

**Открытое акционерное общество
«Фирма по наладке, совершенствованию технологии
и эксплуатации электростанций и сетей ОРГРЭС»**

**РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТРОЙСТВ
ДЛЯ ХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ НА ТЭС
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ОРГРЭС

Москва

2003

Разработано Открытым акционерным обществом «Фирма по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей ОРГРЭС»

Исполнители О.Н. КУЗЬМИЧЕВ, Е.С. СОКОЛОВА, А.И. ЦВЕТАЕВА

В настоящих Рекомендациях приведены результаты обследования (по опросным листам и непосредственно на ТЭС) работы на ТЭС автоматических приборов химического контроля. Полученные выводы и предложения могут быть учтены разработчиками приборов при устранении характерных недостатков конструкций, а также использованы проектными организациями и ТЭС в практике заказа и эксплуатации приборов

Ключевые слова: химический цех ТЭС, водно–химический режим ТЭС, автоматические приборы химического контроля.

1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

В настоящих Рекомендациях представлены результаты обобщения опыта эксплуатации приборов АХК на ТЭС.

Вопросы оснащения ТЭС приборами АХК и оперативной непрерывной обработки их показаний особенно актуальны в настоящее время в связи с тем, что внедрение на базе микропроцессорной техники автоматизированных систем ведения ВХР электростанций существенно повышает экономичность работы оборудования ТЭС. По данным МЭИ это позволяет уменьшить:

- трудозатраты персонала химического цеха в 10 раз (с учетом автоматизации ХВО и ВХР);
- число нарушений ВХР в 10 раз;
- скорость роста отложений в 1,5 раза;
- расход топлива в условном исчислении и недовыработку электроэнергии на 0,5%;
- расход корректирующих реагентов не менее чем на 30%;
- повреждаемость оборудования не менее чем на 30%;
- число аварийных остановов не менее чем на 20%.

Действующие нормативы по объему оснащения ТЭС приборами химического контроля (раздел 9 РД 34.35.101–88 «Методические указания по объему технологических измерений, сигнализации и автоматического регулирования на тепловых электростанциях». – М.: СПО Союзтехэнерго, 1990) в качестве основных автоматических приборов предусматривают установку кондуктометров, рН–метров, рNa–меров и кислородомеров. Необходимые измерения других показателей (содержание SiO_3^{2-} , Cl^- , нефтепродуктов, жесткость и др.), как правило, выполняются периодически лабораторными приборами или ручным анализом по причине отсутствия или сложности автоматических приборов.

В последнее время наблюдается расширение числа производителей приборов АХК и расширение (хотя и незначительное) их номенклатуры. Это такие традиционные заводы, как ПО «Измеритель» (г. Гомель) и вновь организованные производства: НПП «Техноприбор» (г. Москва), ТОО «Взор» (г. Н. – Новгород), кооператив «Кварц» (г. С. – Петербург), ЗАО «Автоматика» (г. Владимир) и др.

На отечественном рынке устойчиво действует также иностранная фирма «Полиметрон» (Швейцария), приборами которой полностью оснащена, например, Пермская ГРЭС. Эта электростанция вошла в число обследованных и, таким образом, получены материалы для сравнительного анализа работы этих приборов и отечественных.

В Рекомендациях проанализированы данные 22 ТЭС, в том числе 19 — по опросным листам (направлены были на 50 ТЭС) и 3 — по непосредственному обследованию объекта. Перечень ТЭС, от которых получены ответы по работе приборов АХК, приведен в таблицах 1, 2.

В настоящих Рекомендациях приняты следующие сокращения:

АСХТМ — автоматизированная система химико — технологического мониторинга;

АХК — автоматический химический контроль;

ВПУ — водоподготовительная установка;

ВХР — водно — химический режим;

СХТМ — система химико — технологического мониторинга;

ТЭС — тепловая электростанция;

УПП — устройство подготовки проб;

УЭП — удельная электрическая проводимость;

ХВО — химводоочистка.

Таблица 1

Перечень ТЭС, по которым получены данные о работе автоматических приборов химического контроля

№ п.п.	Наименование ТЭС	Количество установленных приборов АХК	Количество и квалификация обслуживающего персонала
1	2	3	4
1	Воронежская ТЭЦ-1	Всего 65, в том числе: кондуктометров — 38, рН-метров — 24; рNa-меров — нет; O ₂ -меров — 3	Всего 4 чел., в том числе: 1 чел. — 4 разряда; 1 чел. — 5 разряда; 2 чел. — 6 разряда; 0,06 чел./1 прибор
2	Костромская ГРЭС	Всего 226, в том числе: кондуктометров — 155; рН-метров — 44; рNa-меров — 26; O ₂ -меров — 7	Всего 13 чел., в том числе: 8 чел. — 4 разряда; 4 чел. — 5 разряда; 1 чел. — 6 разряда; 0,07 чел./1 прибор
3	Конаковская ГРЭС	Всего 106, в том числе: кондуктометров — 59; рН-метров — 42; рNa-меров — 5; O ₂ -меров — нет	Всего 10 чел., — 6 разряда; 0,09 чел./1 прибор
4	Липецкая ТЭЦ-2	Всего 84, в том числе: кондуктометров — 39; рН-метров — 42; рNa-меров — нет; O ₂ -меров — 3	Всего 4 чел. — 6 разряда; 0,04 чел./1 прибор

