



ТЕРМОРОБОТ

АВТОМАТИЧЕСКИЕ МОДУЛЬНЫЕ УГОЛЬНЫЕ КОТЕЛЬНЫЕ

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

**автоматических твердотопливных
водогрейных отопительных
котлов типа ТР**

Терморобот®

ООО «ТЕПЛОВЫЕ МАШИНЫ»

2022 г.



Оглавление

Важная информация	3
Отличительные особенности продукции Терморобот	3
Защита интеллектуальной собственности	3
Описание котлов Терморобот ТР	4
Информация о котлах	4
Номенклатура, обозначение и маркировка изделий	4
Назначение и краткое описание	4
Основные технические характеристики котлов ТР	5
Состав котлов ТР	7
Общий вид изделия	7
Марки узлов и механизмов, входящих в состав котла ТР	8
Перечень технической документации	9
Упаковка и подготовка изделия к транспортировке	10
Устройство и принцип работы котла ТР	10
Описание работы узлов и систем котла ТР	11
Общие сведения	11
Описание составных частей изделия	11
Рама и топливный бункер	11
Механизм подачи топлива	12
Топка и жаротрубный теплообменник	13
Линейная (канально-шнековая) горелка Терморобот	14
Тягодутьевой тракт котла ТР	14
Тепломеханические узлы котла	15
Электрооборудование и котельная автоматика	16
Проектирование котельных на базе котлов Терморобот ТР	17
Требования и рекомендации производителя	17
Выбор конфигурации котельной	17
Требования к месту установки и к расположению котлов ТР	17
Загрузка топлива и утилизация золы	17
Требования к топливу	18
КПД и экологические показатели	19
Информация для расчета шумовых характеристик котельных	20
Требования к системам вентиляции и отопления	20
Применяемый теплоноситель и требования к водно-химическому режиму	20
Требования к протоку теплоносителя через котел ТР	21
Требования к электроснабжению и размещению электрооборудования	22
Пояснения по избыточности резервирования котлов	23
Информация о производителе	23

Важная информация

В настоящем документе приведены сведения о конструкции, особенностях, технических характеристиках, правилах монтажа и эксплуатации автоматических твердотопливных котлов Терморобот

Отличительные особенности продукции Терморобот

Особенностью котлов ТР является применение в них горелочного устройства нового типа: **линейной (канально-шнековой) горелки Терморобот** (патент на изобретение № 2451239). Принцип работы горелки показан в анимационном ролике «Как работает котел Терморобот», просмотреть его можно по **QR-коду справа** или по ссылке, размещенной на официальном сайте завода **termorobot.ru**.



В отличие от горелок со слоевым сжиганием твердого топлива (колосниковый барабан, ретортная горелка, шурующая планка) в горелке котла ТР находится водоохлаждаемый шнек, который непрерывно ворошит горящий уголь, что обеспечивает одновременное горение всей массы топлива и удаление из зоны горения шлака. Аналогичный принцип сжигания топлива применяется в промышленных топках «кипящего слоя». Особенности этого способа сжигания угля показаны в анимационном ролике, который доступен по **QR-коду слева**.

Высокая степень автоматизации и безопасность данных котлов позволяет строить на их основе **автоматические угольные котельные Терморобот, работающие без постоянного присутствия обслуживающего персонала** (кожегаров или операторов). Загрузка топлива, вывоз золы и регламентные работы в такой котельной производятся силами выездной бригады, которая может обслуживать большое количество отдельно стоящих котельных Терморобот, а диспетчер удаленно контролирует и управляет их работой. При такой схеме теплоснабжения на отапливаемых объектах не требуется содержать угольные склады и персонал, что дает большую экономию фонда оплаты труда.



Терморобот — это новая технология автономного отопления углем, аналог центрального отопления, в котором исключены потери тепла на теплотрассах.

Защита интеллектуальной собственности

Терморобот® — это зарегистрированный товарный знак (свидетельство о регистрации № 444505 от 19.09.2011), **охраняемая законом интеллектуальная собственность** производителя котлов ТР.



Разработчиком и единственным производителем котлов Терморобот ТР является ООО «Тепловые машины», ИНН 5445038456, Новосибирская область, г. Бердск (далее — «завод», «производитель»).



Использование названия **Терморобот** другими производителями и в отношении любого другого отопительного оборудования является незаконным и влечет за собой ответственность, установленную действующим законодательством РФ.

Для того, чтобы исключить приобретение контрафактной продукции, при покупке котлов Терморобот требуйте от продавца документы, подтверждающие происхождение товара и его тип.

Покупайте продукцию Терморобот у уполномоченных заводом региональных дилеров, актуальная информация о них приведена в разделе «Контакты» официального сайта завода **termorobot.ru**.

Интеллектуальной собственностью завода являются также:

- технические решения, описанные в патентах на изобретения № 2451239 «Автоматизированный угольный котел» и № 2467251 «Устройство подачи твердого топлива, варианты»;
- программный код контроллера;
- статьи, фотографии, анимационные ролики и видеоматериалы, размещенные на сайте завода их использование возможно только с письменного разрешения отдела маркетинга завода.

Описание котлов Терморобот ТР

Информация о котлах

Номенклатура, обозначение и маркировка изделий

Стальные жаротрубные автоматические твердотопливные водогрейные отопительные котлы торговой марки Терморобот® типа ТР производятся согласно ГОСТ 30735-2001 и ТУ 4931-001-44054729-2015.

В данном ТУ принята следующая система обозначений котлов ТР:

Таблица 1, Обозначение котлов

Мощность котла, кВт	Обозначение по ГОСТ 30735	Номенклатура по ТУ
60	КВа-0,06 Б/К	ТР-60
100	КВа-0,1 Б/К	ТР-100
150	КВа-0,15 Б/К	ТР-150
200	КВа-0,2 Б/К	ТР-200
300	КВа-0,3 Б/К	ТР-300

Мощность котла, кВт	Обозначение по ГОСТ 30735	Номенклатура по ТУ
400	КВа-0,4 Б/К	ТР-400
600	КВа-0,6 Б/К	ТР-600
800	КВа-0,8 Б/К	ТР-800
1600	КВа-1,6 Б/К	ТР-1600

Котлы ТР маркируются с помощью металлического шильдика (см. рисунок 1), закрепленного на кожухе жаротрубного теплообменника [2.1] со стороны топливного бункера [2.12] (рисунок 2).

В соответствии с ГОСТ 30735-2001 шильдик котла ТР содержит следующую информацию:

- наименование, товарный знак, адрес производителя;
- тип и модель котла по ГОСТ, заводское обозначение;
- знак соответствия Техническим регламентам Таможенного союза (ТР ТС);
- номинальная теплопроизводительность котла, МВт;
- заводской номер изделия; год его изготовления;
- допустимое рабочее давление, МПа (бар);
- макс потребляемая электрическая мощность, кВт;
- допустимая температура воды, °С.

Рисунок 1



На котлах других производителей шильдики выглядят иначе, либо отсутствуют.

Котлы ТР соответствуют требованиям ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования», что подтверждается сертификатом на тип продукции № ЕАЭС RU СТ-RU.КА01.00337 и декларацией соответствия № ЕАЭС N RU Д-RU.КА01.В.27291/20.



Назначение и краткое описание

Котлы ТР предназначены для выработки тепловой энергии для автономного теплоснабжения и горячего водоснабжения многоквартирных жилых домов и зданий социально-культурного и производственного назначения.


Котлы ТР используются при строительстве стационарных и транспортабельных блочно-модульных котельных (БМК) Терморобот, а также при реконструкции, капитальном ремонте и техническом перевооружении существующих котельных как современная энергоэффективная замена изношенных и устаревших ручных и механизированных котлов.


Для увеличения выработки тепла и надежности теплоснабжения котлы ТР можно включать параллельно для работы на единую систему отопления (например, 2×300, 4×600, 12×800 кВт).

Котлы ТР применяются в системах отопления закрытого типа. Разбор воды из котлового контура циркуляции на нужды горячего водоснабжения (ГВС) не допускается!

Основные технические характеристики котлов ТР

Таблица 2, Технические характеристики

Марка котлоагрегата	ТР-60	ТР-100	ТР-150	ТР-200	ТР-300	ТР-400	ТР-600	ТР-800
Номинальная теплопроизводит. ⁽¹⁾ , — кВт — Гкал/ч	60 0,052	100 0,086	150 0,129	200 0,172	300 0,258	400 0,344	600 0,516	800 0,688
Рабочий диапазон изменения теплопроизводительности ⁽¹⁾	20–105% от номинала							
КПД-брутто котла ^{(1)(2)*} * При работе в оптимальных условиях. В среднем по году КПД котла может быть ниже	87–89% (класс 1 по ГОСТ 30735-2001)							
Режим работы	Непрерывный, автоматизированный. Допускается работа котельной без постоянного присутствия в ней обслуживающего персонала							
Режимы (методы регулирования) теплопроизводительности	<ul style="list-style-type: none"> • автоматический по температуре подачи теплоносителя; • автоматический погодозависимый (по уличной температуре); • с понижающим коэфф. (мощность задается в % от номинальной); • ручной (задается длительность подачи угля в секундах); • «старт-стоп» (автоматическое поддержание минимального горения) 							
Основные (рекомендуемые) виды топлива	<ul style="list-style-type: none"> • уголь бурый ЗБ фракции М (13–25 мм), ОМ (13–50 мм); • древесные пеллеты 							
Резервные (допустимые) виды топлива	Уголь ЗБ (бурый), Д (каменный длиннопламенный) фракции 6–50 мм (ОМС)						0–70 мм	
Удельный расход топлива * — условное топливо — рекомендованный уголь * При работе котла ТР в оптимальных режимах. В среднем по году расход топлива может быть выше.	170 кг / Гкал ≈ 240 кг / Гкал (при низшей теплоте сгорания 4 950–5 000 ккал/кг)							
Максимальный расход угля ⁽¹⁾⁽²⁾ , кг/ч кг/сутки	12,5 300	20,8 500	31,3 750	41,7 1 000	62,5 1 500	83,3 2 000	125 3 000	167 4 000
Объем (вес) загружаемого угля	1,0 м ³ (800–850 кг)				1,3 м ³ (1 050–1 100 кг)			
Время работы на 1 загрузке ⁽¹⁾⁽²⁾ , ч	65	39	26	20	17	13	8,5	6,5
Возможность наращивания бункера	В котельных допускается использование бункеров объемом до 10 м ³							
Объем сменного зольника, м ³	0,9						1,4	
Объем топки, литров	134	160	160	185	430	430	710	1 080
Площадь зеркала горения, м ²	0,2	0,25		0,29			0,51	0,59
 Указана площадь (Д×Ш) ложа линейной горелки, но благодаря непрерывному ворошению топливо горит одновременно во всем объеме, поэтому удельная мощность данной горелки выше, чем у горелок со слоевым сжиганием топлива.								
Номинальное давление в топке, Па	от –20 до 0							
Коэффициент избытка воздуха (α) ⁽¹⁾⁽²⁾	1,4–1,5							
Объем воздуха, подаваемого в топку, м ³ /ч ⁽¹⁾⁽²⁾	90	150	225	300	450	600	900	1 200
Объем уходящих газов, м ³ /ч ⁽¹⁾⁽²⁾	120	200	300	400	600	800	1 200	1 600
Содержание СО в дымовых газах ⁽¹⁾⁽²⁾	соответствует классу 1 по ГОСТ 30735-2001							
Температура дымовых газов на выходе из котла ⁽²⁾ не более, °С	120					130	140	150
Диаметр дымового патрубка, мм	150					200	240	
Кол-во ходов теплообменника, шт.	4	5						

