



ОТЧЕТ

По текущим проблемам эксплуатации системы ТС Апатитской ТЭЦ
филиала «Кольский» ОАО «ТГК-1»

Разработал:

Инженер-химик

должность

подпись

Л. В. Антоненко

Ф.И.О.

Проверил:

Начальник инжиниринговой
службы

должность

подпись

Е. В. Макарова

Ф.И.О.

Ростов-на-Дону
2011г.

Содержание

Введение	3
1. Объем проведенных работ	3
2. Краткая характеристика объекта	3
3. Основные свойства воды, применяемой на Апатитской ТЭЦ	6
4. Выводы	13
Приложение № 1-3	14
Список литературы	17

Введение

В рамках договорных обязательств специалистами ООО «Экоэнерго» было проведено обследование водно-химического режима эксплуатации системы теплоснабжения Апатитской ТЭЦ филиала «Кольский» ОАО «ТГК-1».

Основная цель работ заключалась в обследовании технологического и водно-химического режима эксплуатации системы теплоснабжения, а также выявления соответствия качества сетевой воды (концентрация общего железа, значение рН, цветности) требуемым нормам:

1. «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ».
2. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».
3. СанПин 2.1.2496-09 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения».

1. Объем проведенных работ

1. Ознакомление со схемой работы системы теплоснабжения, характеристиками и режимами работы.
2. Анализ схемы работы системы теплоснабжения. Сбор нормативной документации.
3. Анализ ведения водно-химического режима за отопительный период 2010-2011гг. Ознакомление с нормативной документацией
4. Отбор проб исходной, подпиточной и сетевой воды, выполнение анализа воды с целью определения их основных свойств и фактически существующего водно-химического режима.
5. Осмотр и оценка состояния внутренних поверхностей труб, отбор проб отложений с целью их последующего химического анализа в лабораторных условиях;
6. Проведение КХА отобранных проб отложений.

2. Краткая характеристика объекта

Общие сведения о системе теплоснабжения.

Режим работы системы – круглогодично.

Система теплоснабжения ТЭЦ циркуляционная открытого типа.

Установленная тепловая мощность объекта составляет 735 Гкал/час, присоединительная нагрузка 396,5 Гкал/час.

Объем системы теплоснабжения: в отопительный сезон – 8256м³; в межотопительный сезон – 4123м³.

Подогрев сетевой воды системы теплоснабжения в отопительный сезон осуществляется в основных бойлерах ПСВ-500-3-23 (10шт.), расход воды через бойлер составляет 1150 т/час, нагрев воды происходит до температуры 120⁰С. Догрев воды производится в пиковых бойлерах ПСВ-500-14-23 (6шт.), расход воды через бойлер составляет 1800 т/час, нагрев воды происходит до температуры 150⁰С. В качестве греющей среды выступает пар, поступающий с коллектора отработанного пара турбин.

Обратная вода ТС, поступающая из города и АНОФ-II, при помощи сетевых насосов марки СЭ-1250-140 (7шт.) и КРНА 300/600/440а-019 (3шт.) подается на подогреватели. Каждый из насосов обеспечивает подачу до 1250 м³/час, с напором 14 кгс/см². Давление воды в обратном трубопроводе составляет: в отопительный период - 4,5 кгс/см². Давление воды в прямом трубопроводе: в отопительный период составляет 12,0 кгс/см²; в межотопительный период - 8,0 кгс/см². Температурный график – 150/70 ⁰С. Максимальная температура нагрева сетевой воды составляет не более 85 ⁰С.

Схема подогрева сетевой воды (количество задействованных сетевых подогревателей, сетевых насосов, схема их работы) определяется мастером смены по температурному графику в зависимости от температуры наружного воздуха и текущих технологических условий эксплуатации оборудования.

Подпитка системы теплоснабжения.

Подготовка подпиточной воды системы осуществляется по схеме: исходная вода + силикатирование + деаэрация.

Исходной водой для подпитки системы теплоснабжения является вода, поступающая из городского водопровода. Исходная вода из городского водопровода (с температурой в зимний период 3-8 ⁰С, в летний около 10 ⁰С, и давлением 6 кгс/см²) подается на теплообменники вакуумных деаэраторов марки ПСВ-315 (2шт.) и ПСВ-500-3 (1шт.). Производительность теплообменников марки ПСВ-315 составляет 725 т/час, ПСВ-500-3 составляет 1150 т/час, нагрев воды в оборудовании происходит до температуры 120 ⁰С. Подогрев осуществляется паром нерегулируемых отборов турбин. Далее вода по трем ниткам поступает на вакуумные деаэраторы марки ДСВ-400 (8шт.). Вакуумные деаэраторы серии ДСВ предназначены для удаления коррозионно-агрессивных и инертных газов из подпиточной воды тепловых сетей. Они работают при абсолютных давлениях 0,075 до 0,5 ата, т.е. температура деаэрированной воды от 40⁰С до 80⁰С. Номинальная производительность деаэратора 400 т/час, температура

воды на выходе из деаэратора составляет 40-80°C, температура теплоносителя должна составлять 70-140°C (в зависимости от температурного графика работы).

Пройдя процесс деаэрирования, вода подается в аккумуляторные баки (3шт.) объемом 2000 м³ каждый. Аккумуляторные баки предназначены для накопления запаса подпиточной воды на случай отключения вакуумных деаэраторов или расхода подпитки, превышающего производительность установленных вакуумных деаэраторов. Для сохранения температуры воды на аккумуляторные баки нанесена изоляция с обшивкой алюминиевым листом толщиной 0,8 мм. Из баков аккумуляторов при помощи подпиточных насосов марки 200Д60А (1шт), Д1250-125 (1шт.) и СЭ-1250-70 (2шт) по двум трубопроводам подается на подпитку I и II системы. В зимнее время в работе находятся насосы марки 200Д60А (1шт), производительностью 720 т/час, с напором 7,6 кгс/см² и марки Д1250-125 (1шт.), производительностью 1100 т/час, с напором 10 кгс/см². В летнее время в работе находятся насосы марки СЭ-1250-70 (2шт), производительностью 1260 т/час, с напором 6,7 кгс/см². Деаэрированная вода может так же, минуя баки аккумуляторы, на прямую подаваться на всас подпиточных насосов. Регулирование расхода воды идущей на подпитку системы осуществляется при помощи регулятора давления.

Среднечасовой объем подпитки в отопительный период – 600 м³/час. Годовой объем подпитки за 2010 год составил 4 244 343 м³.

Дозирование силиката натрия происходит при помощи насосов-дозаторов плунжерного типа НД630/10 – 2 шт. Рекомендаций по конкретной дозе реагента нет. Определение эффективности дозирования ведется по показателю рН. Подача реагента в отопительный период производится постоянно. Дозирование осуществляется в коллектор подогретой воды идущей на вакуумные деаэраторы и в трубопровод подпиточной воды, после насосов подпитки. Годовой расход реагента за 2010г. составил 9000 кг. Дозирование реагента осуществляется с 1975 года. На настоящее время узел дозирования морально устарел и находится в изношенном состоянии.

Увеличение системы теплоснабжения за счет присоединения тепловых мощностей г. Кировск.

По предоставленным Вами данным, в ближайшее время планируется увеличение системы теплоснабжения Апатитской ТЭЦ за счет присоединения тепловых мощностей системы теплоснабжения г. Кировск.

Система теплоснабжения г. Кировск – открытого типа. Расчетный объем системы 10 448 м³. Ориентировочный объем подпитки – 400 м³/час. Расчетный годовой объем подпиточной воды 2 601 600 м³. Протяженность трубопроводов 11 000 м.

Схема водоподготовки: исходная вода + вакуумная деаэрация.

В связи с тем, что реагентная водоподготовка системы ТС г. Кировск не проводится, насыщение системы силикатом натрия будет длительным (не менее месяца). При этом насосы-дозаторы силиката будут работать в непрерывном режиме. Только по достижении насыщения системы насосы могут быть переведены в режим периодического дозирования. Существенное повышение нагрузки на дозирующий узел силиката может привести к быстрому износу дозирующего оборудования, выходу из строя, и, как следствие, неэффективному выполнению антикоррозионных мероприятий. Также в период насыщения системы возможно повышение показателей «Железо общее» и «Цветность» в сетевой воде, связанное с вымыванием отложений из системы.

3. Основные свойства воды, применяемой на Апатитской ТЭЦ

По основным показателям качества состав воды должен удовлетворять установленным нормам:

1. «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ».
2. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.»
3. СанПин 2.1.2496-09 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения».

Значения нормируемых показателей качества подпиточной и сетевой воды представлены в таблице № 1.

Таблица № 1.