Продолжение таблицы 1

№ п.п.	Наименование ТЭС	Количество установленных приборов АХК	Количество и квалификация обслуживающего персонала
1	2	3	4
5	Новочеркасская ГРЭС	Всего 102, в том числе: кондуктометров – 57; рН-метров – 42; рNa-меров – нет; O ₂ -меров – 3	Всего 3 чел., в том числе: 2 чел. – 4 разряда; 1 чел. – 5 разряда; 0,03 чел/1 прибор
6	Пермская ГРЭС (приборы фирмы «Полиметрон»)	Всего 143, в том числе: кондуктометров – 79; рН-метров – 21; рNa-меров – 6; O ₂ -меров – 20; кремнимеров – 5; хлориномеров – 1; кальцимеров – 2; мутномеров – 4; нефтемеров – 4; измерителей легкого масла – 1	Всего 10 чел.; 0,07 чел/1 прибор
7	Первомайская ТЭЦ Ленэнерго	Всего 9, в том числе: кондуктометров – 4; рН-метров – 3; рNa-меров – 2; O ₂ -меров – нет	Всего 2 чел. 5–6 разрядов;
8	Рязанская ГРЭС	Всего 88, в том числе: кондуктометров – 62; рН-метров – 17; рNa-меров – 7; O ₂ -меров – 2	Всего 4 чел. 5 разряда (на одного слесаря 20 приборов); 0,05 чел/1 прибор
9	Саранская ГРЭС + ТЭЦ-1	Всего 19, в том числе: кондуктометров – 19; рН-метров – нет; рNa-меров – нет; O ₂ -меров – нет	Всего 4 чел. с 3 по 6 разряд; 0,1 чел/1 прибор
10	Саранская ТЭЦ-2	Всего 36, в том числе: кондуктометров – 33; рН-метров – нет; рNa-меров – 2; O ₂ -меров – 1	Всего 2 чел., в том числе: 1 чел. – 4 разряда; 1 чел. – 6 разряда; 0,1 чел/1 прибор
11	ТЭЦ-8 Мосэнерго	Всего 73, в том числе: кондуктометров – 30; рН-метров – 25; рNa-меров – 17; O ₂ -меров – 1	Всего 6 чел. (один мастер и 5 слесарей 4–5 разрядов); 0,08 чел/1 прибор
12	ТЭЦ-12 Мосэнерго	Всего 53, в том числе: кондуктометров – 33; рН-метров – 20; рNa-меров – нет; O ₂ -меров – нет	Данных не получено
13	ТЭЦ-16 Мосэнерго	Всего 44, в том числе: кондуктометров – 26; рН-метров – 14; рNa-меров – 1; O ₂ -меров – 3	Данных не получено

Окончание таблицы 1

№ п п	Наименование ТЭС	Количество установленных приборов АХК	Количество и квалификация обслуживающего персонала
1	2	3	4
14	ТЭЦ-21 Мосэнерго	Всего 98, в том числе: кондуктометров – 47; рН-метров – 20; рNa-меров – 27; O ₂ -меров – 4	Всего 5 чел. (один мастер и 4 слесаря 4–5 разрядов); 0,05 чел/1 прибор
15	ТЭЦ-27 Мосэнерго	Всего 83, в том числе: кондуктометров – 49; рН-метров – 21; рNa-меров – 6; O ₂ -меров – 6; жесткомеров инофирмы – 1	Всего 4 чел. (один мастер и 3 слесаря 4–5 разрядов); 0,05 чел/1 прибор
16	Тверская ТЭЦ-3	Всего 30, в том числе: кондуктометров – 8; рН-метров – 21; рNa-меров – 1; O ₂ -меров – нет	Данных не получено
17	Тверская ТЭЦ-4	Всего 31, в том числе: кондуктометров – 7; рН-метров – 21; рNa-меров – 2; O ₂ -меров – 1	Всего 2 чел. 4–6 разрядов; 0,065 чел/1 прибор
18	Троицкая ГРЭС	Всего 108, в том числе: кондуктометров – 87; рН-метров – 21; рNa-меров – нет; O ₂ -меров – нет	Всего 5 чел. 3–5 разрядов; 0,045 чел/1 прибор
19	Черепетская ГРЭС	Всего 62, в том числе: кондуктометров – 39; рН-метров – 14; рNa-меров – 5; O ₂ -меров – 4	Всего 6 чел. (один мастер и 5 слесарей с 3 по 6 разряд); 0,09 чел/1 прибор
20	Южная ТЭЦ Ленэнерго	Всего 67, в том числе: кондуктометров – 44; рН-метров – 16; рNa-меров – 7; O ₂ -меров – нет	Всего 2 чел; 0,03 чел/1 прибор
21	Ярославская ТЭЦ-2	Всего 27, в том числе: кондуктометров – 1, рН-метров – 15; рNa-меров – 7; O ₂ -меров – 4	Всего 4 чел. 5 разряда; 0,15 чел/1 прибор.
22	Ярославская ТЭЦ-3	Всего 86, в том числе: кондуктометров – 37; рН-метров – 26; рNa-меров – 11; O ₂ -меров – 12	Всего 12 чел. 4–5 разрядов, 0,13 чел/1 прибор
	Итого	Всего 1628, в том числе: кондуктометров – 953; рН-метров – 469; рNa-меров – 132; O ₂ -меров – 74; остальных типов – 14	

Таблица 2

Сводная таблица приборов АХК на ТЭС, включенных в обследование

№ п.п.	Наименование ТЭС	Аппаратура, изготовитель	Кол-во, шт.	Место выполнения ремонта. Помощь сторонней организации	Сроки техобслуживания. Выполняемые операции	Трудности, возникающие при эксплуатации	Ненадежные узлы и детали	Количество персонала, квалификация. Место обучения	Примечания. Предложения
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Воронежская ТЭЦ-1	Кондуктометр КАЦ-017ПК Кислородомер КМА-08М, НПП «Техноприбор», г. Москва Солемер РЭС-106, з-д «Автоматика», г. Кировакан, Армения рН-201, ПО «Измеритель», г. Гомель	14 3 11 23	ЦТАИ ТЭЦ гр. химконтроля. КАЦ, КМА – НПП «Техноприбор», г. Москва. Помощь не оказывалась	КАЦ, КМА – регулировка расхода и температуры пробы – 1 раз в 4 дня. Солемер РЭС-106 – чистка дроссельного устройства 1 раз в месяц. рН-метр – доливка КСl – 1 раз в 4 дня. Чистка электродов – 1 раз в 3 дня	В ЗИП отсутствуют уплотнительные прокладки. Отсутствуют электрические принципиальные схемы на КАЦ, КМА	Дроссельные устройства, пластмассовые детали	6 разряд – 2 чел. 5 разряд – 1 чел. 4 разряд – 1 чел. Обучение на производстве	Приборы должны поставаться заводом – изготовителем совместно с устройством подготовки пробы
2	Конаковская ГРЭС	рН-201, ПО «Измеритель», г. Гомель, Беларусь Кондуктометр КК-8, з-д «Аналитприбор», г. Тбилиси АЖК-301, ЗАО «Автоматика», г. Владимир	47 5 4	ЦТАИ ГРЭС гр. химконтроля и газового анализа. Помощь в освоении не оказывалась	Техническое обслуживание по заводским инструкциям	Низкое качество полиграфии по техдокументации на рН-метр П-201. Техническая документация не имеет принципиальных электрических схем на АЖК-301	Пластмассовые и резиновые трубки к рН-201. Конденсаторы и радиолампы к КК-8	Электрослесари 10 человек 6 разряда	Большинство эксплуатирующихся приборов морально устарело
3	Костромская ГРЭС	Солемер СКТМ Кондуктометры: Кварц-1, С.-Петербург КК-8, АК-310, з-д «Аналитприбор», г. Тбилиси АЖК-1, ЗАО «Автоматика», г. Владимир Кварц-рН, ЦКТИ, С.-Петербург рН-201, кислородомер АКП-201, ПО «Измеритель», г. Гомель	20 79 2 49 5 23 9 7	ЦТАИ ГРЭС гр. химконтроля. Помощь оказывал изготовитель	Ежедневно: контроль и регулировка расхода и температуры пробы. 2 раза в неделю проверка уровня КСl, при необходимости доливка. 1 раз в неделю калибровка рН-метров по буферным растворам. 1 раз в месяц чистка ячеек	Занос датчиков кондуктометров при пуске блоков	Электрод в АЖК-1, электроды рН	6 разряд – 1 чел. 5 разряд – 4 чел. 4 разряд – 8 чел. Обучение на производстве. Консультации на заводе	Необходимо совершенствовать подготовку и поставлять ее совместно с измерительными приборами