Аэродинамическое сопротивление газового тракта, Па, не более	600							
Поверхность теплообмена, м ²	5,4	6,1	6,8	9,0	13,3	16,2	20,6	24,7
 В котлах ТР применяется топка «кипящего слоя», в ней около 50% выработанного тепла передают в систему водоохлаждаемые горелка, шнек и тело котла, ещё 50% - жаротрубный теплообменник.								
Объем теплоносителя в котле, л	н/д	400		415	530	610	770	985
Рекомендуемый проток воды через котел, м ³ /ч	3–3,6	5–6	7,5–9	10–12	15–18/	20–24	30–36	40–48
Гидравлическое сопротивление котла, не более	0,1 кгс/см ² (1 метр водяного столба, мвс)							
Давление воды, кгс/см ² (МПа) — рабочее (при t воды 95°C); — срабат. аварийного клапана; — испытательное							2,5 (0,25) 3,0 (0,30) 3,8 (0,38)	4,0 (0,40) 4,5 (0,45) 6,0 (0,60)
Температура воды, °С — на выходе из котла («подача») — на входе в котел («обратка»)	не более 105 не менее 50							
Подключение (типоразмер фланца)		Ду50			Ду65		Ду100	
Род и напряжение электропитания	1 фаза, 220 В	3 фазы, 380 В ±10%, 50 Гц ±10%						
Установленная мощность электрооборудования, Вт	1 570			1 750	2 880	3 950	4 130	4 420
Удельный расход электроэнергии на выработку 1 Гкал тепла, кВт·ч / Гкал	26,9	16,2	10,8	10,2	11,2	11,1	8,0	6,6
Габариты, мм	Поставляются		Смотреть габаритные чертежи на сайте					
Масса, кг — тело котла с теплообменником — угольный бункер + узел подачи	только в составе котельных		2 200		2 400		3 175 580	3 475 580
Климатическое исполнение	общеклиматическое, категория размещения 4.2 по ГОСТ 15150							
Расчетный срок службы ⁽³⁾ , лет	10							

Примечания:

(1) При работе на основном (рекомендованном) виде топлива. При работе котла ТР на других видах топлива не гарантируется соответствие указанных показателей заявленным.

(2) При работе котла ТР на номинальной теплопроизводительности.

(3) При соблюдении правил монтажа и эксплуатации котла, а также при регулярном и своевременном проведении регламентных работ, технического обслуживания и текущего ремонта котла.



Состав котлов ТР

Общий вид изделия

Теплообменник
жаротрубный [2.1]

Рама с винтовыми
домкратами [2.2]

Дверка
топки [2.3]

Ротационная
муфта [2.4]

Сменный
зольник [2.5]

Дымосос [2.11]

Топливный бункер
с узлом подачи [2.12]

Подогрев
бункера [2.13]

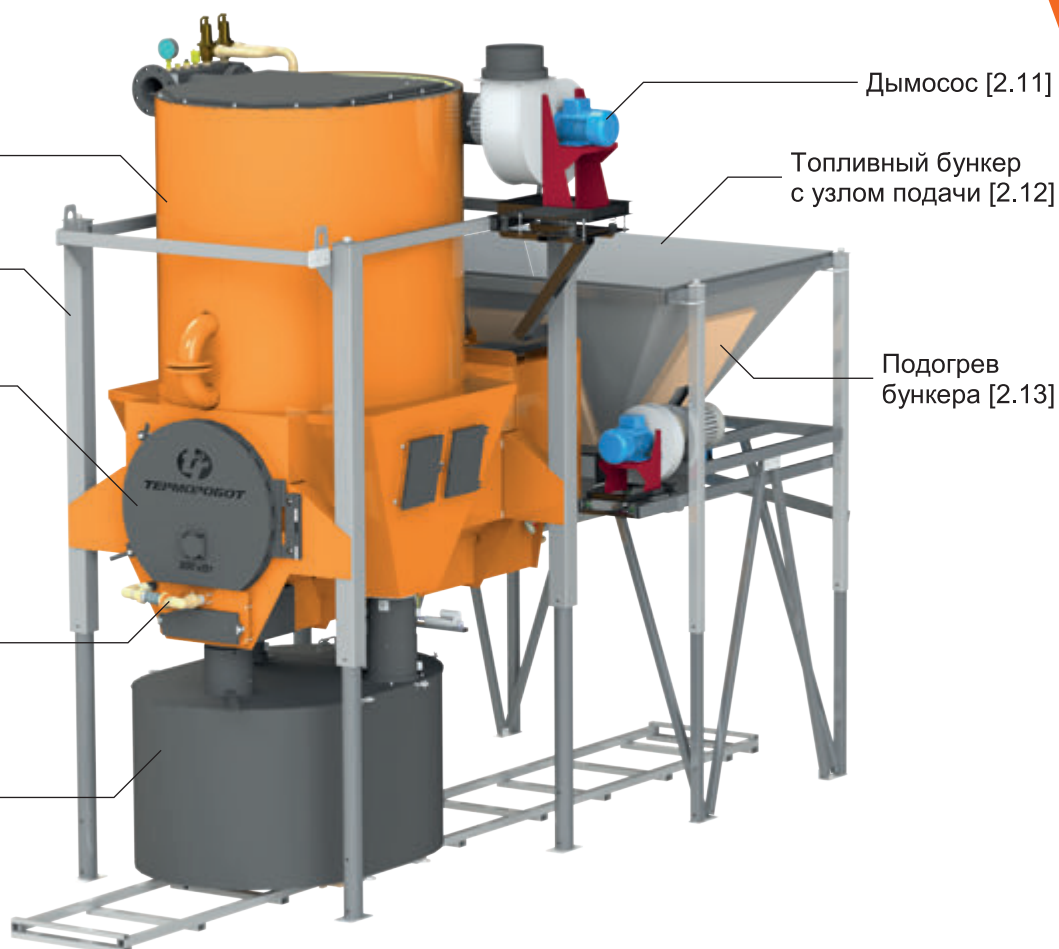


Рисунок 2

Котел ТР-800

Вентилятор
поддува [2.6]

Тканевый
фильтр [2.7]

Обрушитель
топлива [2.8]

Мотор-
редуктор [2.9]

Ротационная
муфта [2.10]

Съемная крышка
теплообменника [2.14]

Выходной фланец
«подача» [2.15]

Группа
безопасности [2.16]

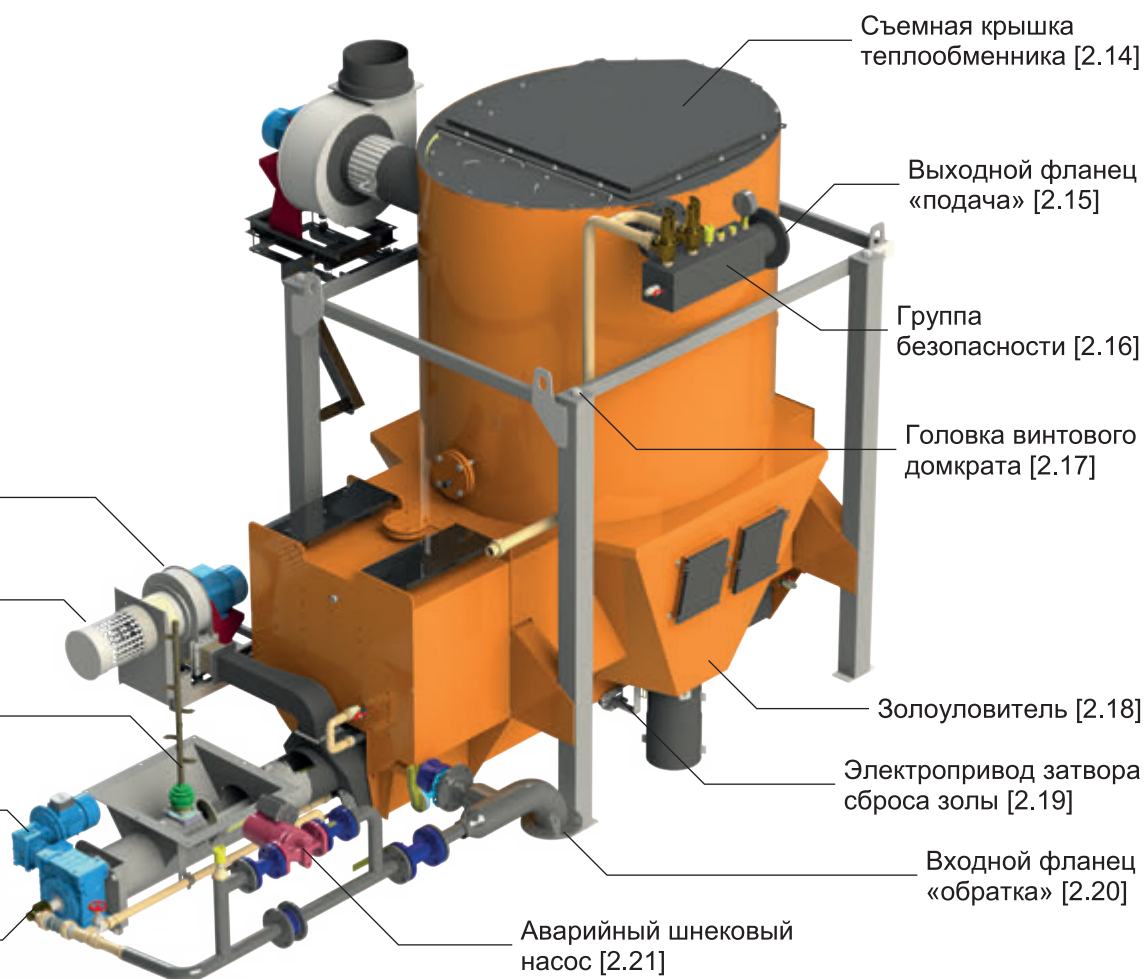
Головка винтового
домкрата [2.17]

Золоуловитель [2.18]

Электропривод затвора
сброса золы [2.19]

Входной фланец
«обратка» [2.20]

Аварийный шнековый
насос [2.21]



Котел ТР состоит из следующих основных узлов (на примере котла ТР-800, см. рисунки 2, 3):

- стальная несущая рама [2.2]; топливный бункер [2.12] с системой электроподогрева [2.13];
- механизм подачи топлива с «холодным» шнеком [3.5], мотор-редуктором [2.9] и «падающим» обрушителем топлива [2.8];
- водоохлаждаемое тело котла с жаротрубным теплообменником [2.1];
- линейная горелка Терморобот [3.3] с «горячим» шнеком [3.4];
- вентилятор поддува [2.6], дымосос [2.11]; золоуловители [2.18] с механизмом сброса [2.19];
- сменный зольник [2.5]; тележка с рельсами (опция);
- группа безопасности котла [2.16] с КИП и защитными клапанами;
- аварийный шнековый насос [2.21] (только у котлов ТР мощностью 300–800 кВт);
- контроллер с датчиками; шкаф с электрооборудованием (располагаются отдельно);
- набор инструмента для обслуживания топки и жаротрубного теплообменника.

