

ООО «Устюггазсервис»

СРО №4880 от 22 ноября 2012г.

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

по пусконаладочным работам водогрейной котельной 3.24МВт
по адресу: Архангельская область, Плесецкий район, п. Плесецк,
на территории Плесецкого лесозавода

Исполнительный директор
ООО «Устюггазсервис» _____ Григоруца Ю.А.

Ответственные исполнители:

Ответственный за пуско-наладочные работы
Инженер АСУ ООО «Устюггазсервис» _____ Шугаев С.В.

Инженер энергетик _____ Бельцын Д.С.

Аппаратчик ХВО _____ Майоров В.В.

п.Плесецк, 2017 г.

Содержание

Введение	4
1. Краткое описание котельной	5
2. Состав и краткая техническая характеристика основного оборудование котельной 8	
3. ПНР котлов №1 и №2 Polykraft Duotherm 750 кВт	14
Методика проведения режимноналадочных и балансовых испытаний.....	14
Расстановка приборов на котлах №1 и №2 Duotherm 750 кВт.....	17
Схема размещения точек замеров на котлах №1 и №2 Duotherm 750 кВт.....	18
Результаты работы.	19
4. ПНР котла №3 Uniconfort Global 150	20
Методика проведения режимноналадочных и балансовых испытаний.....	20
Результаты работы.	21
5. ПНР оборудования установки химической обработки воды	23
Технологическая схема установки химической обработки воды.....	23
Описание оборудования установки химической обработки воды.....	24
Перечень работ.....	26
Результаты опытов.....	27
Нормы качества подпиточной, сетевой и котловой воды для водогрейных котлов с температурой нагрева менее 115°С.....	29
Расчет основных параметров водоподготовительного оборудования котельной.....	30
6. Выводы и рекомендации	34
7. Литература	36

Приложения

1. Копия свидетельства СРО
2. Копия поверки газоанализатора
3. Копии удостоверений специалистов
4. Методика проведения пусконаладочных работ и режимноналадочных испытаний
5. Программа пуско-наладочных работ газовой части
6. Программа пуско-наладочных работ твердотопливной части
7. Акт осмотра электроустановок №56-3372/АО от 15.08.2016г. (Ростехнадзор)
8. Разрешение на допуск в эксплуатацию электроустановки № 56-3613/РД от 15.08.2016г. (Ростехнадзор)
9. Акт осмотра котельной №56-3371/АО от 15.08.2016г. (Ростехнадзор)
10. Разрешение на допуск в эксплуатацию. Электроустановки №56-3613/РД от 15.08.2016г. (Ростехнадзор)
11. Акт осмотра электроустановок №56-6001/АО от 13.12.2016г. (Ростехнадзор)
12. Разрешение на допуск в эксплуатацию электроустановки №56-6347/РД от 13.12.2016г.
13. Акт осмотра котельной №56-6000/АО от 13.12.2016г. (Ростехнадзор)
14. Разрешение на допуск в эксплуатацию энергоустановки №56-6346/РД от 13.12.2016г. (Ростехнадзор)
15. Акт осмотра электроустановок №56-1592/АО от 18.04.2017г. (Ростехнадзор)
16. Разрешение на допуск в эксплуатацию электроустановки №56-1681/РД от 18.04.2017г. (Ростехнадзор)
17. Акт осмотра котельной №56-1591/АО от 18.04.2017г. (Ростехнадзор)
18. Разрешение на допуск в эксплуатацию энергоустановки №56-1680/РД от 18.04.2017г. (Ростехнадзор)
19. Акт осмотра электроустановок №56-3360/АО от 01.08.2017г. (Ростехнадзор)
20. Разрешение на допуск в эксплуатацию электроустановки №56-3560/РД от 01.08.2017г. (Ростехнадзор)
21. Акт осмотра котельной №56-3370/АО от 01.08.2017г. (Ростехнадзор)
22. Сводная ведомость результатов испытаний котла №1
23. Режимная карта работы котла №1
24. Сводная ведомость результатов испытаний котла №2
25. Режимная карта работы котла №2
26. Сводная ведомость результатов испытаний котла №3
27. Режимная карта работы котла №3
28. Режимная карта работы котла №2.
29. Режимная карта по эксплуатации установки натрий-катионных фильтров STF 1865-9500
30. Режимная карта водно-химического режима котла №1
31. Режимная карта водно-химического режима котла №2
32. Режимная карта водно-химического режима котла №3
33. Карта технологических защит и аварийной сигнализации газовая часть
34. Карта технологических защит и аварийной сигнализации твердотопливная часть
35. Инструкция по включению тепломеханического и газового оборудования газового модуля
36. Инструкция по проверке автоматики безопасности газового модуля
37. Инструкция по первичной растопке твердотопливного котла
38. Инструкция по эксплуатации и обслуживанию водоподготовительной установки
39. Акт испытания оборудования в холостую и под нагрузкой газовая часть
40. Акт комплексного опробования котлоагрегата №1 газовая часть
41. Акт комплексного опробования котлоагрегата №2 газовая часть

42. Акт комплексного опробования газораспределительного оборудования газовая часть
43. Акт комплексного опробования вспомогательного оборудования газовая часть
44. Акт комплексного опробования ХВО газовая часть
45. Акт проверки автоматики безопасности газовая часть
46. Акт об окончании пуско-наладочных работ газовой частью
47. Акт испытания оборудования в холостую и под нагрузкой твердотопливная часть
48. Акт комплексного опробования котлоагрегата №3 твердотопливная часть
49. Акт комплексного опробования общекотельного оборудования твердотопливная часть
50. Акт проверки автоматики безопасности твердотопливная часть
51. Акт об окончании пуско-наладочных работ твердотопливная часть

Введение

В настоящем техническом отчете приведены результаты пусконаладочных работ (ПНР) котельной мощностью 3.24 МВт с сетями инженерно-технического обеспечения (ИТО), расположенной по адресу Архангельская обл., Плесецкий р-н, п. Плесецк, территория Плесецкого лесозавода.

Работы проводились по договору № 1С/216 от 01 июля 2016 г. в период с июля 2016г. по декабрь 2017г. специалистами ООО «Устюггазсервис»:

Ответственный за ПНР инженер АСУ Шугаев С.В.;

Инженер энергетик Бельцын Д.С.;

Аппаратчик ХВО Майоров В.В.

Слесарь по эксплуатации и ремонту газового оборудования Молодцов И.С.

За время проведения ПНР была произведена наладка оборудования установки химической обработки воды, были определены оптимальные режимы работы котлов в рабочем диапазоне регулирования их тепло производительности, определены условия обеспечения надежной и плавной регулировки тепловой нагрузки котлов, выявлены возможные неполадки и методы их устранения.

В отчете изложена программа и методика режимноналадочных работ, отвечающих нормативным документам, действующих в настоящее время.

По результатам режимноналадочных испытаний составлены режимные карты, графики, согласованные и утвержденные «Заказчиком».

Выданы рекомендации по повышению устойчивости и экономичности работы котлов, а также по рациональному использованию топлива.

1. Краткое описание котельной

Котельная 3.24 МВт предназначена для покрытия тепловых нагрузок отопления зданий административно-хозяйственного назначения и жилого фонда микрорайона Лесозавод, п. Плесецк, Архангельской области. Здание котельной одноэтажное, сложной конфигурации, состоит из двух примыкающих друг к другу частей: газовая часть и твердотопливная часть.

Газовая часть представляет собой блочно-модульную газовую котельную с помещением дизельной генераторной установки. В газовой котельной смонтированы два водогрейных котла на газовом топливе Polykraft Duotherm мощностью 750 кВт каждый с горелками IBSM 200 MG. Для интенсификации процессов теплообмена в дымогарные трубы котлов вставлены турбулизаторы. Каждый котел укомплектован предохранительным клапаном для защиты котла от превышения допустимого избыточного давления воды, датчиком температуры воды на выходе из котла, устройством ограничения минимального/максимального давления газа, смотровым стеклом.

Отвод продуктов сгорания от котлов осуществляется с помощью дымовой трубы, диаметром 426 мм, высотой 21 м. Несущей конструкцией трубы является металлическая ферма, стоящая на отдельном фундаменте. Дымовая труба имеет теплоизоляцию и внешнюю оболочку из окрашенной оцинкованной стали.

Газоснабжение котельной осуществляется от внешнего шкафного газорегуляторного пункта среднего давления. На вводе газопровода в котельную установлены термозапорный и электромагнитный клапана. Редуцирование газа происходит в газорегуляторной установке ГРУ-50-МВ-02 с двумя линиями редуцирования основной и резервной на основе двух регуляторов газа РДБК1-50.

Контроль загазованности в помещении газовой котельной осуществляется сигнализаторами загазованности Seitron CH₄ и CO.

Коммерческий узел учета газа выполнен на базе счетчика СТГ-50-100 и корректора газа Логика СПГ-761.2. Для технологического учета газа на котлах Polykraft Duotherm 750 кВт установлены ротационные счетчики СГ16МТ-100.