Продолжение таблицы 2

№ п п	Наименование ТЭС	Аппаратура, изготовитель	Кол-во, шт	Место выполнения ремонта. Помощь сторонней организации	Сроки техобслуживания. Выполняемые операции	Трудности, возникающие при эксплуатации	Ненадежные узлы и детали	Количество персонала, квалификация. Место обучения	Примечания. Предложения
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	Липецкая ТЭЦ-2	pH-метры: П-201, П-215, ПО «Измеритель», г. Гомель, Беларусь Кондуктометр АК-310, з-д «Аналитприбор», г. Тбилиси Кислородомер КМА-08М, НПП «Техноприбор», г. Москва	25 19 39 3	Цех ТАИ ТЭЦ, группа по ремонту приборов химконтроля	pH-метры: проверка по стандартным буферным растворам – 1 раз в неделю. Кондуктометр АК-310 – замена фильтра 1 раз в 9 мес. Промывка чувствительного элемента 1 раз в 6 мес. Калибровка 1 раз в 6 мес	Нет регулярной поставки измерительных электродов. Кислородомер КМА-08М – ежедневная настройка по аргону. Настройка неудобна	Электроды измерительные. Нет мембран для датчика. Нет электрических принципиальных схем	4 электрослесаря 4–6 разрядов. Обучение на ТЭЦ. 4 электрослесаря 4–6 разрядов. Обучение на ТЭЦ	Проектировать приборы, используя микропроцессоры. Обеспечить возможность ремонта мембранного блока КМА-08М
5	Новочеркасская ГРЭС	АК-310, з-д «Аналитприбор», г. Тбилиси pH-201, ПО «Измеритель», г. Гомель, Беларусь Анализатор кислорода КАМ-04-2	57 42 3	ЦТАИ ГРЭС гр. химконтроля. Помощь не оказывалась	1 раз в 6 дней – осмотр, коррекция расхода пробы, контроль показаний лабораторным прибором	Часто засоряются дроссели высокого давления. Выходят из строя мембраны. Нет принципиальных электросхем в технической документации	Диафрагма анализатора кислорода. Стеклоплавильные измерительные электроды	3 чел 4 разряд – 2 чел. 5 разряд – 1 чел. Мастер	
6	Пермская ГРЭС	Кондуктометры: 8278, MONEC 8920 двухканальный фирмы «Полиметрон» pH-метры: 8270, MONEC 8930 двухканальный фирмы «Полиметрон» П-215, ПО «Измеритель», г. Гомель	30 34 6 9 6	Группа химического контроля и газового анализа АСУ ТП. На все приборы	Раз/неделя – продувка импульсной линии. Раз/мес – контрольная проверка. Раз/квартал – ревизия гидравлической схемы Раз/неделя – продувка импульсной линии. Раз/мес – контрольная проверка, калибровка. Раз/квартал – ревизия гидравлической схемы 2 раза/неделя – ревизия гидравлической схемы, калибровка	 Кристаллизация раствора электролита KCl вспомогательного электрода Потеря чувствительности электродов	Реле переключения температурного канала – 12 шт. Предусилитель – 6 шт. Преобразователь – 4 шт. Платы цифрового и измерительного модуля Измерительные и вспомогательные электроды	Группа из 10 человек на все приборы	

Кислородомеры: Oxistat 5020, Oxistat 8878 фирмы «Полиметрон» (Швейцария)	6 14	Раз/неделя – продув- ка импульсной линии. Раз/мес – ревизия гидравлической схемы, контрольная проверка. Раз/квартал – замена реагентов		Выработали ресурс золотой катод и серебря- ный анод – 13 шт.
Кремнимер SILKOSTAT 8890, шеститочечный фирмы «Полиметрон»	5	Раз/неделя – продув- ка импульсной линии. Раз/мес – ревизия гидравлической схемы, замена реагентов, контроль- ная проверка. Раз/квартал – калиб- ровка	Электронный блок Datalit – 4 шт. Механическая часть перисталь- тического насоса – 10 шт.	
Натримеры: Sodimat шеститочечный, Sodimat 8873.1 фирмы «Полиметрон»	4 2	Раз/неделя – продув- ка импульсной линии. Раз/мес – замена реагентов, контроль- ная проверка. Раз/квартал – калиб- ровка	Механическая часть перисталь- тического насоса – 10 шт.	
Содержание Fe SIGRICT KT65	4	Раз/неделя – продув- ка импульсной линии. Раз/мес – контроль- ная проверка, калиб- ровка. Раз/квартал – ревизия гидравлической схемы	Лампы излучения – 10 шт.	
Содержание кислоты, щелочи, соли: AKK-M-02, ПО «Изме- ритель», г. Гомель. MONEC 8921 фирмы «Полиметрон»	5 6	Раз/мес – контроль- ная проверка. Раз/квартал – ревизия гидравлической схемы, калибровка.		
Содержание нефтепро- дуктов: Fluorescencemete RKFLJ SIGRICT	4	Раз/мес – контроль- ная проверка. Раз/квартал – ревизия гидравлической схемы, калибровка	Перегорают лампы фотоприемников	

