

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ООО «УралЭнергоНаладка»

 А. В. Козицын

«31» 01 2019 г.



ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЁТ

По режимно-наладочным испытаниям водогрейного котла типа: «ПТВМ-30М» ст. № 5, с шестью горелками типа «МГМГ-6» работающими на природном газе, установленном в котельной ООО «Ресурсэнерго», на территории завода
АО «Стройдормаш», по адресу: Свердловская обл., г. Алапаевск, ул. Серова, 1.

Договор № 162-18-ПНР от «08» ноября 2018 года

Заказчик: ООО «Ресурсэнерго»

Подрядчик: ООО «УралЭнергоНаладка»

Собственник: АО «Стройдормаш»

Объект: Водогрейный котел «ПТВМ-30М» ст. №5.

Исполнитель: инженер - наладчик А.В. Козицын

инженер – наладчик А.В. Ридных

СОДЕРЖАНИЕ

Вводная часть.....	3;
Программа и условия проведения режимно-наладочных работ	4-5;
Краткая характеристика котла и вспомогательного оборудования	6-12;
Автоматика управления котлом	13;
Перечень вспомогательного оборудования	14;
Методика измерений	15-16;
Используемая литература	17;
Результаты испытаний	18;
Выводы и рекомендации	19;
Режимная карта котла....	Приложение 1;
Сводная ведомость котла.....	Приложение 2;
Схема замеров котла.....	Приложение 3;
Графики.....	Приложение 4;
Акты.....	Приложение 5;
Допуск СРО, аттестации, разрешения.....	Приложение 6.

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

На основании Договора № 162-18-ПНР от «08» ноября 2018 г. в период с 19 ноября 2018 г. по 29 января 2019 г. бригадой ООО «УралЭнергоНаладка» в составе:

1. Инженер - наладчик А.В. Козицын
2. Инженер - наладчик А.В. Ридных

произведены режимно-наладочные испытания водогрейного котла типа: «ПТВМ-30М» ст. № 5, с шестью горелками типа «МГМГ-6» работающими на природном газе, установленном в котельной ООО «Ресурсэнерго», на территории завода АО «Стройдормаш», по адресу: Свердловская обл., г. Алапаевск, ул. Серова, 1.

Испытания проводились в объеме, определенном «Заказчиком», которым является: ООО «Ресурсэнерго», арендующее данную котельную у АО «Стройдормаш».

Целью испытаний являлась оптимизация режима горения горелочных устройств, определение потерь тепла с уходящими газами и в окружающую среду, от химического недожога, определение КПД данного котла. Составление режимной карты работы котла, определение удельного расхода топлива на отпущенное тепло.

Все данные по рабочим параметрам, полученные при проведении испытаний, сведены в таблицы и прилагаются к отчету.

На основании полученных данных составлена режимная карта работы котла и даны рекомендации по повышению эксплуатационной надежности и экономичности работы данного котла.

СОГЛАСОВАНО:
Директор ООО «УралЭнергоНаладка»


А.В. Козицын

19 ноября 2018 г.



УТВЕРЖДАЮ:
Главный инженер ООО «Ресурсэнерго»


А.Ю. Николаев

19 ноября 2018 г.

ПРОГРАММА
проведения режимно-наладочных работ
водогрейного котла типа: «ПТВМ-30М» ст. № 5, с шестью горелками типа «МГМГ-
б» работающими на природном газе, установленном в котельной ООО
«Ресурсэнерго» на территории завода АО «Стройдормаш», по адресу: Свердловская
обл.,
г. Алапаевск, ул. Серова, 1.

ГРАФИК РАБОТ

№ п/п	Состав Работ	Начало работ	Окончание работ
1	2	3	4
I. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ			
1.	Проведение организационных и подготовительных инженерных работ. Ознакомление с технической документацией, технологией производства.	19.11.2018 г.	30.11.2018 г.
2.	Проверка соответствия монтажа технологических и вспомогательных схем теплотехнического контроля и регулирования их элементов и узлов, техническим условиям заводов изготовителей и СНИП. Составление перечня обнаруженных нарушений, отклонений и разработка мероприятий для их устранения. Устранение обнаруженных дефектов.	03.12.2018 г.	07.12.2018 г.
3.	Проверка системы автоматики безопасности и аварийной сигнализации водогрейного котла типа «ПТВМ-30М» ст. № 5, совместно с представителем заказчика.	10.11.2018 г.	12.11.2018 г.
II. РЕЖИМНАЯ НАЛАДКА			
1.	Осмотр основного и вспомогательного оборудования. Выполнение тарировки газоходов на предмет оптимального избытка воздуха в уходящих газах и максимальной температуры уходящих газов. Проверена целостность обмуровки котла (на котором производились теплотехнические испытания) и газохода на предмет присосов холодного воздуха. Выполнение недостающих врезок, а также проверка приборов КИПиА на правильность показаний.	14.11.2018 г.	
2.	Фотография водогрейного котла типа «ПТВМ-30М» ст. № 5.	17.11.2018 г.	20.11.2018 г.
3.	Наладка теплотехнических процессов водогрейного котла типа «ПТВМ-30М» ст. № 5.	3.12.2018 г.	6.12.2018 г.

4.	Обработка результатов испытаний по количественным и качественным характеристикам. Определение оптимальных условий работы водогрейного котла «ПТВМ-30М» ст. № 5. Составление временной режимной карты Расчет нормы расхода условного топлива, определение коэффициента полезного действия.	10.12.2018 г.	12.12.2018 г.
III. ОФОРМЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ			
1.	Оформление приемосдаточной документации (Акт об окончании режимно-наладочных работ).	28.01.2019 г.	29.01.2019 г.
2.	Составление технического отчета в соответствии с требованиями Ростехнадзора.	04.02.2019 г.	28.02.2019 г.

Программу составил:

Инженер-наладчик ООО «УралЭнергоНаладка»



А.В. Ридных.

Краткая характеристика котла и вспомогательного оборудования

Режимно-наладочные испытания проводились на водогрейном котле типа: «ПТВМ-30М» ст. № 5, с шестью горелками типа «МГМГ-6» работающими на природном газе.

Технические характеристики котла №5 представлены в таблице № 1.

Технические характеристики котла «ПТВМ-30М»

Таблица 1

№	Наименование параметра	Величины показателей ПТВМ-30М
1.	Обозначение котла	ПТВМ-30М
2.	Теплопроизводительность, МВт (Гкал/ч)	35 (30)
3.	Расчетное (избыточное) давление воды на входе в котел, Мпа	1,6
4.	Минимальное (абсолютное) давление воды на выходе из котла, Мпа	1,0
5.	Температура воды на входе в котел, °С (основной/пиковый)	70
6.	Температура воды на выходе из котла, °С	150
7.	Гидравлическое сопротивление котла, Мпа	0,25
8.	Расход воды, т/ч	372
9.	Расход топлива, м3/ч (газ)/кг/ч (мазут)	3880/3700
10.	КПД котла, %, не менее (газ/мазут)	92,2/89,5
11.	Диапазон регулирования теплопроизводительности по отношению к номинальной, %	20-100
12.	Полный срок службы, лет (средняя продолжительность 3000 ч/год)	15
13.	Масса металла котла расчетная, кг	77500 (86700)
14.	Комплектация котла горелками	МГМГ-6
15.	Габаритные размеры:	
	длина мм	7980
	ширина мм	9100
	высота мм	14534

Водогрейный котел типа: «ПТВМ-30М» ст. № 5, оснащен шестью горелками типа «МГМГ-6».

Технические характеристики одной горелки «МГМГ-6» представлены в таблице № 2.

