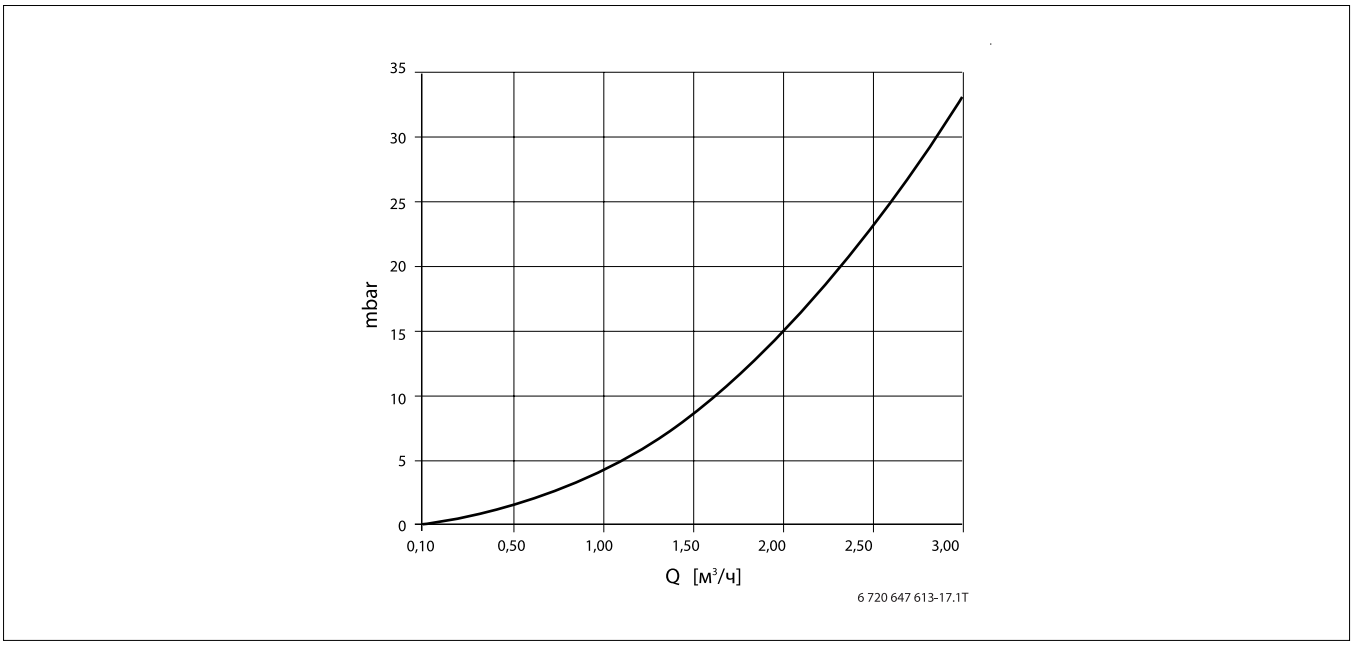


Рис. 16 *Гидравлическое сопротивление котлов Solid 5000 W*

mbar Гидравлическое сопротивление
Q [м³/ч] Часовой расход теплоносителя через котел

SCG SMART CLIMATE GROUP Отопление Кондиционирование
(044) 337-38-03, (063) 704-81-30, (067) 320-28-85, (050) 317-62-28
sales@smartclimate.com.ua http://smartclimate.com.ua/

2. Рекомендации для проектирования

2.1 Предписания по подбору мощности и модели твердотопливных котлов

Для подбора необходимой мощности и модели котла определяющими факторами являются:
– тепловая нагрузка объекта теплоснабжения;
– вид твердого топлива, которое будет использоваться (доступное для данного объекта/местности).

Параметры системы теплоснабжения рассчитываются в соответствии с существующими стандартами.
Суммарная тепловая нагрузка объекта (частный дом, общественные здания разного назначения и др.) обуславливает выбор тепловой мощности твердотопливного котла. При этом не рекомендуется выбирать твердотопливный котел завышенной мощности.
Выбранный «с запасом» котел для обеспечения необходимой мощности конкретного объекта будет постоянно работать в режиме химического недожога топлива.

Как влияет химический недожог топлива на качество и надежность работы твердотопливных котлов?
Основным горючим компонентом твердого топлива является углерод (C). В процессе полного горения топлива (котел работает на номинальной мощности и в топку подается необходимое количество воздуха) углерод, находящийся в топливе полностью окисляется (сгорает) и в продуктах сгорания образуется диоксид углерода (CO_2) и выделяется максимальное количество тепловой энергии. Этот процесс описывается стехиометрическим уравнением полного горения углерода (1).

Стехиометрическое уравнение реакции полного горения углерода:

$$C + O_2 = CO_2 + Q_{max} \qquad (1)$$

Где, Q_{max} – максимальное количество энергии (тепла), выделяющееся при полном горении твердого топлива, кДж/кг (кВт·ч/кг).

Если твердотопливный котел имеет завышенную мощность, то для снижения выработки тепла для объекта с меньшим теплопотреблением, необходимо снизить подачу воздуха в камеру сгорания, т.е. создать химический недожог топлива. В процессе неполного горения топлива в продуктах сгорания образуется не только диоксид углерода CO_2, но и сажа в виде свободного недожженного углерода C, а также угарный газ CO. Этот процесс наглядно демонстрирует уравнение реакции неполного горения углерода (2).

Реакция неполного горения углерода (химический недожог твердого топлива) описывается выражением 2:

$$C + 1/2\ O_2 \rightarrow CO_2 + C + CO + Q_{1/2max} \qquad (2)$$

Где, $Q_{1/2max}$ – количество энергии (тепла), выделяющееся при неполном горении твердого топлива, кДж/кг (кВт·ч//кг).

Образовавшаяся сажа, откладываясь на поверхностях теплообменника котла, существенно снижает теплопередачу, и как следствие эффективность работы котла, а так же может привести к локальным перегревам. Сажа накапливается в топочной камере, газоотводящих каналах котла (часто образовывается спекшийся дегтеобразный налет, который очень трудно очистить) и непосредственно в дымоходе. Вследствие чего ухудшается тяга, воздуха для горения поступает еще меньше, а сажи образуется еще больше. При нарушении тяги, создаваемой дымовой тубой, есть опасность поступления угарного газа (CO) в помещение, в котором установлен твердотопливный котел, что является опасным для здоровья и жизни людей.

Срок службы твердотопливного котла, который постоянно эксплуатируется в режиме химического недожога топлива, значительно сокращается.

При накоплении большого количества сажи в дымовой трубе, может произойти самопроизвольное самовозгорание сажи и как следствие взрыв в дымовом канале.

2.2 Топливо для твердотопливных котлов Bosch

Топливо, которое допускается для эксплуатации твердотопливных котлов Bosch:

Solid 2000 B — основное топливо — дерево с теплотой сгорания порядка 13 МДж/кг (4,0–4,15 кВт·ч/кг) и влажностью 20 % (не более 25 %), альтернативное топливо — бурый уголь, каменный уголь, кокс. Длительная работа на каменном угле или коксе не рекомендуется. Это может привести к повреждению котла (прогоранию колосниковых решеток).

Solid 3000 H — основное топливо — кокс (100 % номинальной мощности) или каменный уголь (потеря мощности 10 %) фракционного состава 20–40 мм. Также котлы могут работать на дровах и древесных брикетах (потеря мощности 20 %).

Solid 5000 W – основное топливо — дерево с теплотой сгорания порядка 13 МДж/кг (4,0–4,15 кВт·ч/кг) и влажностью 20 %. Длина поленьев — 420–570 мм в зависимости от модели котла.

Мощность котла, продолжительность работы и срок его эксплуатации сильно зависят от качества топлива. Помимо калорийности, важнейшим показателем качества твердого топлива (дерева) является его влажность. Зависимость теплотворной способности твердого топлива (древесины) от влажности изображена на диаграмме рис. 17.

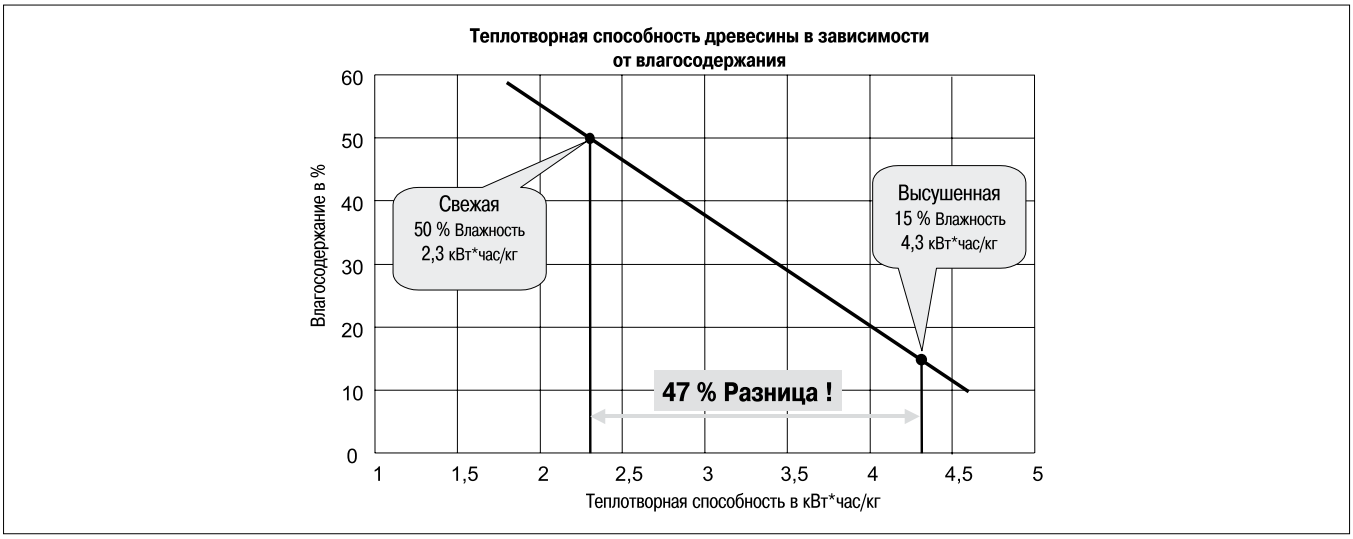


Рис. 17 *Диаграмма зависимости теплотворной способности древесины от ее влажности*

Из диаграммы видно, что влажность дров может привести к уменьшению теплоты, выделяемой при сгорании, более чем в 2 раза! Котел, работающий на влажном дереве (> 25 %) не может выйти на его номинальную мощность и нагреть воду до необходимой температуры системы отопления. В котле так же не может быть достигнута допустимая температура котловой воды (65–95 °C), что приводит к образованию конденсата на поверхности теплообмена со стороны дымовых газов и низкотемпературной коррозии теплообменника котла.