№ п.п.	Наименование ТЭС	Аппаратура, изготовитель	Кол-во, шт.	Место выполнения ремонта. Помощь сторонней организации	Сроки техобслуживания. Выполняемые операции	Трудности, возникающие при эксплуатации	Ненадежные узлы и детали	Количество персонала, квалификация. Место обучения	Примечания. Предложения
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Содержание хлоридов: CONDIMAT шеститочечный фирмы «Полиметрон»	1		Раз/неделя – продувка импульсной линии. Раз/мес – ревизия гидравлической схемы, контрольная проверка. Раз/квартал – калибровка		Ненадежная работа системы охлаждения D1 – G		
		Кальциметр CALCIMAT 6-точечный фирмы «Полиметрон»	2		Раз/неделя – продувка импульсной линии. Раз/мес – контрольная проверка, замена реагентов. Раз/квартал – ревизия гидравлической схемы		Механическая часть перистальтического насоса		
		Мутномер АЖТ-94	4		2 раза/неделя – ревизия гидравлической схемы. Раз/мес – проверка выходного сигнала				
7	Первомайская ТЭЦ Ленэнерго	pH-201, рNa-205.1, ПО «Измеритель», г. Гомель, Беларусь АК-310, з-д «Аналитприбор», г. Тбилиси	10 2 2	ЦТАИ ТЭЦ гр. химконтроля	Промывка датчика кондуктометра 1 раз в полгода. Заливка KCl и аммиака в натриеметр 1 раз в месяц	Не хватает измерительных электродов для pH. Нет принципиальных электросхем для рNa	Электроды для pH. Датчики кондуктометров	На все приборы 2 чел. 5 и 6 разрядов. Обучение на ТЭЦ	Заменить фторопластовые уплотнения на вакуумную резину. Ввести термокомпенсацию
8	Рязанская ГРЭС	Кондуктометры. «Кварц», С.-Петербург АК-310, КК-8, з-д «Аналитприбор», г. Тбилиси КАЦ-0177К, НПП «Техноприбор», г. Москва рNa-012, НПП «Техноприбор», г. Москва рNa-201	22 35 2 3 1 6	Объемный ремонт выполняет «Рязань-энергоремонт». Помогал в освоении НПП «Техноприбор». Текущий ремонт в гр. химконтроля ЦТАИ	Техническое обслуживание по заводским инструкциям	Отсутствие или недостаточность ЗИП. Сложная калибровка КМА-08М. Частое загрязнение электродов pH, рNa. Ненадежная подача аммиака в электродную ячейку, рNa	Ненадежные электроды pH, рNa	На одного слесаря 5 разряда – 20 приборов. Персонал обучался наладчиками	Желательно иметь вторичные приборы РП-160

№ п п	Наименование ТЭС	Аппаратура, изготовитель	Кол-во, шт.	Место выполнения ремонта. Помощь сторонней организации	Сроки техобслуживания. Выполняемые операции	Трудности, возникающие при эксплуатации	Ненадежные узлы и детали	Количество персонала, квалификация. Место обучения	Примечания. Предложения
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Натриемеры: pNa-012, НПП «Техноприбор», г. Москва pNa-201 pNa-205/2, ПО «Измеритель», г. Гомель	1 6 4	Группа спец. измерений и химконтроля ТЭЦ Группа спец. измерений и химконтроля ТЭЦ Группа спец. измерений и химконтроля ТЭЦ	По заводской инструкции Настройка прибора, проверка вспомогательного электрода 1 раз в месяц То же	 Подача аммиака перистальтическим насосом не обеспечивает дозировку Подача аммиака осущ. эжектором, а проба самотеком, что исключило трудности при эксплуатации	Электролитические конденсаторы		Прибор с насосной подачей аммиака не работоспособен
12	ТЭЦ-12 Мосэнерго	pH-011 Кондуктометры: КАЦ-017ТК, КАЦ-021, НПП «Техноприбор», г. Москва АК-310, з-д «Аналит-прибор», г. Тбилиси	16 4 3 26	НПП «Техноприбор» – КАЦ-021, КАЦ-017ТК ЦТАИ группа пирометрии	pH-011, контроль расхода, контроль уровня КС1, контроль температуры, замена фильтра. КАЦ, АК-310 – замена фильтра, промывка датчика	В техдокументации НПП «Техноприбор» нет электрических принципиальных схем			
13	ТЭЦ-16 Мосэнерго	pH-метры: П-201, П-215, ПО «Измеритель», г. Гомель, Беларусь Кондуктометр КАЦ-017ТК Кислородомер КМА-08М, НПП «Техноприбор», г. Москва АК-310, КС-211, СУПП, г. Ленинакан, Армения, ИРР ОЗАП, г. Москва	Всего 44 комп.	Цех ТАИ ТЭЦ. Оказывал помощь в наладке и освоении и ведет ремонт НПП «Техноприбор»	Проверка по стандартным буферным растворам и имитаторам 2 раза в год	При наличии запасных частей, трудностей не возникает. Техническая документация не имеет принципиальных электрических схем узлов и блоков. Полиграфия низкого качества	Некачественная запорная арматура на Н-катионитных фильтрах, поставляемых к приборам АК-310, КС-211, КАЦ-017ТК. Датчик температуры на КАЦ-017ТК	Не обучался	Необходимо использовать при проектировании и изготовлении более надежные комплектующие радиодетали
14	ТЭЦ-21 Мосэнерго	Кондуктометры: АК-310, з-д «Аналитприбор», г. Ленинакан	45	Группа спец. измерений ТЭЦ	Техобслуживание по заводским инструкциям	Большая инерционность прибора	Лампочка накаливания на 3,5 В часто перегорает.		