Технические характеристики горелки «МГМГ-6»

Таблица 2

№	Наименование параметра	Величины показателей
1.	Тип горелки	«МГМГ-6»
2.	Номинальная тепловая мощность горелки, МВт	6,6
3.	Коэффициент рабочего регулирования, не менее	1,4
4.	Давление природного газа перед горелкой, кПа, не более	25
5.	Расход газа, м ³ /ч	490
6.	Давление воздуха перед горелкой при работе на газе, Па, не более	490
7.	Расход воздуха, м ³ /с, не более	1,9
8.	Температура газа перед горелкой при работе на природном газе, °С	0-30
9.	Давление мазута перед горелкой, МПа	2
10.	Давление воздуха перед горелкой при работе на мазуте, Па, не более	280
11.	Температура воздуха перед горелкой при работе на мазуте, °С	10-50
12.	Расход мазута, кг/ч, не более	620
13.	Мазут не должен содержать механические частицы размером, мм, не более	0,5
14.	Вязкость мазута, м ² /сек, не более	20,5x10 ⁻⁶
15.	Масса горелки, кг, не более	110
16.	Применяемость на котлах	ТВГМ-30 ПТВМ-30ММ ПТВМ-30ММС ПТВМ-50

Водогрейный котел типа: «ПТВМ-30М» ст. № 5, оснащен двумя вентиляторами дутьевыми типа: ВД-12 (один основной, один резервный), для подачи воздуха на горелки котла.

Технические характеристики вентилятора ВД-12 представлены в таблице № 3.

Характеристики вентилятора ВД-12

Таблица № 3

№	Наименование параметра	Величины показателей
1.	Вентилятор (рабочий)	ВД-12
2.	Производительность при максимальном КПД $\text{м}^3/\text{ч}$	30,1
3.	Производительность в рабочей зоне $\text{м}^3/\text{ч}$	6,3-39,4
4.	Полное давление при максимальном КПД Па	2172
5.	Полное давление в рабочей зоне Па	1820-2140
6.	Масса без двигателя кг	1220
7.	Масса с двигателем кг	1655
8.	Тип эл. двигателя	A2-91-8
9.	Мощность кВт	40
10.	Синхронная частота вращения об/мин	750
11.	Вентилятор (резервный)	ВД-12
12.	Производительность при максимальном КПД $\text{м}^3/\text{ч}$	34
13.	Производительность в рабочей зоне $\text{м}^3/\text{ч}$	8,5-34
14.	Полное давление при максимальном КПД Па	3840
15.	Полное давление в рабочей зоне Па	3286-3840
16.	Масса без двигателя кг	1220
17.	Масса с двигателем кг	1700
18.	Тип эл. двигателя	A2-91-6
19.	Мощность кВт	55
20.	Синхронная частота вращения об/мин	1000

Водогрейный котел типа: «ПТВМ-30М» ст. № 5, оснащен дымососом типа: ДН-13,5х2у, для удаления отработанных дымовых газов из топки котла.

Технические характеристики дымососа ДН-13,5х2у представлены в таблице № 4.

Характеристики дымососа ДН-13,5х2у

Таблица № 4

№	Наименование параметра	Величины показателей
1.	Дымосос	ДН-13,5х2у
2.	Производительность м ³ /ч	4500
3.	Полное давление Па	1770
4.	Масса без двигателя кг	1850
5.	Тип эл. двигателя	А03-3155-10
6.	Мощность кВт	55
7.	Синхронная частота вращения об/мин	590

В качестве коммерческого узла учёта природного газа на входе газопровода в котельную установлен измерительный комплекс «ИРВИС-РС4».

Технические характеристики измерительного комплекса «ИРВИС-РС4» представлены в таблице 5.

Характеристики измерительного комплекса «ИРВИС-РС4»

Таблица № 5

№	Наименование параметра	Величины показателей
1.	Измерительный комплекс	«ИРВИС-РС4»
2.	Измеряемая среда природный газ	ГОСТ 5542-87
3.	Расход минимальный м ³ /ч	50
4.	Расход максимальный м ³ /ч	28000
5.	Давление минимальное МПа	0,05
6.	Давление максимальное МПа	0,9
7.	Температура окружающей среды °С	-40...+40
8.	Температура измеряемой среды °С	-40...+60
9.	Влажность % не более при t=35 °С	95 ± 3
10.	Барометрическое давление кПа	84... 106,7
11.	Пределы допускаемой основной относительной погрешности: для $Q_{наим} \leq Q \leq 4Q_{наим}$ для $4Q_{наим} < Q \leq Q_{наиб}$	$\pm(0,5 + 2,5Q_{наим}/Q)\%$ $\pm 0,5\%$
12.	Средний срок службы лет	15
13.	Степень защиты IP	54

Циркуляцию сетевой воды через котел обеспечивают два сетевых насоса ЦН-400-1056 и один насос 1Д500-636-УХЛЗ.1

Технические характеристики сетевых насоса ЦН-400-1056 представлены в таблице 6.

Характеристики сетевых насоса ЦН-400-1056

Таблица № 6

№	Наименование параметра	Величины показателей
1.	Сетевой насос	ЦН-400-1056
2.	Подача м ³ /ч	360
3.	Напор м	83
4.	Перекачиваемая жидкость - вода °С	100
5.	Габаритные размеры:	
	длина мм	1570
	ширина мм	1155
	высота мм	988
6.	Масса кг	1320
7.	Марка электродвигателя	4АМН280S4У3
8.	Потребляемая мощность кВт	132
9.	Частота вращения об/мин	1500

Технические характеристики сетевого насоса 1Д500-636-УХЛЗ.1 представлены в таблице 7.

Характеристики сетевого насоса 1Д500-636-УХЛЗ.1

Таблица № 7

№	Наименование параметра	Величины показателей
1.	Сетевой насос	1Д500-636-УХЛЗ.1
2.	Подача м ³ /час	400
3.	Напор м	44
4.	Перекачиваемая жидкость - вода °С	95
5.	Масса кг	1580
6.	Габаритные размеры:	
	длина мм	2435
	ширина мм	900
	высота мм	1050
7.	Марка электродвигателя	АИР 250М4У2
8.	Мощность кВт	90
9.	Частота вращения об/мин	1470
10.	Ток А	161
11.	КПД %	94

Рециркуляцию сетевой воды через котел обеспечивают два рециркуляционных насоса НКУ-250

Технические характеристики рециркуляционных насосов НКУ-250 представлены в таблице 8.

Характеристики рециркуляционных насосов НКУ-250

Таблица № 8

№	Наименование параметра	Величины показателей
1.	Рециркуляционный насос	НКУ-250
2.	Подача м ³ /час	250
3.	Напор м	32
4.	Перекачиваемая жидкость - вода °С	255
5.	Масса кг	590
6.	Габаритные размеры:	
	длина мм	2140
	ширина мм	506
	высота мм	900
7.	Марка электродвигателя	АО-81-4
8.	Мощность кВт	40
9.	Частота вращения об/мин	1473

Подпитку тепловой сети обеспечивают два подпиточных насоса Кс-20-50
Технические характеристики подпиточных насосов Кс-20-50 представлены в таблице 9.

Характеристики рециркуляционных насосов НКУ-250

Таблица № 9

№	Наименование параметра	Величины показателей
1.	Подпиточный насос	Кс-20-50
2.	Подача м ³ /час	20
3.	Напор м	50
4.	Допускаемый кавитационный запас м	1,8
5.	Масса насоса кг	157
6.	Температура перекачиваемой жидкости °С до	160
7.	Марка электродвигателя	АИРМ2У3
8.	Мощность кВт	7,5
9.	Частота вращения об/мин	2895
10.	Давление на входе МПа	1
11.	КПД %	58

Управление работой дымососа и вентилятора (основного) осуществляется при помощи частотно регулируемых преобразователей VACON 0100-3L-0072-5-FLOW (дымосос) и VACON 0100-3L-0061-5-FLOW (вентилятор основной)

Технические характеристики частотно регулируемого преобразователя VACON 0100-3L-0072-5-FLOW представлены в таблице 10.

Характеристики ЧРП VACON 0100-3L-0075-5-FLOW

Таблица № 10

№	Наименование параметра	Величины показателей
1.	ЧРП VACON	0100-3L-0075-5-FLOW
2.	Непрерывный ток I_{Lout} при 40 °С (низкая перегрузка) [А]	72
3.	Мощность питания 400 В при 40 °С (низкая перегрузка) [кВт]	37
4.	Питание 480 В NEMA/NEC при 40 °С (низкая перегрузка) [л. с.]	50
5.	Непрерывный ток I_{Hout} при 50 °С (высокая перегрузка) [А]	61
6.	Мощность питания 400 В при 50 °С (высокая перегрузка) [кВт]	30
7.	Питание 480 В NEMA/NEC при 50 °С (высокая перегрузка) [л. с.]	40
8.	Макс. ток I_s (2 с) [А]	122
9.	Типо-размер корпуса	MR7

Технические характеристики частотно регулируемого преобразователя VACON 0100-3L-0061-5-FLOW представлены в таблице 11.