Твердотопливная часть представляет собой котельный зал с размещенным в нем биотопливным котлом и бытовыми помещениями, к которому примыкает неотапливаемый склад с помещением топливоподачи.

В твердотопливной части смонтирован водогрейный котёл на твердом биотопливе (древесные отходы) Uniconfort Global 150, тепловой мощностью 1740 кВт. Камера сгорания котла охлаждается водой и снабжена боковыми коллекторами для первичного и вторичного воздуха, дверцей для ручной чистки топки. Для улучшения сжигания влажного топлива в топке используется подвижная колосниковая решетка. Съём тепла отходящих газов

осуществляется теплообменником (котлом утилизатором) вертикального типа. Котел Uniconfort Global 150 и котел утилизатор снабжены предохранительными клапанами для защиты от превышения допустимого избыточного давления воды, датчиками температуры котловой воды, устройством ограничения минимального/максимального давления, датчиками протока, насосами циркуляции, дымососом центробежного типа. Для нагрева первичного воздуха, подаваемого в топку котла, предусмотрен воздухоподогреватель, который использует тепло уходящих дымовых газов перед выбросом в атмосферу. Для очистки уходящих дымовых газов от золы, в котельной установлен мультициклон. Удаление золы над колосниками, из мультициклона и подогревателя воздуха, происходит автоматически, с помощью винтовых транспортеров. Вся зола попадает в бункер накопитель. Топливо подается автоматически, в зависимости от потребности котла.

Отвод продуктов сгорания от котла осуществляется с помощью отдельно стоящей дымовой трубы диаметром 530 мм, высотой 16.5 м. Несущей конструкцией трубы является металлическая ферма, стоящая на отдельном фундаменте. Дымовая труба имеет теплоизоляцию и внешнюю оболочку из окрашенной оцинкованной стали.

В твердотопливной части расположен открытый склад запаса топлива, со склада топливо автоматически подается в топливоприемник котла, далее гидротолкателем пропорционально подается в котел.

Водоснабжение котельной осуществляется от скважин основной и резервной, давление в водопроводе поддерживается автоматически. С целью резервного запаса воды в газовом модуле установлена резервная емкость объемом 10 м³. Подпиточная вода умягчается установкой химической водоподготовки STF-1865-9500 максимальной производительностью 4...6 м³/ч и обрабатывается комплексами пропорционального дозирования HYDROCHEM-140, HYDROCHEM-160, которые также установлены в газовом модуле. Подпитка сетевого контура осуществляется с помощью двух центробежных насосов высокого давления DAB KVC 30/50T. Подпитка котлового контура при помощи двух насосов DAB KVC 15/30T. Также для сетевого контура предусмотрено подключение аварийного подпиточного насоса DAB KVC 20/80T. Регулирование производительности насосов подпитки осуществляется посредством частотных преобразователей фирмы Fuji Electric.

Котельная имеет независимую систему теплоснабжения с теплообменниками Ридан HНН41. Газовая и твердотопливная части имеют общий котловой контур. Регулирование температуры прямой сетевой воды осуществляется посредством регулирующего трехходового клапана теплосети, установленного в котловом контуре. Циркуляцию теплоносителя в теплосети обеспечивают два сетевых насоса DAB CP 80/4000T и аварийный сетевой насос DAB CP 50/4600T. Автоматика управления сетевыми насосами посредством частотных преобразователей Fuji Electric поддерживает постоянный перепад давления на выходе

котельной. Теплообменники, регулирующий клапан и сетевые насосы расположены в газовой части.

Для обеспечения бесперебойного электроснабжения котельной в газовой части установлена дизельная генераторная установка (ДГУ) ASKA APD-145 мощностью 105 кВт.

Отопление помещения газовой котельной осуществляется агрегатами воздушного отопления циркуляционного типа FLOWAIR LEO FB45 и LEO FB25 в автоматическом режиме. Вентиляция газовой котельной приточно-вытяжная, обеспечивает однократный воздухообмен и подачу воздуха на горение. Приток воздуха осуществляется через две настенные вентиляционные решетки, оборудованные автоматическими воздушными клапанами с подогревом. Удаление воздуха из верхней зоны осуществляется при помощи двух дефлекторов и двух осевых вентиляторов Аксипал FTDA-040, включаемых по сигналу от датчиков температуры и загазованности воздуха.

Отопление помещения твердотопливной котельной осуществляется агрегатами воздушного отопления циркуляционного типа в автоматическом режиме. Вентиляция твердотопливной котельной приточно-вытяжная, с механическим и естественным побуждением движения воздуха.

Помещение топливоподачи не отапливается. На складе топлива, в целях предотвращения примерзания биотоплива к полу, предусмотрен контур подогрева пола, поддержание температуры пола происходит автоматически.

Отопление помещения ДГУ осуществляется стальными панельными радиаторами. Вентиляция приточно-вытяжная естественная, обеспечивает десятикратный воздухообмен в помещении ДГУ. Приток и удаление воздуха осуществляется через настенные вентиляционные решетки, оборудованные автоматическими воздушными клапанами с подогревом.

Учет потребления исходной воды, а также выработанной тепловой энергии осуществляется с помощью расходомеров ПРЭМ и тепловычислителя Логика СПТ961.2.

Котельная оборудована системой автоматического СМС-оповещения обслуживающей организации об аварийных ситуациях, а также системой диспетчеризации на базе SCADA системы MasterSCADA.

2. Состав и краткая техническая характеристика основного оборудование котельной

В таблице №2.1 и №2.2 приведена краткая техническая характеристика оборудования в газовой и твердотопливной частях соответственно.

Таблица №2.1. Краткая техническая характеристика оборудования газовой части

№	Наименование оборудования (характеристики)	Ед. изм.	Величина
Котлоагрегат №1			
1.	Водогрейный газовый котел Polykraft Duotherm 750 кВт (1 шт.)		
	Номинальная тепловая мощность	кВт	750
	Максимально допустимая температура воды	°С	115
	Допустимое рабочее избыточное давление воды	Бар	6
	Максимальный расход воды через котел	м ³ /ч	14.3
	Температура уходящих газов:		
	<i>на номинальной мощности (100%)</i>	°С	180
	<i>на минимальной мощности (25%)</i>	°С	128
	Нормативный коэффициент полезного действия при температуре отопительной системы 75/60°С	%	89.5
2.	Горелка Energy IBSM 200 MG (1 шт.)		
	Мощность максимальная	кВт	1350
	Вид топлива	природный газ ГОСТ 5542-87	
	Давление подключения	мБар	300
	Вид регулирования	электронное модулированное	
3.	Насос циркуляции котлового контура DAB DPH 150/360.80T (2 шт.)		
	Производительность	м ³ /ч	33
	Напор	м.вод.ст.	13
	Мощность	кВт	2.87
4.	Клапан трехходовой смесительный HONEYWELL DR80GFLA с электроприводом (1 шт.)		
	Диаметр	мм	80
5.	Бак расширительный, мембранный Flexcon CE-425 (1 шт.)		
	Объем	л	400
	Допустимое рабочее избыточное давление	Бар	6
	Максимально допустимая температура	°С	120
Котлоагрегат №2			
1.	Водогрейный газовый котел Polykraft Duotherm 750 кВт (1 шт.)		
	Номинальная тепловая мощность	кВт	750
	Максимально допустимая температура воды	°С	115
	Допустимое рабочее избыточное давление воды	Бар	6
	Максимальный расход воды через котел	м ³ /ч	14.3
	Температура уходящих газов:		
	<i>на номинальной мощности (100%)</i>	°С	180
	<i>на минимальной мощности (25%)</i>	°С	128
	Нормативный коэффициент полезного действия при температуре отопительной системы 75/60°С	%	89.5
2.	Горелка Energy IBSM 200 MG (1 шт.)		
	Мощность максимальная	кВт	1350
	Вид топлива	природный газ ГОСТ 5542-87	
	Давление подключения	мБар	300
	Вид регулирования	электронное модулированное	