№ п/п	Показатель качества воды	Требования к качеству подпиточной и сетевой воды согласно	
		ПТЭЭСиС	СанПиН
1	Индекс карбонатный Ик, (мг-экв/дм ³) ²	3,2	-
2	рН	8,3-9,0	6-9
3	Углекислота, мг/дм ³	0	-
4	Железо общее, мг/дм ³	0,3	0,3
5	Перманганатная окисляемость, мг/дм ³	-	5,0
6	Цветность, градус	-	20

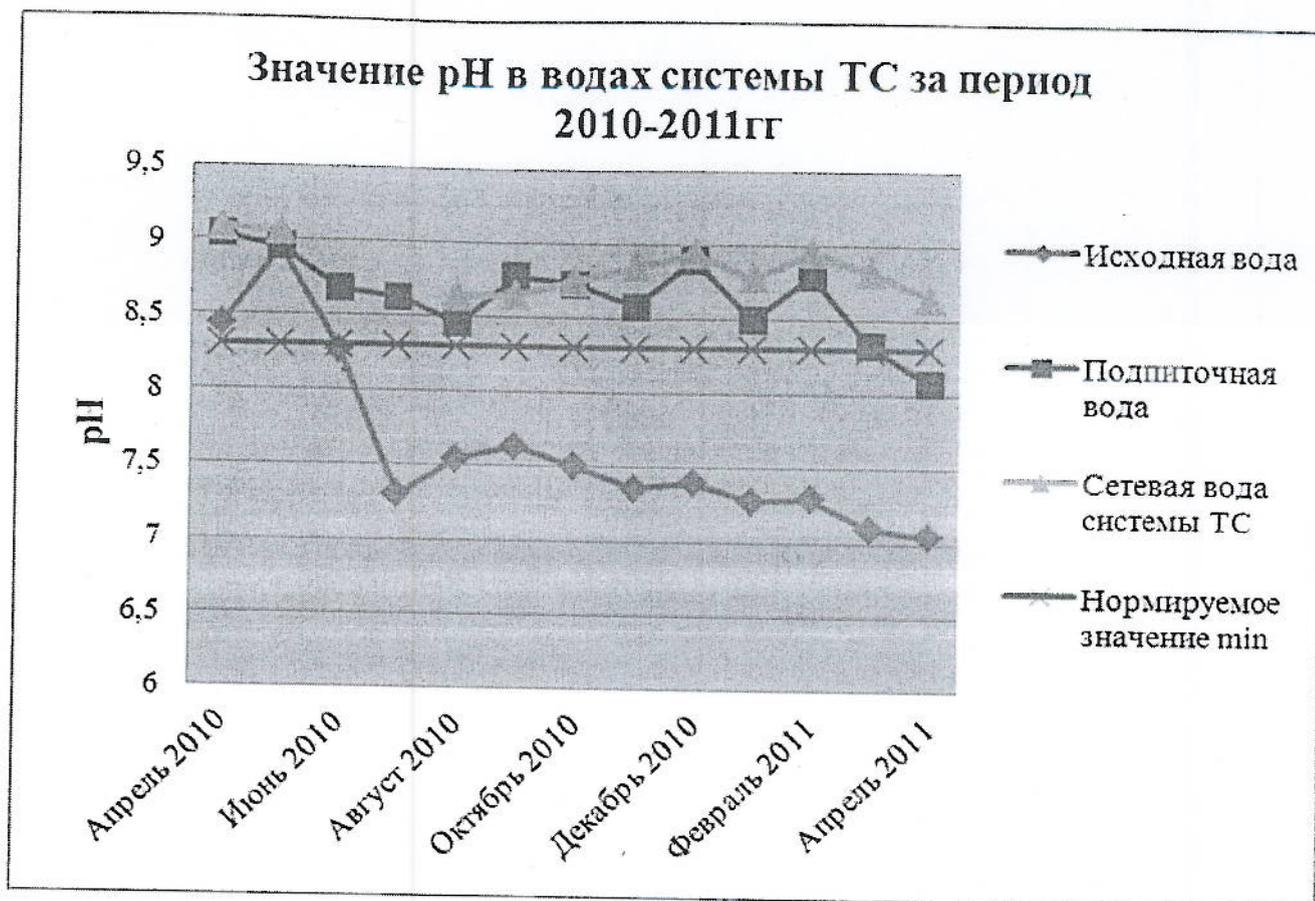
В рамках проведения обследования был проведен анализ исходной, подпиточной и сетевой воды по основным показателям качества за период 2010-2011 гг.

Среднемесячные значения показателей качества исходной (хозяйственно-питьевой), подпиточной, сетевой воды за период 2010-2011 гг. представлены в Приложениях №. 1-3.

Анализ оперативной документации по контролю качества подпиточной и сетевой воды системы ТС ТЭЦ за период 2010-2011 гг. показал следующее:

1. По показателю рН качество подпиточной и сетевой воды удовлетворяет требованиям ПТЭЭСиС.

Среднемесячные значения рН за период апрель 2010 г. – апрель 2011 г. представлены на диаграмме № 1:



2. Определение соответствия установленным требованиям ПТЭЭСиС качества подпиточной воды и сетевой воды по показателю свободная углекислота не представляется возможным, в связи с отсутствием данных по результатам количественно-химических анализов.

Применение вакуумной деаэрации в открытых системах теплоснабжения не гарантирует полного удаления свободной углекислоты. При этом даже кратковременное нарушение режима работы деаэрации ведет к увеличению содержания кислорода и свободной углекислоты в сетевой воде. Присутствие незначительного количества углекислоты в сетевой воде свидетельствует о возможности протекания процессов углекислотной коррозии в системе ТС.

Данные выводы подтверждаются результатами технологического метода контроля ВХР (РД 153-34.1-17-465-00). Принцип метода технологического контроля ВХР системы теплоснабжения основан на экспонировании в контролируемые системы индикаторных участков труб или пластин, которые, попадая в исследуемую среду, на себе проецируют процессы, протекающие в системе. Результаты экспонирования индикаторных дисков и интерпретация по скоростям коррозии представлены в таблицах №2, №3.

Таблица №2.

Участок теплосети	Скорость коррозии, мм/год					
	2006	2007	2008	2009	2010	За 5 лет
Внутростанционный тр-д, 3 магистраль, подающий коллектор, ось №5	0,133	-	0,12	0,2	0,098	0,1102
Магистральный тр-д, 1 магистраль, подающий коллектор, камера 1-ТК-14	0,068	0,073	0,113	0,1	0,12	0,0948
Магистральный тр-д, 1 магистраль, обратный коллектор, камера 1-ТК--14	0,086	0,11	0,06	0,084	0,053	0,0786
Магистральный тр-д, 2 магистраль, подающий коллектор, камера 2-ТК-10	0,117	0,104	0,084	0,072	0,102	0,0958
Магистральный тр-д, 2 магистраль, обратный коллектор, камера 2-ТК-10	0,083	0,111	0,084	0,083	0,062	0,0846
Магистральный тр-д, 3 магистраль, подающий коллектор, камера 3-ТК-7	0,051	0,07	0,093	0,11	0,067	0,0782
Магистральный тр-д, 3 магистраль, обратный коллектор, камера 3-ТК-7	0,048	0,058	0,068	0,054	0,047	0,055
Магистральный тр-д, 4 магистраль, подающий коллектор, задвижка ВС-9	-	-	0,044	0,064	-	0,0216
Магистральный тр-д, 4 магистраль, подающий коллектор, задвижка ВС-10	-	0,053	0,05	0,03	-	0,0266
1-2 магистраль, обратка	-	0,044	0,05	0,11	0,041	0,049
3 магистраль, обратка	0,059	0,049	0,032	0,044	0,033	0,0434
Теплосеть АНОФ-2 прямая, обозначена "1"	0,068	0,053	0,035	0,059	0,046	0,0522
Теплосеть АНОФ-2 обратка, обозначена "0"	0,085	0,048	0,031	0,042	0,048	0,0508
1-2 магистраль, подача	0,063	-	-	0,051	-	0,0228
СРЕДНЯЯ ВЕЛИЧИНА ПО ГОДАМ:	0,062	0,055	0,062	0,079	0,051	0,062

Согласно РД 153-34.1-17-465-00 «МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОЦЕНКЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ВНУТРЕННЕЙ КОРРОЗИИ В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ» скорость коррозионных процессов оценивается следующим образом:

Скорость коррозии индикаторов, мм/год

0-0,03
0,031-0,085
0,0851-0,2
Более 0,2

Агрессивность сетевой воды

Н - Низкая
Д - Допустимая
В - Высокая
А - Аварийная

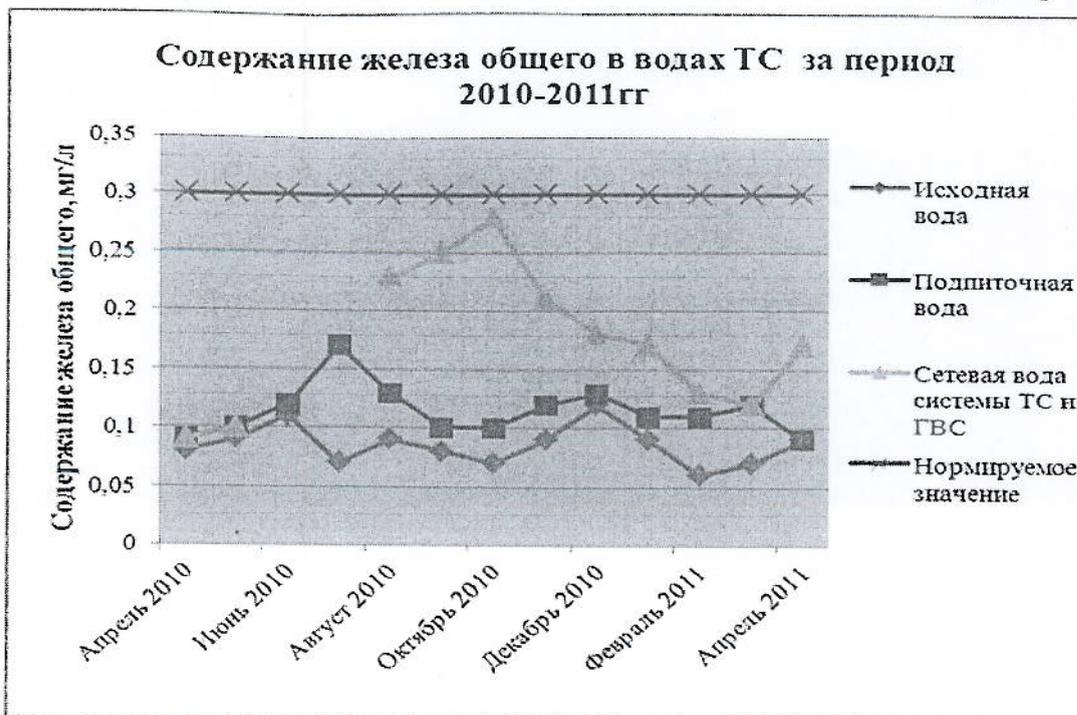
Таблица №3.

Участок теплосети	Скорость коррозии, мм/год					
	2006	2007	2008	2009	2010	За 5 лет
Внутристанционный тр-д, 3 магистраль, подающий коллектор, ось №5	В	-	В	В	В	В
Магистральный тр-д, 1 магистраль, подающий коллектор, камера 1-ТК-14	Д	Д	В	В	В	В
Магистральный тр-д, 1 магистраль, обратный коллектор, камера 1-ТК--14	В	В	Д	Д	Д	Д
Магистральный тр-д, 2 магистраль, подающий коллектор, камера 2-ТК-10	В	В	Д	Д	В	В
Магистральный тр-д, 2 магистраль, обратный коллектор, камера 2-ТК-10	Д	В	Д	Д	Д	Д
Магистральный тр-д, 3 магистраль, подающий коллектор, камера 3-ТК-7	Д	Д	В	В	Д	Д
Магистральный тр-д, 3 магистраль, обратный коллектор, камера 3-ТК-7	Д	Д	Д	Д	Д	Д
Магистральный тр-д, 4 магистраль, подающий коллектор, задвижка ВС-9	-	-	Д	Д	-	Д
Магистральный тр-д, 4 магистраль, подающий коллектор, задвижка ВС-10	-	Д	Д	Н	-	Д
1-2 магистраль, обратка	-	Д	Н	В	Д	Д
3 магистраль, обратка	Д	Д	Д	Д	Д	Д
Теплосеть АНОФ-2 прямая, обозначена "1"	Д	Д	Д	Д	Д	Д
Теплосеть АНОФ-2 обратка, обозначена "0"	Д	Д	Д	Д	Д	Д
1-2 магистраль, подача	Д	-	-	Д	-	Д
СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ПО ГОДАМ:	Д	Д	Д	Д	Д	Д

Несмотря на то, что средние показатели скорости коррозии в системе находятся в рамках допустимых значений, превышение показателей в ряде случаев говорит о том, что антикоррозионные мероприятия не везде проводятся эффективно. Это может быть связано с неполным удалением свободной углекислоты, неэффективным проведением силикатирования.

3. По содержанию железа общего качество подпиточной и сетевой воды удовлетворяет требованиям ПТЭЭСиС и СанПиН.

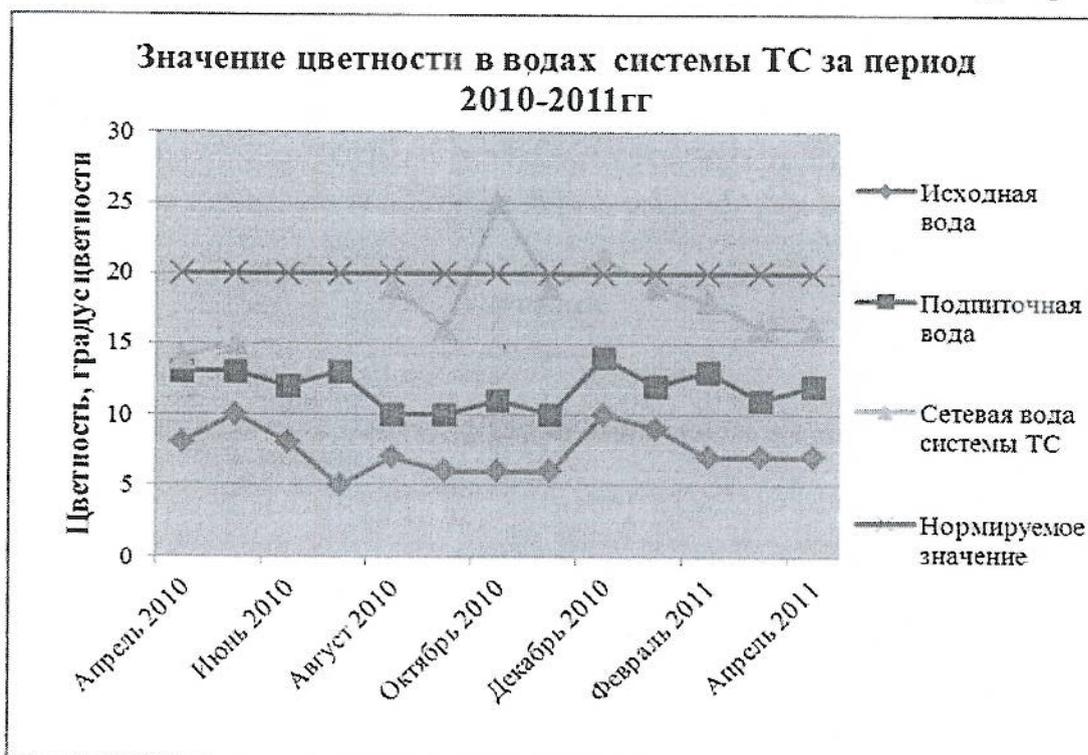
Среднемесячные значения содержания железа общего за период апрель 2010 г. – апрель 2011 г. представлены на диаграмме № 2.



4. По показателю цветность качество подпиточной и сетевой воды удовлетворяет требованиям СанПиН.

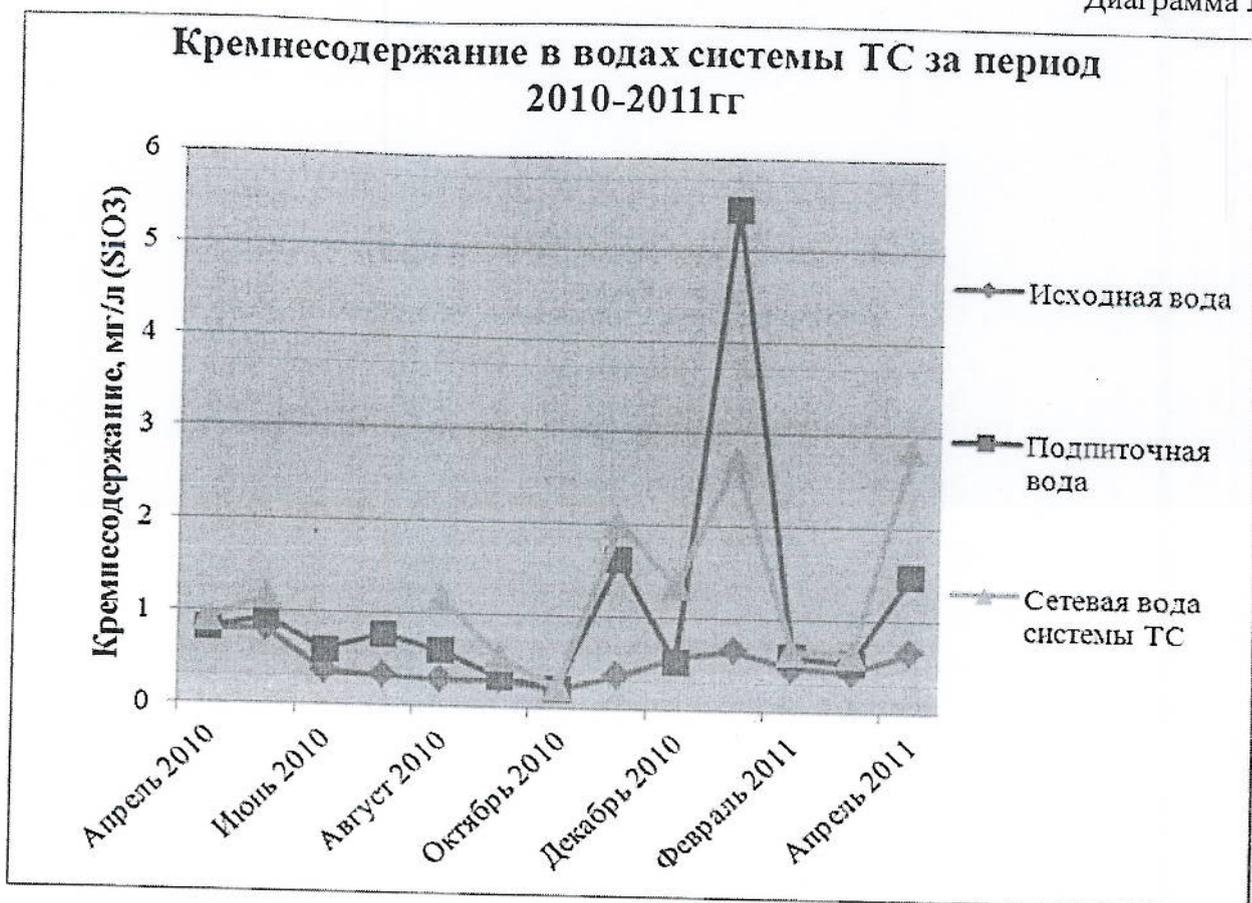
Среднемесячные значения цветности за период апрель 2010 г. – апрель 2011 г. представлены на диаграмме № 3.