Некоторые из этих элементов монтируются либо на несущей раме котла (если он поставляется как самостоятельное изделие), либо на полу и стенах котельной, если котел входит в состав БМК.

Марки узлов и механизмов, входящих в состав котла ТР

Таблица 3, Механизмы котла

	ТР-60	ТР-100	ТР-150	ТР-200
Количество ходов теплообменника	4	5		
Шнековые ротационные муфты	¾" передняя [1.4] и задняя [1.10]			
Сбросные аварийные клапаны	½", 6 бар (на горелке и шнеке)			
Шнековый аварийный насос	нет			
Дымосос [2.11]	ВР 280-46-2КЖ 550 Вт, 1 500 об./мин		ВР 280-46-2,5КЖ 550 Вт, 1 500 об./мин	
Частотный регулятор дымососа	Innovert, 750 Вт			
Вентилятор поддува [2.6]	ВР 280-46-20 370 Вт, 1 500 об./мин		ВР 280-46-2,50 550 Вт, 1 500 об./мин	
Частотный регулятор вентилятора	Innovert, 550 Вт		Innovert, 750 Вт	
Мотор-редуктор [2.9];	DRV 040/090, 250 Вт, 1 фаза			
Сменный зольник [2.5]	0,9 м³, 2 отверстия	0,9 м³, тип 1		
	ТР-300	ТР-400	ТР-600	ТР-800
Количество ходов теплообменника	5			
Шнековые ротационные муфты	¾"	1"		
Сбросные аварийные клапаны	½", 6 бар (на горелке и шнеке)			
Шнековый аварийный насос [2.21]	LEO LRP 25-80/180		LEO LRP 32-80/180	
Дымосос [2.11]	ВР 280-46-2,5КЖ 550 Вт, 1 500 об./мин	ВР 280-46-3,15КЖ 1 500 Вт, 1 500 об./мин		
Вентилятор поддува [2.6]	ВР 240-26-2,50 1 500 Вт, 3 000 об./мин	ВР 240-26-2,50 1 500 Вт, 3 000 об./мин		
Частотный регулятор	Innovert, 750 Вт Innovert, 2 200 Вт	Innovert, 2 200 Вт Innovert, 2 200 Вт		
Мотор-редуктор [2.9];	DRV 040/090 250 Вт, 3 фазы		DRV 040/090 550 Вт, 3 фазы	DRV 040/090 750 Вт, 3 фазы
Сменный зольник [2.5]	0,9 м³, тип 1	0,9 м³, тип 2	1,4 м³	



Завод поставляет только серийные комплектные котлы ТР полной заводской готовности. Отдельные узлы и системы котлов ТР (тело котла, горелка, механизм подачи, теплообменник, блок автоматики), а также котлы без штатных элементов (топливного бункера, тягодутьевых машин, регуляторов частоты) не производятся и не поставляются заказчикам.

Перечень технической документации

Вместе с котлом ТР завод передает заказчику следующие документы:

1. данное описание автоматических твердотопливных котлов ТР;
2. «Техническое описание и руководство по настройке контроллера»;

Эти документы описывают базовую комплектацию котлов ТР и доступны для скачивания на официальном сайте завода и по [QR-коду справа](#).



Если поставляемый экземпляр котла имеет особенности (например, он укомплектован опционными узлами или более новой версией программы контроллера), заказчику выдается дополненная документация в бумажном виде, а также ссылка на персональную папку на Интернет-диске, куда эта информация выкладывается на временное хранение.

3. Паспорт на котел установленного образца;
4. Гарантийный талон (условия предоставления гарантии указываются в Договоре поставки);

Документы 3 и 4 являются номерными, оформляются заводом в одном экземпляре и выдаются заказчику. В случае передачи котла другому владельцу они должны передаваться вместе с котлом.



Гарантийное обслуживание котла ТР осуществляется только при наличии этих документов у владельца котла.

5. Паспорта, руководства по эксплуатации, гарантийные талоны и другая техническая документация **на комплектующие изделия сторонних производителей.**



ООО «Тепловые машины» передает заказчику котлов ТР оригиналы этих документов, копий не сохраняет и восстановить утерянные заказчиком документы не имеет возможности.

Комплект технической документации, а также ключи от электрических шкафов упаковываются и передаются вместе с котлом, либо другим способом, согласованным с заказчиком.

О режимной карте котлов ТР

В котлах ТР установлено современное автоматизированное горелочное устройство нового типа (линейная горелка Терморобот), использующее сложные алгоритмы сжигания топлива. Интеллектуальное управление всеми технологическими процессами гарантирует полное сгорание рекомендованного топлива, и как следствие, стабильно высокие КПД и экологические показатели котла при его работе в широком диапазоне мощностей (от 15–20 до 105–110% от номинальной).

Режимы сжигания различных видов топлива отработывались в процессе заводских научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и в условиях реальной эксплуатации котлов. Найденные оптимальные значения параметров записаны в контроллере котла, который передается заказчику с предустановленной программой.

Основываясь на заложенных алгоритмах, контроллер в процессе работы непрерывно балансирует все процессы в котле: размораживание топлива и осыпание его из бункера; подачу топлива в топку, а также поддув первичного и вторичного воздуха. При нормальной эксплуатации ручная регулировка процесса горения не требуется, вмешательство в оптимизированные режимы сжигания топлива может ухудшить технические показатели котлов ТР, снизить их надежность и безопасность. Завод не рекомендует самостоятельно изменять настройки котла, и **режимная карта заказчику не передается.**

При необходимости использования не рекомендованного топлива заказчику следует обратиться в сервисную службу завода и получить персональную консультацию по настройкам котла. В некоторых случаях может потребоваться пробное сжигание небольшой партии топлива в котле ТР.

Упаковка и подготовка изделия к транспортировке

По завершении заводских приемо-сдаточных испытаний некоторые элементы котла приводятся в транспортное положение:

- котлы ТР-400 – ТР-800 разъединяются на 2 отдельных блока;
- вентилятор, дымосос и группа безопасности котла снимаются и закрепляются на раме котла в положении, исключающем повреждение этих механизмов при транспортировке;
- в топку вставляются пенопластовые распорки, фиксирующие элементы футеровки;
- на открытые резьбовые и фланцевые соединения котла устанавливаются заглушки, исключающие попадание внутрь котла пыли и посторонних предметов;
- электрический шкаф отключается, упаковывается в коробку и закрепляется на раме котла;
- зольник с присоединительным узлом и инструмент помещаются в угольный бункер;

После этого котел для защиты от пыли и атмосферных осадков упаковывается в термоусадочную пленку, что позволяет перевозить котел как в тентованных, так и в открытых автомобилях.

Устройство и принцип работы котла ТР

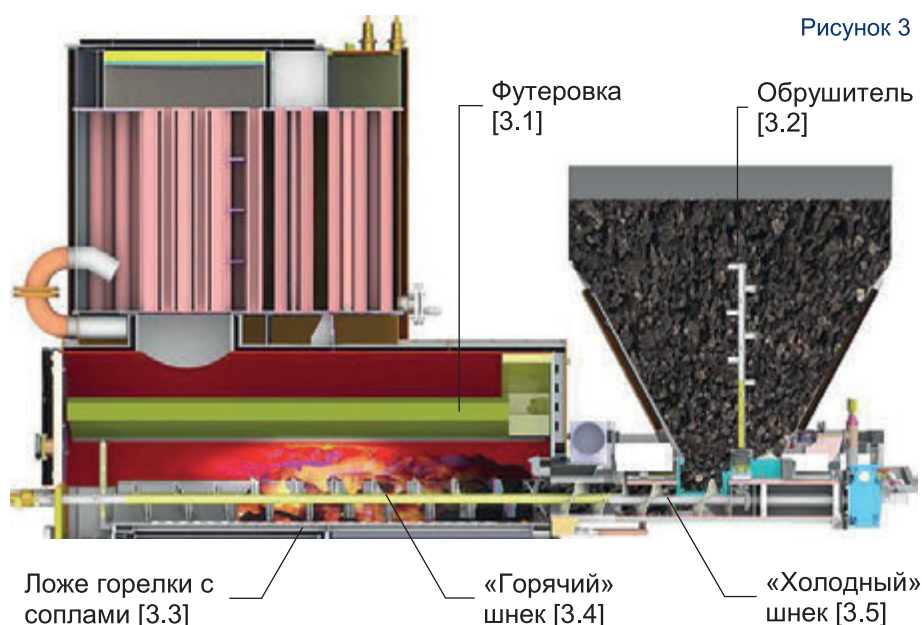
Уголь или пеллеты механизированным способом загружаются в большой открытый бункер котла. Из него топливо под действием собственного веса поступает в шнековый механизм подачи. Электрическая система подогрева стенок бункера и встроенный механический обрушитель [3.2] способствуют осыпанию влажного и мерзлого угля.

«Холодный» шнек [3.5], вращаемый мотор-редуктором, подает топливо из течи бункера в водоохлаждаемую

линейную горелку Терморобот [3.3]. Вентилятор поддува через форсунки горелки подает первичный воздух в зону горения и продувает его сквозь горящее топливо. «Горячий» шнек [3.4], расположенный в горелке, непрерывно ворошит горящее топливо и удаляет шлак из зоны горения. Шлак смещается на край горелки и сыпается в большой сменный зольник.