Поэтому очень важно обеспечить котел качественным топливом для длительной и бесперебойной его работы. Дрова зимней заготовки перед сжиганием должны быть высушены на открытом воздухе в течение минимум 12 месяцев, дрова летней заготовки — минимум 18 месяцев. За это время их влажность уменьшается до 20–23 %. Для получения максимальной калорийности дрова нужно выдержать не менее 2 лет.

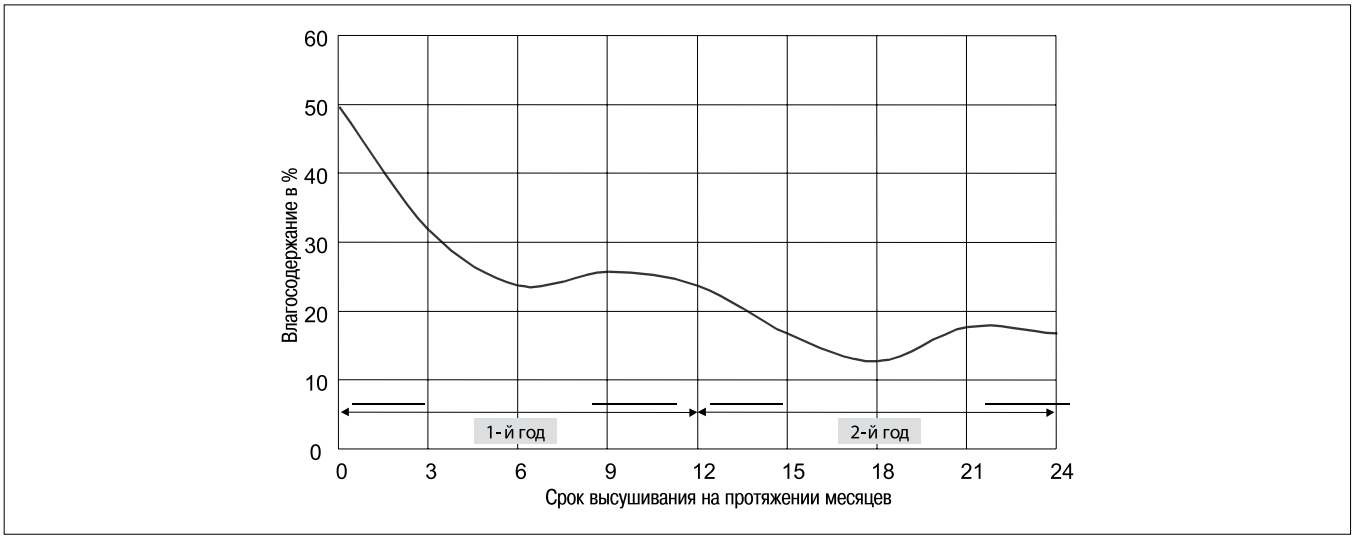


Рис. 18 *Рекомендуемый период естественной сушки дерева для достижения влажности 20–23 %*

Влажность древесного топлива должна быть 20 %. Допускается работа на дровах с влажностью до 25 %.
Для твердотопливных котлов Bosch рекомендуется использовать дерево твердых пород (дуб, бук, ясень, акация, клен). Процесс горения этих видов дерева более длительный, пламя равномерное и не высокое, интервал между загрузками топлива увеличивается, образование золы минимальное.
Мягкие породы дерева, в состав которых входит большое количество летучих компонентов (сосна, ель, липа, тополь и др.) легко загораются, образуя большое пламя, и быстро горят, поэтому котел необходимо загружать чаще. У хвойных пород дерева большое количество смолообразующих веществ, что приводит к образованию дегтеобразного налета на поверхностях топочной камеры котла и в дымоотводящих каналах. Используя для работы котла хвойные породы дерева, его необходимо часто чистить.

2.2.1. Теплотворная способность твердого топлива

Табл. 9 *Теплотворная способность разных видов твердого топлива*

Вид твердого топлива	Теплотворная способность	
	кВт·ч/кг	кВт·ч/кг / складированный м³
Древесина		
бук, дуб, ясень	≈ 4,1	≈ 2100
клен, береза	≈ 4,2	≈ 1900
тополь	≈ 4,1	≈ 1200
сосна	≈ 4,4	≈ 1700
ель	≈ 4,5	≈ 1500
Уголь*		
бурый уголь	≈ 3,5–5,2	–
каменный уголь	≈ 5,8–7,6	–
антрацит	≈ 7,6–9,1	–

* бурый уголь — влажность 30–40 %, летучие компоненты более 50 %;
каменный уголь — влажность 12–16 %, летучие компоненты около 40 %;
антрацит — влажность 5–7%, летучие компоненты — 5–7 %.
Плотность угля — от 1 до 1,7 г/см³ в зависимости от содержания минеральных веществ;
«насыпная плотность» — от 800 до 1000 кг/м³

2.3. Требования к помещению, вентиляции и месту установки твердотопливных котлов Bosch

2.3.1. Требования к помещению для установки твердотопливных котлов Bosch

Котлы, работающие на твердом топливе, без исключений, должны устанавливаться в отдельных технических помещениях, отвечающих требованиям СНиП II-35-76 «Котельные установки» и «Правилам устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов с давлением пара не более 0,07 МПа (0,7 кгс/см²), водогрейных котлов и водоподогревателей с температурой нагрева воды не выше 388 К (115 °С)» (ДНАОП 0.001.26-96).

Требования к помещению для установки твердотопливных котлов:

- стены и пол помещения должны быть огнестойкими. Помещение для твердотопливных котлов отделяются от соседних помещений несгораемыми перекрытиями и стенами с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч;
- высота потолка в помещении, в котором планируется установить твердотопливный котел, должна быть 2,5 м;
- расстояние от передней части котла до стены 2 м;
- ширина дверей в помещении должна быть от 0,8 м;
- необходимо установить противопожарную дверь, если вход в помещение где установлен котел ведет во внутрь здания.

Помещения, где установлен твердотопливный котел, должны быть обеспечены достаточным естественным светом, а в ночное время — электрическим освещением. Места, которые по техническим причинам нельзя обеспечить естественным светом, должны иметь электрическое освещение. Освещенность должна соответствовать СНиП II-4-79 «Естественное и искусственное освещение».

Ширина свободных проходов вдоль фронта котла должна быть не менее 1,5 м, а установленное оборудование и топливо не должны мешать обслуживанию котла.

Ширина проходов между котлом и стеной помещения должна быть не менее 1 м. Ширина прохода между отдельными выступающими частями котла, а также между этими частями и выступающими частями здания, лестницами и другими выступающими конструкциями — не менее 0,7 м.

При установке котла вблизи стен или колонн, котел не должен вплотную примыкать к стене помещения, а отстоять от нее не менее чем на 70 мм. Полы помещения, где установлен котел, необходимо выполнять из несгораемых материалов с негладкой и нескользкой поверхностью; они должны быть ровными и иметь устройства для отвода воды в канализацию.

При установке котла на деревянный пол, под ним обязательно должен устанавливаться напольный защитный экран, или предварительно устанавливается огнезащитная прокладка, перед котлом устраивается пред топочный лист.

2.3.2. Требования к вентиляции помещения для твердотопливных котлов Bosch

Помещение, в котором монтируется твердотопливный котел, должно быть оборудовано индивидуальным дымоходом и вентиляцией. Естественная вентиляция должна обеспечивать трехкратный воздухообмен в течение одного часа, не считая воздуха, необходимого для горения.

Воздух для горения, поступающий в котел, не должен содержать пыль, агрессивные или горючие материа-

лы (пары растворителей, лаков, красок и т.п.). Помещение должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией.
Размер «живого» сечения приточного устройства должен определяться расчетом, но при этом:

- при общей мощности котлов до 30 кВт приточная вентиляция (окно) должна быть с площадью сечения не менее 0,02 м^2;
- при общей мощности котлов свыше 30 кВт приточная вентиляция должна быть с площадью сечения не менее 0,025 м^2.

Вентиляционные решетки и каналы в котельной не должны оснащаться какими-либо приспособлениями для их закрывания. Запрещается заслонять или уменьшать сечение вентиляционных отверстий. Воздух должен поступать естественным путем. Приточную вентиляцию рекомендуется оборудовать в стене или дверях напротив передней части котла. Она должна быть рассчитана под необходимое количество воздуха для горения.
Вытяжная вентиляция должна быть выполнена под крышей помещения с диаметром не менее 25 % от диаметра дымовой трубы, но не меньше чем 14x14 см (целью вытяжной вентиляции является выведение из помещения вредных газов).