Характеристики ЧРП VACON 0100-3L-0061-5-FLOW

Таблица № 11

№	Наименование параметра	Величины показателей
1.	ЧРП VACON	0100-3L-0061-5-FLOW
2.	Непрерывный ток I_{Lout} при 40 °С (низкая перегрузка) [А]	61
3.	Мощность питания 400 В при 40 °С (низкая перегрузка) [кВт]	30
4.	Питание 480 В NEMA/NEC при 40 °С (низкая перегрузка) [л. с.]	40
5.	Непрерывный ток I_{Hout} при 50 °С (высокая перегрузка) [А]	46
6.	Мощность питания 400 В при 50 °С (высокая перегрузка) [кВт]	22
7.	Питание 480 В NEMA/NEC при 50 °С (высокая перегрузка) [л. с.]	30
8.	Макс. ток I_s (2 с) [А]	91
9.	Типо-размер корпуса	MR6

Автоматика управления котлом

Автоматика безопасности котла выполнена на базе ШУ (шкаф управления котлом).

Автоматика безопасности котла обеспечивает:

✓ Полуавтоматический розжиг горелок №3;6.

Контроль за следующими параметрами работы котла:

- а. Погасание факела горелок котла.
- б. Давление воды в котле больше допустимого.
- в. Давление воды в котле меньше допустимого.
- г. Расход воды через котел меньше допустимого.
- д. Температура воды на выходе из котла больше допустимого.
- е. Давление газа в коллекторе больше допустимого.
- ж. Давление газа в коллекторе меньше допустимого.
- з. Давление воздуха в коллекторе меньше допустимого.
- и. Разряжение в топке меньше допустимого.
- к. Температура уходящих газов больше допустимого.
- л. Отсутствие напряжения в цепях защит.
- м. Выдачу свето-звуковой сигнализации при срабатывании аварийных параметров.

Работа дымососа и основного вентилятора осуществляется в автоматическом режиме по уставке заданной оператором.

Регулирование нагрузки котла осуществляется в ручном режиме по температурному графику.

Уставки срабатывания автоматики безопасности приведены в таблице №12

Уставки срабатывания автоматики безопасности

Таблица № 12

№	Наименование параметра	Величины показателей
1.	Погасание факела горелок котла.	мгновенно
2.	Давление воды в котле больше допустимого кгс/см ² .	10
3.	Давление воды в котле меньше допустимого кгс/см ² .	4
4.	Расход воды через котел меньше допустимого т/ч.	250
5.	Температура воды на выходе из котла больше допустимого °С.	150
6.	Давление газа в коллекторе больше допустимого кгс/см ² .	0,5
7.	Давление газа в коллекторе меньше допустимого кгс/см ² .	0,2
8.	Давление воздуха в коллекторе меньше допустимого кПа.	0
9.	Разряжение в топке меньше допустимого Па.	0
10	Температура уходящих газов больше допустимого °С.	260
11	Отсутствие напряжения в цепях защит.	мгновенно

**ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ
И ВСПОМАГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

№	Наименование параметра	Тип прибора	шкала	Класс
1.	Давление газа после ГРУ	МПЗ-УУ2	0-6 кгс/см ²	1,5
2.	Давление газа на горелки №1;2;3	НМП-52-М2-У3	0-25 кПа	2,5
3.	Давление газа на горелки №4;5;6	НМП-52-М2-У3	0-25 кПа	2,5
4.	Давление воздуха на горелки №1;2;3	НМП-52	0-160 кгс/м ²	2,5
5.	Давление воздуха на горелки №4;5;6	НМП-52	0-160 кгс/м ²	2,5
6.	Расход газа	ИРВИС-РС4	50-28000 м ³ /ч	0,5
7.	Давление воздуха в общем коллекторе	АРС-01.1	0-10 кПа	2,5
8.	Разряжение в топке котла	АДР-0,25.3	-125-+125 Па	2,5
9.	Давление воды на входе в котел	ТЭКОН-19		
10.	Давление воды на выходе из котла	ТЭКОН-19		
11.	Температура воды на входе в котел	ТЭКОН-19		
12.	Температура на выходе из котла	ТЭКОН-19		
13.	Расход воды через котел	КСД-3	0-800 т/ч	1
14.	Температура воздуха на горение	Газоанализатор КМ-425		
15.	Температура уходящих газов после котла	Газоанализатор КМ-425		
16.	Состав ух. Газов	Газоанализатор КМ-425		
17.	Коэффициент изб. Воздуха	Газоанализатор КМ-425		

МЕТОДИКА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

Теплотехнические испытания производились по методике института «Промэнергогаз». Коэффициент полезного действия котла определялся по методу обратного теплового баланса; потери тепла по методике профессора Равича М.Б. Теплотехнические испытания проводились по программе согласованной с «Заказчиком». Во время испытаний управление котлом осуществлялось обслуживающим персоналом котельной под наблюдением представителей наладочной организации.

Методика расчётов

Все теплотехнические расчеты, связанные с определением тепловых потерь производились по упрощенной методике теплотехнических расчетов профессора М.Б. Равича. Согласно этой методике потери с уходящими газами определялись по формуле:

$$q_2 = 0,01(t_{yx} - t_{xb}) \times Z$$

где: t_{yx} - температура уходящих газов, °С

t_{xb} - температура воздуха, поступающего на горение, °С

Z = коэффициент из справочной таблицы

q_5 – потери тепла в окружающую среду пересчитывались по формуле:

$$q_5 = \frac{F \cdot q}{B_m \cdot Q_n^p}$$

где:

F – наружная поверхность охлаждения котла;

q - усреднённая потеря теплоты $1\text{ м}^2 = 350 \text{ ккал/м}^2$;

или по формуле:
$$q_5 = q_5^1 \frac{D_k^{ном}}{D_k^{фак}}$$

где, q_5 - фактическая величина потерь в окружающую среду;

q_5^1 - величина потерь в окружающую среду при номинальной производительности;

$D_k^{ном}$ - номинальная производительность котла;

$D_k^{фак}$ - фактическая производительность котла.

Коэффициент избытка воздуха подсчитывается по формуле:

$$\alpha = \frac{CO_2 \text{ max}}{CO_2}, \text{ где } CO_2 \text{ max для газа} = 11,8 \quad CO_2 - \text{результат замера.}$$

Потери тепла от химической неполноты сгорания определялись по формуле:

$$q_3 = \frac{(30,2 \times \text{CO} + 25,8 \times \text{H}_2) \times h}{P},$$

где: $P=975$ ккал/м³ для жидкого топлива, 1000 – для природного газа.

Коэффициент полезного действия котла “брутто” определялся по формуле:

$$\eta_{\text{к}}^{\text{бр}} = 100 - q_2 - q_3 - q_5, \%$$

Удельный расход топлива на выработку 1 Гкал тепла:

$$B = \frac{10^6}{Q_{\text{н}}^p \times \eta_{\text{к}}^{\text{бр}}}, \text{ кг/ч}$$

Удельный расход условного топлива на отпущенную 1 Гкал:

$$B_{\text{у}} = \frac{10^6}{7000 \times \eta_{\text{к}}^{\text{нг}}}, \text{ кг у.т./Гкал}$$

$\eta_{\text{к}}^{\text{нг}}$ - коэффициент полезного действия котельной

$$\eta_{\text{к}}^{\text{нг}} = \eta_{\text{к}}^{\text{бр}} - q_{\text{с.н.}}$$

$q_{\text{с.н.}}$ - расход тепла на нужды котла.