Выделяющиеся из топлива пиролизные газы, двигаясь вдоль раскаленных плит футеровки [3.1], соединяются со вторичным воздухом и полностью догорают. Дымовые газы под действием дымососа проходят пять вертикальных ходов жаротрубного теплообменника, нагревая теплоноситель.

Микропроцессорный контроллер управляет сбалансированной работой всех систем и механизмов котла и обеспечивает бесперебойную и безопасную эксплуатацию котла без участия человека.



Описание работы узлов и систем котла ТР

Общие сведения

Котлы ТР представляет собой **комплектные котельные установки заводской компоновки** и включают в себя топочное устройство, теплообменник, механизм подачи угля, тягодутьевые машины, КИП и средства регулирования и управления, что соответствует требованиям п. 8.23 СП 89.13330.2016 и упрощает проектирование котельных на базе данных котлов.

Благодаря блочной конструкции, все основные узлы и системы котла ТР могут быть за 1,5–2 часа демонтированы и заменены на новые, полная разборка изделия для этого не требуется. Такая конструкция обеспечивает высокую ремонтпригодность котлов ТР.



Производитель постоянно работает над совершенствованием конструкции и функциональных возможностей котлов ТР, поэтому возможны некоторые расхождения между описанием и фактическим исполнением продукции, не ухудшающие ее характеристик.

Описание составных частей изделия

Рама и топливный бункер

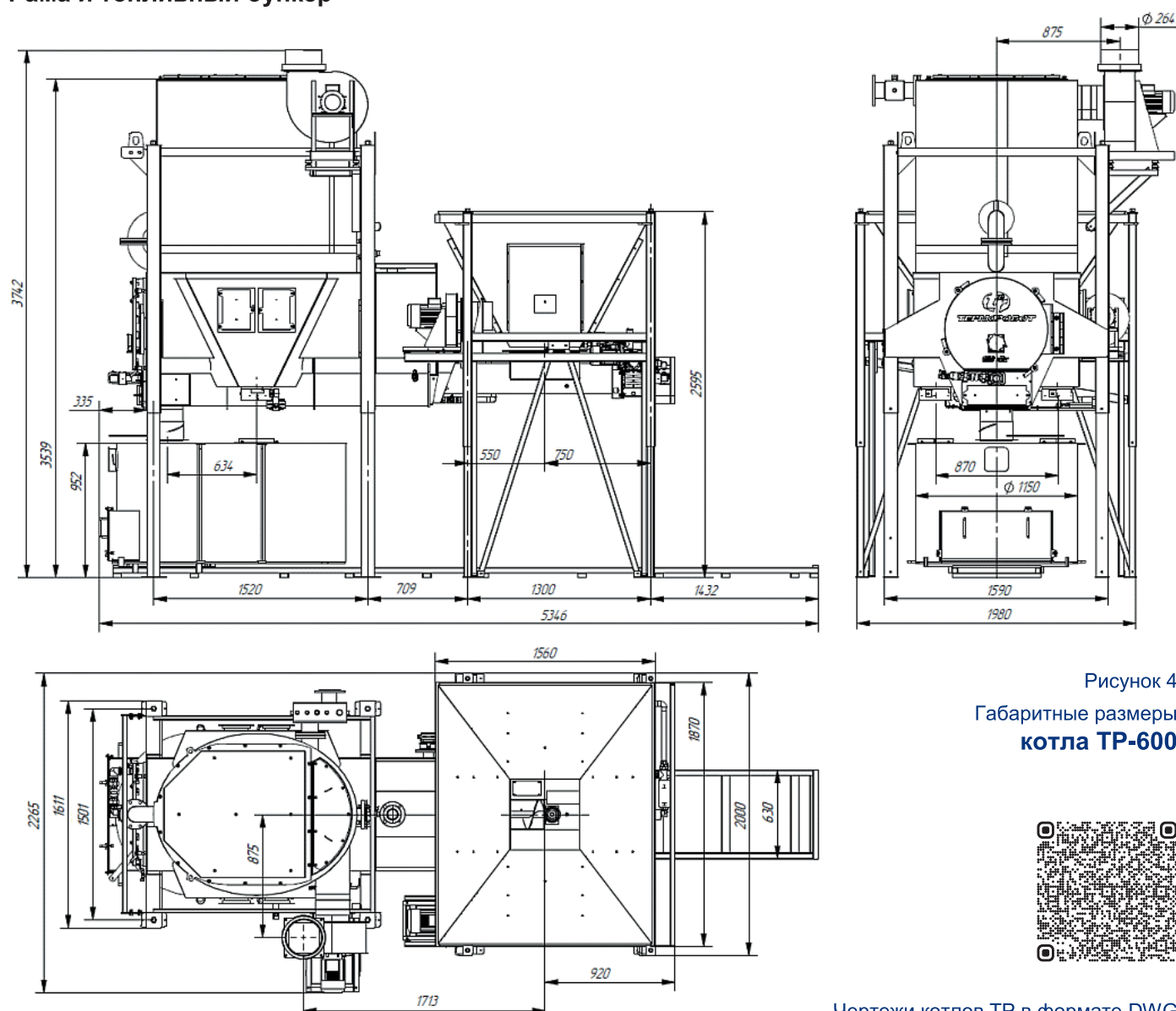


Рисунок 4
Габаритные размеры
котла **TR-600**

Чертежи котлов ТР в формате DWG

Котлы ТР-60 – ТР-300 выполнены в моноблочном исполнении, в них все элементы располагаются на общей стальной несущей раме (см. рисунок на странице 6). Котлы ТР-400 – ТР-800 состоят из 2 частей (рисунок 4): на одной из них монтируется тело котла, на другой — топливный бункер с механизмом подачи. Части транспортируются отдельно, и по месту собираются в единую конструкцию.

Несущие стойки котла [2.2] раздвижные, котел поднимается в рабочее положение с помощью встроенных винтовых домкратов [2.17]. В котлах ТР-60 – ТР-300 находится 6 домкратов, а в котлах ТР-400 – ТР-800 — 8 (по 4 в каждом блоке). Рама, несущая топливный бункер, в рабочем положении дополнительно фиксируется распорками (входят в поставку котла).

Механизм подачи топлива

В котлах ТР используется винтовой питатель с 2-ступенчатым мотор-редуктором. Топливо из бункера под действием собственного веса поступает в течку механизма, а затем «холодным» шнеком [5.3] дозированно подается в топку. Спираль шнека выполнена с разрывами, исключающими заклинивание механизма при условии, что размер кусков топлива и породы не превышает 50–70 мм.

Шнековая труба [5.5] плотно заполнена подаваемым топливом. Это исключает проникновение из топки в бункер взрывоопасных пиролизных газов и позволяет держать бункер открытым и загружать топливо без остановки работы котла. Такая система взрыво- и пожаробезопасна.

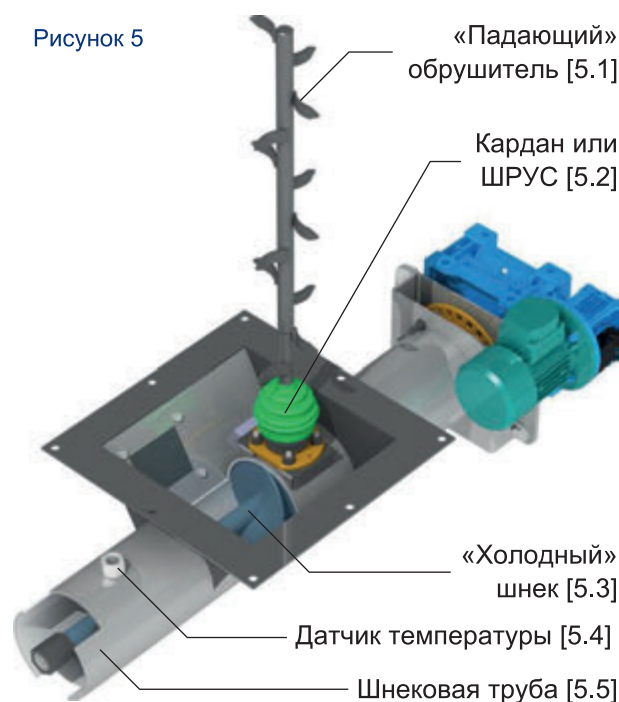
Для бесперебойного осыпания топлива внутри бункера размещается эффективный «падающий» обрушитель [5.1] (патент № 2467251). Он обеспечивает работоспособность котла при загрузке низкокачественного угля, склонного к слипанию (влажного, с большим содержанием пыли). Стальной прут с зацепами соединен со шнеком с помощью конической зубчатой пары и ШРУСа или кардана [5.1]. При работе он вращается по оси и может падать в любую сторону, передвигаясь по стенкам конуса осыпания и выгребая топливо до стенок бункера. Надежной подаче мерзлого угля способствует управляемая контроллером система электрического подогрева нижней части стенок бункера. Шнек, через который прокачивается горячий теплоноситель, также препятствует смерзанию топлива в течке.

Подача топлива в топку происходит циклически. Количество топлива, подаваемого за цикл, зависит от требуемой теплопроизводительности котла, и может меняться в широких (10–110%) пределах. Подача топлива небольшими порциями гарантирует его полное сгорание и обеспечивает высокие экологические показатели котлов ТР. Механизм подачи управляется контроллером, который вычисляет необходимую длительность подачи, а также выявляет и устраняет нештатные ситуации.

Для бесперебойной работы в котлах ТР предусмотрены следующие системы безопасности.

1. Магнитный датчик отслеживает вращение шнека. При заклинивании механизма контроллер на короткое время реверсирует двигатель. Если за несколько попыток устранить проблему не удалось, подача топлива прекращается, а диспетчер получает сообщение о необходимости вмешательства человека. Реверсирование двигателя можно производить и в начале каждого цикла подачи для того, чтобы разрыхлить топливо и снизить нагрузку на механизм.
2. Датчик [5.4] следит за температурой шнековой трубы. При отключении электроснабжения нормальная работа котла прекращается и может начаться тление топлива в трубе. Когда фронт горения нагреет датчик, контроллер включит механизм подачи угля (запитанный от ИБП) и сбросит тлеющий уголь обратно в топку.

Рисунок 5



Топка и жаротрубный теплообменник

Топка котла ТР состоит из стального водоохлаждаемого корпуса и линейной горелки Терморобот.

Спереди топка закрывается дверцей со смотровым отверстием, в рабочем положении она уплотняется стекловолоконным шнуром. Дверца теплоизолирована слоем минеральной ваты и снаружи закрыта защитным кожухом.