ВНИМАНИЕ:

Запрещается использовать механическую вытяжную вентиляцию!
Использование вытяжных вентиляционных каналов в качестве дымоходов котлов не допускается!

2.3.3. Рекомендуемые (минимально необходимые) расстояния при установке твердотопливных котлов Bosch

Котел должен быть установлен на фундамент или негорючую основу с ровной горизонтальной поверхностью. Допускается наклон котла на 5 мм в лицевую сторону (тыльная сторона на 5 мм выше). Фундамент должен быть больше котла — с лицевой стороны на 300 мм, с остальных сторон — на 100 мм.

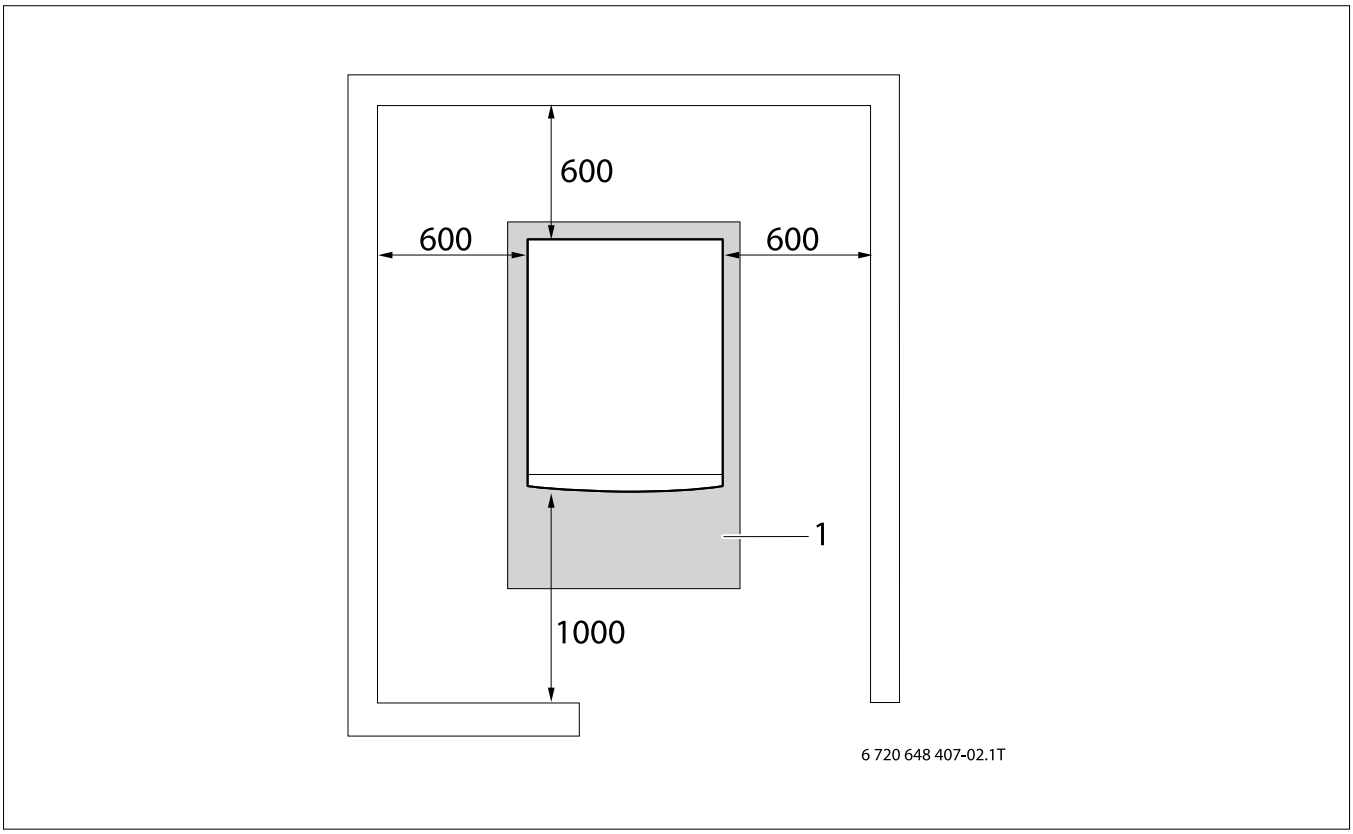


Рис. 19 *Минимальные расстояния от стен в котельном помещении при монтаже котла Solid 2000 B*

1 Фундамент или основа из негорючего материала

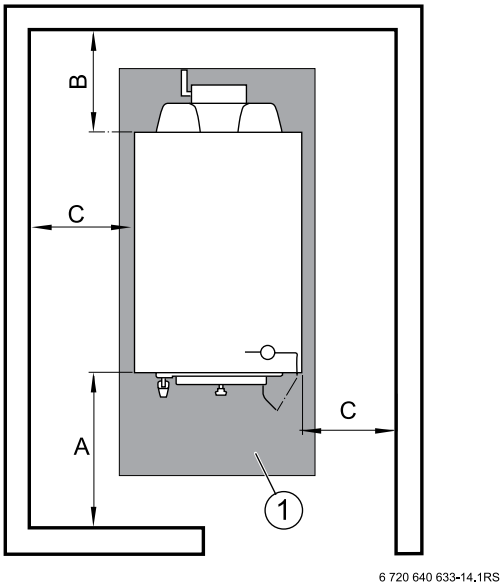


Рис. 20 *Минимальные расстояния от стен в котельном помещении при монтаже котла Solid 3000 H*

1 Фундамент или основа из негорючего материала

Размер	Минимальное расстояние до стены
A	1000 мм
B	600 мм
C	600 мм
Расстояние от дымовой трубы до поверхности из горючих материалов	200 мм

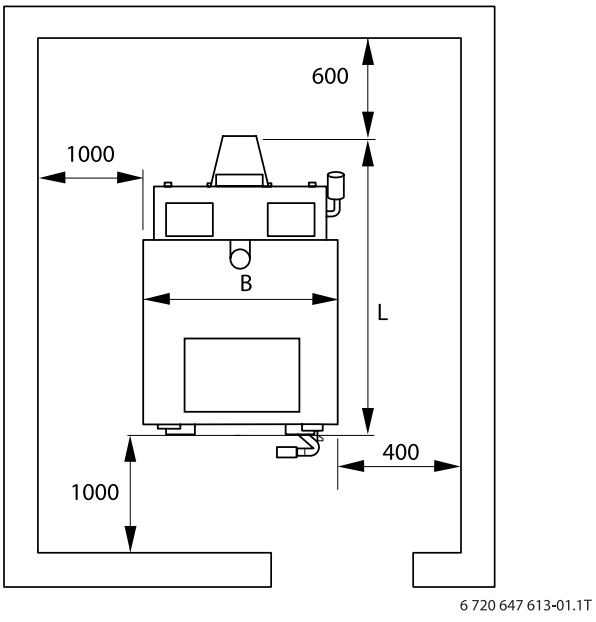


Рис. 21 *Минимальные расстояния от стен в котельном помещении при монтаже котла Solid 5000 W*

2.4. Требования по защите твердотопливных котлов Bosch

Монтаж, эксплуатация и техническое обслуживание твердотопливных котлов Bosch должны осуществляться согласно требованиям, изложенным в инструкциях к соответствующей модели котла.

2.4.1. Защита твердотопливных котлов Bosch от низкотемпературной коррозии

Неправильная эксплуатация твердотопливного котла приводит к конденсации паров воды, находящихся в дымовых газах и смолообразованию на поверхностях теплообменника. Вследствие этого могут возникнуть повреждения котла и системы для отвода дымовых газов. Для защиты твердотопливного котла от низкотемпературной коррозии со стороны дымовых газов, необходимо обеспечить поддержку минимально-допустимой температуры котловой воды (табл. 2/4/6).

Для этого на этапе проектирования и при монтаже твердотопливных котлов Bosch в закрытую систему отопления с принудительной циркуляцией необходимо предусмотреть байпасную линию в котловом контуре и устройство для поддержания минимально-допустимой температуры в обратном трубопроводе котла. Рекомендуемая гидравлическая схема защиты твердотопливного котла Bosch от низкотемпературной коррозии отображена на рис. 22.

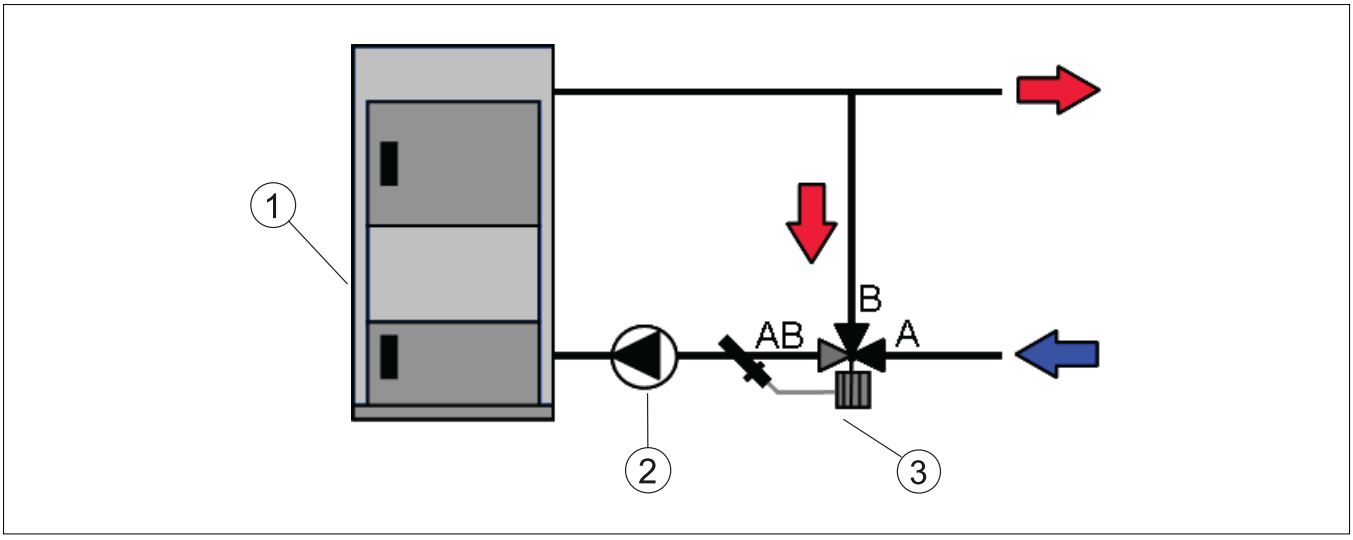


Рис. 22 *Схема и элементы защиты твердотопливного котла Bosch от низкотемпературной коррозии*