Теплопроизводительность котла определялась по формуле:

$$Q_{\text{к}}^{\phi} = B_{\text{т}} \cdot \eta_{\text{к}}^{\text{бр}} \cdot Q_{\text{н}}^p \cdot 10^{-6}$$

Где: $B_{\text{т}}$ расход топлива кг/ч

$Q_{\text{н}}^p$ удельная теплота сгорания топлива ккал/кг

$\eta_{\text{к}}^{\text{бр}}$ КПД котла брутто %

ЛИТЕРАТУРА

1. ФНП в области промышленной безопасности "Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления.
2. ФНП в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением.
3. А.С.Иссерлин, Р.И.Эстеркин, М.И.Певзнер. «Теплотехнические измерения при сжигании газового и жидкого топлива. (Справочное руководство). Недра.1981г.
4. В.Н.Трембовля, Е.Д.Фигнер, А.А.Авдеева. «Теплотехнические испытания». Энергоатомиздат.1991г.
5. М.В.Равич «Упрощенная методика теплотехнических расчётов» 1958г.
6. «Методика испытаний котельных установок». Энергия. 1964г.
7. Справочник по эксплуатации газовых котельных, под редакцией Е.Б.Столпнера. Недра. 1976г.
8. В.И.Янкелевич. Наладка газомазутных промышленных котельных. М.,Энергоатомиздат,1988г.

Результаты испытаний

Режимно-наладочные испытания проводились на трех нагрузках при работе котла на двух горелках и на трех нагрузках при работе котла на четырех горелках. Режимно-наладочные испытания при работе котла на шести горелках не производились по желанию заказчика, так как, схема работы котла на шести горелках не используется в связи с избыточной тепловой мощностью.

Результаты режимно-наладочных испытаний приведены в сводной ведомости, на ее основе составлена режимная карта работы котла.

В результате испытаний, за счёт подбора оптимального соотношения газ/воздух были максимально снижены потери тепла с уходящими газами.

Потери тепла в окружающую среду связаны с наружным охлаждением элементов котла и зависят от размеров, толщины и качества обмуровки, степени экранирования топки, температуры наружных поверхностей нагрева.

Потери от химического недожога, возникающие из-за недостатка воздуха или плохом смешивании топлива с воздухом в процессе наладки сводились к нулю.

Автоматика обеспечивает безопасную эксплуатацию котла, отключая газ и переводя котёл в режим вентиляции во всех предусмотренных случаях.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Режимно-наладочные испытания проводились на водогрейном котле типа: «ПТВМ-30М» ст. № 5, с шестью горелками типа «МГМГ-6» работающими на природном газе, установленном в котельной, ООО «Ресурсэнерго», на территории завода АО «Стройдормаш», по адресу: Свердловская обл., г. Алапаевск, ул. Серова, 1.

В диапазоне взятых нагрузок котел «ПТВМ-30М» ст. № 5 работает устойчиво и экономично, обеспечивая полное сгорание топлива.

В целях повышения экономичности и надёжности работы котла необходимо:

1. Режим работы котла вести в строгом соответствии с режимной картой.
2. Следить за плотностью обмуровки котла и газоходов, в целях снижения потерь тепла с уходящими газами.
3. Существуют значительные присосы воздуха через обмуровку котла и неработающие горелки, что влечет за собой увеличение коэффициента избытка воздуха в уходящих газах.
4. Приборы, показывающие давление газа и давление воздуха на горелки имеют шкалу в слишком большом диапазоне измерений (0-25кПа газ; 0-160 кгс/м² воздух), что приводит к менее точному подбору соотношения газ/воздух на горелку, для устранения этого недостатка рекомендуем установить приборы с диапазоном измерений 0-10 кПа газ; 0-1 кПа воздух.
5. Следить за состоянием внутренних и наружных поверхностей нагрева и при необходимости производить их очистку.

"УТВЕРЖДАЮ"
 Главный инженер
 ООО "Ресурсэнерго"
 Николаев А.Ю.
 " " " 2019 г.

Режимная карта водогрейного котла типа
 водогрейного котла "ПТВМ-30" ст. №5
 установленного по адресу: Свердловская область, г. Алапаевск, ул. Серова 1, котельная ООО "Ресурсэнерго"

№№ п/п	Наименование параметра	Условное обозначение	Размерность	% НАГРУЗКИ ОТ НОМИНАЛЬНОЙ			
				3	4	5	6
1. Топливо - Природный газ							
1	Давление природного газа после ГРУ	$P_{г.гру}$	кгс/см ²	0,39	0,39	0,39	0,38
	Давление газа перед горелкой № 1	$P_{г.гор1}$	кПа	-	-	3,0	5,0
	Давление газа перед горелкой № 3	$P_{г.гор3}$	кПа	5,0	8,0	3,0	5,0
2	Давление газа перед горелкой № 4	$P_{г.гор4}$	кПа	-	-	3,0	5,0
3	Давление газа перед горелкой № 6	$P_{г.гор6}$	кПа	5,0	8,0	3,0	5,0
4	Расход природного газа приведенный	$V_{пр.г}$	нм ³ /час	1300,0	1620,0	1980,0	2460,0
2. Вода							
1	Давление воды на выходе из котла	P''	МПа	0,58-0,65			
2	Температура воды на входе в котел	t'	°С	70-95			
3	Температура воды на выходе из котла	t''	°С	107-127			
4	Теплопроизводительность котла	$Q_{к.ф}$	Гкал/час	9,5	11,8	14,5	18,0
3. Воздух							
1	Давление воздуха в общем коллекторе	$P_{в.обл.кол}$	кПа	0,16	0,20	0,16	0,30
	Давление воздуха перед горелкой № 1	$P_{в.гор1}$	кг/м ²	-	-	16	30
	Давление воздуха перед горелкой № 3	$P_{в.гор3}$	кг/м ²	16	20	16	30
2	Давление воздуха перед горелкой № 4	$P_{в.гор4}$	кг/м ²	-	-	16	30
3	Давление воздуха перед горелкой № 6	$P_{в.гор6}$	кг/м ²	16	20	16	30
4. Дымовые газы							
1	Разрежение в топке котла	St	Па	30-40			
2	Температура уходящих газов после котла	$t_{гк}$	°С	115,0	121,0	127,0	131,0
3	Состав дымовых газов:						
	углекислота	CO ₂	%	6,5	7,9	7,7	8,3
	кислород	O ₂	%	9,5	7,1	7,5	6,3
	окись углерода	CO	ppm	40,0	116,0	130,0	23,0
4	Коэффициент избытка воздуха	α		1,82	1,50	1,54	1,43
5. Технико-экономические показатели							
1	КПД brutto	η	%	90,7	91,2	91,8	91,0
2	Удельный расход натурального топлива на 1 Гкал	$B_{нт}$	кг/Гкал	138,2	137,4	136,5	137,6
3	Удельный расход условного топлива на 1 Гкал	$B_{ут}$	кг у.т./Гкал	157,5	156,6	155,6	156,9



Режимная карта действительна до "31" января 2022 г.

Режимная карта разработана "31" января 2019 г.

Режимную карту разработал:

Инженер-наладчик ООО "УралЭнергоНамадка"

А.А. Ридных

Таблица 1

**СВОДНАЯ ТАБЛИЦА РЕЗУЛЬТАТОВ РЕЖИМО-НАЛАДОЧНЫХ РАБОТ
ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА «ПТВМ-30» ст. №5 ПРИ РАБОТЕ НА ДВУХ ГОРЕЛКАХ**

№№ п/п	Наименование параметра	Условное обозначение	Размерность	Способ определения	% НАГРУЗКИ ОТ НОМИНАЛЬНОЙ	
					6	7
1	2	3	4	5	6	7
1. Топливо - природный газ						
1	Низшая теплота сгорания природного газа	$Q_{п}^p$	ккал/м ³	Данные паспота	8090,0	8090,0
2	Плотность газа в нормальных условиях	ρ	кгс/м ³	Данные паспота	0,688	0,688
3	Жаропроизводительность газа	$t_{макс}$	°С	Таблица	2040,0	2040,0
4	Максимальное содержание CO ₂ сухих продуктов горения	CO ₂ ^{max}	%	Таблица	11,8	11,8
5	Число работающих горелок	n	шт.		2	2
6	Температура природного газа	$t_{г}$	°С	Показания прибора	-9,5	-7,2
7	Давление природного газа после ГРУ	$P_{ГРУ}$	кгс/см ²	Показания прибора	0,39	0,39
8	Давление газа перед горелкой № 3	$P_{Г}^{гор3}$	кПа	Показания прибора	5,0	8,0
9	Давление газа перед горелкой № 6	$P_{Г}^{гор6}$	кПа	Показания прибора	5,0	8,0
10	Расход природного газа приведённый	$V_{Г}^{пр}$	нм ³ /час	$V_{Г-р}$	1300,0	1620,0
2. Теплоноситель - вода						
1	Давление воды на выходе из котла	$P_{//}$	МПа	Показание прибора	0,58-0,65	
2	Температура воды на входе в котёл	$t_{/}$	°С	Показание прибора	70-95	
3	Температура воды на выходе из котла	$t_{//}$	°С	Показание прибора	107-127	
4	Расход воды через котел	$G_{в}$	т/час	Показание прибора	350,0	350,0
5	Теплопроизводительность котла	$Q_{к-ф}$	Гкал/час	$V_{т-р} Q_{рпк}$	9,5	11,8
3. Воздух						
1	Температура воздуха перед горелкой	$t_{х,воз}$	°С	Показание прибора	18,6	18,7
2	Давление воздуха в общем коллекторе	$P_{в}^{общ колл}$	кПа	Показание прибора	0,2	0,2
3	Давление воздуха перед горелкой № 3	$P_{в}^{гор3}$	кгс/м ²	Показание прибора	16,0	20,0
4	Давление воздуха перед горелкой № 6	$P_{в}^{гор6}$	кгс/м ²	Показание прибора	16,0	20,0
4. Дымовые газы						
1	Разрежение в топке котла	$S_{т}$	Па	Показание прибора	30-40	