		КВЧ-5М, ИЦПК, г. Харьков	3	Сервисное обслужива- ние изготовителем	Замена комплекта: на кислоте – 1 раз/год, на щелочи – 1 раз/2 года.	Неремонтоприго- ден	Сервисное обслуживание не удовлетв.		
		pH-метры: П-215, ПО «Измеритель», г. Гомель Модель 9135 фирмы «Полиметрон» Натриемеры pNa-201, ПО «Измеритель», г. Гомель	14 1 27	Группа спец. измере- ний ТЭЦ Группа спец. измере- ний ТЭЦ с привлечени- ем АО «Союзэнергоав- томатика»	Замена измеритель- ных электродов – 1 раз/2 года Безотказная работа с 1999 г. Замена измеритель- ных электродов – 1 раз/год. Настройка по стан- дартным растворам – 1 раз/2 месяца. Замена датчика и электролита 1 раз/полгода. Поставка фирмы	Отсутствует темпе- ратурная компен- сация	Ненадежен перистальтиче- ский насос подачи аммиака		
		O ₂ -меры: Oxistat 8878 фирмы «Полиметрон»	4	Группа спец. измерений ТЭЦ		Прибор подключа- ется к устройству подготовки пробы только фирмы «Технопрокур»			
15	ТЭЦ-27 Мосэнерго	Кондуктометры: КАЦ-017 КАЦ-037 КАЦ-021 СИФ 031 pH-метры: pH-011 pH-011Ц pNa-мер АН 012 O ₂ -меры: КМА-08М КМА-08М.3, НПП «Техноприбор», г. Москва	46 1 2 3 17 2 6 8 2	Группа спец. измере- ний и химконтроля ТЭЦ. Сервис НПП «Техноприбор» по договору	Промывка электро- дов – 1 раз/3 мес. Сравнение с лабора- торным прибором – 1 раз/неделю. Замена электродов: хлорсеребряного – раз/год, измеритель- ного – раз/2 года, калибровка по буферным растворам – раз/3 мес	Нестаб. х-ки электродов. Шлакование истекателя пробы. Нестаб. х-ки электродов. Инерционность выхода на малых значениях O ₂	Зависимость показаний от температуры пробы	3 чел.	
16	Тверская ТЭЦ-3	pH-метры: П-261, П-215, ПО «Измеритель», г. Гомель pH-011,	10 9 2	Цех ТАИ ТЭЦ, участок КИП. Помощь в освоении не оказывалась	Натриемеры и pH-метры: проверка по стандартным буферным растворам – 1 раз в неделю. Кондуктометры	Отсутствуют	Фильтрующие сетки в H-катионитных колонках	Слесари 4-6 разрядов. Обучение на ТЭЦ	В ЗИП должны быть для pH- метров и pNa- меров кабели с разъемами для калибровки. Приборы должны поставляться

№ п.п.	Наименование ТЭС	Аппаратура, изготовитель	Кол-во, шт.	Место выполнения ремонта Помощь сторонней организации	Сроки техобслуживания Выполняемые операции	Трудности, возникающие при эксплуатации	Ненадежные узлы и детали	Количество персонала, квалификация Место обучения	Примечания. Предложения
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		НПП «Техноприбор», г. Москва Кондуктометр АК-310, з-д «Автоматика», г. Кировск Натриемер АН-012, НПП «Техноприбор», г. Москва	10 9 2 8 1		АК-310: 1 раз в месяц – техобслуживание, 1 раз в неделю – проверка расхода и показаний				совместно с устройством подготовки пробы
17	Тверская ТЭЦ-4	pH-метры: П-215, П-201, ПО «Измеритель», г. Гомель Кондуктометр КВА-4, НПО «Химвтоматика», г. Харьков Кондуктометр КАЦ-017TK Кислородомер КМА-08M pNa-мер, НПП «Техноприбор», г. Москва	17 4 2 2 1 2	ЦТАИ ТЭЦ Оказывал помощь в наладке НПП «Техноприбор», г. Москва	Внешний осмотр, очистка от грязи. По графику	Пробоподготовка не справляется с охлаждением пробы Кристаллизация КСИ в электролитическом ключе при останове котла. Документация не имеет электрических принципиальных схем. Полиграфия удовлетворительная ЗИП недостаточен	Измерительные электроды	2 слесаря 4-6 разрядов. Обучался на базе центра подготовки ОАО «Тверьэнерго»	Необходимо создавать и приобретать измерительную технику нового поколения с аналитическими функциями
18	Троицкая ГРЭС	АК-310, з-д «Аналитприбор», г. Тбилиси pH-201, ПО «Измеритель», г. Гомель	60 24	ЦТАИ ГРЭС гр. химконтроля	Техническое обслуживание по заводским инструкциям	Недостаточен ЗИП. Нарушение герметичности датчиков	Фторопластовые уплотнения. Часто отказывает преобразователь П-201	5 чел 3-5 разрядов Обучение на ГРЭС	Внедрять приборы нового поколения и системы мониторинга
19	Черепетская ГРЭС	Кондуктометр КАЦ-017TK, ЦЛЭМ Тулаэнерго Кислородомер КМА-08M, НПП «Техноприбор», г. Москва pNa-мер П-261 П-201 Кремниемеры GX2/p, 38-F, Кембридж	5 4 5 14 7 4	ЦТАИ ГРЭС гр. химконтроля. Помощь оказывали Тулаэнерго и НПП «Техноприбор», г. Москва	Техническое обслуживание по заводским инструкциям	Нет ЗИП на приборы НПП «Техноприбор». Документация удовлетворительная		Мастер, 5 слесарей 3-6 разрядов. Обучение в ЦТАИ	Необходимо внедрять приборы нового поколения. На ГРЭС внедряется СХТМ