Изнутри топка частично футерована асбестовым картоном и шамотным кирпичом (применяются различные схемы футеровки). Топка имеет большой объем и перегороджена керамической пластиной-дожигателем, формирующей поток раскаленных газов длиной более 3 м. Благодаря наличию футеровки и сбалансированной подаче вторичного воздуха [6.2] в топке создаются условия, обеспечивающие полное сгорание летучих веществ топлива.

Жаротрубный теплообменник [2.1] представляет собой съемный узел. Он вынесен за пределы топки и не препятствует сжиганию пиролизных газов, в него поступают уже полностью сгоревшие раскаленные дымовые газы, что позволяет свести к минимуму химический недожог. Теплообменник имеет 5 последовательно расположенных ходов, это обеспечивает эффективный отбор тепла у дымовых газов, температура уходящих газов на выходе из котла составляет 120–150°C. За счет малого химического недожога и низких потерь тепла котлы ТР имеют высокий КПД (до 89%).

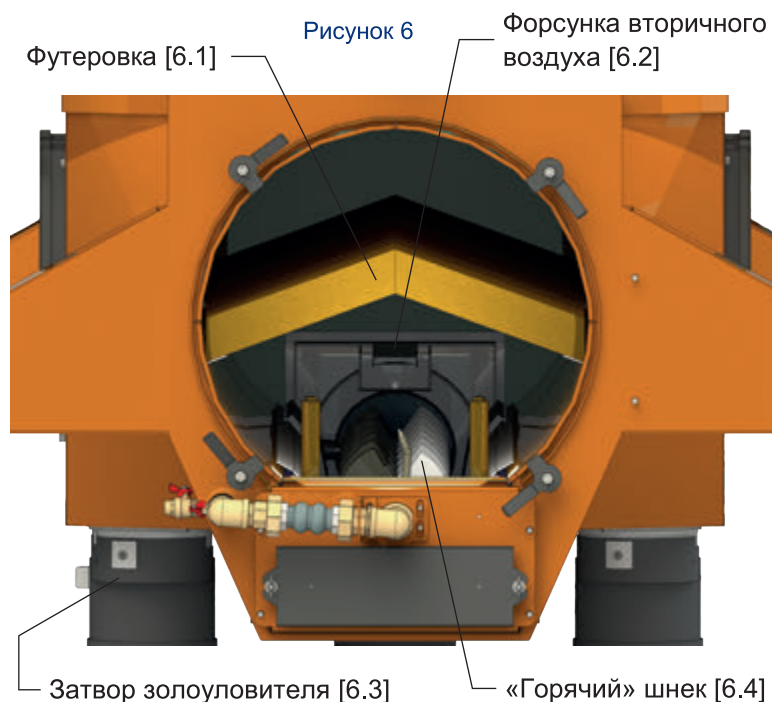
Тепло от горящих в топке газов передается теплоносителю через стенку корпуса, а водоохлаждаемые горелка и шнек отбирают тепло непосредственно от горящего угля, что характерно для топок с «кипящим слоем». Это очень эффективный способ теплообмена, поэтому в котлах ТР таким способом снимается и передается в систему около 50% выработанного тепла, а это позволяет существенно снизить габариты и металлоемкость теплообменника. У стальных водоохлаждаемых элементов котла, работающих при высоких температурах, принята следующая толщина стенок (в миллиметрах).

Таблица 4, Толщина стенок

Элемент конструкции	ТР-60	ТР-100	ТР-150	ТР-200	ТР-300	ТР-400	ТР-600	ТР-800	Сталь
Внутренняя стенка корпуса топки	4	6			6	8		сталь 20	
Ложе линейной горелки	4	5			5	6		нержавеющая	
Трубы теплообменника	5			5			котловая		
Внешняя стенка теплообменника	4			5			сталь 20		
Осевая труба «горячего» шнека	4,5			5			нержавеющая		

Срок службы теплообменника составляет не менее 10 лет, он не требует замены или ремонта.

Вертикальное расположение дымогарных труб теплообменника препятствует осаждению в них твердых частиц и снижает затраты на обслуживание котла. Котлы комплектуются набором инструмента, в него входит ёрш, совок, кочерга и шуп для прочистки сопел горелки. Для чистки газового тракта и горелки предусмотрен ряд технологических лючков. Снаружи теплообменник теплоизолирован слоем минеральной ваты и закрыт декоративным кожухом.



Линейная (канально-шнековая) горелка Терморобот

Тип горелки определяет основные характеристики твердотопливного котла. Для котлов ТР разработан новый тип горелочного устройства — линейная горелка Терморобот. В ней реализована промышленная технология сжигания топлива, близкая к сжиганию в «кипящем слое». Здесь в оптимальных условиях одновременно горит вся масса топлива, поэтому горелка имеет высокую удельную мощность, позволяет полностью автоматизировать процесс горения, мало чувствительна к качеству топлива, имеет высокий КПД, диапазон изменения мощности и экологические показатели.

Горелка состоит из водоохлаждаемого стального ложа [7.1] с форсунками подачи первичного [7.2] и вторичного [7.3] воздуха, и водоохлаждаемого шнека [7.5], который является существенной частью горелки (в отличие от твердотопливных котлов, где шнек используется только для подачи топлива из бункера в топку [винтовой питатель], но не участвует в процессе сжигания топлива в топке).

Лопастей шнека непрерывно ворошат горящее топливо, обеспечивая доступ воздуха к каждому его кусочку и исключая локальный перегрев и шлакование золы. Одновременно шнек выталкивает золу из зоны горения, поэтому ручное удаление золы не требуется. Проходя по водоохлаждаемому ложу горелки, зола остывает и сыпается во внешний сменный зольник.

В ложе линейной горелки Терморобот отсутствуют прозоры, что исключает просыпание мелкого топлива (устраняется механический недожог).

Подача первичного воздуха в линейную горелку Терморобот зонирована, то есть, встроенные в горелку регуляторы позволяют в зависимости от необходимой мощности перераспределять подачу воздуха между двумя группами форсунок, направляя тем самым воздух только в зону горения и уменьшая коэффициент избытка воздуха α .

Водоохлаждение «горячего» шнека обеспечивает ему достаточно большой срок службы, но как любая колосниковая система шнек относится к быстроизнашиваемым элементам и подлежит периодической замене. Заявленный срок эксплуатации — 2 года, но благодаря высокой ремонтпригодности шнек может работать 3–4 года. В котлах ТР разной мощности установлены различные модификации «горячих» шнеков, отличающиеся материалом, количеством и схемой расположения лопастей.

Тягодутьевой тракт котла ТР

Объем подаваемого воздуха и уходящих дымовых газов пропорциональны количеству сжигаемого топлива (текущей мощности котла). В процессе работы контроллер вычисляет необходимый расход газов и с помощью частотных регуляторов меняет производительность дымососа и вентилятора.

В котлах ТР используется уравновешенная тяга, то есть напор, создаваемый вентилятором поддува, синхронизирован с принудительной тягой, создаваемой дымососом. Поэтому в базовую комплектацию котлоагрегата включена согласованная пара тягодутьевых устройств, и замена их при ремонте на другие модели не рекомендуется. Точная балансировка потока газов достигается независимой регулировкой частоты вращения дымососа и вентилятора.



Рисунок 7

Горелка

Водоохлаждаемое ложе горелки [7.1]

Форсунки поддува первичного воздуха [7.2]

В котлах ТР применяются промышленные дымососы и вентиляторы российского завода «Тайра», (г. Новосибирск). Исполнение дымососа — коррозионно- и жаростойкое. Поступающие с завода электродвигатели вентиляторов дорабатываются: прямая крыльчатка в них заменяется на крыльчатку с наклонными лопастями, что увеличивает эффективность охлаждения двигателя. Для снижения шума вентилятор и дымосос установлены на виброопорах и соединены с газоходами гибкими вставками. Все тягодутьевые машины проходят входной контроль уровня вибрации.

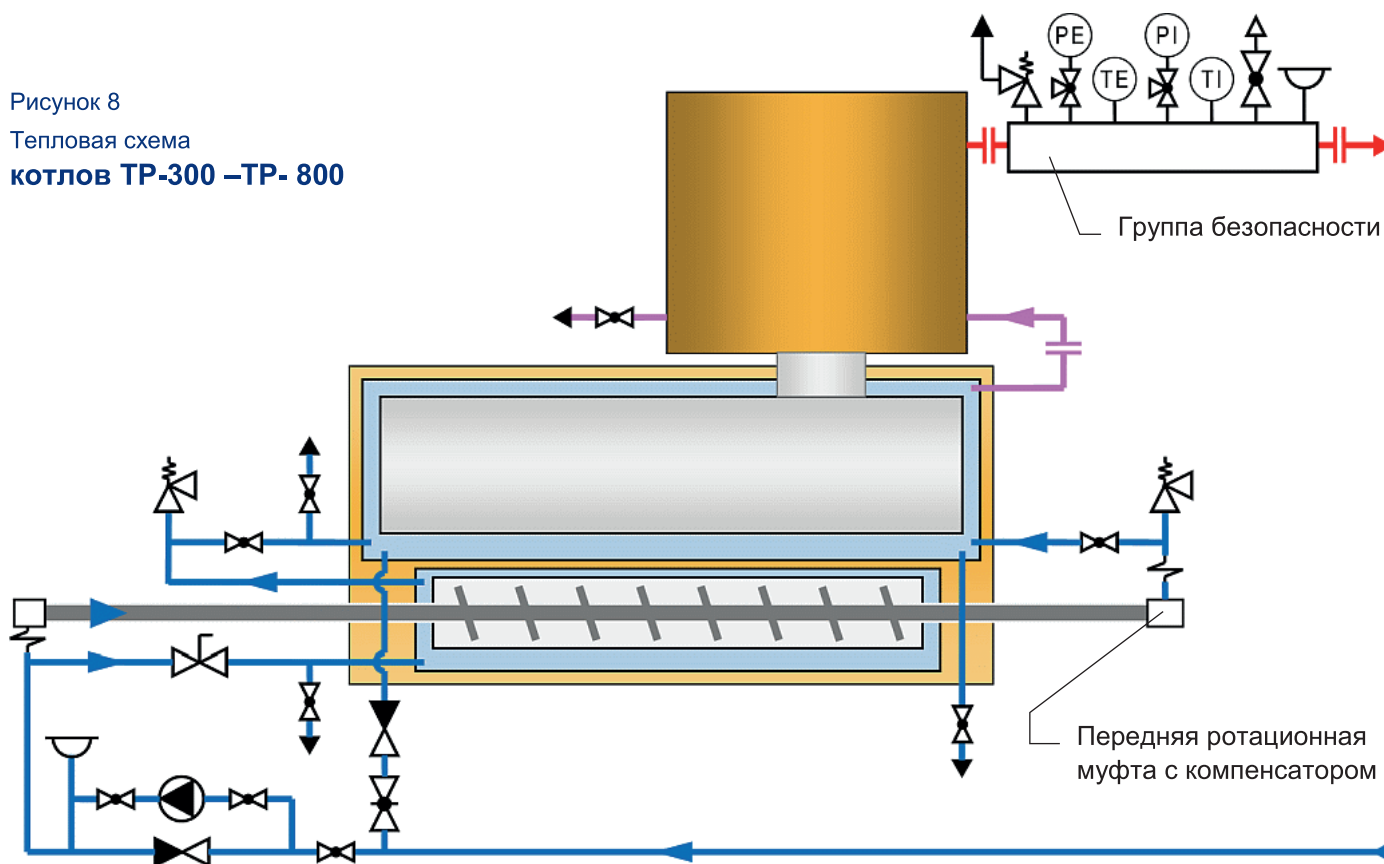
За счет использования эффективного 5-ходового теплообменника температура дымовых газов на выходе из котла ТР не превышает 150°C. Это увеличивает ресурс переднего подшипника дымососа и позволяет использовать рукавные фильтры с рабочей температурой фильтрующих элементов 150°C.