3.	Насос циркуляции котлового контура DAB DPH 150/360.80T (2 шт.)		
	Производительность	м ³ /ч	33
	Напор	м.вод.ст.	13
	Мощность	кВт	2.87
4.	Клапан трехходовой смесительный HONEYWELL DR80GFLA с электроприводом (1 шт.)		
	Диаметр	мм	80
	Максимальное давление воды	Бар	16
5.	Бак расширительный, мембранный Flexcon CE-425 (1 шт.)		
	Объем	л	400
	Допустимое рабочее избыточное давление	Бар	6
	Максимально допускаемая температура	°С	120
Газораспределительное оборудование			
1.	Клапан термозапорный КТЗ 001 50...200 (1 шт.)		
	Максимальное рабочее давление	МПа	1.6
	Температура срабатывания	°С	80...100
2.	Клапан предохранительно-запорный электромагнитный КПЗЭ-50 (1 шт.)		
	Максимальное рабочее давление	МПа	1.2
	Тип привода	электромагнитный	
	Мощность	Вт	15
3.	Фильтр газа ФГ16-5-В (1 шт.)		
	Максимальное рабочее давление	МПа	1.6
	Тип фильтрации	%	
	Допустимый перепад давления на фильтре	кПа	10
4.	Газорегуляторная установка ГРУ-50-МВ (1 шт.)		
	Диапазон входных давлений	МПа	0.05...1.2
	Диапазон выходных давлений	МПа	0.001...0.06
	В составе:		
5.	Регулятор газа РДБК1-50-35 (2шт.)		
	Узел учета газа СПГ-761.2 (1 шт.)		
	В составе:		
	Счетчик газа СТГ-50-100 (1 шт.) Корректор газа Логика СПГ-761.2 (1 шт.)		
Общекотельное оборудование			
1.	Насос сетевой с частотным преобразователем DAB CP 80/4000T/A/BAQE/15 (2 шт.)		
	Производительность	м ³ /ч	120
	Напор	м.вод.ст.	32
	Мощность	кВт	15
2.	Насос сетевой аварийный с частотным преобразователем DAB CP 50/4600T (1 шт.)		
	Производительность	м ³ /ч	30
	Напор	м.вод.ст.	35
	Мощность	кВт	5.5
3.	Клапан трехходовой смесительный HONEYWELL DR150GFLA с электроприводом (1 шт.)		
	Диаметр	мм	150
	Расчётное давление	Бар	16
4.	Насос подпитки №1 с частотным преобразователем DAB KVC 20/80T (1 шт.)		
	Производительность	м ³ /ч	3
	Напор	м.вод.ст.	30
	Мощность	кВт	0.75
5.	Насос подпитки №2 с частотным преобразователем DAB KVC 30/50T (1 шт.)		
	Производительность	м ³ /ч	3
	Напор	м.вод.ст.	30
	Мощность	кВт	0.75
6.	Аварийный насос подпитки с частотным преобразователем DAB KVC 30/50T (1 шт.)		
	Производительность	м ³ /ч	3
	Напор	м.вод.ст.	30
	Мощность	кВт	0.75
7.	Насос подпитки котлового контура DAB KVC 15/30T (2 шт.)		
	Производительность	м ³ /ч	3.3
	Напор	м.вод.ст.	21

	Мощность	кВт	0.45
	Агрегат воздушно-отопительный FLOWAIR LEO FB45 (1 шт.)		
8.	Максимальный расход воздуха	м ³ /час	4400
	Максимальная тепловая мощность	кВт	25
	Мощность	кВт	0.28
	Агрегат воздушно-отопительный FLOWAIR LEO FB25 (1 шт.)		
9.	Максимальный расход воздуха	м ³ /час	4400
	Максимальная тепловая мощность	кВт	25
	Мощность	кВт	0.28
	Осевой вентилятор FTDA-040-2-18 (1 шт.)		
10.	Максимальная производительность	м ³ /ч	3600
	Мощность	кВт	0.18
	Осевой вентилятор FTDA-040-2-13 (1 шт.)		
11.	Максимальная производительность	м ³ /ч	5400
	Мощность	кВт	0.37
	Теплообменник для нагрева сетевой воды Ридан НН№ 41 (2 шт.)		
12.	Мощность	кВт	2100
	Расчетное давление	МПа	1.6
	Бак расширительный, мембранный Flexcon CE-1000 (1 шт.)		
13.	Объем	л	1000
	Допустимое рабочее избыточное давление	Бар	6
	Максимально допускаемая температура	°С	120
	Узел учета тепла СПТ-961.2 (1 шт.)		
6.	В составе:		
	Расходомер ПРЭМ (2 шт.)		
	Тепловычислитель Логика СПТ-961.2 (1 шт.)		
14.	Шкаф общекотельной автоматики WAGO (1 шт.)		
15.	Сигнализатор газа CH₄ Seitron RGD MET (1 шт.)		
16.	Сигнализатор газа CO Seitron RGD CO (1 шт.)		
Вспомогательное оборудование			
	Дизельная генераторная установка ASKA APD-145C (1 шт.)		
1.	Номинальная мощность	кВт	105
	Автономность при 100% нагрузке	час	6.4

Оборудование установки химической обработки воды			
1.	Автоматическая установка умягчения воды HydroTech STF 1865-9500 SEM (1 шт.)		
	Производительность		
	<i>номинальная</i>	м ³ /ч	4.0
	<i>максимальная</i>	м ³ /ч	6.0
	Потеря давления	кгс/см ²	0.3...0.5
	Количество ионообменной воды в фильтре	л	175
	Емкость солевого бака	л	300
2.	Комплекс пропорционального дозирования HYDROTECH DS 6E32N1 (1 шт.)		
	Производительность	л/ч	6
	Максимальный объем хода	мл	0.25
	Мощность	Вт	20
	В составе:		
	Мембранно-поршневой дозирующий насос Tekna EVO APG 603 NHH (1 шт.)		
	Импульсный водосчетчик Ду32 (1 шт.)		
	Полиэтиленовая емкость для реагента 100 л. (1 шт.)		
3.	Комплекс пропорционального дозирования HYDROTECH DS 6E25N1 (1 шт.)		
	Производительность	л/ч	6
	Максимальный объем хода	мл	0.25
	Мощность	Вт	20
	В составе:		
	Мембранно-поршневой дозирующий насос Tekna EVO APG 603 NHH (1 шт.)		
	Импульсный водосчетчик Ду25 (1 шт.)		
	Полиэтиленовая емкость для реагента 100 л. (1 шт.)		
4.	Комплекс пропорционального дозирования HYDROTECH DS 6E1 (1 шт.)		
	Производительность	л/ч	6
	Максимальный объем хода	мл	0.25
	Мощность	Вт	20
	В составе:		
	Мембранно-поршневой дозирующий насос Tekna EVO APG 603 NHH (1 шт.)		
Полиэтиленовая емкость для реагента 100 л. (1 шт.)			

Таблица №2.2. Краткая техническая характеристика оборудования твердотопливной части

№	Наименование оборудования (характеристики)	Ед. изм.	Величина
Котлоагрегат №3			
1.	Водогрейный твердотопливный котел Uniconfort Global 150 (1 шт.)		
	Номинальная тепловая мощность	кВт	1740
	Максимально допускаемая температура воды	°С	115
	Максимально допустимая температура элементов футеровки	°С	1000
	Допустимое рабочее избыточное давление воды	Бар	6
	В составе:		
	Вентилятор первичного дутья под колосниковую решетку (2 шт.)		
	Мощность вентилятора №1	кВт	2.2
	Мощность вентилятора №2	кВт	1.1
	Вентилятор вторичного дутья (2 шт.)		
	Мощность вентилятора №1	кВт	2.2
	Мощность вентилятора №2	кВт	1.1
	Вентилятор рециркуляции дымовых газов (2 шт.)		
	Мощность	кВт	1.5
Гидростанция колосниковой решетки (1 шт.)			
Мощность	кВт	3	
2.	Котел-утилизатор водогрейный Этон-энергетик GV-1500 (1 шт.)		
	Номинальная тепловая мощность	кВт	1740
	Максимально допускаемая температура воды	°С	115
	Емкость котла	м ³	7.5
	Площадь нагрева	м ²	145
3.	Мультициклон Этон-энергетик MC-24 (1 шт.)		
	Производительность при температуре газов 250 °С	м ³ /ч	9000
	Максимальная температура газов	°С	250
	Максимально допускаемая запыленность дымовых газов	г/м ³	
	Степень очистки	%	90
	Максимальное аэродинамическое сопротивление	Па	1000
	Допускаемое разрежение в мультициклоне	Па	2500
4.	Воздухоподогреватель Этон-энергетик ВП-1500 (1 шт.)		
	Расчетная производительность горячего воздуха	м ³ /ч	950
	Расчетный расход газа	м ³ /ч	7760
	Расчетная температура газов на входе	°С	165
	Расчетная температура газов на выходе	°С	135
	В составе:		
	Вентилятор (1 шт.)		
Мощность	кВт	3	
5.	Дымосос Концерн Медведь ДН-6.3ФСх5 (1шт.)		
	Частота вращения	мин ⁻¹	1500
	Мощность	кВт	15
6.	Система сухого золоудаления Этон-энергетик (1 шт.)		
	Суммарная мощность редукторов	кВт	11
7.	Транспортер подачи топлива Этон-энергетик (1 шт.)		
	В составе:		
	Гидростанция (1 комплект)		
Мощность	кВт	18.5	
8.	Бункер с механизированным полом Этон-энергетик (1 шт.)		
	Гидростанция (2 комплекта)		
Мощность	кВт	7.5	
9.	Насос циркуляции котлового контура DAB CP-G 80-2400/A/BAQE/5.5 (2 шт.)		
	Производительность	м ³ /ч	78
	Напор	м.вод.ст.	18
	Мощность	кВт	5.5
10.	Клапан трехходовой смесительный HONEYWELL DR100GFLA с электроприводом (1 шт.)		
	Диаметр	мм	100