20	Южная ТЭЦ Ленэнерго	Кондуктометр АК-310, з-д «Автоматика», г. Кировакан, Армения рН-метры: рН-201 рН-202 Натример рNa-205 2, ПО «Измеритель», г. Гомель, Беларусь	44 8 8 7	Группа специзмерений и химконтроля ТЭЦ Завод-изготовитель оказывал помощь в гарантийный период и при освоении	Техническое обслужи- вание по заво- дским инструкциям, но не реже 1 раза в мес. Осмотр датчиков и устройств подготовки пробы – ежедневно	Из-за засора первичных холо- дильников взвесь- ми технической воды охлаждение пробы ненадежное	Ненадежность деталей из полистерола	2 чел. обслужи- вание и калиб- ровка	
21	Ярославская ТЭЦ-2	Кислородомер Марк-402, ТОО «Взор», г. Н. Новгород рNa-205.1 рН-метр рН-201, ПО «Измеритель», г. Гомель, Беларусь Солемер СЭМС с тремя датчиками	4 7 15 1 комп.	Группа специзмерений ТЭЦ	Настройка по стан- дартным буферным растворам при замене измеритель- ных электродов, калибровка	Марк-402: невоз- можно оперативно включить из-за отсутствия конден- сата в измеритель- ной ячейке. В технической доку- ментации нет электросхем по Марк-402. Низкое качество полиграфии по технической доку- ментации на рNa-мер	Негерметичность сосудов из оргстекла. Трещины в пластиковых корпусах	4 человека, 5-й разряд. Обучение на ТЭЦ	
22	Ярославская ТЭЦ-3	рNa-205.1, рН-215, ПО «Измеритель», г. Гомель Концентратомер АЖК-301, ЗАО «Авто- матика», г. Владимир Кондуктометр КВА-4, ЧЦПК, г. Харьков Кислородомер КМЦ-06, ВТИ, г. Москва, Марк-402, ТОО «Взор», г. Н. Новгород	11 26 35 2 11 5	Группа качественного анализа ЦТАИ Помощь оказывали ЗАО «Автоматика», г. Владимир ВТИ, г. Москва	Чистка измеритель- ных электродов, доливка КСl. Провер- ка по стандартным буферным растворам 1 раз в неделю. Замена фильтрующе- го материала, замена аммиака 1 раз в месяц. Очистка и промывка датчика 1 раз в 6 мес. Замена мембран, электроли- та, тефлоновой пленки по необходи- мости	Нет термокомпен- сации, непостоян- ный расход КСl, образуются воз- душные пузыри в шлангах. Трудности в налад- ке термокомпенса- ции КМЦ-06 – низкое качество монтажа, мал объем входных фильтров. Марк-402 – отсутствуют вход- ные фильтры. Отсутствуют эл. схемы в инст- рукциях на рNa-мер, АЖК-301, КМЦ-06, Марк-402	Пластиковые детали и узлы. АЖК-301 – узел термокомпенса- ции, централь- ный электрод. КМЦ-06 – некачественные печатные платы. МАРК-402 – силиконовые мембраны. Сбой в работе при повышении температуры, но ниже допусти- мой. Выпадение в осадок элек- тролита	Для ремонта – 13 чел. 5 разряда Для оперативно- го обслуживания – 12 чел. 4 разряда	Улучшить качест- во пластиковых деталей АЖК-301 – разделить по разным разъе- мам цепи выход- ного сигнала и сигнализации, оборудовать вторичный прибор выключа- телем «Сеть», предусмотреть фильтр для очистки пробы

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИБОРОВ АХК НА ТЭС

2.1. Кондуктометры и характерные неисправности, возникающие при их эксплуатации

2.1.1. На обследованных 22 ТЭС установлено на паре, питательной и котловой воде, ВПУ 953 кондуктометра, из которых около половины (450) составляют **кондуктометры АК-310** завода «Аналитприбор» (г. Ленинакан, Армения). Диапазон измерения УЭП 0–100 мкСм/см, выход 0–5 мА, погрешность $\pm 4\%$. Сроки ввода в эксплуатацию — с 1974 г. до 1988 г. Электростанции отмечают наряду с характерными неисправностями прибора, как правило, его надежную работу и простоту технического обслуживания. Основные эксплуатационные недостатки кондуктометра:

- большая инерционность. На изменение УЭП среды прибор реагирует медленно, поэтому при нормализации ВХР после нарушения (УЭП выше нормы) эксплуатационный персонал достаточно продолжительное время не получает достоверной информации;

- старение электролитических конденсаторов и в связи с этим частая их замена (определяется по явному несоответствию УЭП диапазону измерения).

На большинстве ТЭС кондуктометр АК-310 выработал свой ресурс, морально и физически устарел и требует замены. При этом многие электростанции ориентируются на кондуктометр кооператива «Кварц» (г. Санкт-Петербург) — «Кварц-1», который без перемонтажа согласуется с датчиком АК-310.

2.1.2. Далее по степени применяемости (77 шт.) идет **кондуктометр КАЦ-017ТК** производства НПП «Техноприбор» (г. Москва), диапазон измерения УЭП которого 0–10000 мкСм/см с 6 автоматически устанавливаемыми поддиапазонами; выход 0–5 мА, погрешность $\pm 1,5\%$. Прибор имеет автоматическую термокомпенсацию измерений УЭП с приведением показаний к температуре $+25^\circ\text{C}$. Выпускается кондуктометр с Н-колонкой и без нее.

Электростанции отмечают:

- сложность прибора;
- скачкообразное изменение выходного тока при автоматическом изменении диапазона измерения и обусловленную этим инерционность выхода на реальный показатель;

- неудобство конструкции корпуса преобразователя для щитового монтажа;
- отсутствие унификации разъемных соединений гидравлических и электрических датчиков электронных блоков;

- низкую надежность комплектующих изделий — выход из строя электронных блоков и датчиков до 2 раз в год для каждого прибора;

- некачественную запорную арматуру на Н-фильтрах;

- выход из строя резиновых уплотнительных прокладок на входе в Н-фильтр;

- выход из строя преобразователей температуры, устройств автоматического поиска УЭП, датчиков температуры;

- нестабильность расхода пробы и отсутствие ее измерения.

Вместе с тем кондуктометр КАЦ-017ТК по функциональным возможностям является единственным прибором, позволяющим контролировать процесс отмывки фильтров ВПУ, особенностью его является широкий диапазон изменения УЭП.

Все электростанции, на которых устанавливается кондуктометр КАЦ-017ТК и которые уже имеют в эксплуатации кондуктометр АК-310, отмечают сложность первого и простоту второго.