2	Температура уходящих газов после котла	t_{yx}	°C	Показания прибора	115,0	121,0
3	Состав дымовых газов после котла:					
4	углекислота	CO ₂	%	Показание прибора	6,5	7,9
5	кислород	O ₂	%	Показание прибора	9,5	7,1
6	окись углерода	CO	ppm	Показание прибора	40,0	116,0
7	Коэффициент избытка воздуха			(21-0,1*O ₂)/(21-O ₂)	1,82	1,50
5. Тепловой баланс и технико-экономические показатели						
1	Потери тепла с уходящими газами	q ₂	%	0,01(t _{yx} -t _b)z	5,4	5,7
2	Расчетные величины	Z		Таблица	5,6	5,6
3	Потери тепла от химического недожога	q ₃	%	3,2*CO*a	0,0	0,1
4	Усреднённые потери в окружающую среду	q	ккал/м ²	Справочно, таблица	450,0	450,0
5	Потери тепла в окружающую среду	q ₅	%	F x q/(B _г x Q _{нр}) x 100	1,2	1,0
6	Площадь поверхности котла	F	м ²	Справочно, таблица	285,0	285,0
7	Сумма потерь тепла	Sq	%	q ₂ +q ₃ +q ₅	6,6	6,7
8	КПД brutto	h ^{бр} _к	%	100-Sq	93,4	93,3
9	Удельный расход натурального топлива на 1 Гкал	B _{нт}	нмЗ/Гкал	B _г /Q _{к. Ф}	136,8	137,3
10	Удельный расход условного топлива на 1 Гкал	B _{ут}	кг у.т./Гкал	B _{нт} Q _{нр} /7000	158,2	158,7

Сводную ведомость составил:
Инженер-наладчик ООО «УралЭнергоНаладка»

А.В. Козицын



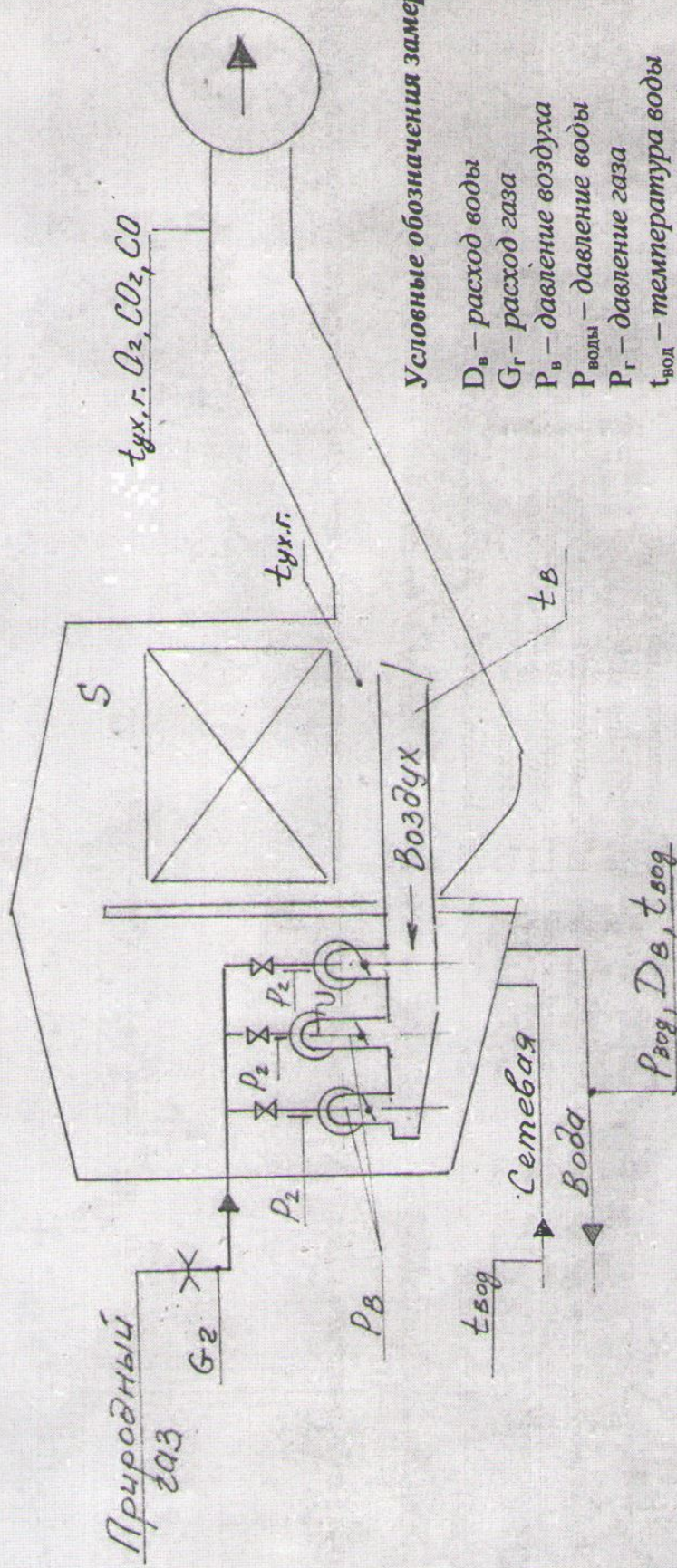
**СВОДНАЯ ТАБЛИЦА РЕЗУЛЬТАТОВ РЕЖИМО-НАЛАДОЧНЫХ РАБОТ
ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА «ПТВМ-30» ст. №5 ПРИ РАБОТЕ НА ЧЕТЫРЕХ ГОРЕЛКАХ**

№.№ п/п	Наименование параметра	Условное обозначение	Размерность	Способ определения	% НАГРУЗКИ ОТ НОМИНАЛЬНОЙ	
					4	5
1	2	3	4	5	6	7
1. Топливо - природный газ						
1	Низшая теплота сгорания природного газа	Q_p^H	ккал/м ³	Данные паспота	8090,0	8090,0
2	Плотность газа в нормальных условиях	ρ	кгс/м ³	Данные паспота	0,688	0,688
3	Жаропроизводительность газа	$t_{\text{макс}}$	°С	Таблица	2040,0	2040,0
4	Максимальное содержание СО2 сухих продуктов горения	CO_2^{max}	%	Таблица	11,8	11,8
5	Число работающих горелок	n	шт.		4	4
6	Температура природного газа	t_r	°С	Показания прибора	-6,5	-6,2
7	Давление природного газа после ГРУ	$P_{Г \text{гру}}$	кгс/см ²	Показания прибора	0,39	0,39
8	Давление газа перед горелкой № 3	$P_{Г \text{гор}3}$	кПа	Показания прибора	3,0	5,0
9	Давление газа перед горелкой № 6	$P_{Г \text{гор}6}$	кПа	Показания прибора	3,0	5,0
10	Давление газа перед горелкой № 1	$P_{Г \text{гор}1}$	кПа	Показания прибора	3,0	5,0
11	Давление газа перед горелкой № 4	$P_{Г \text{гор}4}$	кПа	Показания прибора	3,0	5,0
12	Расход природного газа приведённый	$V_{пр \Gamma}$	нм ³ /час	$V_{\Gamma \rho}$	1980,0	2460,0
2. Теплоноситель - вода						
1	Давление воды на выходе из котла	$P_{//}$	МПа	Показание прибора	0,58-0,65	
2	Температура воды на входе в котёл	$t_{/}$	°С	Показание прибора	70-95	
3	Температура воды на выходе из котла	$t_{//}$	°С	Показание прибора	107-127	
4	Теплопроизводительность котла	$Q_{к. \phi}$	Гкал/час	$V_{\Gamma} Q_{пр \Gamma к}$	14,5	18,0
3. Воздух						
1	Температура воздуха перед горелкой	$t_{x \text{воз}}$	°С	Показание прибора	18,6	18,7
2	Давление воздуха в общем коллекторе	$P_{В \text{обш кол}}$	кПа	Показание прибора	0,16	0,30
3	Давление воздуха перед горелкой № 3	$P_{В \text{гор}3}$	кгс/м ²	Показание прибора	16,0	30,0
4	Давление воздуха перед горелкой № 6	$P_{В \text{гор}6}$	кгс/м ²	Показание прибора	16,0	30,0
5	Давление воздуха перед горелкой № 1	$P_{В \text{гор}1}$	кгс/м ²	Показание прибора	16,0	30,0
6	Давление воздуха перед горелкой № 4	$P_{В \text{гор}4}$	кгс/м ²	Показание прибора	16,0	30,0
4. Дымовые газы						
1	Разрежение в топке котла	St	Па	Показание прибора	30-40	