	Расчётное давление	Бар	16
11.	Бак расширительный, мембранный Flexcon CE-425 (1 шт.)		
	Объем	л	400
	Допустимое рабочее избыточное давление	Бар	6
	Максимально допускаемая температура	°С	120
Общекотельное оборудование			
1.	Насос циркуляции подогрева живого дна Grundfos UPSD 32 120F220 (1 шт.)		
	Производительность	м ³ /ч	5
	Напор	м.вод.ст.	8.2
	Мощность	кВт	0.32
2.	Клапан двухходовой смесительный HONEYWELL DR150GFLA с электроприводом (2 шт.)		
	Диаметр	мм	150
	Расчётное давление	Бар	16
3.	Агрегат воздушно-отопительный Volcano VR2 (2 шт.)		
	Максимальный расход воздуха	м ³	4100/4400
	Максимальная тепловая мощность	кВт	31
	Мощность	кВт	0.61
4.	Теплообменник подогрева Ридан НН№ 07А (1 шт.)		
	Мощность	кВт	23
	Расчетное давление	МПа	1.6
5.	Бак расширительный мембранный ГВС Flexcon Airfix A (1 шт.)		
	Объем	м ³	8
	Допустимое рабочее избыточное давление	Бар	10
	Максимально допускаемая температура	°С	70
6.	Емкостной водонагреватель ГВС Reflex S100 (1 шт.)		
	Объем	м ³	100
	Допустимое рабочее избыточное давление	Бар	6
	Мощность	кВт	10
7.	Компрессор поршневой Fubag VCF50 (1 шт.)		
	Производительность	л/мин	440
	Рабочее давление	Бар	10
	Мощность	кВт	2.2
8.	Узел учета тепла ВКТ-7 (1 шт.)		
	В составе:		
	Расходомер ПРЭМ (2 шт.)		
9.	Тепловычислитель Теплоком ВКТ-7 (1 шт.)		
	Шкаф общекотельной автоматики WAGO (1 шт.)		

3. ПНР котлов №1 и №2 Polykraft Duotherm 750 кВт

Методика проведения режимноналадочных и балансовых испытаний

Пусконаладочные испытания на котлах производились в соответствии с «Методикой проведения пусконаладочных работ и режимноналадочных испытаний на оборудовании, работающем на газообразном и жидком топливе», утвержденной 26.03.2014 ФСЭТиАН (Ростехнадзор) Северо-Западное управление под №52 1/7866.

Целью испытаний является выбор оптимальных режимов работы котла с составлением режимной карты, выявление величин основных потерь тепла с уходящими газами, определение КПД котла, удельного расхода условного топлива на 1 Гкал тепла и других технико-экономических показателей.

В ходе наладки проверяется работа оборудования, выполняется настройка средств автоматизации, определяются оптимальные режимы при работе котлов.

Режимноналадочные опыты по определению оптимального коэффициента избытка воздуха проводятся на разных нагрузках (на разных мощностях горелки). Количество опытов на каждой нагрузке три-четыре. Каждая нагрузка характеризуется постоянством давления топлива перед горелкой. Длительность каждого опыта не менее одного часа. Разрыв между двумя опытами, нагрузка которых отличается не более 40% не менее одного часа.

Все теплотехнические расчеты, связанные с определением тепловых потерь, производятся по упрощенной методике теплотехнических расчетов профессора М. Б. Равича.

На основе анализа результатов испытаний и эксплуатационных данных разрабатываются мероприятия по повышению эффективности использования топлива и повышению безопасной эксплуатации котлов, оптимальные значения параметров занесены в режимные карты.

По окончании пусконаладочных испытаний проводится комплексное опробование котлов и вспомогательного оборудования.

Схема размещения точек замера по газо-воздушному, водяному и топливному трактам приведены на схеме измерений. При испытаниях использовались прошедшие Госповерку штатные измерительные приборы, которые в случае необходимости дублировались дополнительными приборами (ртутные термометры и U - образные жидкостные манометры).

Перечень приборов, места их установки и измеряемые ими величины приведены в таблице расстановки приборов (Таблица №3.2).

Газовый анализ уходящих газов производился газоанализатором TESTO 330 2 LL. Настройка режимов работы котла с оптимальными коэффициентами избытка воздуха производилась по критерию исключения потерь тепла от химической неполноты сгорания.

Давление воды измерялось пружинными манометрами, установленными в соответствующих точках.

Теплопроизводительность котла по газу рассчитывается по формуле:

$$Q = Q_H^p * B_T * \eta_k ,$$

где:

B_T – расход газа в нормальных условиях, нм³/ч;

Q_H^p – низшая теплота сгорания газа, ккал/нм³;

η_k – КПД котла «брутто».

Потери тепла с уходящими газами рассчитываются по формуле:

$$q_2 = (t_a - t_1) * \left(\frac{A_1}{CO_2} + B \right) ,$$

где:

t_a - температура уходящих газов, °С;

t_1 - температура дутьевого воздуха, °С;

$A_1 = 0.37$ - для природного газа (по инструкции на эксплуатацию горелки);

$B = 0.009$ - для природного газа (по инструкции на эксплуатацию горелки);

CO_2 – объемное содержание углекислого газа в сухом дымовом газе в %.

Потери тепла в окружающую среду:

$$q_5 = q_{5ном} * \frac{D_{ном}}{D_{факт}} ,$$

где:

$D_{ном}$ - номинальная нагрузка котла;

$D_{факт}$ - фактическая нагрузка котла.

$q_{5ном}$ (%) - потери тепла в окружающую среду.

Расчет КПД «брутто» по обратному балансу производится по формуле:

$$\eta_k^{бр} = 100 - (q_2 + q_3 + q_5) ,$$

Остальные расчетные формулы и величины сведены в таблицу №3.1.

Таблица №3.1. Расчетные формулы и величины.

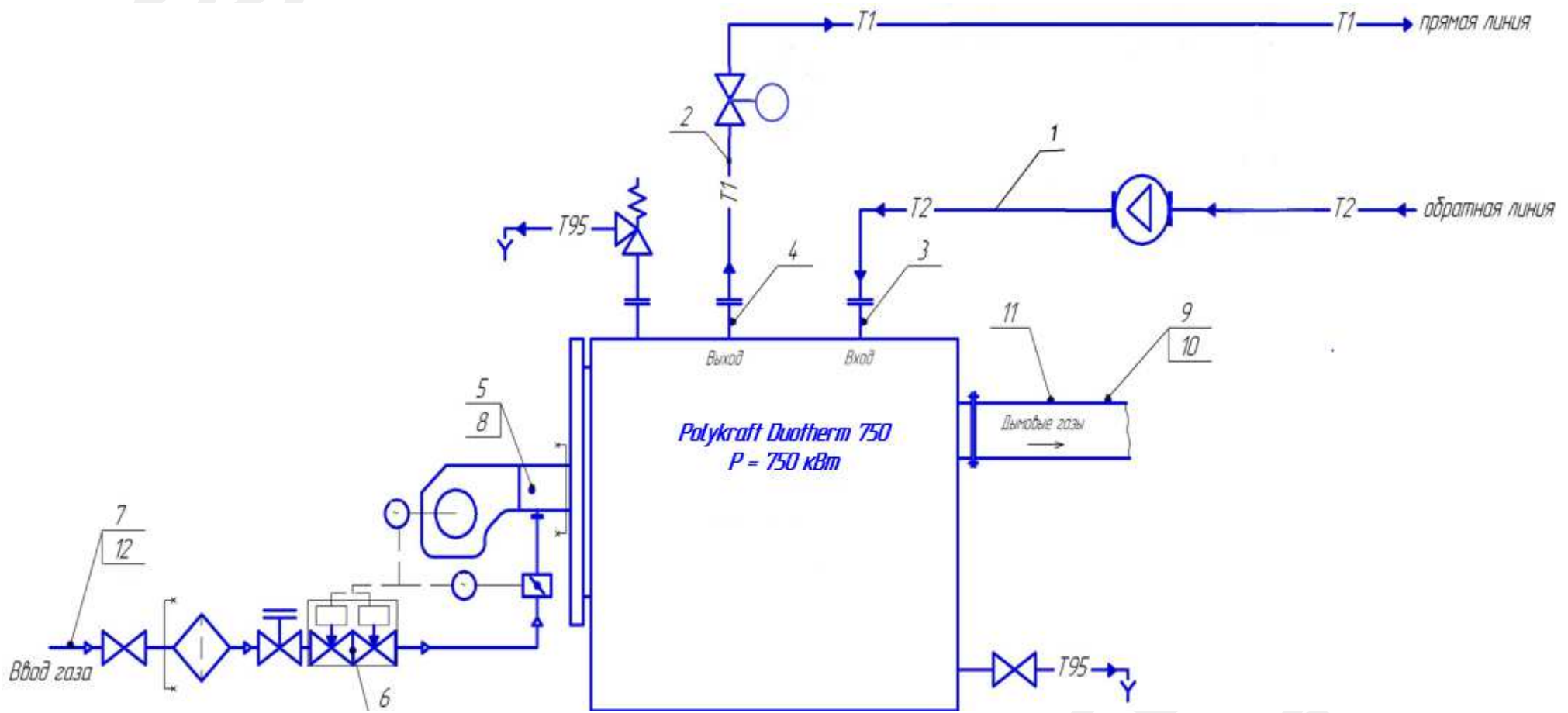
№	Наименование параметров	Способ получения величины	Расчетные формулы, обозначения
Топливо			
1.	Теплота сгорания	Справочный	7990 ккал/м ³
2.	Давление топлива на входе в котельную	Измерение	P _{г.вх}
3.	Давление топлива в коллекторе за регулятором	Измерение	P _{г.кол.}
4.	Давление топлива за регулирующим клапаном	Измерение	P _{г.клап.}
5.	Расход топлива	Расчетный	V _г
6.	Давление топлива на горелке	Измерение	P _{г.г.}
Вода			
1.	Давление воды до котла	Измерение	P ₁
2.	Давление воды после котла	Измерение	P ₂
3.	Температура воды до котла	Измерение	T ₁
4.	Температура воды после котла	Измерение	T ₂
5.	Расход воды через котел	Расчетный	G
6.	Плотность воды	Справочный	ρ _в
7.	Теплоемкость воды	Справочный	c _р
8.	Теплопроизводительность	Расчетный	$Q_T = c_p * G * \rho_v * (T_2 - T_1)$ Гкал/ч
Газо-воздушный тракт			
1.	Температура воздуха	Измерение	T _в
2.	Давление воздуха на горелке	Измерение	P _{в.гор.}
3.	Разрежение в топке	Измерение	H _т
4.	Разрежение за котлом	Измерение	H _к
5.	Температура уходящих газов	Измерение	T _{ух.}
Состав уходящих газов			
1.	Содержание углекислоты	Измерение	CO ₂
2.	Содержание кислорода	Измерение	O ₂
3.	Содержание окиси углерода	Измерение	CO
4.	Содержание окислов азота	Измерение	NO _x
5.	Коэффициент избытка воздуха	Расчетный	$\alpha = \frac{1}{1 - 3.76 * O_2/N_2}$
Тепловой баланс			
1.	Потери тепла с уходящими газами	Расчетный	$q_2 = \frac{T_{ух} - l * T_в}{100} [4.1 + 3.2(h - 1)]\%$
2.	Потери тепла с химнедожегом	Расчетный	$q_3 = \frac{3020 CO + 2080 H + 8550 CH_4}{P} * h * \%$
3.	Потери тепла в окружающую среду	Расчетный, табличный	$q_5 = q_{5H} * Q_H/Q_P$
4.	КПД котла «брутто»	Расчетный	$\eta_{к.бр} = 100 - (q_2 + q_3 + q_5) * \%$
5.	Теплопроизводительность	Расчетный	$Q_T = B * Q_P * \eta_{к.бр}$
6.	Расход топлива по прямому балансу	Расчетный	$B = Q_T/Q_P * \eta_{к.бр}$
7.	Расход условного топлива	Расчетный	$B_{у.т.} = B * Q_P/7000$
8.	Удельные расходы топлива	Расчетный	$b = B/Q_T; b_{у.т.} = B_{у.т.}/Q_T$