1 Твердотопливный котел Bosch
2 Насос котлового контура
3 Трехходовой смесительный клапан для поддержания необходимой температуры в обратном трубопроводе, для защиты котла от низкотемпературной коррозии

2.4.2. Защита твердотопливных котлов Bosch от перегрева

Согласно европейскому стандарту EN 303-5, котел должен иметь оборудование, которое обеспечит отвод избыточного тепла для защиты отопительной установки и котла от перегрева. Это требование должно быть выполнено при подключении котла к закрытой системе отопления с принудительной циркуляцией.

2.4.2.1. Защита от перегрева чугунного твердотопливного котла Bosch Solid 3000 H

В соответствии с требованиями EN 303-5, при установке твердотопливного чугунного котла Solid 3000 H в закрытую систему отопления с принудительной циркуляцией без буферного бака-накопителя, котел должен быть оборудован системой защиты от перегрева. Для этого Solid 3000 H необходимо оборудовать защитным теплообменником S 1 (дополнительная опция, арт. 0 082 000 900) и термостатическим клапаном TS 131 (дополнительная опция, арт. 0 0TS 131 34A).

Т.к. горение твердого топлива — достаточно инерционный процесс, который невозможно быстро остановить, то возможный способ быстро уменьшить температуру подачи в случае ее повышения — использовать контур внешнего охлаждения, устанавливаемый между выходом из котла и системой отопления. На рис. 23 и 24 показаны защитный теплообменник S1 и термостатический клапан TS 131.

Рис. 23 *Контур охлаждения S1 для Solid 3000 H для закрытых систем теплоснабжения с установленным термостатическим клапаном и автоматическим воздухоотводчиком (дополнительное оборудование)*

Рис. 24 *Термостатический клапан TS 131 с погружным датчиком (опционально)*

Дополнительное оборудование (не входит в комплект поставки котла)

Технические характеристики термостатического клапана TS 131 с погружным датчиком для котлов до 93 кВт:

- подключение R 3/4″
- датчик с наружной резьбой R 1/2″
- капиллярная трубка в защитной трубе длиной 1300 мм
- температура срабатывания 95 °C

Принцип работы защитного устройства изображен на рис. 25. Теплоноситель, выходя из котла, омывает змеевик теплообменника, и только затем подается в систему отопления. Если погруженный в теплоноситель датчик 9 (в подающей линии котла) нагреется до температуры 95 °C, то клапан 8 откроется и холодная вода из водопровода будет проходить через змеевик 4, охлаждая перегретую воду в подающем патрубке котла. После чего вода лини подачи, охладившись до безопасного уровня, поступит в систему отопления. Охлаждающая вода из змеевика сбрасывается в канализацию.

В случае применения охлаждающего теплообменника необходимо подключение водопровода с достаточным давлением и расходом воды (давление 2–6 бар, расход воды 11 л/мин). Сбросной трубопровод необходимо подключать к канализации через сифон.

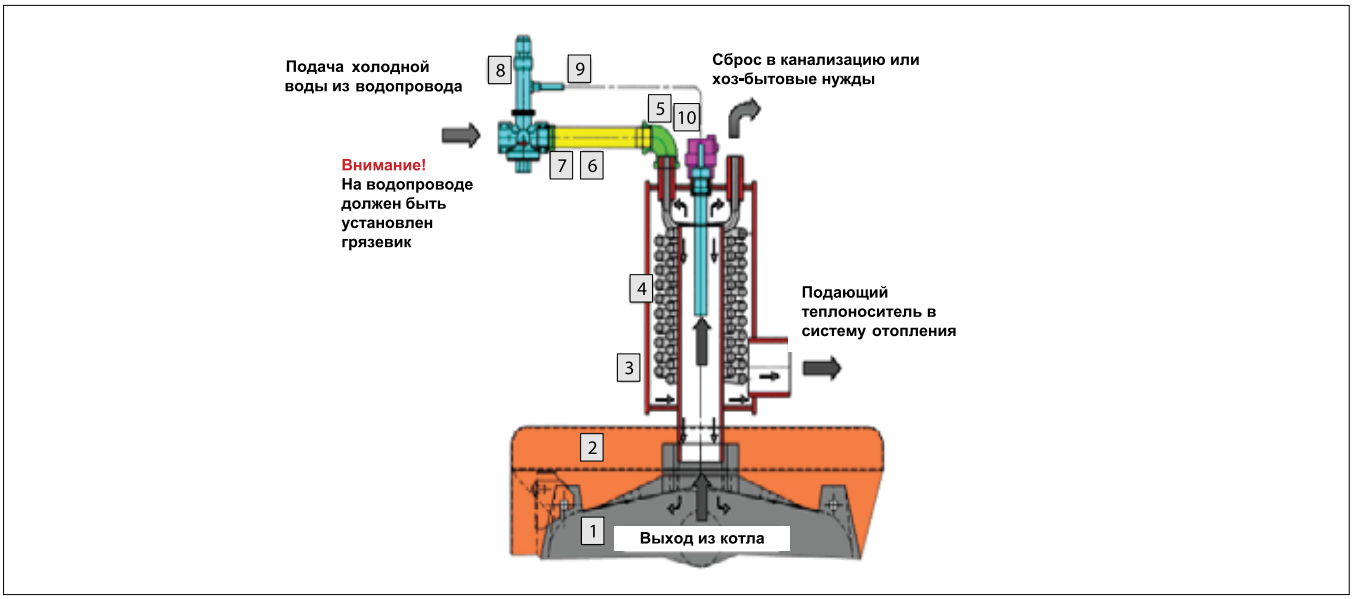


Рис. 25 *Принцип работы защитного устройства от перегрева для Solid 3000 H в закрытых системах теплоснабжения*

1 Котел
2 Обшивка котла
3 Блок охладителя
4 Медный змеевик
5 Отвод 1/2″
6 Труба 1/2″
7 Переход 1/2″ / 3/4″
8 Термостат-вентиль
9 Датчик термостата
10 Воздухоотводчик 3/8″

Позиции 5–10 не входят в объем поставки защитного контура охлаждения S1

2.4.2.2. Защита от перегрева стального пиролизного твердотопливного котла Bosch Solid 5000 W

В стальной пиролизный котел Solid 5000 W встроен защитный теплообменник для предотвращения перегрева теплоносителя. На **рис. 26** изображен принцип работы защитного теплообменника твердотопливного котла Solid 5000 W.

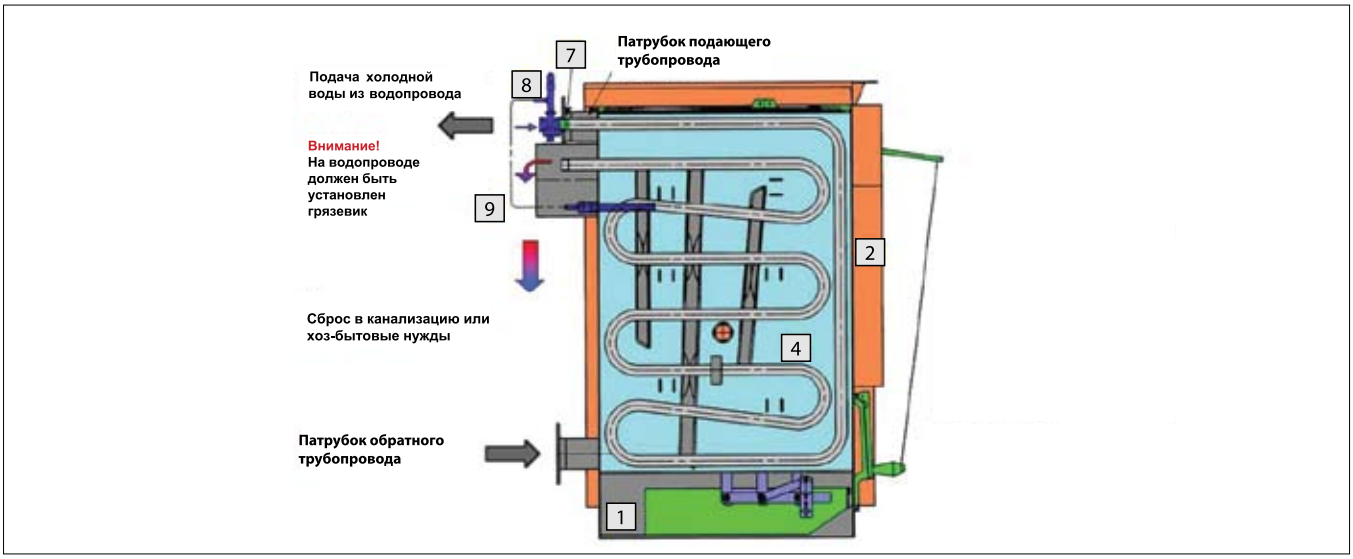


Рис. 26 *Принцип работы защитного теплообменника от перегрева для Solid 5000 W в закрытых системах теплоснабжения*

1 Котел
2 Обшивка котла
4 Медный змеевик
7 Переход 1/2″ / 3/4″
8 Термостат-вентиль
9 Датчик термостата

Позиции 7, 8, 9 – не входят в объем поставки котла

Защитный теплообменник в комплекте с термостатическим клапаном обеспечивает отвод избыточного тепла, защищая как котел, так и систему отопления от перегрева. Термостатический вентиль должен быть подключен к общей водопроводной сети. Минимальное давление протекания охлаждающей воды на термостатическом вентиле должно составлять 2,0 бара (максимум 6,0 бар), при этом объемный поток воды для охлаждения должен быть, как минимум, 11 л/мин. Линии подачи и отвода охлаждающей воды не должны быть закрытыми. Линия отвода охлаждающей воды должна хорошо быть видна из любой точки.
Подключение защитного теплообменника с термостатическим клапаном (дополнительное оборудование) производится согласно схеме подключения на **рис. 27**.