2	Температура уходящих газов после котла	t_{yx}	°C	Показания прибора	127,0	131,0
3	Состав дымовых газов после котла:					
4	углекислота	CO ₂	%	Показание прибора	7,7	8,3
5	кислород	O ₂	%	Показание прибора	7,5	6,3
6	окись углерода	CO	ppm	Показание прибора	130,0	23,0
7	Коэффициент избытка воздуха			$(21-0,1 \cdot O_2)/(21-O_2)$	1,54	1,43
5. Тепловой баланс и технико-экономические показатели						
1	Потери тепла с уходящими газами	q ₂	%	$0,01(t_{yx}-t_b)z$	7,2	6,9
2	Расчетные величины	Z		Таблица	5,0	4,6
3	Потери тепла от химического недожога	q ₃	%	$3,2 \cdot CO \cdot a$	0,1	0,0
4	Усреднённые потери в окружающую среду	q	ккал/м ²	Справочно, таблица	450,0	450,0
5	Потери тепла в окружающую среду	q ₅	%	$F \times q / (B_T \times Q_{нр}) \times 100$	0,8	0,6
6	Площадь нагрева котла	F	м ²	Справочно, таблица	285,0	285,0
7	Сумма потерь тепла	Sq	%	$q_2 + q_3 + q_5$	8,1	7,6
8	КПД брутто	$\eta_{бр}$	%	100-Sq	91,9	92,4
9	Удельный расход натурального топлива на 1 Гкал	B _{нт}	нмЗ/Гкал	B _{нт} /Q _{к. Ф}	136,6	136,7
10	Удельный расход условного топлива на 1 Гкал	B _{ут}	кг у.т./Гкал	B_{нт} Q_п^р/7000	157,8	157,9

Сводную ведомость составил:
Инженер-наладчик ООО «УралЭнергоНаладка»