Расстановка приборов на котлах №1 и №2 Duotherm 750 кВт

Таблица №3.2. Расстановка приборов на котлах №1 и №2

№	Наименование параметров	Точка измерений	Место измерения (поз. на схеме)	Тип прибора
Топливо - природный газ				
1.	Давление воды на входе в котел	Трубопровод котловой воды до котла	1	Манометр ДМ
2.	Давление воды на выходе котла	Трубопровод котловой воды после котла	2	Манометр ДМ
3.	Температура воды до котла	Трубопровод котловой воды до котла	3	Термометр ТБ
4.	Температура воды после котла	Трубопровод котловой воды после котла	4	Термометр ТБ
5.	Давление газа на горелке	Газопровод горелки за регулирующей арматурой	5	Манометр PORMDZBI Seitron
6.	Давление газа за регулирующим клапаном	Газовая рампа низкого давления	6	Манометр PORMDZBI Seitron
7.	Давление газа на входе в котельную	Газопровод	7	Манометр КМ
8.	Разрежение за котлом	Газоход за котлом	9	Газоанализатор TESTO 330 2 LL
9.	Температура уходящих газов	Газоход за котлом	10	Газоанализатор TESTO 330 2 LL
10.	Газовый анализ	Газоход за котлом	11	Газоанализатор TESTO 330 2 LL

Схема размещения точек замеров на котлах №1 и №2 Duotherm 750 кВт



Результаты работ

Результаты теплотехнического испытания котлов Polykraft Duotherm 750 кВт с горелками IBSM 200 MG приведены в сводных ведомостях и представлены на графиках. На основании сводных ведомостей теплотехнических испытаний составлены режимные карты.

Теплопроизводительность котлов:

Котел №1 – 0.331...0.591 Гкал/ч (384.8...687.3 кВт), (51.3%...91.6% от номинальной мощности котла);

Котел №2 – 0.348-0.625 Гкал/ч (404.6...727.0 кВт), 53.9%...96.9% от номинальной мощности котла.

Расход воды через котлы:

Котел №1 – 43 м³/ч;

Котел №2 – 43 м³/ч.

Коэффициент избытка воздуха:

Котел №1 – 1.30...1.39;

Котел №2 – 1.26...1.47.

Температура уходящих газов:

Котел №1 – 135.3...185.4 °С;

Котел №2 – 124.6...172.2 °С.

КПД котлов:

Котел №1 – 92.0...93.9%;

Котел №2 – 91.9...94.8%;

Паспортный КПД котлов составляет не менее 92%.

4. ПНР котла №3 Uniconfort Global 150

Методика проведения режимноналадочных и балансовых испытаний

Режимная наладка котла на древесных отходах была закончена 22.10.2017г., в соответствии с программой, согласованной с «Заказчиком», находящейся в приложении.

При испытаниях были определены максимально возможная нагрузка котла и минимально допустимая по условиям надежности работы котлоагрегата.

Режимно-наладочные испытания проводились в обычных условиях при установившемся тепловом режиме. Необходимый режим работы задавался вахтенному персоналу заблаговременно, а его ведение осуществлялось по указаниям руководителя испытаний.

Количество сжигаемых древесных отходов регулировалось цикличностью работы толкателей топлива, а количество воздуха регулировалось частотными преобразователями, числом оборотов вентиляторов котла.

Режимно-наладочные испытания проводились в соответствии с принятой методикой в следующем объеме:

- Проведение предварительной настройки режима горения.
- Проведение балансовых опытов с определением основных показателей работы котла.
- Составление технического отчета и режимной карты.

Анализ продуктов горения и температура дымовых газов перед дымососом производились переносным газоанализатором TESTO 330 2 LL.

Теплопроизводительность котла определялась по фактическому расходу топлива

$$Q_k = V_{\text{т}}^{\text{ф}} \cdot Q_{\text{н}}^{\text{р}} \cdot \eta_{\text{к/а}}^{\text{бр}} \cdot 10^{-6}, \text{ Гкал/час}$$

Тепловые потери и коэффициент полезного действия котла определялся по методике теплотехнических расчетов профессора М.Б.Равича.

$$\eta_{\text{к/а}}^{\text{бр}} = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5) \%,$$

где

- q_2 - потери тепла с уходящими газами, %;
- q_3 - потери тепла с химическим недожогом, %;
- q_4 - потери тепла с механическим недожогом, %;
- q_5 - потери тепла в окружающую среду, %.

При нагрузке, отличающейся от номинальной, q_5 подсчитывалась по формуле:

$$q_5 = q_5^H \frac{Q_{\text{ном}}}{Q_{\text{фак}}} \%$$

q_5^H – потери теплоты в окружающую среду при номинальной теплопроизводительности.

Для котла GV- 150 $q_5^H = 3,3 \%$ (Л1).

$Q_{\text{ном}}$ – номинальная теплопроизводительность котла, Гкал/час.

$Q_{\text{фак}}$ – фактическая теплопроизводительность котла, Гкал/час.

Удельный расход условного топлива на 1 Гкал тепла определялся:

$$B_{yc} = (143 / \eta_{\text{к/а}}^{\text{бр}}) \times 100, \text{ кг/т/Гкал}$$

Полученные в результате проведения режимно-наладочных испытаний данные представлены в сводной таблице.

На их основаниях составлены режимные карты работы котлов на древесных отходах и определены, уставки защиты.

Результаты работы.

На основании полученных при проведении испытаний котла на древесных отходах данных можно сделать следующие выводы:

«Uniconfort GV150 Polykraft» №2369

- Котел работает надежно во всём диапазоне испытанных нагрузок от 0.9 до 1.74 МВт;

Максимальная теплопроизводительность котла – 1.74 МВт;

- КПД котла (брутто) в диапазоне нагрузок составляет 84,7 – 87,2 %, наибольший КПД – 87,2 % достигнут при нагрузке 1.4 МВт;

- Удельный расход условного топлива составил 168,8 -164,0 кг/т/Гкал;

- Потери тепла (q_2) с уходящими газами составили 6,36 – 9,15 % при температуре уходящих газов 108 – 129 °С;

- Потери тепла (q_3) с химнедожогом в опытах составили 0,01-0,02 %;

- Потери тепла (q_4) с механическим недожогом в опытах составили 0,10-0,15 %;

- Потери тепла (q_5) в окружающую среду составили 8,8-3,56 %;

- Оптимальный коэффициент расхода воздуха за котлом изменялся в пределах от 1,48-1,75;

- Оптимальный коэффициент расхода воздуха перед дымососом изменялся в пределах от 1,51 до 1,81;
- Присосы воздуха в газовом тракте котла 0,03 – 0,06;

Для улучшения работы котлов и котельной, обеспечения надежной эксплуатации агрегатов и вспомогательного оборудования предлагается:

1. Ввести топочный режим в соответствии с режимной картой, строго соблюдать соотношение "Газ-воздух".
2. Ежемесячно проверять плотность обмуровки котлоагрегата, т.к. увеличение избытка воздуха на 0,1 понижает КПД на $\approx 0,32\%$.
3. Содержать в исправном состоянии приборы теплотехнического контроля.