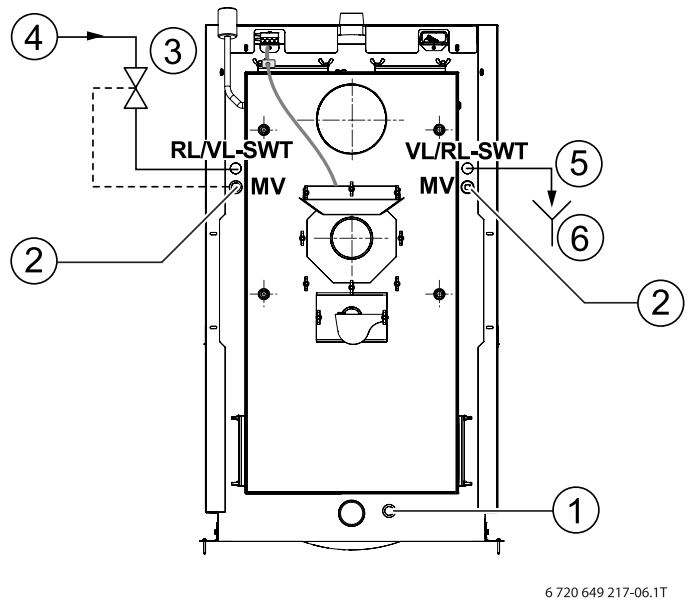


Рис. 27 *Подключение защитного теплообменника Solid 5000 W*

1 Слив воды из котла
2 Место установки датчика температуры термостатического вентиля
3 Термостатический клапан
4 Линия подачи холодной воды из водопровода
5 Линия отвода воды для охлаждения из защитного теплообменника
6 Слив в канализацию

Термостатический клапан должен устанавливаться между линией подачи охлаждающей воды и входом защитного теплообменника. Фильтр в линии подачи охлаждающей воды устанавливается перед термостатическим клапаном.
Лучшим решением защиты твердотопливных котлов от перегрева является их комбинация с буферным баком накопителем. Буферная емкость необходимого размера обеспечивает постоянный отбор тепловой энергии при работе твердотопливного котла вне зависимости от изменяющегося потребления тепла системой отопления.

SMART CLIMATE GROUP
(044) 337-38-03, (063) 704-81-30, (067) 320-28-85, (050) 317-62-28
sales@smartclimate.com.ua http://smartclimate.com.ua/

2.5. Буферная емкость. Назначение, подбор и применение в системах отопления с твердотопливными котлами Bosch

2.5.1. Назначение буферной емкости

С помощью буферного бака-накопителя достигается наилучший эксплуатационный режим теплоснабжения дома — как с точки зрения расхода топлива и использования вырабатываемой энергии твердотопливным котлом, так и с точки зрения комфорта. Тепло, не используемое в какой-либо конкретный момент времени для отопления, переходит на промежуточное хранение в буферную емкость. После сгорания загруженного топлива отдача тепла осуществляется исключительно из буферного бака-накопителя. Наряду с чисто техническими преимуществами, использование буферной емкости предоставляет пользователю существенное повышение комфортности отопления, так как отпадает необходимость в частых загрузках котла и появляется возможность полностью автоматизированной эксплуатации системы отопления.

Система теплоснабжения: твердотопливный котел + буферная емкость обеспечивает:

- наилучший комфорт с возможностью автоматизированной эксплуатации системы отопления-комфорт как при использовании современных газовых отопительных котлов
- сокращение количества загрузок топлива до 1–2 раз в сутки (в среднем за отопительный период)
- сокращение расхода топлива за отопительный период в 3–4 раза
- сокращение расходов на отопление за отопительный период в 3–4 раза
- обслуживание котла в удобное время суток
- защиту от перегрева
- функционирование котла при оптимальной (полной) нагрузке — выше долговечность

При использовании бака-аккумулятора отпадает необходимость в дополнительных мерах защиты котла и системы отопления от перегрева (контур «котел – аккумулятор» выполняется из термостойких труб, например, меди). Нагретый до максимально возможной температуры теплоноситель аккумулируется в буферной емкости и оттуда по мере необходимости дозировано подается в систему отопления. В системе отопления применяется регулирующая автоматика, не связанная с котловым контуром.

2.5.2. Расчет необходимого объема буферной емкости

Для расчета необходимого объема буферной емкости используются два метода: статический и динамический методы расчета.

2.5.2.1. Статический метод. Определение объема буферной емкости по количеству топлива, загружаемому в котёл

Этот метод определения объема буферного бака-накопителя основан на энергетическом балансе количества выделяемой и потребляемой энергии. Т.е. буферная емкость должна забрать всю полезную энергию топлива, производимую твердотопливным котлом с полностью загруженной топкой (когда тепло не отбирается отопительной системой). После пересчёта единиц измерения, подстановки приблизительных значений плотности и удельной теплоемкости воды и применения опытных значений получена формула для расчета объёма буферного бака:

$$V_{б.б.} = 13{,}5 \times Q_к \times \tau_в \qquad (3)$$

где:
$V_{б.б.}$ — объём буферного бака, л
$Q_к$ — номинальная мощность котла, кВт
$t_в$ — номинальное время выгорания топлива, час

2.5.2.2. Динамический метод. Определение объема буферной емкости по потребности в тепле и температурному режиму системы отопления

В течение большей части отопительного периода требуется лишь минимальная доля номинальной потребности в тепле. Для наиболее часто встречающегося рабочего температурного режима (при средней температуре наружного воздуха за отопительный период) определяется оптимальный режим работы отопительной установки. Объем буферного бака-накопителя для оптимального режима отопительной установки (динамический метод расчета) с твердотопливным котлом определяется по формуле 2:

$$V_{б.б.} = 2246 \times \frac{2{,}5 - \frac{Q_N}{Q_к}}{73 - 0{,}4 \times t_R} \times Q_N \qquad (4)$$

где:
$V_{б.б.}$ — объём буферного бака, л
Q_N — расчетная отопительная нагрузка, кВт
$Q_к$ — номинальная мощность котла, кВт
t_R — расчетная температура в обратном трубопроводе, °C

Альтернативная формула (5) расчёта буферной емкости — по заданному максимальному (предусмотренному) количеству времени работы отопительного котла в сутки:

$$V_{б.б.} = 351 \times \frac{16 - \tau_{р.к.}}{73 - 0{,}4 \times t_R} \times Q_N \qquad (5)$$

где:

$t_{р.к.}$ — максимальное (предусмотренное) время работы котла в сутки, час

Из формулы (5) можно определить время работы котла (в часах) в сутки с буферной емкостью в среднем за отопительный период:

$$\tau_{р.к.сут.с\ буф.емк.} = 16 - \frac{(73 - 0{,}4 \times t_R) \times V_{б.б.}}{351 \times Q_N} \qquad (6)$$

Количество загрузок топлива в сутки в среднем за отопительный период, можно определить исходя из времени работы твердотопливного котла на одной загрузке $t_{з.}$ и расчетного значения $t_{р.к.сут.с\ буф.емк.}$

$$n = \tau_{р.к.сут.с\ буф.емк.} / \tau_{з.} \qquad (7)$$

Примечание:

Приведенные в формулах цифровые коэффициенты — результат эмпирических зависимостей, полученных практическим путем и сокращения значений теплофизических величин воды.

2.5.2.3. Пример расчета объема бака-аккумулятора и расхода топлива за отопительный период без и с буферной емкостью

Задача: рассчитать необходимый объем буферного бака-накопителя и расход топлива за отопительный период для условий, приведенных ниже.

Исходные данные:

- Расчетная отопительная нагрузка: Q_N = 25 кВт
- Номинальная теплопроизводительность котла: Q_K = 28 кВт
- Стальной твердотопливный котел Solid 2000 D SFU 32-1 SW62
- Коэффициент полезного действия: $h_{ср.}$ = 78 %
- Используемое топливо: дерево с теплотворной способностью Q^p_H = 4,1 кВтч/кг и влажностью $d_э$ = 20%
- Продолжительность горения одной загрузки топлива при номинальной мощности: $t_г$ ≈ 4 час.