 А.В. Козицын

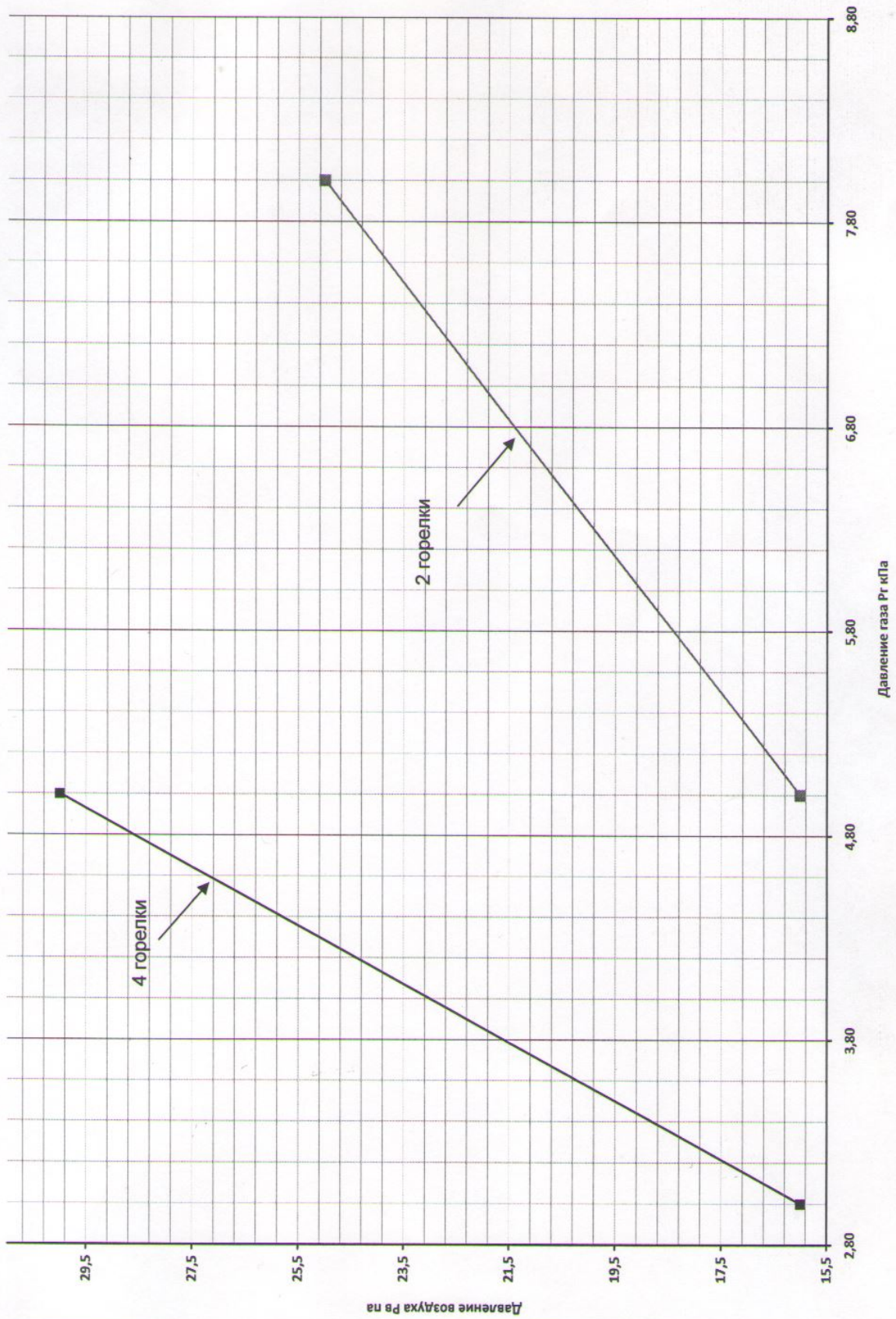


Условные обозначения замеров

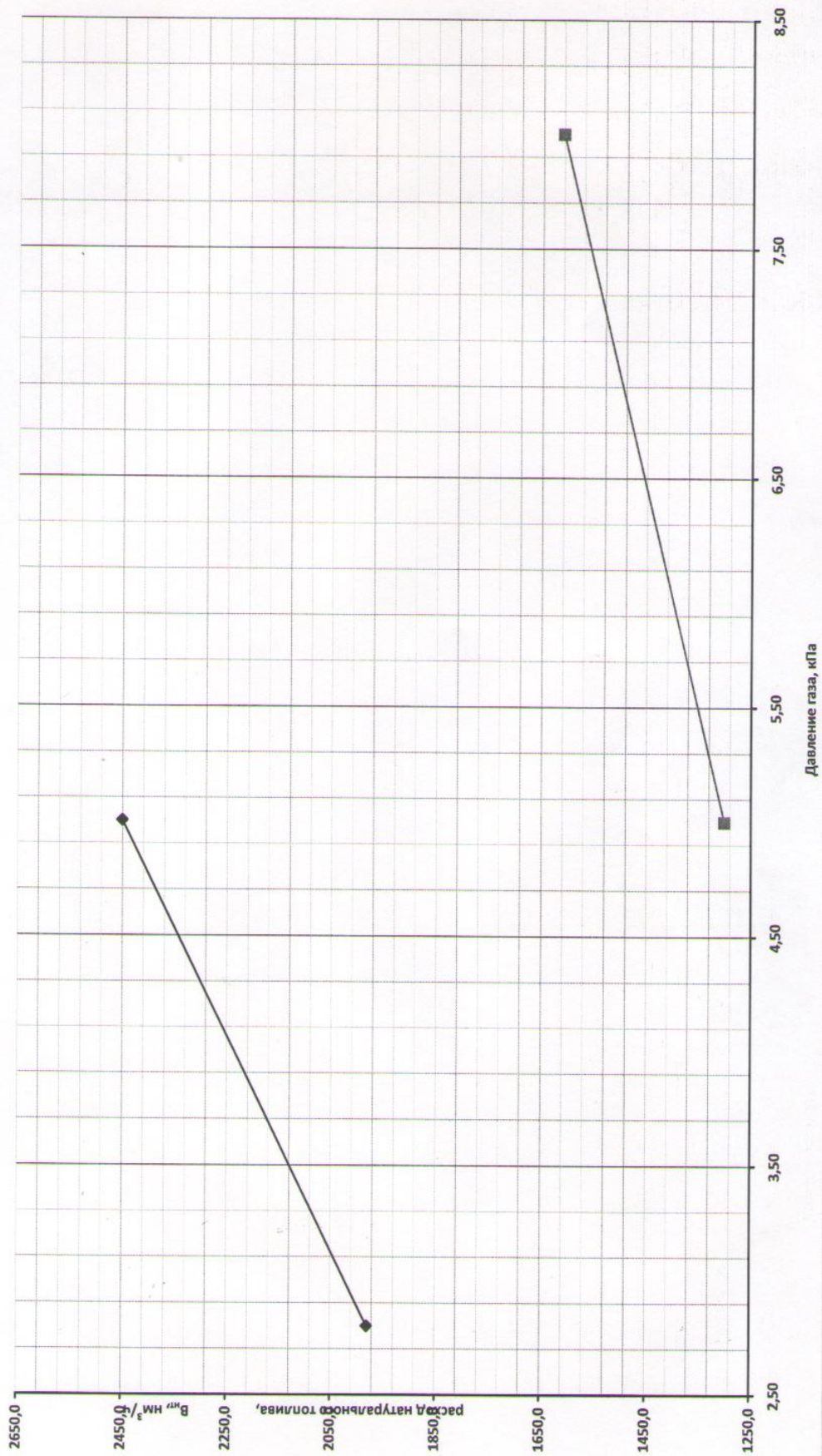
- D_v – расход воды
- G_r – расход газа
- P_v – давление воздуха
- $P_{вод}$ – давление воды
- P_r – давление газа
- $t_{вод}$ – температура воды
- t_v – температура воздуха
- $t_{ух.г.}$ – температура уходящих газов
- O_2, CO_2, CO – содержание O_2, CO_2, CO в уходящих газах

Рис.1 Схема измерений

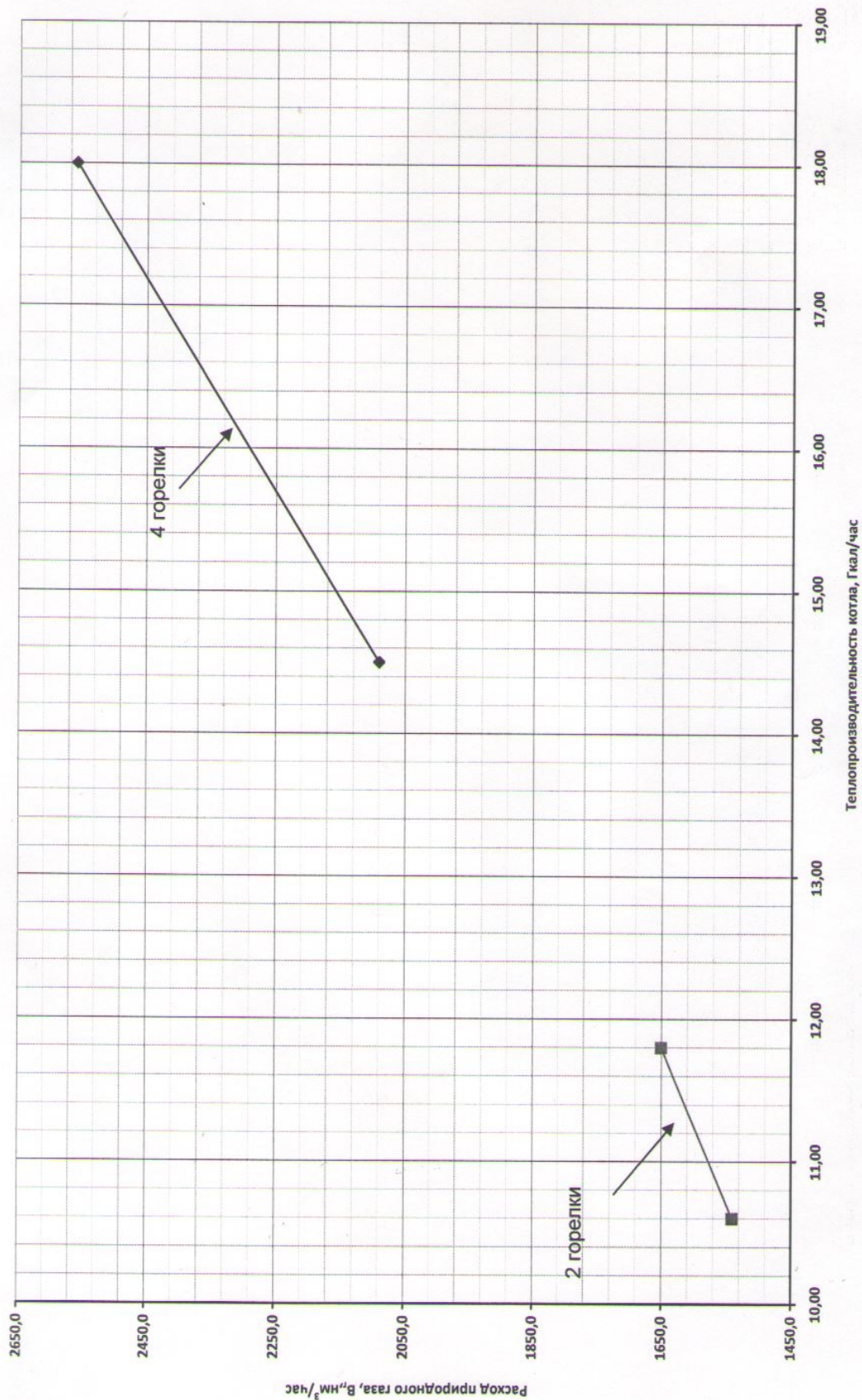
Зависимость давления воздуха на горелку, Р в, от давления газа на горелку, Р г