По согласованию с заказчиком котлы ТР могут быть укомплектованы следующими элементами:

- задвижка с электрическим приводом, перекрывающая газовый тракт при отключении котла и позволяющая подключать несколько котлов к общей дымовой трубе или газоходу-коллектору;
- датчик температуры дымовых газов для контроля горения в котле;
- дымовая труба-сэндвич с узлом для присоединения к фланцу теплообменника.

Тепломеханические узлы котла

Рисунок 8
Тепловая схема
котлов ТР-300 –ТР- 800



Котлы ТР предназначены для работы в закрытых 1- и 2-контурных системах отопления с принудительной циркуляцией воды.

Водоохлаждаемые корпус котла, горелка и оба шнека включены в котловой контур циркуляции, что обеспечивает их охлаждение, нужный тепловой режим в топке и съем тепла в систему отопления. Вода, поступающая из обратного трубопровода [Т2], разветвляется на три потока. Основная часть воды подается в водяную рубашку тела котла; вторая часть проходит через горелку; третья часть через ось шнеков. Балансировка потоков осуществляется с помощью дискового затвора и регулирующего вентиля. Далее вода идет в жаротрубный теплообменник, а из него через группу безопасности котла в подающий трубопровод [Т1]. Имеющаяся запорная арматура позволяет произвести замену горелки или шнека не сливая воду из системы.

«Холодный» и «горячий» шнеки подключены через переднюю и заднюю [8.1] ротационные муфты, обеспечивающие вращение шнеков. Передняя [8.2] и задняя резиновые вставки компенсируют тепловое расширение горячего шнека и облегчают работу муфт. Шнек, муфты и компенсаторы относятся к быстроизнашиваемым узлам, требующим периодической замены.

Для принудительного охлаждения «горячего» шнека, горелки и теплообменника при отключении электроснабжения предназначен маломощный аварийный насос, подключенный к ИБП.



Перекрытие протока воды через горелку и шнек работающего котла приводит к их перегреву и необратимому повреждению, это не является гарантийным случаем.

В состав котла ТР входит группа безопасности [2.16]. На ней установлены КИП, температурные датчики, автоматический воздухоотводчик и 1 или 2 предохранительных клапана, защищающих котлы от превышения в них давления более чем на 10% от расчетного значения. Для безопасности персонала котельной предусмотрены предохранительные клапаны на горелке и на «горячем» шнеке. Выходные отверстия всех клапанов должны быть соединены с дренажной трубой для сброса паро-воздушной смеси в случае закипания теплоносителя. Также на группе безопасности расположены шаровые краны, позволяющие быстрее заполнять систему отопления.

В низших точках узлов котла ТР установлены краны для слива теплоносителя, а в верхних точках установлены автоматические воздухоотводчики, их расположение зависит от модели котла.

Электрооборудование и котельная автоматика

Работу котла обеспечивает контроллер, который в соответствии с заложенной в него программой управляет двигателями вентилятора, дымососа, мотор-редуктора, механизма подачи угля, привода системы золоудаления и ТЭНами подогрева бункера. Управление исполнительными механизмами производится встроенными оптоэлектронными ключами контроллера, с помощью электромагнитных реле и регуляторов частоты. Для обеспечения надежности мощность регуляторов выбрана на 1 ступень больше, чем номинальная мощность двигателей.

Электрические механизмы смонтированы на стальной раме котла, которая обеспечивает уравнивание потенциалов. Металлические нетоковедущие части механизмов заземлены путем присоединения их к РЕ-проводникам сети. Провода и кабели уложены в кабель-каналах.

Электрические схемы, а также порядок изменения режимов работы котельной автоматике приведены в документе «Описание и руководство по настройке контроллера».

Рисунок 9



Таблица 5, Электрическая мощность механизмов, Вт (ВАр)

Механизм	ТР-60	ТР-100	ТР-150	ТР-200	ТР-300	ТР-400	ТР-600	ТР-800
Вентилятор поддува	370		550	1 500				
Дымосос	550					1 500		
Аварийный шнековый насос	—				180		270	
Мотор-редуктор механизма подачи угля	250					370	550	750
Блок котельной автоматике	50							
Система подогрева угольного бункера	300							
Электропривод затвора золоуловителя	50							
Всего:	1 570		1 750	2 880	3 950	4 130	4 420	

Проектирование котельных на базе котлов Терморобот ТР

Требования и рекомендации производителя

При проектировании быстровозводимых и блочно-модульных котельных на базе автоматических твердотопливных котлов ТР необходимо руководствоваться действующими СП, ПБ и следующими рекомендациями, в которых учитываются технические особенности продукции Терморобот®.

Выбор конфигурации котельной

В котельных малой мощности (до 1–2 МВт) рекомендуется устанавливать 2–4 **одинаковых** котла ТР, их мощность выбирается с учетом необходимой категории надежности отпуска тепла.

В холодное время года рекомендуется включать в работу все установленные котлы, так как это увеличивает время работы котельной на одной загрузке топлива и обеспечивает «горячее» резервирование котлов ТР, то есть, при отказе 1 котла остальные автоматически возьмут на себя выпавшую мощность. В межсезонье часть котлов желательно отключать, чтобы оставшиеся работали в оптимальном режиме (на мощности 60–80% от номинальной).

Котельные средней мощности (до 10–20 МВт) целесообразно строить на базе котлов ТР-800, объединяя необходимое их количество. Если требуется не более 10 штук, их включают параллельно на общую насосную группу. При большей мощности котлы лучше группировать по 6–7 штук со своими насосными группами и системами очистки дымовых газов, создавая по сути 2–4 котельные мощностью по 4–5 МВт каждая, работающие на общую нагрузку. Подобная архитектура БМК обеспечивает надежность и гибкость теплоснабжения. Вопрос избыточности резервирования котлов поясняется на странице 24 данного документа, а принципы построения многомодульных котельных Терморобот изложены в анимационном ролике, доступном для просмотра по [QR-коду справа](#).



Требования к месту установки и к расположению котлов ТР

Исполнение котлов ТР общеклиматическое, категория размещения 4.2 по ГОСТ 15150, то есть, котлы предназначены для эксплуатации в закрытых отапливаемых и вентилируемых жилых и производственных помещениях, при отсутствии воздействия прямого солнечного света, атмосферных осадков, ветра, песка и пыли наружного воздуха и конденсации влаги.



Не допускается установка и эксплуатация котла на открытом воздухе (под навесом).

Несоблюдение указанных условий хранения и эксплуатации котла резко снижает надежность и срок службы, и может являться основанием для снятия котла с гарантии.

Котлы ТР поставляются с бункером объемом 1 / 1,3 м³. При установке котла в капитальное или быстровозводимое здание котельной над штатным бункером можно смонтировать дополнительный бункер объемом до 9 м³, это существенно увеличит время работы котла на одной загрузке. В этом случае штатный бункер выступает как присоединительный элемент. При проектировании больших бункеров следует руководствоваться требованиями СП 89.13330.2016, в частности, пунктами 13.33 (угол наклона стенок бункера) и 6.25 (расстояние между котлами и строительными конструкциями).



Увеличенный бункер должен опираться на собственные несущие стойки, так как штатные опоры котла не рассчитаны на большую нагрузку (10 м³ угля весит 8,2–8,5 т).

Суммарный объем бункера котла не должен превышать 10 м³ так как давление столба топлива может привести к заклиниванию механизма подачи, работа котла при этом будет нарушена.

Высота потолков в котельной должна быть не ниже 4,5–5 м для того, чтобы обеспечить возможность механизированной загрузки топлива и чистки теплообменника через съемную крышку [2.14].

Загрузка топлива и утилизация золы

Механизированная загрузка топлива в штатный бункер обычно производится изнутри котельной, а в увеличенный — снаружи через люк в кровле. Топливо россыпью засыпается фронтальным авто-

погрузчиком, скиповым механизмом или конвейером. Можно использовать кран-балку или бортовой кран, в этом случае топливо заранее фасуется в мешки объемом 1 м³. Способ загрузки топлива не влияет на выработку тепла, заказчик выбирает его на стадии проектирования котельной.

При проектировании котельной следует учитывать, что в бункере котла ТР располагается обрушитель топлива и электрическая система подогрева, поэтому как штатный, так и увеличенный бункер является частью котла (механизм подачи топлива) и не может рассматриваться как топливный склад котельной. В бункере находится **оперативный запас топлива**, его полезная вместимость регламентируется п. 13.32 СП 89.13330.2016 (не менее 3-часового запаса), вместимость же склада котельной определяется п. 13.12 указанного свода правил.



Ручная загрузка топлива в горелку котла ТР не предусмотрена и не рекомендуется.

При нормальной работе котла ТР в его топке поддерживается разрежение около –20 Па, поэтому съемный зольник (или вход шнековой системы золоудаления) должен плотно присоединяться к котлу с помощью стальных труб-переходников. В рабочем положении зольник располагается под телом котла (рисунок 2), либо под днищем котельной, для этого она устанавливается на фундамент.