Расчет объема буферной емкости и расхода топлива за отопительный период без и с буферной емкостью:

1. Объем буферной емкости определяем по формуле (4):

$$V_{б.б.} = 2246 \times \frac{2{,}5 - \frac{25}{28}}{73 - 0{,}4 \times 55} \times 25 \approx 1770 \text{ л}$$

2. По формуле (6) определяем время работы котла в сутки с буферной емкостью в среднем за отопительный период:

$$\tau_{р.к.сут.с\ буф.емк.} = 16 - \frac{(73 - 0{,}4 \times 55) \times 1770}{351 \times 25} \approx 5{,}72 \text{ ч}$$

3. Количество ежедневных загрузок топки котла с буферной емкостью в среднем за отопительный период определяем по формуле (7):

$$n = 5{,}72 / 4 \approx 1{,}43$$

4. Расход дерева в час:

$$B_{т.час} = \frac{Q_{котла}}{Q^p_н \times \eta_{ср.}} = \frac{28}{4{,}1 \times 0{,}78} = 8{,}8 \text{ кг/ч}$$

5. Расход топлива (дерева) за отопительный период:

- без буферной емкости:

$$B_{от.п.} = B_{т.час} \times t_{р.к.сут.без\ буф.емк.} \times Д_{от.п.} \approx 23038 \text{ кг/отоп.пер.}$$

- с буферной емкостью:

$$B_{от.п.} = B_{т.час} \times t_{р.к.сут.\ с\ буф.емк.} \times Д_{от.п.} \approx 9412 \text{ кг/отоп.пер.}$$

$t_{р.к.сут.\ с\ буф.емк}$ — время работы котла в сутки без буферной емкости в среднем за отопительный период (при среднем количестве загрузок топки котла в сутки за отопительный период ≈ 3,5 раза), час;

$Д_{от.п.}$ — длительность отопительного периода, сутки.

Сокращение расхода дерева за отопительный период при применении буферной емкости необходимого объема и системы регулирования, обеспечивающей рациональное распределение накопленного тепла, составит ≈ 13630 кг.

2.5.3. Рекомендуемая схема подключения твердотопливного котла к закрытой системе теплоснабжения

Схема «Твердотопливный котел + буферная емкость» позволяет автоматизировать процесс подачи теплоносителя с необходимой температурой в систему отопления в зависимости от потребности в тепле в конкретный момент времени благодаря возможности подключения системы регулирования. В систему отопления теплоноситель подается через распределительный коллектор, к которому может быть подключено один и более потребителей с разными температурными запросами и временными интервалами работы. Каждый контур рекомендуется подключать через смеситель, что обеспечивает требуемую температуру подачи при изменении температуры в баке-аккумуляторе и наиболее рациональное распределение накопленного буферной емкостью тепла. В качестве системы регулирования рекомендуется применять погодозависимый регулятор, позволяющий обеспечивать максимальные комфорт и экономию топлива в течение всего отопительного периода.

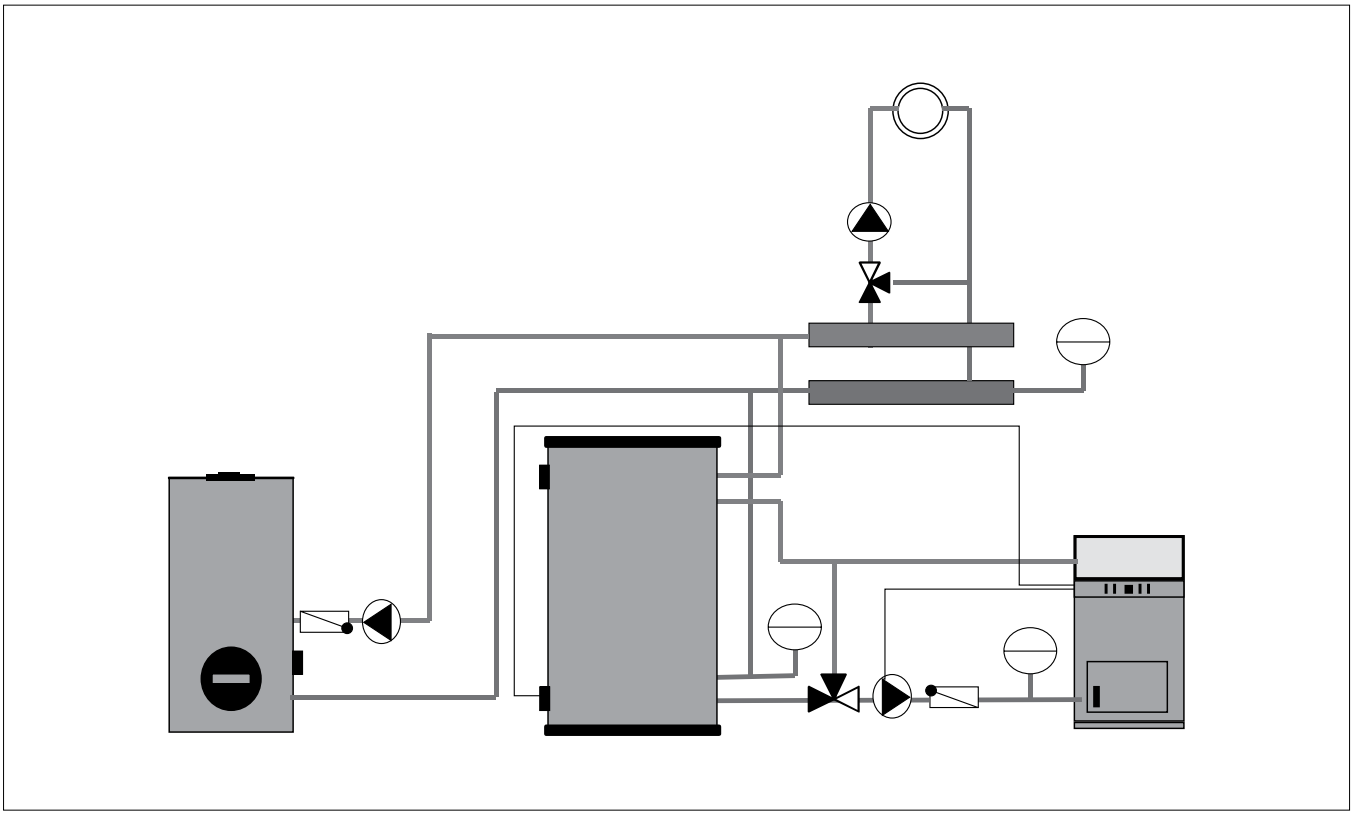


Рис. 28 *Рекомендуемая схема подключения твердотопливного котла Bosch к закрытой системе отопления*

Рекомендуемое оборудование для схемы **рис. 28** указано в таблице 10.

SMART CLIMATE GROUP
(044) 337-38-03, (063) 704-81-30, (067) 320-28-85, (050) 317-62-28
sales@smartclimate.com.ua http://smartclimate.com.ua/

Табл. 10 *Рекомендуемое оборудование для схемы* ***рис. 28***

Обозначение	Наименование оборудования	Артикул	Количество
Котел			
Стальные котлы			
SFU 12 HNS	Solid 2000 B	7 738 500 482	1
SFU 16 HNS	Solid 2000 B	7 738 500 483	1
SFU 20 HNS	Solid 2000 B	7 738 500 484	1
SFU 24 HNS	Solid 2000 B	7 738 500 485	1
SFU 27 HNS	Solid 2000 B	7 738 500 486	1
SFU 32 HNS	Solid 2000 B	7 738 500 487	1
K 32-1 SW62	Solid 2000 B	7 742 111 080	1
K 45-1 SW62	Solid 2000 B	7 742 111 081	1
Чугунные котлы			
SFU 20 HNC	Solid 3000 H	7 738 500 155	1
SFU 25 HNC	Solid 3000 H	7 738 500 156	1
SFU 32 HNC	Solid 3000 H	7 738 500 157	1
SFU 40 HNC	Solid 3000 H	7 738 500 158	1
Пиролизные стальные котлы			
SFW 21 HF	Solid 5000 W	7 738 500 252	1
SFW 26 HF	Solid 5000 W	7 738 500 253	1
SFW 32 HF	Solid 5000 W	7 738 500 254	1
SFW 38 HF	Solid 5000 W	7 738 500 255	1
Буферные баки-накопители			
BST 500/80-5 SrE	Буферный бак-накопитель объемом 500 л	7 736 501 804	1
BST 750/80-5 SrE	Буферный бак-накопитель объемом 750 л	7 736 501 809	1
BST 1000/80-5 SrE	Буферный бак-накопитель объемом 1000 л	7 736 501 814	1
Комплектующие			
S1	Защитный теплообменник для предотвращения перегрева теплоносителя для чугунных котлов (необходимо дополнительно комплектовать защитным термостат вентилем)	0 082 000 900	1
TS 131	Защитный термостат-вентиль для защитного теплообменника	0 0TS 131 34A	1
Электронагревательный элемент – подключение 1 1/2″ – в сборе с регулятором температуры	2,0 кВт (230 В) 3,0 кВт (400 В) 4,5 кВт (400 В) 6,0 кВт (400 В)	0 005 238 250 0 005 238 254 0 005 238 258 0 005 238 262	1
AG3-1	Насосная группа, в комплекте с теплоизоляцией, трехступенчатым насосом, в т.ч. трёхходовым клапаном с сервоприводом 230 В/50 Гц, гравитационным обратным клапаном с воздушным затвором, индикатором температуры; подключение прямого и обратного трубопроводов R1″, дополнительно – стягивающая прижимная гайка Ø22 мм	7 719 001 559	1
AG4-1	Распределитель контуров отопления, из нержавеющей стали, с тепловым разделением прямого и обратного трубопроводов (для 2 конутров)	7 719 001 632	1
AG9-1	Распределитель контуров отопления, из нержавеющей стали, с тепловым разделением прямого и обратного трубопроводов (для 3 конутров)	7 719 001 633	1

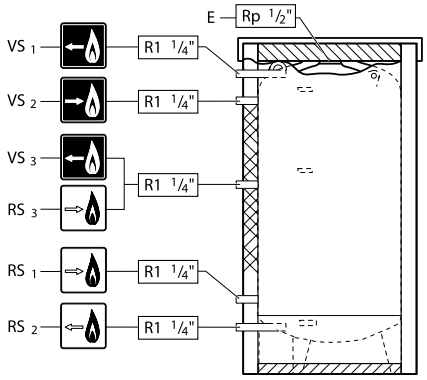
SMART CLIMATE GROUP
(044) 337-38-03, (063) 704-81-30, (067) 320-28-85, (050) 317-62-28
sales@smartclimate.com.ua http://smartclimate.com.ua/

2.5.4. Техническое описание и характеристики буферных емкостей Bosch

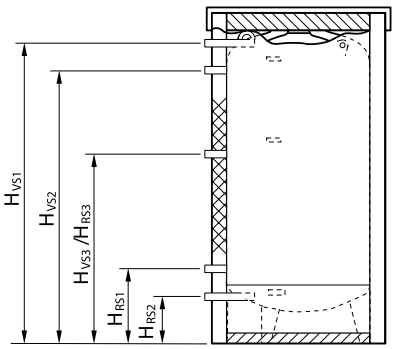
Буферные баки-накопители Bosch предназначены для использования в качестве накопительной емкости в закрытых системах отопления с твердотопливными котлами.