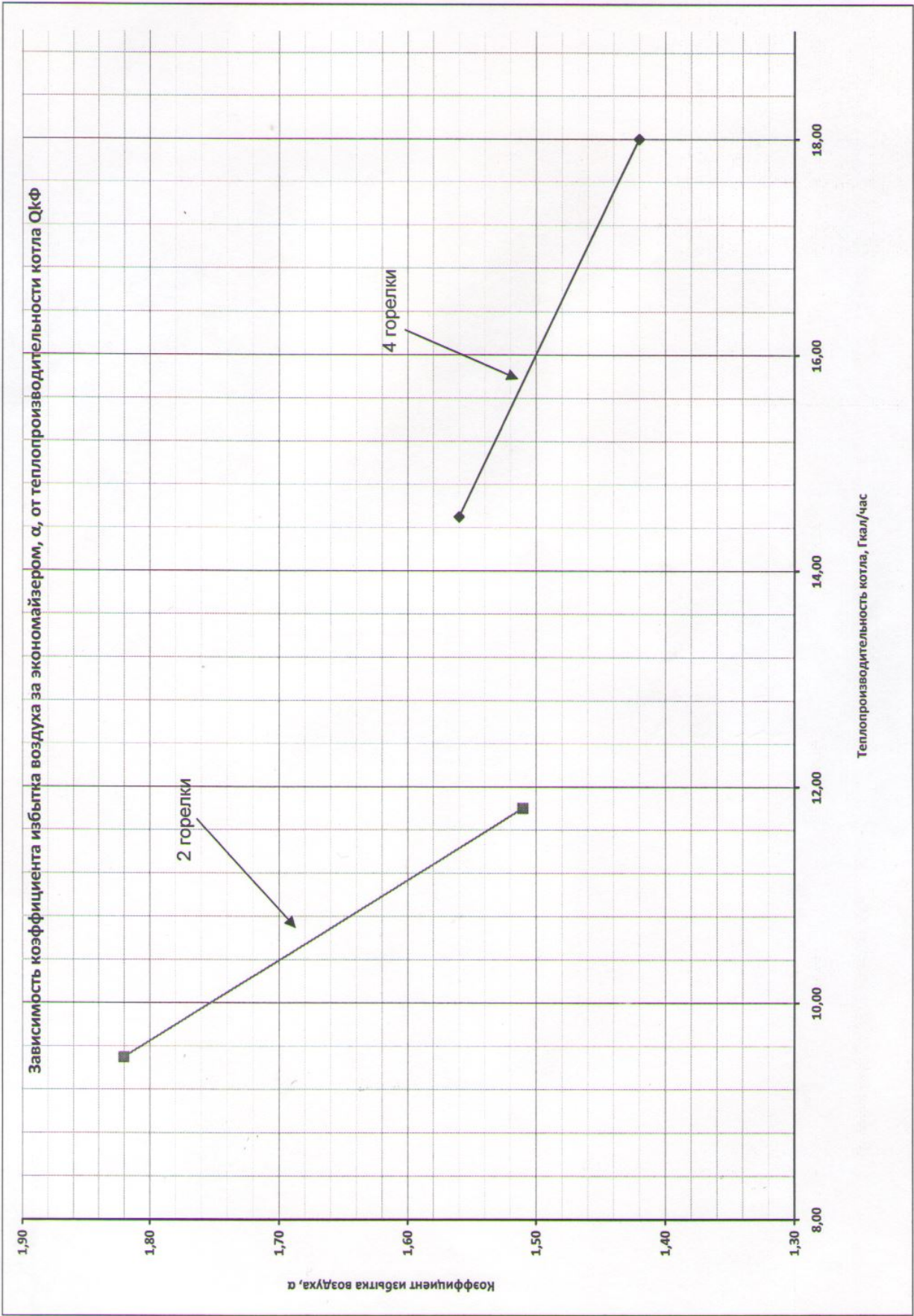


Зависимость расхода натурального топлива, $V_{нгр}$, от давления природного газа на горелку $P_{газ}$

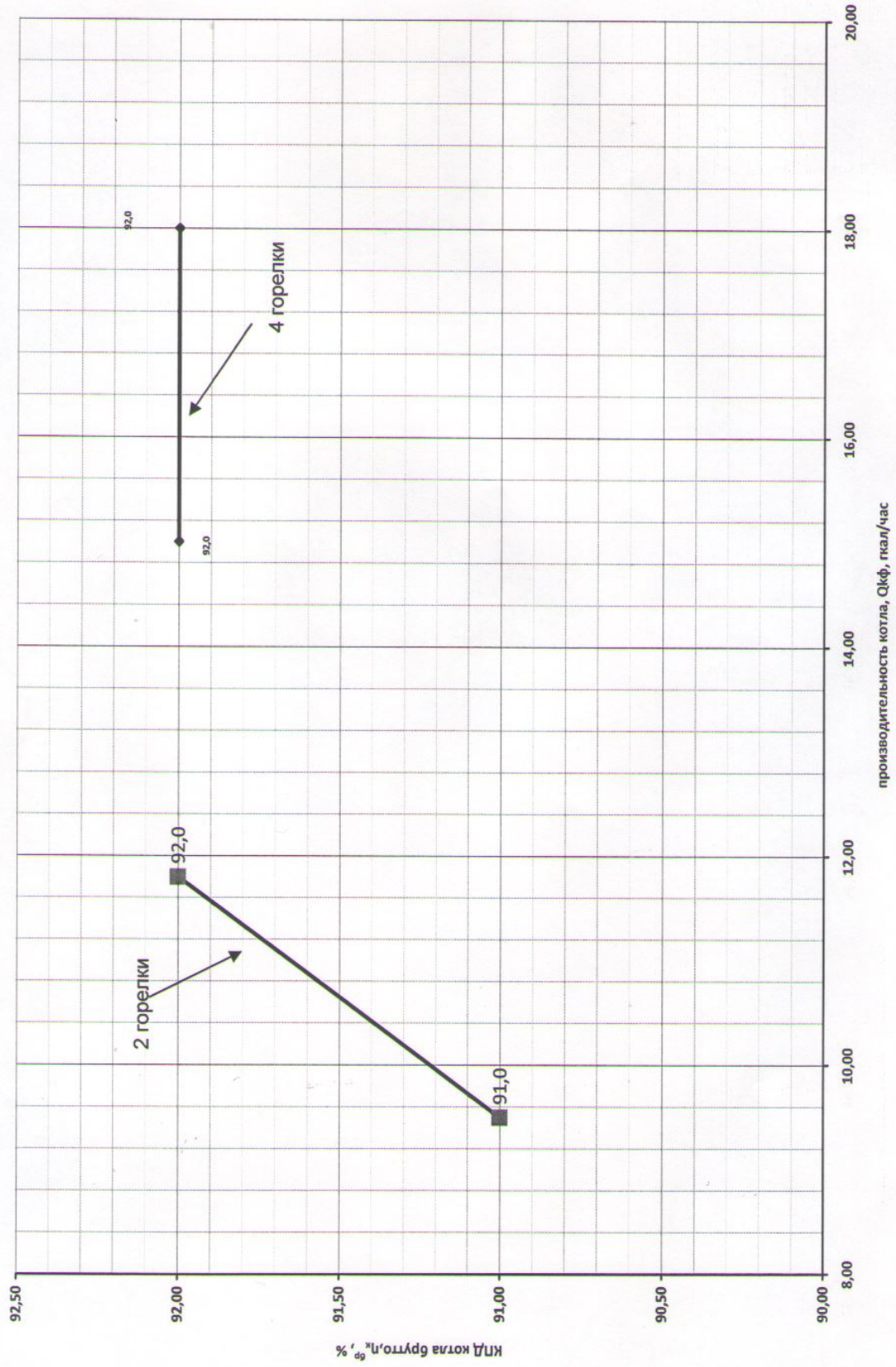


Зависимость расхода природного газа, V_p , от Теплопроизводительности котла





Зависимость КПД котла брутто, $\eta_{к}^{бр}$, от теплопроизводительности котла $Q_{кф}$



Утверждаю:
Главный инженер
ООО «Ресурсэнерго»
А.Ю. Николаев
«1» февраля 2019 г.

АКТ
окончания режимно-наладочных испытаний водогрейного котла типа ПТВМ-30М ст. №5
установленного в помещении котельной ООО «Ресурсэнерго» на территории завода ОА
«Стройдормаш», по адресу: Свердловская обл., г. Алапаевск, ул. Серова, 1.

«1» февраля 2019 г.

Приемочная комиссия в составе:

Представитель заказчика: г. инженер Николай А.Ю.

Производитель работ: А.В. Козицын. Инженер-наладчик ООО «УралЭнергоНаладка»
А.В. Ридных Инженер-наладчик ООО «УралЭнергоНаладка»

Составили настоящий акт о том, что бригадой ООО «УралЭнергоНаладка» проведены режимно-наладочные испытания водогрейного котла типа ПТВМ-30М с шестью горелками типа «МГМГ-6» при работе на природном газе, в помещении котельной, на территории завода ОА «Стройдормаш», по адресу: Свердловская обл., г. Алапаевск, ул. Серова, 1.

Испытания проведены на 2-х нагрузках (большое и малое горение) работы котла, по окончании работ Заказчику выдана: режимная карта работы котла.

Представитель заказчика:

А.Ю. Николаев

Производитель работ:



/А.В. Козицын /

А.В. Ридных /