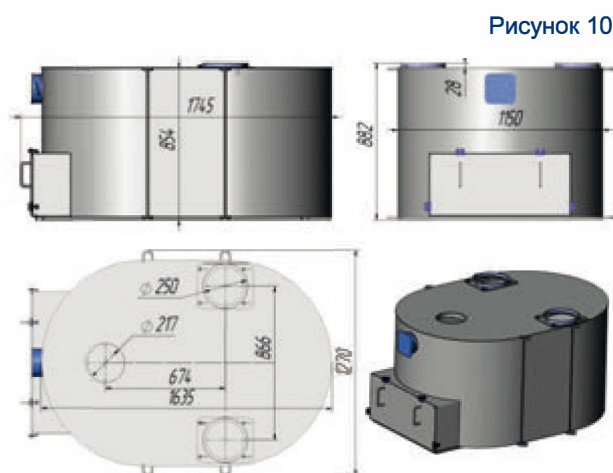
Использование для сбора золы колодцев или открытых емкостей запрещено.

При отсоединенном зольнике нарушается правильное распределение потока газов, это делает работу котла менее эффективной и более опасной, так как вылетающие из топки искры могут привести к пожару и к загазованности помещения котельной.

Объем зольника рассчитан на сбор золы, образующейся при сжигании 1–2 полных бункеров угля (в зависимости от его зольности). Для удобства эксплуатации котлов желательно предусмотреть дополнительный комплект зольников, для их складирования потребуется бетонированная площадка.

Конструкция зольника допускает как механизированную (бортовым краном), так и ручную (с помощью лопаты) очистку от золы.

Пустой зольник объемом 0,9 м³ (котлы ТР-60 – ТР-400) весит 80 кг, наполненный золой — 600 кг, а зольник объемом 1,4 м³ (котлы ТР-600, ТР-800, см. рисунок 10) — 150 и 900 кг соответственно.



Требования к топливу

Основными (**рекомендованными**) видами топлива являются **сухой сортовой уголь марки ЗБ** (бурый) фракции **М** («мелкий», 13–25 мм) или **ОМ** («орех мелкий», 13–50 мм) и **древесные пеллеты**. Такое топливо обеспечивает безопасную работу котла и соответствие его параметров заявленным.



Переход с одного вида основного топлива на другой не требует остановки котла и его режимной настройки, другое топливо можно просто засыпать в бункер работающего котла.

Допускается использование угля марки Д (каменный длиннопламенный), а также «рядового» (не сортированного по фракциям) угля (**БР, ДР**) при условии его отсева через сетку со стороной ячейки 35–40 мм или измельчения с помощью дробилки (получится фракция **ОМС**, от 6 до 50 мм).



При использовании такого угля (не являющегося рекомендованным) допускается снижение теплопроизводительности котла на 15% и ухудшение других показателей котла, помеченных в таблице 2 сноской ⁽¹⁾, это не является признаком неисправности котла или несоответствия его показателей паспортным (смотреть п. 3.5 ГОСТ 30735).

В таблице 2 показатели «Максимальный расход угля» и «Время работы на 1 загрузке» указаны для угля с низшей теплотой сгорания равной 4 900–5 000 ккал/кг (в сертификатах на уголь этот по-

казатель обозначается Q_i^r). При использовании топлива с другой теплотой сгорания его расход пропорционально изменится. Например, при сжигании угля с низшей теплотой сгорания 3 300 ккал/кг его расход будет в $5\,000 / 3\,300 = 1,52$ раза больше, чем расход рекомендованного угля.

Не рекомендуется применять угли с низким (менее 41%) выходом летучих веществ (показатель V_{daf} в сертификатах) и высоким содержанием углерода (кокса). К таким углям относятся А (антрацит), К («коксовые»), Т («тощие»), СС («слабоспекающиеся»), Ж («жирные»), Г («газовые»). При их использовании мощность котла снижается на 20–30%, это нужно учитывать при выборе количества и номинальной мощности установленных котлов.



Снижение мощности котла не означает снижения КПД, такие угли тоже сгорают полностью.

При нагревании угля из него выделяются пиролизные газы, которые горят во всем объеме топки, а на горелке сжигается коксовая часть угля. И газы, и кокс дают свой вклад в общую мощность котла, и, если в угле мало летучих веществ, суммарная мощность котла падает. В котлах ТР оптимизировано сжигание обоих компонентов топлива, поэтому рекомендуется использовать угли Б, Д и pellets.

Угли с большим содержанием углерода имеют высокую температуру горения, из-за этого снижается ресурс горелки и «горячего» шнека. Кроме того, некоторые марки углей склонны к интенсивному вспучиванию при горении, что нарушает нормальную работу горелки.

Если в котельной предполагается использовать такое топливо, рекомендуется провести его испытания. Для этого нужно выслать на завод 2–3 тонны угля. Специалисты завода проведут испытания и либо сообщат о невозможности использования данного угля в котлах ТР, либо дадут информацию об уровне снижения мощности котла и порекомендуют оптимальный режим сжигания угля.

Не допускается применять в качестве топлива мелкую фракцию угля (пыль, штыб) и отходы его обогащения (кек, шлам). В низкокачественном угле содержится много породы, что резко увеличивает абразивный износ шнека, горелки и механизма подачи топлива, а влажный уголь вызывает интенсивную химическую коррозию механизмов котла. Из-за большой зольности штыба увеличивается унос золы дымовыми газами, что приводит к загрязнению прилегающей территории.



Применение в автоматических котлах дешевого низкокачественного угля не дает экономии, но значительно снижает ресурс оборудования.

При экономических расчетах следует учитывать, что теплота сгорания у штыба существенно ниже, чем у сортового угля, а значит, его расход будет больше паспортного. Кроме того, возрастут затраты на обслуживание котла (более частая доставка угля, вывоз золы, чистка котла) и на запасные части.



Категорически запрещено использование других видов топлива (дрова, щепка, опилки, шелуха, торф, различные отходы, угольные гранулы и брикеты, а также смесь твердого топлива с горючими жидкостями), это может привести к пожару и является основанием для безусловного снятия котла с гарантии.

КПД и экологические показатели

При работе на *рекомендованных* и *допустимых* видах топлива котлы ТР имеют высокий КПД-брутто (87–89%) и низкое содержание загрязняющих веществ в уходящих газах. По этим показателям котлы ТР в соответствии с ГОСТ 30735 относятся к классу I во всем диапазоне мощности (20–105% от номинальной). При работе котла на других марках углей и при установке заказчиком неправильных режимов работы топливо может сгорать не полностью (т. н. химический недожог), и концентрация загрязняющих веществ в дымовых газах может увеличиться, а его КПД снизиться. Визуально это определяется по темному цвету дымовых газов. Для точного измерения уровня вредных выбросов следует пригласить специалистов регионального отделения ФГБУ «ЦЛАТИ».

Для очистки уходящих газов от золы уноса в газовом тракте котлов ТР организованы золоуловители гравитационного типа. Скорость и направление дымовых газов в них подобраны таким образом, что

внутри золоуловителей происходит осаждение крупных частиц золы, которые затем автоматически сбрасываются во внешний зольник.



Золоуловитель является неотъемлемой частью конструкции 5-ходового жаротрубного теплообменника, он не рассматривается как *газоочистная установка (ГОУ)*, поэтому отдельный паспорт на золоуловитель не выдается и его эффективность не нормируется.

Для дополнительной очистки дымовых газов от пыли нужно применять внешние ГОУ (циклоны или рукавные фильтры). Система очистки не должна нарушать работу сбалансированного тягодутьевого тракта котлов ТР, поэтому должны быть запроектированы дымососы, которые скомпенсируют аэродинамическое сопротивление ГОУ.

Зола из топки автоматически собирается в стальные сменные зольники, в которых она увозится на утилизацию без перегрузки на объекте, это значительно снижает запыленность помещения котельной.

Информация для расчета шумовых характеристик котельных

При расчете шумовых характеристик БМК следует учитывать, что основными источниками шума котельной являются вентиляторы и дымососы котлов. В таблице 3 указаны модели этих механизмов, а в таблице 6 приведены их паспортные значения по звуковой мощности.

Таблица 6, Уровень шума

Уровень звуковой мощности, дБА	ТР-60	ТР-100	ТР-150	ТР-200	ТР-300	ТР-400	ТР-600	ТР-800
Дымосос	78	78	78	81	81	89	89	89
Вентилятор	78	78	78	81	95	95	95	95

Требования к системам вентиляции и отопления

Конструкция котлов ТР, способ подачи топлива (бункер, загружаемый с улицы) и золоудаления (герметичный сменный зольник) минимизируют количество пыли и золы в помещении котельной. Воздух, выбрасываемый в атмосферу системой вентиляции, практически не содержит загрязняющих веществ, поэтому аспирационная установка как правило не требуется.

В топку котлов ТР допускается подавать воздух как с улицы, так и изнутри котельной, в этом случае должен быть обеспечен необходимый приток воздуха в котельный зал.

При работе котла ТР на мощности 100 кВт расход рекомендованного угля (**ЗБОМ**) составляет 20–21 кг/ч. Для сжигания 1 кг такого угля требуется около 5 м³ воздуха, а суммарный расход воздуха с учетом коэффициента избытка воздуха $\alpha=1,4-1,5$ составляет около 150 м³/ч на каждые 100 кВт тепловой мощности котла. Для работы котла ТР-800 необходим приток воздуха $8 \times 150 = 1\,200$ м³/ч. Отметим, что объем дымовых газов (200 м³/ч на 100 кВт) больше, чем объем притекающего воздуха.

Потери тепла с поверхности котлов ТР-600, ТР-800 составляет 3–4 кВт (около 0,5% тепловой мощности котла). При установке котлов ТР в блочно-модульные или стационарные котельные малой площади тепловыделение котлов и вспомогательного оборудования может оказаться избыточным, что необходимо учитывать при проектировании системы вентиляции и отопления здания котельной.

Применяемый теплоноситель и требования к водно-химическому режиму

Котлы предназначены для работы в закрытых системах отопления. Первичное заполнение системы отопления должно проводиться водопроводной водой. Если качество воды в котельной низкое, котлы следует заполнять привозной водой, для этого рекомендуется установить в котельной бак для подпиточной воды. Подпитка системы отопления жесткой водой вызывает отложение накипи на внутренних поверхностях водоохлаждаемых элементов горелки и дымогарных труб теплообменника; в них возникают зоны локального перегрева, что приводит к быстрому выходу из строя этих узлов.



Разбор (утечка) воды и регулярная подпитка котлового контура циркуляции не допускаются. Аварии, вызванные низким качеством воды, не является гарантийным случаем.

Следует использовать системы механической и/или магнитной очистки подпиточной воды, а при необходимости — и ее химическую подготовку (умягчение, деаэрацию, регулировку pH, обезжелезивание), руководствуясь требованиями СП 31.13330 и СП 124.13330 и с учетом фактического состава воды по месту установки котлов. Необходимость химической подготовки воды должна определяться на стадии разработки проекта котельной. Использование антифриза не рекомендуется.