2.1.3. Кондуктометр «Кварц-1» производства кооператива «Кварц» (г. Санкт-Петербург) несмотря на недавнее освоение установлен на обследованных электростанциях в количестве 100 шт. (в основном на Костромской ГРЭС). Этот прибор имеет диапазон измерения УЭП от 0,02 до 20000 мкСм/см с поддиапазонами, двухпараметрическую схему приведения результатов измерения к температуре +25°C (требования ПТЭ), выходной сигнал 0–5 мА и погрешность $\pm 2\%$, не имеет цифровой индикации измерений, поставляется без Н-фильтра и УПП.

Отличительной особенностью прибора является:

- наличие модификации, предназначенной для работы с датчиками кондуктометра АК-310, что позволяет выполнять их замену;
- конструкция, позволяющая без излишнего перемонтажа устанавливать его на действующих ТЭС.

Электростанции отмечают как основной недостаток кондуктометра «Кварц-1», как и других отечественных приборов АХК, некомплектную поставку – без УПП и предвключенного (при необходимости) Н-фильтра. С этим связана необходимость ежедневной проверки и регулирования расхода пробы через ячейку кондуктометра и температуры пробы. Отмечается также как недостаток отсутствие цифровой индикации показаний, что создает неудобства в эксплуатации.

2.1.4. Кондуктометр КАЦ-037 производства НПП «Техноприбор» (г. Москва) имеет диапазон измерения УЭП от 0,06 до 10000 мкСм/см с поддиапазонами 0,06–100; 5–3000 и 50–100000 мкСм/см (каждый диапазон имеет свой датчик: ДК-1, ДК-2, ДК-3), цифровую индикацию измерений, автоматическую термокомпенсацию, выходной сигнал 0–5 мА и погрешность измерений не более 1,5%. Кондуктометр выпускается с Н-фильтром и без него. На обследованных электростанциях установлен в качестве опытного экземпляра (ТЭЦ-27 и ТЭЦ-8 Мосэнерго – по одному прибору). Так как прибор находится в стадии освоения, эксплуатационных данных в результате обследования получено не было.

По техническим характеристикам КАЦ-037 удовлетворяет требованиям ТЭС, однако остаются невыполненными предложения электростанций о комплектной поставке этого прибора с УПП.

2.1.5. Кондуктометр АЖК-301 (АЖК-3101) производства ЗАО «Автоматика» (г. Владимир) на обследованных электростанциях установлен в количестве около 30 шт. Прибор имеет диапазоны измерений УЭП 0–2; 0–10; 0–100 и 0–1000 мкСм/см, цифровую индикацию измерений, выходной сигнал 0–5 или 4–20 мА и погрешность измерений $\pm 2\%$, выпускается с Н-фильтром и без него.

Основной недостаток прибора, который отмечают электростанции, – трудность в установлении коэффициента термокомпенсации (α) (в отличие от КАЦ-037, в котором этот недостаток отсутствует). Кроме того, указываются:

- выход из строя термокомпенсатора, электронной части прибора – 1 раз в квартал для каждого прибора;
- хрупкость центрального электрода и разрушение его керамической части;
- совмещение разъемов выходного сигнала и сигнализации.

2.1.6. Кондуктометры РЭС-106 производства завода «Автоматика», (г. Кировск) и КС-211 завода «Аналитприбор» (г. Лениноск) в количестве 40 и 10 шт. соответственно установлены на обследованных ТЭС. По техническим характеристикам и объему технического обслуживания эти приборы аналогичны кондуктометру АК-310. К настоящему времени большая их часть выработала свой ресурс и

устарела морально: отсутствует автоматическая термокомпенсация измерений, приборы имеют большую инерционность и пр.

2.1.7. Кондуктометры, изготовленные ЦЛЭМ «Тулэнерго», типа КУ (8 шт.), СЭ (8 шт.), ДК-72 (4 шт. — измеряет разность УЭП для определения присосов в конденсаторе) установлены на электростанциях Тулэнерго, в том числе на Черепетской ГРЭС, работают удовлетворительно, но имеют погрешность измерений $\pm 6\%$ (в сравнении с $1,5\%$ для современных кондуктометров типа КАЦ или «Кварц-1»).

Кондуктометры КР-2 и КР-3 с аналогичными характеристиками изготавливались заводом ОЗАП Мосэнерго (г. Москва). Они установлены в небольших количествах (до 10 шт.) на электростанциях Мосэнерго.

2.1.8. Кондуктометры-концентраторы КК-8 и КК-9 для растворов кислоты, щелочи, коагулянта, до 1988 г. выпускавшиеся заводом «Аналитприбор» (г. Тбилиси), установлены на обследованных ТЭС в количестве 10 шт., имеют диапазоны измерения 10^{-2} –1 и 10^{-1} –1 См/см, погрешность измерения $\pm 6\%$ с проточным или погружным датчиком. Приборы морально устарели, не имеют нормированного аналогового выхода и в настоящее время сняты с производства.

Кондуктометр-концентратор КАЦ-021 производства НПП «Техноприбор» (г. Москва) установлен на ТЭЦ-27 Мосэнерго в количестве 2 шт. в 1997 г., имеет диапазон измерения 5–20% для NaCl и H₂SO₄ и 5–15% для NaCl, цифровую индикацию измерений, аналоговый выход 0–5 мА, погрешность измерения УЭП $\pm 1,5\%$.

Устранение конструктивных недостатков и неисправностей в процессе эксплуатации выполняет НПП «Техноприбор» совместно с электростанцией.

Выявлены следующие недостатки:

- потеря чувствительности (устраняется 1 раз в год путем калибровки, которая затруднена из-за отсутствия доступа к резистору и необходимости вскрытия прибора);

- наводки на измерительные и термокомпенсационные цепи от эталонного сигнала.

Оценка работы прибора затруднена из-за недостаточной наработки (ВПУ работает периодически и с малой нагрузкой).

Кондуктометр-концентратор АЖК-1 производства ЗАО «Автоматика» (г. Владимир) установлен на обследованных ТЭС в количестве 18 шт., имеет диапазоны измерения от 0 до 10 мСм/см (0–5 г/дм³ NaCl), 0–100 мСм/см (0–50 г/дм³ NaCl), 0–1000 мСм/см; выходной сигнал 0–5 и 4–20 мА, погрешность измерения $\pm 2\%$; выпускается с проточным и погружным датчиками.