5. ПНР оборудования установки химической обработки воды

Технологическая схема установки химической обработки воды

Водоснабжение котельной осуществляется от скважин основной и резервной, давление в водопроводе поддерживается автоматически. Исходная водопроводная вода с расходом до 4...6 м³/ч поступает в резервную емкость исходной воды объемом 10 м³. Подача воды на оборудование установки химической обработки воды производится из резервуара воды с помощью подпиточных насосов: два рабочих, один аварийный-резервный. Управление подпиточными насосами осуществляется посредством частотных преобразователей.

Вода после подпиточных насосов поступает на автоматическую установку умягчения HydroTech STF-1865-9500, состоящую из 2-х фильтров. Фильтры предназначены для снижения жесткости исходной воды. Промывка фильтров производится автоматически поочередно по сигналу контроллера в заданный интервал времени для каждого фильтра.

В качестве фильтрующей среды используется фильтрующий материал Lewatit C249.

После фильтров установлены два насоса подпитки котлового контура. Сетевой контур не имеет дополнительных повышающих насосов подпитки и запитан с выхода установки умягчения.

На линии котлового контура располагается комплекс дозирования бисульфита натрия (Гидрохим140) Комплекс дозирования состоит из импульсного насоса TEKNA EVO AKL 500 0,4/20 и емкости для реагента.

В трубопровод подачи подпиточной воды в сетевой контур дозируется бисульфит натрия (Гидрохим 140) для удаления из питательной воды растворенного кислорода методом замещения сульфит- группы на сульфат- группу. Дозирование осуществляется насосом-дозатором TEKNA EVO AKL 603 5.0/10.

В трубопровод подачи подпиточной воды в сетевой контур дозируется тринатрийфосфат (Гидрохим 160) для повышения в питательной воде pH. Дозирование осуществляется насосом-дозатором TEKNA EVO AKL 603 5.0/10. Для определения качества питательной воды и воды в котле и в сети предусмотрены пробоотборники с охладителями отбора проб.

При низком уровне реагента в емкостях пропорциональных комплексов дозирования блоке управления соответствующим насосом загорается индикатор о необходимости пополнения реагента.

Для подачи химочищенной воды на подпитку котлового контура, а также для дальнейшей коррекции давления подпитки котлов установлены подпиточные насосы котлового контура. Насосы обеспечивают подачу воды с расходом 4.0...6.0 м³/ч при давлении 0.7 МПа.

Описание оборудования установки химической обработки воды

В таблицах №5.1 и №5.2 приводятся технические характеристики оборудования установки химической обработки воды

Таблица №5.1. Основные технические характеристики оборудования установки химической обработки воды

№	Наименование оборудования	Марка оборудования и технические характеристики	Кол-во
1.	Автоматическая установка умягчения	HydroTech STF 1865-9500 Q = 4.0...6.0 м ³ /ч, P _{раб} = 3.5...6.0 Бар, Фильтрующая загрузка – катионит Lewatit C249 – 175 л	1 компл.
2.	Блок пропорционального дозирования Гидрохим-140	Комплект: емкость 200 л, насос-дозатор ТЕКНА EVO AKL 500 0.4/20, Энергозатраты 12.2 Вт Используемый реагент – Гидрохим 140	1 компл.
3.	Блок пропорционального дозирования Гидрохим-160	Комплект: емкость 200 л, насос-дозатор ТЕКНА EVO AKL 603 5.0/10 Энергозатраты 12.2 Вт Используемый реагент – Гидрохим 160	1 компл.
4.	Блок пропорционального дозирования Гидрохим-140	Комплект: емкость 200 л, насос-дозатор ТЕКНА EVO AKL 603 5.0/10 Энергозатраты 12.2 Вт Используемый реагент – Гидрохим 140	1 компл.

Таблица №5.2. Технические характеристики HydroTech STF 1865-9500

№	Наименование показателей	Значение	Ед.изм.
1.	Производительность, (ном/мах)	4.0/6.0	м ³ /ч
2.	Линейная скорость фильтрования	15	м/ч
3.	Потери напора	0.3...0.5	кг/см ²
4.	Допустимый диапазон давления	3.5...6.0	кг/см ²
5.	Размеры корпуса фильтра (высота/диаметр)	1750/450	мм
6.	Размеры солевого бака (диаметр/высота)	710/1060	мм
7.	Объем смолы	175	л
8.	Объем солевого бака	300	л
9.	Продолжительность регенерации	74	мин
10.	Присоединительные размеры – диаметр (вход/выход/дренаж)	50/50/25	мм
11.	Расход поваренной соли на регенерацию одного фильтра	26.5	кг
12.	Масса установки в сборе с учетом загрузки и воды на заполнение	700	кг

В качестве загрузки STF 1865-9500 используется импортная сильнокислотная ионообменная смола в Na-форме. Установка выходит на регенерацию по таймеру. Регенерация фильтров проходит в автоматическом режиме. Регенерация проводится солевым раствором. В комплект поставки входит бак для хранения раствора соли поступающего от солевого хозяйства. Регенерация производится без применения специальных насосов за счет давления исходной воды, засасывание солевого раствора производится по принципу инъекции.

Процесс регенерации натрий-катионных фильтров в составе установки умягчения состоит из следующих операций:

Операция №1. Обратная промывка смолы умягченной водой, подаваемой в направлении снизу-вверх. Служит для взрыхления и очистки смолы от накопившегося осадка. Вода подаётся насосами из емкости подпиточной воды.

Операция №2. Обработка смолы раствором соли и медленная отмывка. Концентрированный раствор из бака-солеобразователя через солезаборник по гибкому шлангу поступает в блок управления, где смешивается с умягченной водой до рабочей концентрации, и затем подается в фильтр в направлении сверху-вниз (по прямоточной схеме). Отбор раствора из бака происходит за счет вакуума, образующегося во встроенном эжекторе под давлением воды. По окончании подачи регенерационного раствора с такой же скоростью производится медленная прямоточная отмывка слоя смолы умягченной водой.

Операция №3. Быстрая прямоточная отмывка смолы умягченной водой для уплотнения ее слоя и удаления из него остатков отработанного регенерационного раствора соли.

Операция №4. Заполнение солевого бака.

Оптимальный расход реагента устанавливается в процессе наладочных работ и расчетов.

Корпуса фильтров выполнены из пластика. Работа фильтров полностью автоматизирована и исключает необходимость постоянного присутствия обслуживающего персонала.

Перечень работ

1. Заполнение и опорожнение бака (10 м³).
2. Настройка и программирование управления системы умягчения STF 1865-9500. Программирование клапанов управления фильтров умягчения согласно инструкции.
3. Принудительная регенерация фильтров умягчения. Проверка каждой стадии регенерации. Регулировка поплавка в солевом баке.
4. Настройка, программирование и запуск комплексов пропорционального дозирования (насосов-дозаторов) согласно технологическому регламенту.
5. Приготовление дозирочных растворов согласно технологическому регламенту.
6. Промывка котлового и сетевого контуров химически обработанной водой до получения нормативных показателей воды в соответствующих контурах.
7. Проверка экспресс-тестами содержания железа, жесткости и рН перед системой умягчения воды, умягченной воды, котловой и сетевой воды.
8. Поддержание требуемого расхода очищенной воды и вывод системы в рабочий режим с показателем электропроводности не более 1000 мкСм/см.
9. Вывод фильтров умягчения на режим работы с показателем жесткость умягченной воды <0.01 мг-эquiv/л.
10. Разработка режимных карт водно-химического режима водогрейных котлов и режимной карты по эксплуатации оборудования установки химической обработки воды.
11. Обучение персонала.

Результаты опытов

В таблицах №5.3 и №5.4 приведены результаты опытов по наладке оборудования установки химической обработки воды.