Диаграмма № 3.

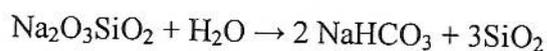


5. Содержание силиката натрия (SiO_3) в подпиточной и сетевой воде соответствует установленным нормам ПТЭЭСиС.

Среднемесячные значения силиката натрия за период апрель 2010 г. – апрель 2011 г. представлены на диаграмме № 4.



Силикат натрия является нормативным ингибитором коррозии систем теплоснабжения. Присутствующая в воде свободная углекислота связывается силикатом натрия в бикарбонат натрия.



SiO_2 вступает в реакцию с оксидами железа и формирует плотную пленку комплекса ферросиликата на поверхности металла.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. *Качество исходной (хозяйственно-питьевой) питьевой воды полностью соответствует требованиям СанПиН.*

2. *Качество подпиточной воды соответствует установленным нормам ПТЭЭСиС и СанПиН по следующим показателям:*

- *pH;*
- *железо общее;*
- *цветность.*

Отсутствие контроля свободной углекислоты в схеме существующей водоподготовки, а также возможное неполное ее удаление в вакуумных деаэраторах определяет возможность несоответствия качества воды по данному показателю нормам ПТЭЭСиС. Наличие свободной угольной кислоты влияет на процессы коррозии.

3. *Качество сетевой воды соответствует установленным нормам ПТЭЭСиС и СанПиН по следующим показателям:*

- *pH;*
- *содержание железа общего;*
- *цветность.*

Для эффективной защиты от коррозии для систем теплоснабжения открытого типа силикат натрия дозируют в систему с концентрацией ~ 20 мг/дм³. Как видно из приведенной выше диаграммы №4 содержание силиката натрия в подпиточной и сетевой воде нестабильно в течение отопительного сезона 2010-2011гг и значительно ниже рекомендованной дозы, что может привести к усилению процессов коррозии магистральных трубопроводов, внутридомовых разводок.

Химический состав отложений, отобранных из вырезки трубы Ду 720 подающего трубопровода второй магистрали, срок эксплуатации которой составляет 25 лет, подтверждает ранее сделанные выводы.

Внутренняя поверхность трубы неравномерно покрыта отложениями темно-коричневого и черного цвета, бугристого характера, высота бугорков достигает 5 мм. Отложения твердые, крепко сцеплены с поверхностью металла.

Результаты количественного химического анализа отложений представлены в таблице № 4.

Таблица 4.

Химический состав отложений.

№ п/п	Наименование показателя	Шифр методики	Содержание, массовая доля, %	Норматив погрешности, %
1.	CaO	РД 153-34.1-37.306-2001	1,81	7
2.	SO ₃	РД 153-34.1-37.306-2001	4,51	1
3.	Fe ₂ O ₃	РД 153-34.1-37.306-2001	88,85	1
4.	Потери при прокаливании	РД 153-34.1-37.306-2001	6,53	1
5.	Нераст. Остаток (SiO ₂)	РД 153-34.1-37.306-2001	5,77	5

Отложения преимущественно железо-оксидного характера с незначительной сульфатной составляющей.

4. Выводы

На основании всего выше изложенного, можно сделать следующие выводы:

- 1. Существующая схема подготовки подпиточной воды: хозяйственно-питьевая вода + вакуумная деаэрация + силикат натрия является удовлетворительной.*
- 2. Содержание силиката натрия в подпиточной и сетевой воде нестабильно в течение отопительного сезона 2010-2011гг и значительно ниже рекомендованной дозы, что может привести к усилению процессов коррозии магистральных трубопроводов, внутридомовых разводок.*
- 3. Существующий водно-химический режим ведется удовлетворительно только благодаря высокому качеству исходной воды. При изменении качества подпиточной воды (повышение концентрации свободной углекислоты, снижение концентрации силиката натрия) возможно провоцирование коррозии в местах с низкой циркуляцией.*
- 4. В ближайшее время планируется расширение системы теплоснабжения за счет присоединения тепловых мощностей г.Кировск. Система ТС г. Кировск не обрабатывается силикатом натрия, поэтому при присоединении возможно наблюдать увеличение значений показателей «Железо общее» и «Цветность».*
- 5. Существующее дозирующее оборудование силиката натрия морально устарело и физически изношено. При увеличении объема обрабатываемой воды корректная обработка силикатом натрия трудно выполнима.*

Приложение № 1. Показатели качества исходной (хозяйственно-питьевой) воды.

Показатель	П ДК	Шифр методики	2010г										2011г			
			Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	
Цветность в градусах	20	ГОСТ Р 52769-2007	8	10	8	5	7	6	6	6	10	9	7	7	7	
Жесткость, мг-экв/дм ³		ГОСТ 26449.1-85	0,42	0,46	0,39	0,40	0,40	0,39	0,37	0,36	0,36	0,36	0,40	0,38	0,35	
Щелочность, мг-экв/дм ³		ГОСТ 26449.1-85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
рН	6-9	РД 52.24.495-95	8,43	8,95	8,26	7,30	7,54	7,63	7,50	7,36	7,40	7,28	7,30	7,10	7,05	
Железо общее, мг/дм ³	0,3	ГОСТ 26449.1-85	0,08	0,09	0,11	0,07	0,09	0,08	0,07	0,09	0,12	0,09	0,06	0,07	0,09	
Кремнесодержание, мг/дм ³		РД 34.37.505-83	0,81	0,81	0,36	0,32	0,29	0,29	0,20	0,36	0,56	0,65	0,47	0,44	0,65	

Приложение № 2. Показатели качества подпиточной воды.

Показатель	ПДК	Шифр методики	2010г												2011г			
			Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	январь	Февраль	Март	Апрель			
Цветность в градусах	20	ГОСТ Р 52769-2007	13	13	12	13	10	10	10	11	10	14	12	13	11	12		
Жесткость, мг-экв/дм ³		ГОСТ 26449.1-85	0,51	0,47	0,40	0,41	0,43	0,41	0,38	0,37	0,35	0,36	0,41	0,39	0,36			
Щелочность, мг-экв/дм ³		ГОСТ 26449.1-85	0,61	0,58	0,49	0,50	0,73	0,49	0,34	0,47	0,46	0,50	0,51	0,48	0,48			
рН	8,3-9	РД 52.24.495-95	9,03	8,95	8,68	8,63	8,45	8,78	8,73	8,58	8,9	8,5	8,8	8,33	8,08			
Железо общее, мг/дм ³	0,3	ГОСТ 26449.1-85	0,09	0,10	0,12	0,17	0,13	0,10	0,10	0,12	0,13	0,11	0,11	0,12	0,09			
Кислород, мкг/дм ³	50	РД 24.031.120-91	7	14	14	50	5	5	44	17	21	65	32	6	35			
Кремнесоде- р жание, мг/дм ³		РД 34.37.505-83	0,82	0,93	0,59	0,76	0,60	0,32	0,21	1,62	0,51	5,45	0,60	0,53	1,49			

Приложение № 3. Показатели качества сетевой воды.