Описание:

- Буферный вертикальный бак цилиндрической формы с подключениями сзади
- Высокая производительность благодаря послойной загрузке на обратной линии
- Три точки подключения датчиков температуры
- Возможность дополнительной установки электрического нагревательного элемента
- Эффективная теплоизоляция из мягкого вспененного пенопласта с мягкой подложкой толщиной 80 мм



2 BST 500/750/1000 /80, /120 SrSE



3 BST 500/750/1000 /80, /120 SrSE

Табл. 11 *Технические характеристики буферных баков-накопителей BST...-5 SrE*

			BST 500 SrSE	BST 750 SrSE	BST 1000 SrSE
VS_1	H_{VS1}	мм	843	745	895
VS_2	H_{VS2}	мм	1643	1631	2068
VS_3	H_{VS3}	мм	1468	1454	1891
VS_4	H_{VS4}	мм	1348	1334	1771
VS_5	H_{VS5}	мм	1180	1165	1415
RS_1	H_{RS1}	мм	308	275	275
RS_2	H_{RS2}	мм	843	865	1015
RS_3	H_{RS3}	мм	428	395	395
RS_4	H_{RS4}	мм	308	275	275
RS_5	H_{RS5}	мм	148	133	133

2.5.5. Использование нескольких буферных емкостей

Для получения больших полезных объёмов буферных баков–накопителей или из-за необходимости учитывать местные условия использования технологической площади, может потребоваться или быть обязательным распределение объёмов между несколькими буферными бойлерами. При инсталляции двух буферных емкостей рекомендуется их параллельное подключение по «схеме Тихельманна» для обеспечения равномерного распределения и отбора тепла.

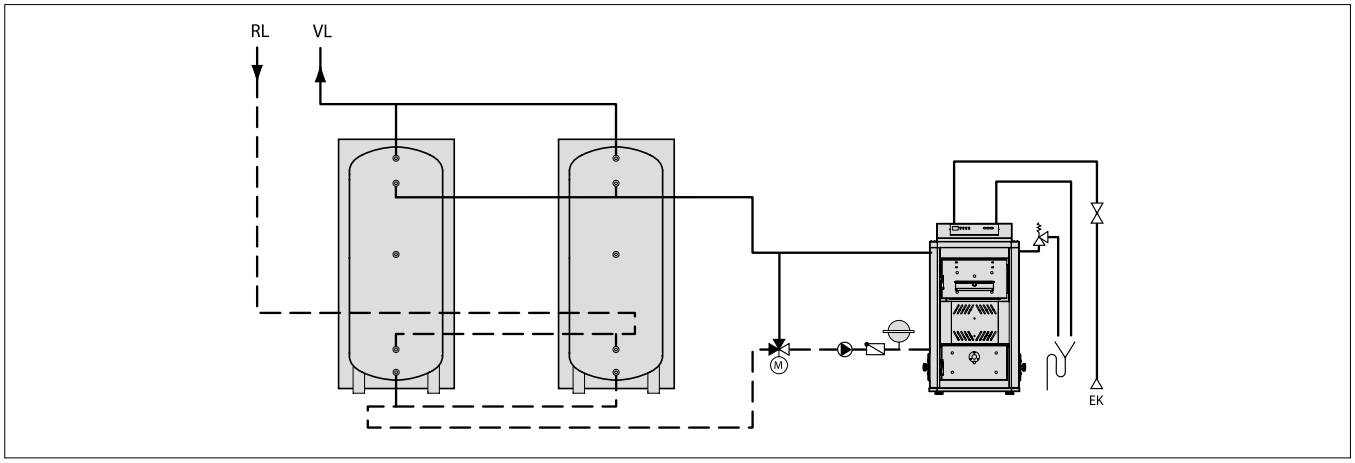


Рис. 29 *Схема параллельного соединения буферных баков-накопителей с твердотопливным котлом*

VL Подающий трубопровод буферного бака-накопителя, в зависимости от гидравлической схемы отопления:
– к подающему трубопроводу контуров отопления;
– к обратному трубопроводу газового напольного отопительного котла (в комбинированных системах теплоснабжения);
– к обратному трубопроводу гидравлической стрелки со стороны системы отопления (в комбинированных системах теплоснабжения)

RL Обратный трубопровод буферного бака-накопителя, в зависимости от гидравлической схемы отопления:
– от обратных трубопроводов контуров отопления;
– от переключающего клапана (в комбинированных системах теплоснабжения)

EK Вход холодной воды

Указания к схеме параллельного подключения буферных баков-накопителей:

- При параллельном подключении двух буферных емкостей по «схеме Тихелмана» они должны быть одинаковыми как по объему, так и по конструктивному исполнению, для обеспечения одинакового гидравлического сопротивления
- Датчик температуры для контроля процесса нагрева буферных емкостей может быть установлен на любой из них, так как подключение по «схеме Тихельмана» обеспечивает равномерный их прогрев
- При объединении более двух буферных баков-накопителей их следует подключать с помощью балансировочных клапанов. Схема соединения «Тихельмана» не рекомендуется при объединении трех и более буферных баков-накопителей

2.6. Дымоходы для твердотопливных котлов Bosch

2.6.1. Нормативные требования к конструкции и исполнению дымоходов

Дымоходы для твердотопливных котлов должны соответствовать требованиям действующих строительных и экологических норм и правил противопожарной безопасности.
Основные положения, которыми необходимо руководствоваться при проектировании и монтаже дымоходов для котлов с естественной тягой, изложены в соответствующих нормативных документах:

– Украинские нормативные документы
- СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
- ДСТУ Б EN 13384:2010 «Дымоходы. Методы теплотехнического и аэродинамического рас четов».
- СНиП II-35 «Котельные установки. Нормы проектирования».
- ДБН В.2.5-20-2001 «Газоснабжение» (Прило жение Ж «Отвод продуктов сгорания»).

– Европейские нормативные документы
- EN 1443:2003 «Дымоходы – Общие требования»
- EN 13384:2008 «Дымоходы. Методы теплотех нического и аэродинамического расчетов»
- EN 15287:2007 «Дымоходы – конструкция, монтаж и введение в эксплуатацию»

Твердотопливные котлы должны подключаться к обособленному дымовому каналу. Отвод продуктов сгорания должен соответствовать требованиям раздела 2 СНиП 2.04.05–91. Высота и конструкция дымохода, прежде всего, должна обеспечивать требуемую тягу, минимальное значение которой указано в технической документации твердотопливных котлов Bosch, а также удобство чистки и осмотра.
Тяга дымовой трубы зависит от ее внутреннего сечения, высоты, шероховатости поверхности и разницы температур продуктов сгорания и окружающего воздуха. В любом случае тяга в дымоходе не должна быть меньше чем указанное значение в технической документации.
Присоединять котел к дымоходу с недостаточной тягой запрещается.
При установке твердотопливного котла Bosch необходимо строго соблюсти требования по высоте и сечению дымовой трубы. В противном случае, если эти параметры будут занижены, не будет создаваться тяга, требуемая для полного удаления продуктов сгорания в атмосферу и подачи необходимого количество воздуха для горения в топку котла. При определении площади сечения дымовой трубы следует руководствоваться площадью сечения патрубка подключения системы дымоудаления к котлу.
Площадь сечения дымохода не должна быть меньше площади сечения патрубка подключения котла! Меньшая площадь сечения дымохода не обеспечит удаления всего объема продуктов сгорания, а слишком большая площадь сечения будет приводить к уменьшению создаваемой тяги.