Таблица №5.3. Результаты опытов по наладке оборудования установки химической обработки воды

№	Показатели	Ед.изм.	Установка по умягчению подпиточной воды				
			Дата проведения опыта				
			30.09.16	31.09.16	28.10.16	29.10.16	30.10.16
Показатели качества исходной воды							
1.	Щелочность исходной воды	мг-экв/л	10.1	10.0	10.2	10.3	10.0
2.	Жесткость исходной воды	мг-экв/л	5.9	5.9	11.0	9.5	9.6
3.	Количество умягченной воды за фильтроцикл	м ³	14.9	14.9	13.5	13.5	13.5
4.	Производительность фильтров, Q _ф	м ³ /час	4.5	4.1	4.5	4.1	4.2
Показатели качества химочищенной воды							
1.	Минимальная остаточная жесткость, Ж _{ост}	мг-экв/л	0.01	0.015	0.015	0.015	0.010
2.	Электропроводность (солесодержание, S)	мкСм/см	1002	1027	1025	1023	1011
3.	рН	-	7.33	7.45	7.56	7.56	7.53
4.	Прозрачность	см	Более 40	Более 40	Более 40	Более 40	Более 40
Показатели качества питательной воды после введения реагентов коррекционной установки							
1.	Щелочность общая	мг-экв /л	10.2	10.2	10.1	10.2	10.1
2.	Щелочность фф	мг-экв/л	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
3.	Минимальная остаточная жесткость, Ж _{ост} .	мг-экв/л	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
4.	Электропроводность (солесодержание, S)	мкСм/см	1002	1027	1025	1023	1011
5.	рН	-	7.33	7.45	7.56	7.56	7.53
6.	Прозрачность	см	Более 40	Более 40	Более 40	Более 40	Более 40
Показатели качества котловой воды							
1.	Кислород растворенный	мкг/л	40	40	30	30	20
2.	Щелочность общая котловой воды	мг-экв/л	10.2	10.2	10.1	10.2	10.1
3.	Щелочность фф	мг-экв/л	0.1	0.3	0.2	0.3	0.5
4.	Электропроводность (солесодержание, S)	мкСм/см	1430	1245	1206	1207	1206
5.	рН	-	10.5	10.5	11.0	10.5	11.0
6.	Прозрачность	см	25	25	25	25	25
Показатели качества сетевой воды							
1.	Кислород растворенный	мкг/л	40	40	30	30	20
2.	Щелочность общая котловой воды	мг-экв/л	10.2	10.2	10.1	10.2	10.1
3.	Щелочность фф	мг-экв/л	0.1	0.3	0.2	0.3	0.5
4.	Электропроводность (солесодержание, S)	мкСм/см	1067	1027	1025	1023	1027
5.	рН	-	10.5	10.5	11.0	10.5	11.0
6.	Прозрачность	см	25	25	25	25	25

Таблица №5.4. Показатели работы оборудования установки химической обработки воды

№	Наименование показателей	Рекомендуемые значения
1.	Исходное давление, Бар	Не менее 2.8
2.	Давление максимальное перед фильтрами умягчения, Бар	Не более 6.0
3.	Давление после фильтра грубой очистки, Бар	Не менее 2.8
4.	Давление после каждого фильтра умягчения, Бар	Не менее 2.8
5.	Расход исходной воды на регенерацию, м ³ /ч	1.91
6.	Мгновенный расход на обратную промывку фильтров умягчения, м ³ /ч	25
7.	Расход воды после фильтров умягчения, м ³ /ч	Не более 6.0
8.	Железо общее в исходной воде, мг/л	(рекомендовано 4.0)
9.	Жесткость общая в исходной воде, мг/л	Не более 0.30
10.	Жесткость общая после системы умягчения, мг-эquiv/л	Не более 6.0...9.0
11.	Электропроводность в исходной воде, мкСм/см	Менее 0.05
12.	Мутность исходной воды, ЕМФ	Не более 1000

Нормы качества подпиточной, сетевой и котловой воды для водогрейных котлов с температурой нагрева менее 115°C

№	Показатель	Ед.изм.	Закрытая система теплоснабжения		
			Подпиточная	Сетевая вода обратный контур	Котловой контур
1.	рН	-	7.0...11.0		
2.	Железо общее	мг/л	0.5	0.5	0.5
3.	Жесткость карбонатная рН≥8.5	мг-экв/л	0.07	0.08	0.07
4.	Щелочность общая	мг-экв/л	Не реглам.	Не реглам.	Не реглам.
5.	Нефтепродукты	мг/л	1	1	1
6.	Растворенный кислород	мгк/л	-	50	50
7.	Свободная углекислота (СО ₂)	мг/л	отс	отс	отс
8.	Карбонатный индекс	(мг-экв/л) ²	1.5	2.5	1.5

Примечание:

*РД 24.031.120-91 «Нормы качества сетевой и подпиточной воды водогрейных котлов, организация водно-химического режима и химического контроля»

Расчет Карбонатного индекса котловой воды:

$$K^{KB} = \frac{Щ^{KB}}{Ж^{KB}},$$

где:

K^{KB} - относительная щелочность соответственно котловой воды, (мг-экв/л)²,

$Щ^{KB}$ - щелочность котловой воды, мг-экв/л;

$Ж^{KB}$ - жесткость котловой воды, мг-экв/л.

Требования к качеству котловой воды изложены в ПБ 10-574-03 [6], где величина карбонатного индекса для водогрейных котлов с давлением пара 0.4...1.0 МПа (4-10 кгс/см²) включительно нормируется для котловой воды не более 1.5 (мг-экв/л)², для сетевого контура не более 2.5 (мг-экв/л)². Согласно НР-34-70-051-83 карбонатный индекс для котловой воды водогрейных котлов при подогреве воды до 115 °С не должен превышать величины 1,5 (мг-экв/л)². Значения карбонатного индекса, не превышающие указанной величины, обеспечивают допустимую скорость накипеобразования в водогрейных котлах до 0.5 г/м³.

Расчет основных параметров водоподготовительного оборудования котельной

1. Расчет объема обработанной воды

Объем умягчаемой воды, который может быть пропущен через катионитный фильтр до начала регенерации.

$$V = POE * Ж_0 - W_p - Q_0 * 0.3 = 13.6 \text{ м}^3,$$

где

POE – рабочая обменная емкость одного фильтра, (150 мг-экв);

Ж₀ - жесткость исходной воды, (Ж₀ = 9.0 мг-экв/л);

Q₀ - расход подпиточной воды в час, (Q₀ = 4.0 м³/ч);

W_p - объем воды на одну регенерацию (м³).

На программном устройстве блока управления устанавливается жесткость исходной воды - продолжительность фильтро-цикла высчитывается управляющим клапаном - на дисплее высвечивается количество объема обрабатываемой воды.

2. Расчет количества поваренной соли на одну регенерацию фильтра

$$Q = \frac{E_p * V * q}{1000} = 31.5 \text{ кг},$$

где:

E_p – обменная способность катионита 1500 мг-экв/л;

V – объем катионита в фильтре V = 0.175 м³;

q – удельный расход соли 120 г/г-экв.

3. Расчет объемного количества поваренной соли на одну регенерацию в м³

$$V_{\text{соли}} = \frac{Q}{c * p * 10} = 0.101 \text{ м}^3,$$

где:

Q – количество поваренной соли (Q=31,5 кг);

c – концентрация раствора соли 26 %;

p – плотность раствора соли 1.197 г/мл.

4. Расход воды на регенерацию одного натрий-катионного фильтра

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{взр.}} + Q_{p-p} + Q_{\text{отм.}}$$

где:

$Q_{\text{взр.}}$ - расход воды на взрыхление, м³;

$Q_{\text{р-р}}$ - расход воды на приготовление регенерационного раствора, м³;

$Q_{\text{отм.}}$ - расход воды на отмывку катионита от продуктов регенерации, м³.

5. Расход воды на взрыхление, м³

$$Q_{\text{взр.}} = i * S * T_{\text{взр.}} * 60 / 1000 = 0.398 \text{ м}^3,$$

где:

i – интенсивность взрыхляющей промывки ($3 \frac{\text{л}}{\text{с} * \text{м}^2}$);

S – площадь фильтрования (0.158 м²);

$T_{\text{взр.}}$ - продолжительность взрыхляющих промывок (14 мин).

6. Расход воды на приготовление регенерационного раствора, м³

$$Q_{\text{р-р}} = \frac{Q_{\text{соли}} * 100}{c * \rho * 1000} = 0,294 \text{ м}^3,$$

где:

$Q_{\text{соли}}$ - расход соли на одну регенерацию, кг;

c - концентрация регенерационного раствора соли, (10%);

ρ - плотность регенерационного раствора (1.071 т/м³).

7. Расход воды на отмывку катионита от продуктов регенерации, м³

$$Q_{\text{отм.}} = q_{\text{отм.}} * S * H_{\text{слоя}} = 1.2 \text{ м}^3,$$

где:

$q_{\text{отм.}}$ - удельный расход отмывочной воды ($7 \frac{\text{м}^3_{\text{воды}}}{\text{м}^3_{\text{катионита}}}$);

S - площадь фильтрования (0.158 м²);

$H_{\text{слоя}}$ - высота слоя (1.10 м).