Показатель	ПДК	Шифр методики	2010г												2011г			
			Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель			
Цветность в градусах	20	ГОСТ Р 52769-2007	14	15	-	-	19	16	25	19	21	19	18	16	16			
Жесткость, мг-экв/дм ³		ГОСТ 26449.1-85	0,50	0,49	-	-	0,43	0,41	0,37	0,47	0,34	0,37	0,40	0,39	0,37			
Щелочность, мг-экв/дм ³		ГОСТ 26449.1-85	0,61	0,57	-	-	0,49	0,49	0,47	0,47	0,46	0,50	0,51	0,49	0,52			
pH	8,3-9	РД 52.24.495-95	9,08	9,05	-	-	8,64	8,65	8,75	8,85	8,94	8,78	8,95	8,82	8,65			
Железо общее, мг/дм ³	0,3	ГОСТ 26449.1-85	0,09	0,10	-	-	0,23	0,25	0,28	0,21	0,18	0,17	0,13	0,12	0,17			
Кислород, мкг/дм ³	20	РД 24.031.120-91	5	5	-	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
Кремнекислород, мг/дм ³		РД 34.37.505-83	0,92	1,17	-	-	1,17	0,53	0,22	2,01	1,34	2,73	0,64	0,63	2,85			

Список используемой нормативной, научно-технической литературы

1. ГОСТ 26449.1-85 «Установки дистилляционные опреснительные, стационарные. Методы анализа соленых вод».
2. РД 52.24.495-2005 «Водородный показатель и удельная электрическая проводимость вод. Методика выполнения измерений электрометрическим методом».
3. ПНД Ф 14.1:2:4.154-99 «Методика выполнения измерений перманганатной окисляемости в пробах питьевых, природных и сточных вод титриметрическим методом».
4. РД 52.24.432-2005 «Методика выполнения измерений массовой концентрации кремния в поверхностных водах суши фотометрическим методом в виде синей (восстановленной) формы молибдокремневой кислоты».
5. ПНД Ф 14.1:2.112-97 «Методика выполнения измерений массовой концентрации фосфат-ионов в пробах природных и очищенных сточных вод фотометрическим методом восстановлением аскорбиновой кислотой».
6. ПНД Ф 14.1:2.114-97 «Методика выполнения измерений массовой концентрации сухого остатка в пробах природных и очищенных сточных вод гравиметрическим методом».
7. ПНД Ф 14.1:2.3-95 «Методика выполнения измерений массовой концентрации нитрит-ионов в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Грисса».
8. ПНД Ф 14.1:2.110-97 «Методика выполнения измерений содержания взвешенных веществ и общего содержания примесей в пробах природных и очищенных сточных вод гравиметрическим методом».
9. «Перечень материалов и реагентов, разрешенных Госкомитетом санитарно-эпидемиологического надзора РФ для применения в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения» № 01-19/32-11 от 23.10.1992 г.; в соответствии с гигиеническим сертификатом № 061 РЦ 03240 Т 0038508 от 17.08.98 г.
10. «Временное руководство по стабилизационной обработке воды фосфорсодержащими комплексонами» утвержденного приказом МЧМ СССР № 1285 от 12.12.84 г.
11. Балабан-Ирменин Ю.В., Липовских В.М., Рубашов А.М. «Защита от внутренней коррозии трубопроводов водных тепловых сетей». Энергоатомиздат. 1999 г.
12. Лапотошкина Н.П., Сазонов Р.П. Водоподготовка и водно-химический режим тепловых сетей. М., Энергоиздат. 1982 г.
13. Лифшиц О.В. Справочник по водоподготовке котельных установок. «Энергия», 1976 г.
14. Роддатис К.Ф., Полтарецкий А.Н. Справочник по котельным установкам малой производительности. М.: Энергоатомиздат. 1989 г.
15. РД 153-34.1-17.465-00 «Методические указания по оценке интенсивности процессов внутренней коррозии в тепловых сетях».
16. ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством».
17. «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ».
18. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.»
19. СанПиН 2.1.2496-09 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения».



УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор ООО

«Экоэнерго»

А.А. Ковальчук

2011 г.



СОГЛАСОВАНО



Г. Антимонов

2011 г.

ОТЧЕТ ПО ПРЕДЛАГАЕМЫМ РЕШЕНИЯМ

Разработал:

Инженер-химик

должность

подпись

Л. В. Антоненко

Ф.И.О.

Проверил:

Начальник инженеринговой

службы

должность

подпись

Е. В. Макарова

Ф.И.О.

Ростов-на-Дону
2011г.

Содержание

Введение

1. Методика постановки испытаний	3
2. Результаты исследований по выбору схемы подготовки подпиточной воды	3
3. Свойства и характеристика ингибитора накипеобразования и коррозии «Эктоскейл-605» (ТУ-2439-015-24210860-2010)	7
4. Механизм защитного действия ингибитора коррозии и накипеобразования «Эктоскейл-605» (ТУ-2439-015-24210860-2010)	8
5. Выводы и предложения	9
6. Примечания	11
7. Список литературы	11
	12

Проведенное специалистами ООО «Экоэнерго» обследование водно-химического режима эксплуатации системы ТС Апатитской ТЭЦ филиала «Кольский» ОАО «ТГК-1» выявило, что качество подпиточной и сетевой воды удовлетворяет установленным нормам:

1. «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ».

2. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

3. СанПин 2.1.2496-09 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения».

Существующий водно-химический режим системы теплоснабжения поддерживается на качественном уровне в основном благодаря высокому качеству исходной воды.

При присоединении системы теплоснабжения г. Кировск к циркуляционному контуру системы ТС Апатитской ТЭЦ возможно повышение содержания Железа общего и цветности в сетевой воде, связанное с вымыванием продуктов коррозии из присоединенного контура.

Существующее дозирующее оборудование силиката натрия морально и физически устарело и нуждается в модернизации.

Для качественного ингибирования процессов коррозии в мягкой воде необходимо производить рН-коррекцию подпиточной и сетевой воды. В случае применения силиката натрия происходит опосредованное увеличение рН за счет насыщения воды катионами натрия и связывания свободной углекислоты. Однако, даже при наличии высокого содержания силиката в сетевой воде, процессы ингибирования коррозии протекают медленно (а в ряде случаев и не эффективно).

Существенным недостатком метода силикатирования является необходимость использования больших количеств силиката натрия для поддержания достаточной дозы, обеспечивающей максимальную защиту от коррозии в системе теплоснабжения открытого типа.

Для качественной обработки всего объема теплоносителя, защиты от коррозии и отмывки ранее образовавшихся отложений возможно использовать реагенты-ингибиторы накипеобразующих и коррозионных процессов, представляющие собой продукты синтеза нейтрализованных фосфоновых кислот.

Для обеспечения соблюдения требований ПТЭ ЭСис по значению рН и скоростям протекания коррозионных процессов, специалистами химической лаборатории ООО «Экоэнерго» (Аттестат аккредитации РОСС RU.0001.511270 действителен до 07.12.2011 г.) была проведена серия лабораторных испытаний, основными направлениями которой являлись:

1. Определение накипеобразующей способности и коррозионной активности подпиточной (исходная вода + вакуумная деаэрация+силикат натрия) воды.

2. Определение эффективного вида ингибитора из двух различных реагентов: Оптион-585 (ТУ-2439-016-24210860-2010) и Эктоскейл-605 (ТУ-2439-015-24210860-2010) и его оптимальной дозы для устранения процессов накипеобразования и снижения интенсивности коррозионных процессов.

3. определение эффективной водоподготовительной схемы, позволяющей производить качественную обработку всего объема теплоносителя и приводящей показатели сетевой воды в соответствие требованиям ПТЭ ЭСис.

1. Методика постановки испытаний

1. Испытания проводились согласно ГОСТ 9.502-82.

Сущность метода заключается в экспонировании образцов в воде, применяемой на энергообъекте в качестве подпиточной в условиях движения жидкости относительно образца.

Метод лабораторных испытаний, установленный данной методикой используется:

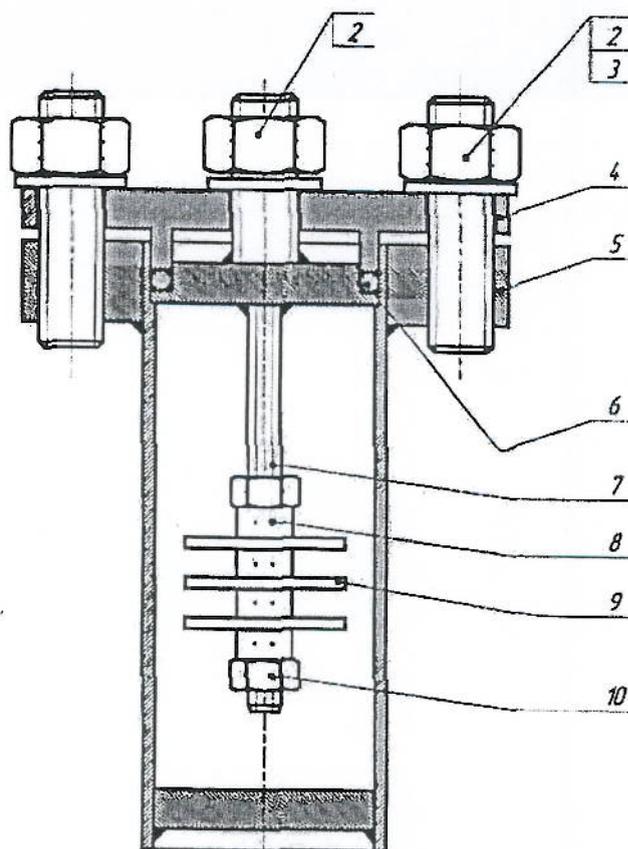
- для определения накипеобразующей способности и коррозионной активности воды, используемой в качестве подпиточной;
- для получения сравнительной оценки защитной способности при применении различных ингибиторов;
- для определения оптимальной дозы ингибитора, выбранного в качестве наиболее эффективно предотвращающего процессы накипеобразования и коррозию.