Требования к потоку теплоносителя через котел ТР

При проектировании котельной на базе котлов ТР необходимо учитывать, что в них применяется линейная горелка Терморобот, в которой специальный шнек непрерывно ворошит горящий уголь. Шнек и тело горелки работают в напряженном тепловом режиме, поэтому их необходимо охлаждать водой. Кроме того, эти элементы являются теплообменниками: они отбирают тепло из зоны горения и передают его теплоносителю, поэтому поток воды через котел должен быть строго определенным, а именно, **5,5–5,7 м³/ч на каждые 100 кВт тепловой мощности котла**.



Если поток воды будет меньше 4,5–5 м³/ч, ускорится износ шнека, если же поток будет больше 6 м³/ч, зона горения охладится и несколько снизится эффективность сжигания угля.

Для контроля потока на входе каждого котла ТР рекомендуется установить механический или электромагнитный расходомер с импульсным выходом. В процессе ПНР и при режимной наладке котельной эти приборы позволяют точно контролировать текущую мощность каждого котла (в контроллере котла ТР предусмотрен режим технологического тепловычислителя). Также контроллер следит за уровнем потока при работе котла: снижение потока через работающий котел может свидетельствовать о критическом загрязнении системы, либо об ошибочном перекрытии кранов, что является аварийной ситуацией.

В состав котлов ТР-300 – ТР-800 входит аварийный шнековый насос, работающий от источника бесперебойного питания. Его задача — при отключении электроснабжения отвести избыточное тепло, и тем самым устранить закипание воды в горелке, шнеке и теплообменнике, и сброс теплоносителя через защитные клапаны группы безопасности.



Аварийный шнековый насос котла не обеспечивает штатной работы котельной, не заменяет циркуляционные насосы и не должен учитываться при их расчете.

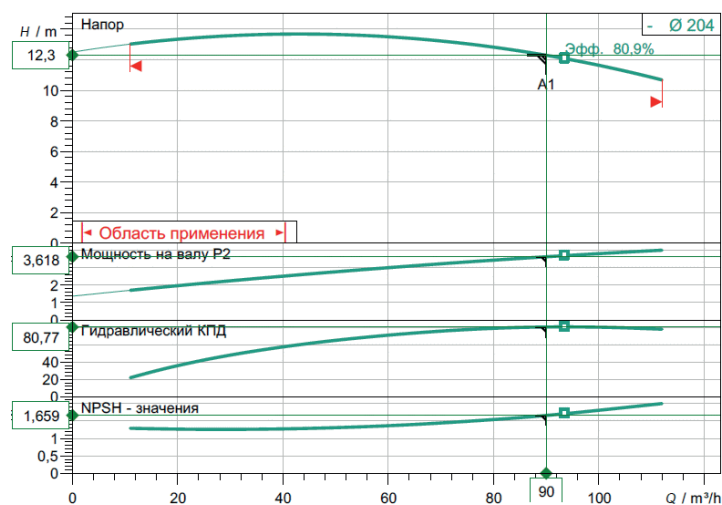
Поток теплоносителя 5,7 м³/ч на 100 кВт соответствует перепаду температуры 15°C, поэтому при расчете 2-контурной схемы отопления и ГВС следует выбирать теплообменники с температурным графиком по нагревающей стороне 105/90 или 100/85°C. В межсезонье может потребоваться снижение температуры теплоносителя, поэтому желательно предусмотреть 3-ходовый клапан или смесительный насос, защищающий котлы от возникновения в них конденсата.

Сравнительно большая скорость воды в котловом контуре влияет на гидравлическое сопротивление 3-ходовых клапанов, теплообменников и других устройств, что следует учитывать при их выборе. Как правило для котловой насосной группы в БМК Терморобот выбираются насосы с напором 12–15 метров водяного столба (мвс).

Пример подбора котловых насосов для 2-контурной БМК Терморобот 2×800 кВт.

Суммарная мощность котлов 1,6 МВт, это 16×100 кВт, с учетом вышесказанного выбираем поток 16×5,7≈90 м³/ч.

Рисунок 10



Для данной БМК подойдут насосы Wilo BL 65/120–4/2, BL 80/200–4/4 и аналогичные котлы других производителей с напором более 12 мвс. Видно, что эти насосы будут работать практически в режиме максимального гидравлического КПД (это рабочая точка, отмеченная квадратиками на рисунке 10).

В котельных малой мощности ставят 2 (основной и резервный) насоса. В более мощных котельных целесообразно ставить 3 параллельно включенных насоса (2 в работе, 1 в резерве) и даже 4 (в этом случае, согласно п. 5.1.6. «Приказа № 115 от 24.03.2003 "Об утверждении правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок"» допускается не устанавливать дополнительный резервный насос).

В таблице 7 приведены марки и количество насосов **CNP TD**, которые устанавливаются в котловой насосной группе серийных 2-контурных котельных Терморобот (из расчета 5,5–5,7 м³/ч на 100 кВт).

Таблица 7, Насосы котлового контура

2×300	65-15G/2, 2,2 кВт (2 шт.)	2×600 3×400	100-15G/2, 4 кВт (2 шт.)	3×800 4×600	100-15G/2, 4 кВт (3 шт.)
2×400	80-13G/2, 3 кВт (2 шт.)	2×800	100-17G/2, 5,5 кВт (2 шт.)	4×800	100-17G/2, 5,5 кВт (3 шт.)
3×300		3×600	80-13G/2, 3 кВт (3 шт.)	6×800	100-15G/2, 4 кВт (4 шт.)

Насосы мощностью более 3-4 кВт желательно укомплектовать частотными регуляторами.

В котельных с одноконтурными тепловыми схемами при подборе циркуляционных насосов необходимо учитывать рабочее давление котлов. Номинальное давление котлов ТР-60 – ТР-400 составляет 2,5 кгс/см², а котлов ТР-600, ТР-800 — 4 кгс/см².



Если нужно обеспечить большой перепад давления на теплотрассе, насосы следует ставить после котлов (на подающем трубопроводе).

При большой (более 25–30 метров) высоте отапливаемого здания или при таком же перепаде высот на местности необходимо создать высокое статическое давления в теплотрассе, чтобы поднять столб воды до верхнего этажа. В этом случае нужно применять 2-контурную схему отопления: в котловом контуре будет установлено нормальное давление для котлов, а в сетевом контуре давление будет определяться высотой отапливаемых зданий.

При выборе циркуляционных насосов следует учитывать их рабочую температуру. На выходе из котлов ТР температура теплоносителя не превышает 105°C, поэтому подойдут насосы с рабочей температурой 110 или 120°C.

Требования к электроснабжению и размещению электрооборудования

Для электропитания котлов ТР-60 используется 1-фазная сеть с напряжением 220 В ±10%, а для котлов ТР-100 – ТР-800 — 3-фазная сеть с напряжением 380 В ±10% с частотой 50 Гц ±10%.

Все установленное оборудование предназначено для подключения к электрическим сетям РФ, но при низком качестве электроэнергии может потребоваться установка дополнительных устройств (электрические фильтры, регуляторы или стабилизаторы напряжения).



Гарантийные обязательства не распространяются на повреждения, возникшие в результате включения котла в электросеть с недопустимыми или не соответствующими ГОСТам параметрами, или в результате перебоев в электроснабжении;

Силовое электрооборудование и котельная автоматика собраны в электрическом шкафу индивидуального изготовления, который соединяется с котлом маркированными кабелями.



Шкаф управления котлом следует монтировать на стене котельной. Не допускается его установка на котел и другое тепловыделяющие оборудование.

Системы и механизмы, от которых зависит надежность и безопасность работы котла (контроллер, мотор-редуктор, аварийный шнековый насос и привод заслонки дымососа), рекомендуется запитать от аккумуляторного источника бесперебойного питания (ИБП). В котельных на базе 2 и более котлов

ТР-800 целесообразно использовать промышленные 3-фазные инверторы (МАП Sin Hibrid или аналог) мощностью $3 \times (3-6 \text{ кВт})$. В ИБП желательно применять специальные аккумуляторы, предназначенные для систем бесперебойного электропитания (Delta DTM или аналог). Это герметизированные необслуживаемые изделия, для их размещения не требуется аккумуляторная комната. При правильной эксплуатации срок службы такого аккумулятора составляет около 12 лет, что сравнимо с расчетным сроком службы котла ТР.

Емкость аккумулятора ИБП должна обеспечивать 6–8-часовую работу систем безопасности котлов ТР с учетом алгоритма их работы в нештатной ситуации. В пересчете на 1 котел ТР-800 требуется аккумулятор емкостью 100–120 А×ч, а на 1 котел ТР-600 достаточно 60–80 А×ч.

При отключении электроэнергии аварийные шнековые насосы котлов ТР включаются в работу не одновременно, а по очереди, это защищает ИБП от возникновения чрезмерных пусковых токов. Величина задержки запуска насоса задается в настройках контроллера котла.

Пояснения по избыточности резервирования котлов

Строительство котельных на базе 10–20 котлов ТР-800 представляет собой не только технически, но и экономически целесообразное решение. Применение сравнительно маломощных котлов ТР снижает **избыточность резервирования оборудования**, а значит, и его цену.

В котельной 1-й категории по надежности отпуска тепла как правило устанавливают 2 котла — основной и резервный, избыточность резервирования при этом составляет 100%, то есть, **затраты вдвое больше минимально необходимых**.

Если установить 3 котла (2 в работе, 1 в резерве), избыточность резервирования снизится до 50%.

В котельной с присоединенной нагрузкой 5,6 МВт достаточно установить 8 котлов ТР-800 (7 в работе, 1 в резерве), избыточность при этом будет 1/7, это 14%.

Во всех перечисленных случаях выполняется условие 1-й категории надежности теплоснабжения: при отказе 1 (любого) котла оставшиеся обеспечат 100% необходимой мощности.

Даже отключение двух котлов ТР-800 из восьми в большинстве случаев не станет критичным для потребителя тепла. Это свойство особенно важно для автоматических котельных, работающих без постоянного присутствия обслуживающего персонала.

Информация о производителе

Разработчиком и единственным производителем котлов и котельных Терморобот® является ООО «Тепловые машины». Юридический и фактический адрес компании: 633004, РФ, Новосибирская область, г. Бердск, ул. Химзаводская, 11/17. Телефон +7 (383) 233-1917, info@termorobot.ru, официальный сайт: termorobot.ru.

Фильм о заводе доступен для просмотра по [QR-коду справа](#).





📍 633004, РФ, Новосибирская область,
г. Бердск, ул. Химзаводская,
11/17, оф. 32

✉ info@termorobot.ru

отдел продаж

☎ +7 (383) 233-19-17

сервис

☎ +7 (913) 202-85-77



termorobot.ru