Причины ухудшения («опрокидывания») тяги:
- Недостаточная высота дымовой трубы
- Неправильно подобранная форма и площадь сечения дымового канала
- Плохая теплоизоляция дымохода
- Слишком большая длина горизонтальных участков дымохода
- Недостаток воздуха для горения

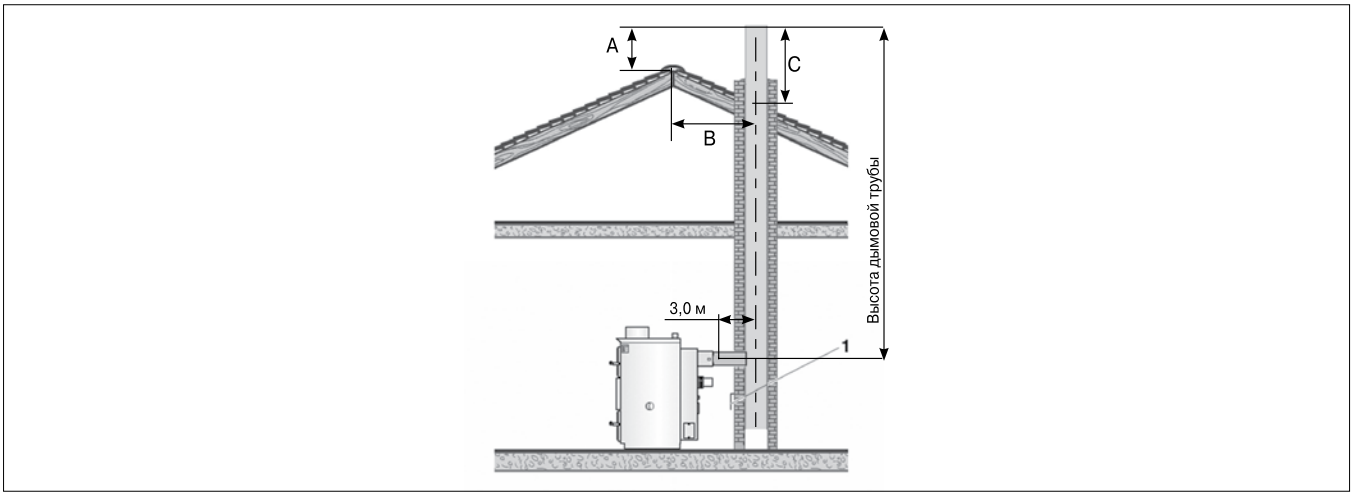


Рис. 30 *Подключение твердотопливных котлов Bosch к системе дымоотведения*

Высота дымовой трубы принимается по результатам аэродинамического расчета и проверки по условиям рассеивания в атмосфере вредных веществ и должна обеспечить расстояния:

A	B	C
0,5 м	≤ 1,5 м	≥ 0,5 м при наклонной кровле
0,0 м	≤ 3,0 м	≥ 2,0 м при плоской кровле
	> 3,0 м*	

*Не ниже прямой, проведенной на 100 ниже конька

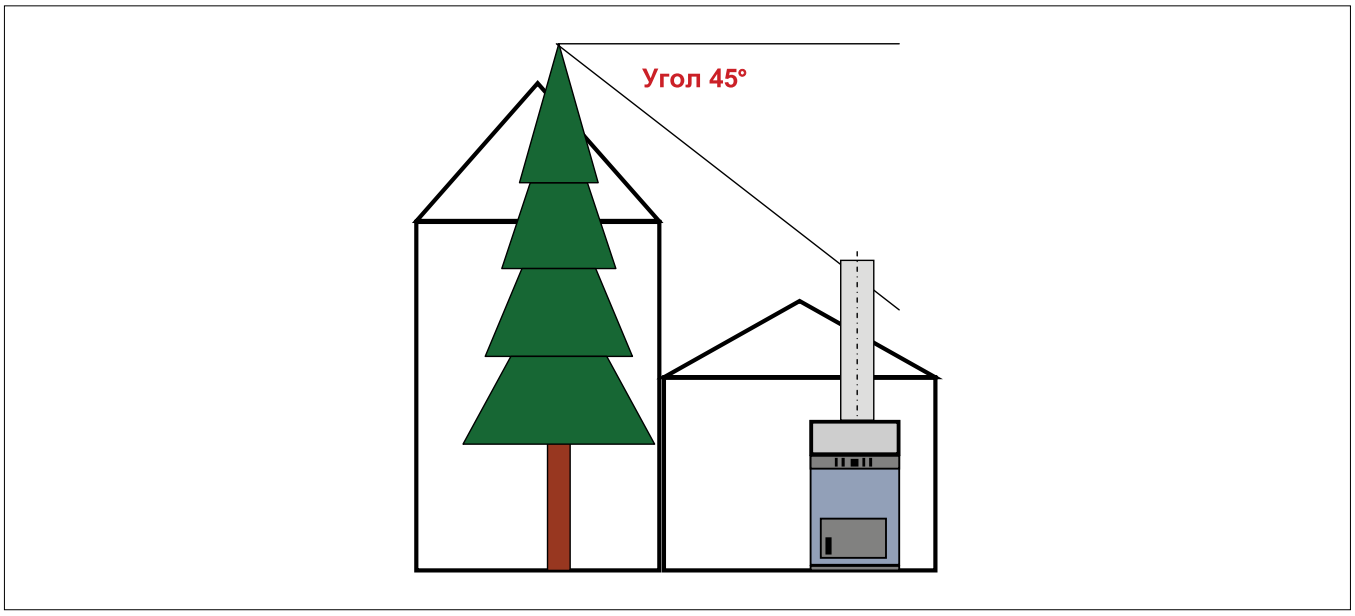


Рис. 31 *Влияние зоны ветрового подпора на высоту дымовой трубы*

Основные правила для дымоходов твердотопливных котлов Bosch:

- Не заужать сечение дымового канала
- Теплоизолировать дымовую трубу
- Участки, проходящие через неотапливаемые помещения, приставные наружные каналы или при наружной укладке, теплоизолировать усиленно
- Устье дымовой трубы необходимо выводить выше зоны ветрового подпора (выше линии под углом 45° от наиболее высоких зданий и деревьев)
- Выполнять уклон присоединительного участка от котла вверх к дымовой трубе
- За котлом необходимо обеспечить расстояние для доступа и обслуживания дымовой трубы
- Обязательное устройство кармана для чистки с дверцей и конденсатоотводчика
- Установка защитных зонтов не допускается

Дымоходы для твердотопливных котлов Bosch должны быть газоплотными, герметичными, влагонепроницаемыми, пожаробезопасными, устойчивыми к коррозии (агрессивным средам) и перепаду температур и выдерживать высокие температуры (в том числе во время возгорания сажи внутри дымохода).
Наиболее оптимальным вариантом для организации дымоходов для твердотопливных котлов Bosch является стальной нержавеющий дымоход. Его преимущества – простота монтажа, надежность конструкции, гладкая внутренняя поверхность, пожаробезопасность, стойкость к перепадам температур и воздействию кислотного конденсата (для дымоходов из нержавеющей стали необходимо использовать нержавеющую, кислотостойкую сталь). Стальные дымоходы могут быть выполнены в различном исполнении – в виде одностенной конструкции или двустенной конструкции типа «сэндвич». Двустенные дымоходы типа «сэндвич» состоят из внутренней трубы по которой отводятся продукты сгорания и внешней трубы (кожуха) большего диаметра, между которыми размещается слой негорючего теплоизоляционного материала (минеральная вата). Такая конструкция позволяет исключить охлаждение дымовых газов и выпадение агрессивного кислотного конденсата на внутренней поверхности дымовой трубы.

2.6.2. Требуемая тяга и рекомендуемая высота дымовой трубы для твердотопливных котлов Bosch

Для обеспечения надежной и бесперебойной работы твердотопливных котлов Bosch необходимо обеспечить требуемую тягу и рекомендуемую высоту дымовой трубы, значения которых приведены в табл. 12, 13, 14.

Табл. 12 *Требуемая тяга и рекомендованная высота дымовой трубы для чугунного твердотопливного котла Bosch Solid 3000 H*

Модель котла	Топливо	Необходимая тяга, Па	Высота дымовой трубы, м			
			∅ 160	∅ 180	∅ 200	∅ 250
SFU 20 HNC	Древесина Каменный уголь	20	7 8	7 7	7 7	– –
SFU 25 HNC	Древесина Каменный уголь	22	7 8	7 8	7 7	6 7
SFU 32 HNC	Древесина Каменный уголь	23	8 9	7 8	7 8	7 7
SFU 40 HNC	Древесина Каменный уголь	28	9 10	8 9	8 8	7 8

Табл. 13 *Требуемая тяга и рекомендованная высота дымовой трубы для чугунного твердотопливного котла Solid 2000 B*

Модель котла	Топливо	Необходимая тяга, Па	Высота дымовой трубы, м				
			∅160	∅180	∅200	∅250	∅300
SFU 12 HNS	Древесина Бурый уголь	18	5	5	5	–	–
SFU 16 HNS	Древесина Бурый уголь	18	6	5	5	–	–
SFU 20 HNS	Древесина Бурый уголь	30	7	6	5	5	–
SFU 24 HNS	Древесина Бурый уголь	30	9	8	8	7	–
SFU 27 HNS	Древесина Бурый уголь	30	10	9	8	8	7
SFU 32 HNS	Древесина Бурый уголь	30	10	9	8	8	8
K 32-1 SW62	Древесина	26	8	7	7	7	7
K 45-1 SW62	Древесина	36	–	11	10	9	9

Табл. 14 *Требуемая тяга и рекомендованная высота дымовой трубы для чугунного твердотопливного котла Solid 5000 W*

Модель котла	Топливо	Необходимая тяга, Па	Высота дымовой трубы, м			
			∅160	∅180	∅200	∅250
SFW 21 HF	Древесина	20	7	5	5	-
SFW 26 HF	Древесина	22	8	6	5	5
SFW 32 HF	Древесина	25	10	8	7	6
SFW 38 HF	Древесина	30	-	10	9	6

Данные в таблицах являются лишь ориентировочными значениями. Как указывалось ранее, тяга в дымовой трубе зависит от диаметра, высоты, шероховатости дымовых каналов и перепада между температурой дымовых газов в основании дымовой трубы и температурой атмосферного воздуха. Для более точного расчета необходимой высоты дымовой трубы в зависимости от конфигурации и диаметра дымового канала необходимо руководствоваться ДСТУ Б EN 13384:2010 «Дымоходы. Методы теплотехнического и аэродинамического расчетов».

SMART CLIMATE GROUP
Отопление Кондиционирование

адрес: 08130, Киевская обл., Киево-Святошинский р-н, с. Петропавловская Борщаговка, ул. Озерная, 10
тел.: (044) 337-38-03, (063) 704-81-30
(067) 320-28-85 (050) 317-62-28
email: sales@smartclimate.com.ua
www: http://smartclimate.com.ua/