Для проведения испытаний в водных средах при повышенных температурах используется герметизированная высокотемпературная коррозионная автоклавная ячейка, способная длительное время выдерживать внутреннее давление без утечки исследуемой среды.

Конструкция автоклавной ячейки схематически показана на рис. 1.

Рис. 1.
Схема автоклавной ячейки для проведения высокотемпературных коррозионных испытаний.

- 1 - гайка M16;
- 2 - шайба 16;
- 3 - шпилька M16*60;
- 4 - крышка;
- 5 - корпус;
- 6 - уплотнительное кольцо;
- 7 - obtюраторная вставка;
- 8 - дистантор; / /
- 9 - испытуемый образец;
- 10 - гайка M8.



Внешний вид автоклавной ячейки, изготовленной по представленной схеме и чертежам, показан на рис. 2 и 3.

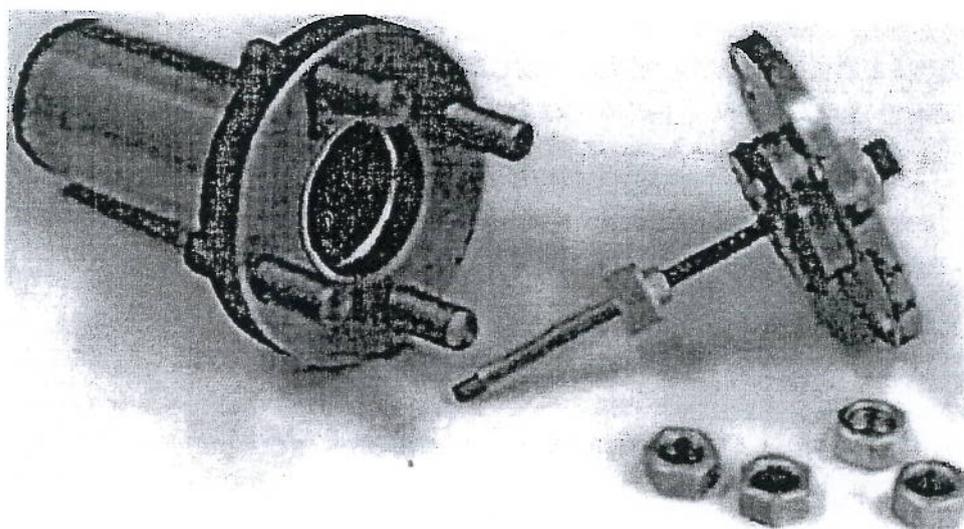


Рис. 2. Автоклавная ячейка для проведения коррозионных испытаний при повышенных температурах в разобранном виде. На штоке-держателе видна изолирующая оболочка и изолирующий дистантор.

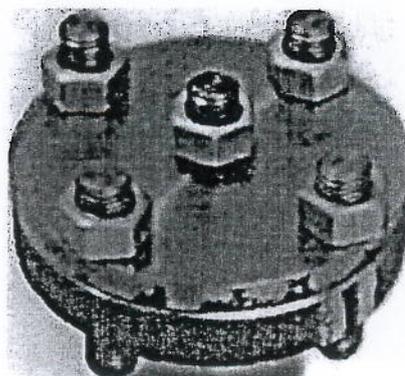


Рис. 3. Автоклавная ячейка в собранном виде, подготовленная к установке в термостат.

Для коррозионных испытаний были изготовлены образцы из горячекатаной листовой стали марки ВСт.Зсп по ГОСТ 380-94, ГОСТ 19903-74. Химический состав стали для изготовления образцов приведен в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав стали ВСтЗсп

	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Сu	As
Требования по ГОСТ 380-94	0,14-0,22	0,40-0,65	0,12-0,30	не более 0,04	не более 0,05	не более 0,30	не более 0,30	не более 0,30	не более 0,08
Фактически	0,17-0,20	0,48-0,50	0,19-0,21	0,018-0,020	0,012-0,021	0,01-0,02	0,02-0,03	0,04-0,05	—

При испытаниях использовались предварительно подготовленные металлические пластины:

1. пластины зачищались наждачной бумагой с постепенно уменьшающимся размером зерна;
2. обезжиривались этиловым спиртом;
3. промывались дистиллированной водой;
4. высушивались при температуре $103 \pm 2^\circ\text{C}$ в течение 1 ч;
5. взвешивались на аналитических весах с точностью до 0,0001 г;
6. помещались в автоклавную ячейку, имитирующую режим работы системы теплоснабжения

Индикаторные пластины представляют собой стальные круглые пластины толщиной 2-3 мм, наружным диаметром 40 мм с отверстием в центре диска 12 мм (рис. 4).

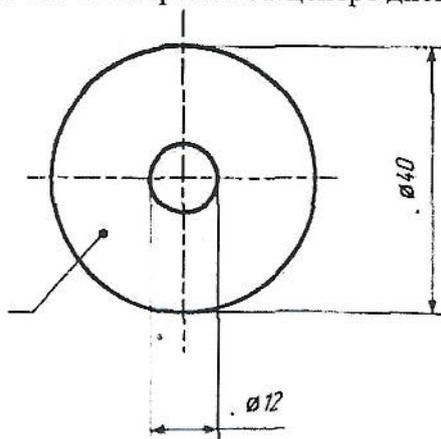


Рис. 4. Индикаторная пластина

Для проведения испытаний использовались:

1. Вода энергообъекта, химический состав и основные свойства которой приведены в таблице № 2.

2. Циркуляция жидкости осуществлялась насосом, обеспечивающим постоянство заданной скорости движения жидкости относительно образца.

3. Температура $70^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Данный температурный режим исследования был выбран по следующей причине: температура прямой воды с погрешностью не большей, чем 3-5 % соответствует температуре нагрева теплоносителя в теплоэнергетическом оборудовании, поэтому величина скорости накипеобразования, определенная в результате исследования объективно отражает реальные процессы накипеобразования. Поскольку, данная температура нагрева теплоносителя является максимальной для всей системы, то определенная в результате исследования величина скорости накипеобразования и коррозии является максимальной.

4. Время испытаний – 240 ч.

Показатели качества анализируемой воды

Таблица №2

№ п/п	Наименование показателей качества воды	Шифр методики	Исходная	Подпиточная
1	<i>pH</i>	РД 52.24.495-2005	<i>7,45±0,10</i>	<i>8,64±0,10</i>
2	<i>Жесткость общая, мг-экв/дм³</i>	ГОСТ 26449.1-85	<i>0,40±0,02</i>	<i>0,36±0,03</i>
3	<i>Жесткость кальциевая, мг-экв/дм³</i>	ГОСТ 26449.1-85	<i>0,25±0,09</i>	<i>0,26±0,09</i>
4	<i>Жесткость магниевая, мг-экв/дм³</i>	ГОСТ 26449.1-85	<i>0,15±0,11</i>	<i>0,10±0,07</i>
5	<i>Жесткость карбонатная, мг-экв/дм³</i>	ГОСТ 26449.1-85	<i>0,40</i>	<i>0,36</i>
6	<i>Щелочность по ф-ф, мг-экв/дм³</i>	ГОСТ 26449.1-85	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>
7	<i>Щелочность общая, мг-экв/дм³</i>	ГОСТ 26449.1-85	<i>0,50±0,06</i>	<i>0,46±0,08</i>
8	<i>Карбонатный индекс, (мг-экв/дм³)^{3/2}</i>	ГОСТ 26449.1-85	<i>0,13</i>	<i>0,12</i>
9	<i>Хлориды, мг/дм³</i>	ГОСТ 26449.1-85	<i>7,00±1,75</i>	<i>7,00±1,75</i>
10	<i>Сульфаты, мг/дм³</i>	ГОСТ 26449.1-85	<i>30,45±4,57</i>	<i>34,57±4,50</i>
11	<i>Взвешенные вещества, мг/дм³</i>	ПНД Ф 14.1:2.110-97 (с изм. 2004 г.)	<i>3,00±0,90</i>	<i>3,00±0,90</i>
12	<i>Перманганатная окисляемость, мг/дм³</i>	ПНД Ф 14.1:2.4.154-99 (с изм. 2004 г.)	<i>2,96±0,30</i>	<i>3,36±0,34</i>
13	<i>Нитриты, мг/дм³</i>	ПНД Ф 14.1:2.3-95 (с изм. 2004 г.)	<i><0,02</i>	<i><0,02</i>
14	<i>Железо общее, мг/дм³</i>	ГОСТ 26449.1-85	<i>0,05±0,04</i>	<i>0,04±0,03</i>
15	<i>Силикаты, мг/дм³</i>	РД 52.24.432-2005	<i>0,23±0,06</i>	<i>0,99±0,10</i>
16	<i>Фосфаты, мг/дм³</i>	ПНД Ф 14.1:2.112-97 (с изм. 2004 г.)	<i><0,01</i>	<i><0,01</i>
17	<i>Сухой остаток, мг/дм³</i>	ПНД Ф 14.1:2.114-97 (с изм. 2004 г.)	<i>69,76±13,26</i>	<i>72,37±13,75</i>
18	<i>Цветность, градусы цветности</i>	ГОСТ Р 52769-2007	<i>37,45</i>	<i>41,57</i>
19	<i>Суммарное содержание сульфатов и хлоридов, мг/дм³</i>	-	<i>7,45±0,10</i>	<i>8,64±0,10</i>