8. Расход воды на регенерацию всего

$$Q_{\text{взр}} = Q_{\text{взр.}} + Q_{\text{р-р.}} + Q_{\text{отм.}} = 1.91 \text{ м}^3.$$

9. Время регенерации фильтра определяют по формуле

$$T_{\text{рег.}} = T_{\text{взр.}} + T_{\text{р-р.}} + T_{\text{отм.}}$$

10. Продолжительность взрыхляющей промывки

$$T_{\text{взр}} = 14 \text{ мин.}$$

11. Время пропуска раствора соли через фильтр

$$T_{\text{р-р}} = Q_{\text{р-р соли}} / S * W_{\text{р-р}} = 37 \text{ мин,}$$

где:

$Q_{\text{р-р соли}}$ - количество регенерационного раствора (0.294 м³);

S - площадь фильтрования (0.158 м²);

$W_{\text{р-р}}$ - скорость пропуска регенерационного раствора (3 м/ч).

12. Время отмывки (в т.ч. медленная отмывка) от продуктов регенерации

$$T_{\text{отм}} = Q_{\text{отм.}} / S * W_{\text{отм.}} = 75 \text{ мин,}$$

где:

$Q_{\text{отм.}}$ - расход воды на отмывку (1.20 м³);

S - площадь фильтрования (0.158 м²);

$W_{\text{отм.}}$ - скорость отмывки (6 м/ч).

13. Общая продолжительность всех этапов регенерации составляет 2ч 6мин

$$T_{\text{рег.}} = 14 + 37 + 75 = 126 \text{ мин.}$$

14. Время заполнения бака-солерастворителя – 9 мин.

15. Число регенераций каждого натрий-катионного фильтра в сутки при жесткости исходной воды 7.0 мг-экв/л и подпитки 4.0 м³/ч

$$n = 24 * Ж_0 * Q_{Na} / E_p^{Na} * V * \alpha = 1 ,$$

где:

$Ж_0$ - жесткость исходной воды (9.0 мг-экв/л);

Q_{Na} - производительность фильтра (4.0 м³/ч);

E_p^{Na} - удельная рабочая обменная способность катионита (1500 мг-экв/м³);

V - объем катионита в фильтре (0.175 м³);

α - число работающих фильтров (1).

Расчет выполнен на среднесуточный расход воды с учетом максимальной жесткости исходной воды.

16. Расход поваренной соли на регенерации в месяц, кг

$$Q_{\text{соли}} = Q_{\text{техн}} * N * 1 = 472.5 \text{ кг},$$

где:

$Q_{\text{техн}}$ - количество соли на одну регенерацию фильтра (31.5 кг);

N - число регенераций фильтра в месяц (15 шт.);

1 – количество фильтров.

17. Время между регенерациями фильтра T определяется по формуле:

$$T = 24/n - T_{\text{рег.}} = 21 \text{ ч } 54 \text{ мин},$$

где:

n - число регенераций каждого натрий-катионного фильтра в сутки (1);

$T_{\text{рег.}}$ - общая продолжительность регенерации (2ч 6мин).

Расчет выполнен на максимальную нагрузку и максимальную жесткость исходной воды, с учетом потерь на утечку в теплосетях.

18. Количество соли для регенераций в год составляет

$31,5 * 15 * 12 * 1 = 5670$ кг (расчет выполнен с учетом перерасхода на утечку, или изменении расхода и жесткости исходной воды).

19. Количество воды на собственные нужды установки (на регенерации)

$1.91 * 15 * 12 = 343.8$ м³ в год.

Внимание! При изменении исходных данных необходим перерасчет в соответствии с вышеизложенным образцом.

6. Выводы и рекомендации

Оборудование на водогрейной котельной 3.24МВт с сетями ИТО расположенной по адресу: Архангельская область, Плесецкий район, п. Плесецк, на территории Плесецкого лесозавода обеспечивает безаварийную работу котлов и вспомогательного оборудования в автоматическом режиме.

Тепломеханическая часть

По данным испытаний котлы выведены на экологичные режимы в пределах эксплуатационных нагрузок, разработаны режимные карты работы котлов, произведена проверка срабатывания автоматики безопасности. Режимные карты разработаны сроком на три года, по истечении времени эксплуатации, в соответствии нормативным документам и правилам необходимо провести очередные наладочные испытания.

Рекомендации:

Следить за давлением газа при работающих котлах.

Наблюдать за температурой теплоносителя в обратном трубопроводе котлов, согласно инструкции завода-изготовителя температура в обратном трубопроводе должна быть не менее 60°C.

Своевременно контролировать соответствие режима работы оборудования прилагаемым режимным картам.

- Производить регулярное техническое обслуживание и своевременный ремонт оборудования котельной.

- Производить своевременную поверку средств измерений, установленных в котельной.

- Для достоверного определения рабочего давления газа на котлах, расхода газа, расхода воды через котлы необходимо следить за исправностью первичных (датчиков) и вторичных измерительных приборов.

- При замене вышедшего из строя оборудования согласовывать замену с сервисной и фирмой изготовителем.

- При техническом обслуживании и ремонте пользоваться техническим руководством заводов- изготовителей.

- Следить за состоянием теплоизоляции котлов, трубопроводов.

- Следить за водно- химическим составом теплоносителя и подпиточной воды.

Водоподготовка непрерывного действия

- Схема водоподготовки позволяет получать воду качеством, (жесткость умягчаемой воды не превышает 0,010 мг-экв/л), соответствующим требованиям Правил к качеству питательной воды для подпитки водогрейных котлов.

- ХВП может выдавать достаточное количество умягченной воды для подпитки при соблюдении следующих рекомендаций:

- Для поддержания водно-химического режима в соответствии с нормами, необходимыми для эксплуатации установки кондиционирования, в соответствии с выданной режимной картой.

- Проводить заполнение баков – солерастворителей солью в количестве не менее чем необходимым для 3-х регенераций. Бак-солерастворитель рекомендуется опорожнять и очищать не реже чем 1 раза в год.

- Поддерживать уровень в баках с реагентами Гидрохим-140 и Гидрохим-160 установки на уровне не менее 1/3 объема бака. Концентрацию реагентов проверять постоянно.

- Производить периодические осмотры и ревизию запорной арматуры.

- Журнал наблюдений вести согласно графика, объема и периодичности химического контроля. Проводить анализ исходной, подпиточной, котловой и сетевой воды в соответствии рекомендуемыми методикам выполнения анализа.

- Ежеквартально производить осмотр фильтров и проверки работы водоподготовки. Проводить сервисное обслуживание установки не реже, чем раз в три месяца. Проверять настроечные параметры управляющей клапана колонны, проводить ревизию запорной арматуры, при необходимости проводить ремонтные работы установки, в соответствии ее инструкции по монтажу.

- Постоянно иметь не менее 3-6 месячного запаса поваренной таблетированной соли в количестве 500 кг марки: «Экстра», Славянская (ГОСТ 13830 –97): соль поваренная пищевая выварочная вакуумная.

- Для нормальной работы установки необходимо постоянно поддерживать давление исходной воды перед установкой, установив на значение не менее 2,8 кгс/см².

- Поддерживать давление на ВПУ за счет работу насосов, работающих в автоматическом режиме перед водоподготовкой, чтобы процесс кондиционирования воды проводился в необходимом режиме работы фильтров: – скорость потока воды во время этапов регенерации, промывки и заполнения соответствовала данным работы установки.

- При любой остановке котла, в том числе и для ремонта, необходимо осуществлять мероприятия по защите котлов от «стояночной коррозии»: при постановке котла в резерв – проводить консервацию, при остановке на длительный срок – дренирование агрегата.

7. Литература

1. ФЗ №116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97 г.
2. Постановление правительства Российской Федерации «О применении технических устройств на опасных производственных объектах» №1540 от 25.12.98 г.
3. ПБ 03-517-02 «Общие правила промышленной безопасности для организаций, осуществляющих деятельность в области промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 18.10.02 г.
4. ПТЭТЭУ «Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок» 2003.
5. ПБ 10-574-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов» 2003
6. РД 10-179-98 Методические указания по разработке инструкций и режимных карт по эксплуатации установок докотловой обработки воды и по ведению водно-химического режима паровых и водогрейных котлов.
7. Д 10-165-97 Методические указания по надзору за водно-химическим режимом паровых и водогрейных котлов.
8. Роддатис К. Ф., Полторецкий А. Н. «Справочник по котельным установкам малой производительности», Энергоатомиздат, 1989.
9. Кострикин Ю.М., Мещерский Н.А., Коровина О.В. «Водоподготовка и водный режим энергообъектов низкого и среднего давления», справочник, Энергоатомиздат, 1990.
10. Лифшиц О.В. «Справочник по водоподготовке котельных установок», Энергия, 1976.
11. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов. Утверждены Госгортехнадзором России 11.06.2003 г.
12. ГОСТ 20995-75. Котлы паровые стационарные с давлением до 3.9 МПа. Показатели качества питательной воды и пара. М.: Изд. Стандартов, 1989.
13. ГОСТ 2874-82. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством. - М.: Изд. Стандартов, 1996.
14. РТМ 108.030.114-77. Котлы паровые стационарные низкого и среднего давления. Организация водно-химического режима. - Л.: НПО ЦКТИ, 1978.
15. РТМ 24. 030. 24-72. Котлы паровые низкого и среднего давления. Организация и методы химического контроля за водно- химическим режимом. - Л.: НПО ЦКТИ. 1973.