После окончания испытаний по прибыли (убыли) массы образца вычислялись скорость образования отложений и скорость коррозии.

Оценка защитной способности ингибитора проводилась по сравнению скоростей образования отложений, коррозии образца металла в результате испытаний.

2. Результаты исследования по выбору схемы подготовки подпиточной воды

1. При проведении испытаний по сравнительному ингибированию проб подпиточной воды системы ТС реагентами Оптион-585 (ТУ-2439-016-24210860-2010) и Эктоскейл-605 (ТУ-2439-015-24210860-2010) было выявлено, что наиболее эффективное предотвращение накипеобразования и снижение коррозионных процессов наблюдается при работе по схеме: *хозяйственно-питьевая вода + деаэрация + силикат натрия + ингибитор Эктоскейл-605 с концентрацией 0,3 мг/дм³*.

При данных концентрациях выбранного реагента в сетевой воде *скорости образования отложений и коррозии не будут превышать: 0,12 мм/год и 0,05 мм/год* соответственно.

2. Данные по ингибированию процессов накипеобразования и коррозии при работе по различным схемам представлены в таблицах № 3 и № 4.

Таблица № 3.

№ п/п	Схема подготовки подпиточной воды			Скорость образования отложений, мм/год	Скорость коррозии, мм/год
	Проба воды	Вид ингибитора	Концентрация ингибитора, мг/дм ³		
1	исходная вода	-	-	0,36	0,14
2	подпиточная вода (вакуумная деаэрация+силикат натрия)	-	-	0,25	0,076
3	подпиточная вода+реагент заданной концентрации	Эктоскейл-605	0,3	0,12	0,050
		Оптион-585	0,3	0,17	0,062

Таблица № 4.

Схема водоподготовки	Степень защиты	
	от процессов образования отложений, %	от процессов коррозии, %
подпиточная вода	30,56	45,72
подпиточная вода + ингибитор Оптион-585 с концентрацией 0,3 мг/дм ³	52,77	55,71
подпиточная вода + ингибитор Эктоскейл-605 с концентрацией 0,3 мг/дм ³	66,67	64,29

4. Характеристика поверхности образцов, подвергнутых испытаниям.

Поверхности образцов, подвергнутых испытаниям, исследовали методами визуального осмотра с помощью оптического микроскопа.

Визуальный осмотр поверхности образцов показал, что характер развития коррозионного процесса в отсутствие ингибитора и в присутствии различных ингибиторов различен.

В отсутствие ингибитора коррозионный процесс захватывает всю поверхность образца, кроме того, на этой равномерно корродированной поверхности отмечаются неглубокие язвы.

В присутствии ингибиторов «Оптион-585» равномерный коррозионный процесс на поверхности образца в значительной степени подавлен.

В присутствии ингибиторов «Эктоскейл-605» подавляется как равномерная, так и язвенная коррозия, при этом отмечены лишь единичные язвы небольшой глубины на образцах.

3. Свойства и характеристика ингибитора накипеобразования и коррозии ЭКТОСКЕЙЛ®-605

Ингибитор накипеобразования и коррозии ЭКТОСКЕЙЛ®-605

Выпускается согласно ТУ - 2439-015-24210860-2010.

Комплексонат серии ЭКТОСКЕЙЛ®-605 (EKTOSCALE®-605) представляет собой нейтрализованную фосфорорганическую кислоту со стабилизирующими добавками.

3.1. Физико-химические показатели комплексоната ЭКТОСКЕЙЛ®-605

№ п/п	Наименование показателя	ЭКТОСКЕЙЛ®-605-1 (EKTOSCALE®-605-1)	ЭКТОСКЕЙЛ®-605-2 (EKTOSCALE®-605-2)	ЭКТОСКЕЙЛ®-605-3 (EKTOSCALE®-605-3)
1.	Внешний вид продукта	Бесцветная жидкость или желто-коричневая жидкость	Порошок светло-серого цвета с бежевым оттенком. Допускается слеживаемость продукта – куски. Не допускаются вкрапления другого цвета.	Таблетки белого или с серым оттенком цвета диаметром 2-3 см, толщиной 1-1,5 см. Не допускаются вкрапления другого цвета.
2.	Массовая доля основного вещества (по фосфатам), %	от 19,0 до 20,5 включительно	от 93 до 97 включительно	от 68 до 72 включительно
3.	pH	от 6 до 10 включительно	от 6 до 10 включительно (в растворе)	от 6 до 10 включительно (в растворе)
4.	Плотность ρ (при 20°C), г/см ³	от 1,2 до 1,3 включительно	от 1,2 до 1,3 включительно (в растворе)	от 1,2 до 1,3 включительно (в растворе)
5.	Влажность, %, не более	-	10	10

3.2. Область применения ЭКТОСКЕЙЛ®-605 (EKTOSCALE®-605)

Комплексонат ЭКТОСКЕЙЛ®-605 (EKTOSCALE®-605) применяется в качестве:

- антинакипной и противокоррозионной добавки в теплоэнергетике: для подпиточной воды закрытых и открытых систем теплоснабжения, систем централизованного горячего водоснабжения СЦГВ (подпиточной воды водогрейных котлов и водо-водяных, пароводяных сетевых подогревателей), а также для подготовки питательной воды паровых котлов низкого давления, парогенераторов, котлов-утилизаторов;

- антинакипной и противокоррозионной подготовки добавочной и оборотной воды циркуляционных систем, оборотных систем предприятий (чистые и грязные технические циклы);

- ингибитора солеотложений в водонефтяных системах добычи нефти, промышленных предприятий; ингибитора в текстильном и кожевенном производстве;

- ингибитора солеотложения для увеличения продолжительности работы мембран обратного осмоса; в качестве раствора для очистки мембран обратного осмоса.

3.3. Санитарно-эпидемиологические аспекты применения

Реагент «ЭКТОСКЕЙЛ®-605» относится к серии реагентов, указанных в СанПиН 2.1.2496-09 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения» как реагентов комплексного действия нашедших наиболее широкое применение в России.

Комплексонат «ЭКТОСКЕЙЛ®-605» производится по ТУ 2439-015-24210860-2010 введенным в действие 17 мая 2010 года. В связи с вступлением в силу Соглашения таможенного союза по санитарным мерам и на основании Письма Федеральной службы Роспотребнадзора РФ № 01/9646-0-32 от 29.06.2010 на комплексонат «ЭКТОСКЕЙЛ-605» не было выдано санитарно-эпидемиологическое заключение (СЭЗ).

В соответствие с письмом Федеральной службы Роспотребнадзора РФ № 01/12760-0-31 от 03.09.2010 года реагент «ЭКТОСКЕЙЛ-605» входит в раздел I «Единого перечня товаров, подлежащих санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) на таможенной границе и таможенной территории таможенного союза. Оформление свидетельств о государственной регистрации на данную продукцию не требуется».

Кроме этого, реагент «ЭКТОСКЕЙЛ®-605» не подлежит обязательному подтверждению соответствия или обязательной оценке (подтверждению) соответствия (письмо Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 130-52/2899 от 13.09.2010 года).

Гигиеническая оценка комплексоната «ЭКТОСКЕЙЛ®-605» (EKTOSCALE®-605) проводилась ГУ НИИ Медицины труда РАМН в августе 2010 года. Согласно экспертного заключения № 21/3-П от 04.08.10 г. предельная рабочая концентрация комплексоната «ЭКТОСКЕЙЛ®-605» (EKTOSCALE®-605) в системах централизованного горячего водоснабжения и в открытых системах теплоснабжения составляет 20 мг/л. При указанной концентрации реагента ЭКТОСКЕЙЛ®-605 (EKTOSCALE®-605) качество воды открытой системы теплоснабжения и воды СЦВ будет соответствовать Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям /гл. 2, р. 3, таблица 2. Решение комиссии таможенного союза от 28 мая 2010 г № 299/.

В качестве приоритетных показателей для включения в программу производственного контроля рекомендованы полифосфаты (методика определения по ГОСТ 18309-72), перманганатная окисляемость (методика определения по ИСО 8467-93), содержание реагента «ЭКТОСКЕЙЛ®-605» в сетевой воде согласно аттестованной методике Экоэнерго.

ПДК в воде рыбохозяйственных водоемов - 0,1 мг/л, токс., 4 кл. опасности.

4. Механизм защитного действия ингибитора коррозии и накипеобразования «Эктоскейл-605» (ТУ-2439-015-24210860-2010)

Фосфорсодержащие реагенты, применяемые ООО «Экоэнерго», являются эффективными ингибиторами коррозии и накипеобразования в системах паро- и теплоснабжения, горячего водоснабжения, их постоянное применение снижает коррозионную активность воды, вызванную различными причинами, в среднем в 8-9 раз, ликвидирует процессы накипеобразования.

Применение фосфорсодержащих комплексонов возможно в широком диапазоне pH.

Высокая термическая устойчивость позволяет использовать данные реагенты, не опасаясь фосфатного шлама до температуры нагрева теплоносителя 200 °С.

Комплексоны представляют собой хелаты – комплексные соединения, общим признаком которых является реализация в молекулах циклов с участием донорных атомов лиганда и атома (иона) комплексообразователя (акцептора).

Реагенты производства ООО «Экоэнерго» обладают «пороговым» эффектом и действуют как хелаты, способные в субстехиаметрическом соотношении препятствовать росту кристаллов осадкообразующих солей.

Действие их объясняется адсорбцией (то есть сгущением растворенного вещества на поверхности раздела фаз под действием межмолекулярных и химических сил) на

поверхности зародышей CaCO_3 , CaSO_4 и так далее, в результате чего прекращается рост кристаллов.

При этом увеличивается их поверхностная энергия и радиус критического зародыша, кроме того, ингибирующее действие проявляется также в значительном увеличении индукционного периода кристаллизации и уменьшении ее скорости.

При высоких концентрациях сульфатов и хлоридов, что является еще одной из причин высокой коррозионной активности воды, степень защиты поверхностей системы теплоснабжения при применении фосфорсодержащих реагентов в качестве ингибиторов коррозии дозой до 5 мг/дм^3 , составляет не ниже 92 % (по данным Всероссийского Теплотехнического Института).

Эффективное ингибирование коррозии стали возможно только при создании на всей ее поверхности или на катодных областях плотной защитной от проникновения кислорода, углекислоты и анионов-активаторов коррозионных процессов к поверхности, труднорастворимой пленки.

Доказано, что комплексы фосфорорганических кислот являются ингибиторами смешанного действия с преимущественным торможением катодного процесса, кинетика которого мало зависит от присутствия хлорид-иона. Механизм защитного действия объясняется образованием смешанных труднорастворимых комплексных соединений с лигандом и частичным осаждением на поверхности металла.

Защитный слой формируется в основном из полиядерных нерастворимых комплексов фосфоната. Однако, образование защитных слоев полиядерных комплексов происходит не только за счет осаждения из приэлектродного слоя, но и непосредственно при адсорбции реагентов.

Наряду со стабилизационной обработкой воды ингибитор «Эктоскейл-605» обеспечивают постепенное разрушение структуры уже имеющихся отложений накипи и продуктов коррозии, что позволяет проводить очистку оборудования «на ходу».

Это объясняется не химическими процессами комплексообразования, а перестройкой кристаллической решетки карбоната кальция из тригональной (кальцит) в ромбическую (арагонит), а также эффектом Ребиндера - расклинивающим действием молекул, адсорбированных в микро и мезопорах отложений. Вследствие этих процессов возникает напряжение в слое накипи и продукты коррозии в присутствии комплексонов постепенно разрушаются и переходят в коллоидный раствор или взвесь, легко удаляемую циркулирующей водой. Влияние комплексонов на растворимость оксидов железа объясняется с позиции электронно протонного механизма.

При контакте оксида с раствором электролита образуются активные центры (за счет сорбции протонов), которые могут либо окисляться, либо восстанавливаться (в зависимости от перехода электронов с иона раствора на оксид или наоборот), скорость растворения оксидов железа повышается при смещении потенциала в катодную область. Комплексоны смещая потенциал слоя на границе раздела фаз, могут стимулировать растворение одних оксидов и замедлить растворение других. Ускорение процесса растворения оксида железа связано со сдвигом потенциала реакции в катодную часть.

Эффективность растворения всех отложений повышается с увеличением температуры.

6. Выводы и предложения

На основании результатов проведенных лабораторных исследований нами предлагается технология обработки подпиточной и сетевой воды по следующей схеме:

подпиточная вода (исходная вода + деаэрация + силикат натрия) + ингибитор Эктоскейл-605-1 (ТУ-2439-015-24210860-2010) с концентрацией 0,3 мг/дм³.

Данная водоподготовительная схема наиболее полно соответствует требованиям, предъявляемым обработке подпиточной и сетевой воды ПТЭ ЭСис и может эффективно использоваться при условии модернизации водоподготовительного узла Апатитской ТЭЦ.

7. Примечания

1. Скорости накипеобразования и коррозии, приведенные в техническом отчете относительны и, показывают только уровень, они не могут считаться абсолютными: т.е. что именно указанное значение скорости коррозии и образования накипи в системе является действительным.

Результаты испытаний позволяют оценить уровень снижения или повышения коррозионной активности или накипеобразующей способности воды.

Например: на исходной воде скорость коррозии 1,00 мм/год;
с добавлением реагента 0,20 мм/год.

Это позволяет судить, что уровень коррозионной активности воды с добавлением реагента снизился в 5 раз или на 80%.

2. В процессе эксплуатации возможно снижение (либо увеличение) дозы реагентов, а соответственно и годового потребления, что связано с определенной погрешностью лабораторных исследований: невозможностью точного моделирования режимных характеристик системы и теплоэнергетического оборудования.

1. ГОСТ 26449.1-85 «Установки дистилляционные опреснительные, стационарные. Методы анализа соленых вод».
2. РД 52.24.495-2005 «Водородный показатель и удельная электрическая проводимость вод. Методика выполнения измерений электрометрическим методом».
3. ПНД Ф 14.1:2:4.154-99 «Методика выполнения измерений перманганатной окисляемости в пробах питьевых, природных и сточных вод титриметрическим методом».
4. РД 52.24.432-2005 «Методика выполнения измерений массовой концентрации кремния в поверхностных водах суши фотометрическим методом в виде синей (восстановленной) формы молибдодокремневой кислоты».
5. ПНД Ф 14.1:2.112-97 «Методика выполнения измерений массовой концентрации фосфат-ионов в пробах природных и очищенных сточных вод фотометрическим методом восстановлением аскорбиновой кислотой».
6. ПНД Ф 14.1:2.114-97 «Методика выполнения измерений массовой концентрации сухого остатка в пробах природных и очищенных сточных вод гравиметрическим методом».
7. ПНД Ф 14.1:2.3-95 «Методика выполнения измерений массовой концентрации нитрит-ионов в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Грисса».
8. ПНД Ф 14.1:2.110-97 «Методика выполнения измерений содержания взвешенных веществ и общего содержания примесей в пробах природных и очищенных сточных вод гравиметрическим методом».
9. «Перечень материалов и реагентов, разрешенных Госкомитетом санитарно-эпидемиологического надзора РФ для применения в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения» № 01-19/32-11 от 23.10.1992 г.; в соответствии с гигиеническим сертификатом № 061 РЦ 03240 Т 0038508 от 17.08.98 г.
10. «Временное руководство по стабилизационной обработке воды фосфорсодержащими комплексонами» утвержденного приказом МЧМ СССР № 1285 от 12.12.84 г.
11. Балабан-Ирменин Ю.В., Липовских В.М., Рубашов А.М. «Защита от внутренней коррозии трубопроводов водных тепловых сетей». Энергоатомиздат. 1999 г.
12. Лапотошкина Н.П., Сазонов Р.П. Водоподготовка и водно-химический режим тепловых сетей. М., Энергоиздат. 1982 г.
13. Лифшиц О.В. Справочник по водоподготовке котельных установок. «Энергия», 1976 г.
14. Роддатис К.Ф., Полтарецкий А.Н. Справочник по котельным установкам малой производительности. М.: Энергоатомиздат. 1989 г.
15. РД 153-34.1-17.465-00 «Методические указания по оценке интенсивности процессов внутренней коррозии в тепловых сетях».