При эксплуатации возникают трудности в установке коэффициента термокомпенсации (α). Кроме того:

- разрушается керамическая часть центрального электрода (хрупкий электрод);

- выходит из строя термокомпенсатор и электронная часть прибора — 1 раз в 3 мес для каждого прибора.

Для улучшения прибора электростанций рекомендуют:

- выполнить электрическую часть датчика на разъеме;

- выполнить отдельными разъемами выходного сигнала и сигнализации;

- предусмотреть в приборе выключатель «Сеть».

Результаты обследования работы кондуктометров показаны в таблицах 3 и 7.

2.2. рН-метры и характерные неисправности, возникающие при их эксплуатации

На обследованных ТЭС установлено 469 рН-метров, из них:

- с преобразователями П-201 и П-216 — 191 шт.;
- с преобразователями П-215 и П-210, а также комплектов рН-011 и «Кварц-рН-1» — 267 шт.;
- закупленных у иностранных фирм (фирма «Полиметрон», Швейцария) — 11 шт.

рН-метры с преобразователями П-201 и П-216 выработали свой ресурс, морально устарели (выполнены на лампах) и сняты с производства. Они составляют примерно 41% и требуют замены на современные приборы.

2.2.1. рН-метр типа рН-220 с преобразователями П-210 и П-215 производства ПО «Измеритель» (г. Гомель) имеют диапазон измерений 0–14 единиц рН, цифровую индикацию измерений, выходной сигнал 0–5 и 4–20 мА и погрешность не более 5%. Электростанции отмечают следующие недостатки:

- поставку приборов с некачественными электродами (до 50% в одной партии);
- ненадежность микросхем;
- повышенное сопротивление электролитического ключа в цепи вспомогательного электрода (требуется частая проверка сопротивления, проверка и долив раствора КСl — от двух раз в неделю до одного раза в месяц);
- отсутствие автоматической термокомпенсации;
- большую инерционность прибора (при нарушении ВХР выход на фактические показатели в течение 1 ч и более с момента восстановления ВХР);
- необходимость частой калибровки прибора (2 раза в неделю).

Для улучшения прибора электростанции рекомендуют:

- усовершенствовать конструкцию электролитического ключа и бачка для раствора КСl;
- сократить периодичность калибровки до одного раза в месяц (по аналогии с иностранными фирмами).

2.2.2. рН-милливольтметр рН-011 производства НПП «Техноприбор» (г. Москва) имеет диапазон измерения 0–14 единиц рН, цифровую индикацию измерений, выходной сигнал 0–5; 0–20 и 4–20 мА и погрешность не более 5%.

Электростанции отмечают следующие недостатки:

- коррозию и плакование штуцера истекателя раствора КСl и необходимость его чистки 1 раз в 1–3 мес.;
- необходимость в частой калибровке прибора и проверке показаний по буферным растворам (1 раз в месяц);
- отсутствие автоматической термокомпенсации показаний;
- неудовлетворительное качество электродов.

Для улучшения прибора электростанции рекомендуют:

- заменить штуцер истекателя КСl, выполненный из нержавеющей стали, на штуцер из полимерных материалов;
- включить в комплект ЗИП дополнительно кабели с разъемами для калибровки прибора;
- предусмотреть автоматическую термокомпенсацию показаний;
- осуществлять комплектную поставку с УПП.

2.2.3. pH-метр «Кварц-pH-2» производства кооператива «Кварц» (г. Санкт-Петербург) имеет термоэлектродный датчик; диапазон измерения от 1–3,5 до 9,5–12 единиц pH; выходной сигнал 0–5 мА и погрешность измерения 2%.

Электростанции отмечают следующие недостатки:

- отсутствие цифровой индикации измерений (затрудняет эксплуатацию);
- необходимость еженедельной калибровки и проверки по буферному раствору;
- необходимость ежедневной проверки и регулировки расхода пробы через ячейку pH-метра;
- необходимость проверки 2 раза в неделю уровня KCl в бачке и доливки раствора;
- необходимость контроля 1 раз в месяц загрязненности ячеек и их чистки.

Для улучшения прибора электростанций рекомендуют:

- предусмотреть цифровую индикацию измерений;
- выполнять комплектную поставку с УПП.

2.2.4. pH-метр модификации 8270, pH-метр двухканальный модификации MONEC 8930, pH-метр модификации MONEC 9135 фирмы «Полиметрон» (Швейцария) имеют диапазон измерения 0–14 единиц pH, выходной сигнал 0–20 и 4–20 мА и погрешность $\pm 0,01$ pH (± 1 мВ до 0,05 pH).

Электростанции (установлено 11 приборов, в основном на Пермской ГРЭС) отмечают надежную работу приборов при соответствующем обслуживании, в том числе при выполнении:

- продувки импульсных линий 1 раз в неделю;
- контрольной проверки показаний и калибровки прибора 1 раз в месяц.

Электростанции отмечают следующие недостатки:

- кристаллизацию водного раствора электролита KCl вспомогательного электрода pH-метра;
- выход из строя электронных плат цифрового и измерительного модулей.

Вместе с тем на ТЭЦ–21 Мосэнерго прибор работает без обслуживания в течение 1,5 лет.

2.2.5. pH-011Ц производства НПП «Техноприбор» (г. Москва) предназначен для измерения pH в замутненных водах.

Электростанции отмечают следующие недостатки:

- загрязнение электродов и необходимость еженедельной их промывки дистиллированной водой;
- необходимость в еженедельной калибровке и сверке с лабораторным переносным pH-метром.

Результаты обследования работы pH-метров показаны в таблицах 4 и 8.

2.3. pNa-меры и характерные неисправности, возникающие при их эксплуатации

На обследованных электростанциях установлено 132 pNa-меров, в том числе pNa-205 – 29 шт., pNa-201 – 46 шт., АН-012 – 10 шт. и Sodimat 8873 одноточечный и шеститочечные – 3 шт. На 9 из 22 ТЭС pNa-меров нет.

2.3.1. pNa-205.1 производства ПО «Измеритель» (г. Гомель) имеет диапазон измерения от 7,36 до 5,36 pNa (от 1,0 до 100 мкг/дм³ Na) с поддиапазоном от 1 до

10 мкг/дм³, цифровую индикацию, аналоговый выход 0–5 и 4–20 мА; абсолютную погрешность $\pm 0,15$ рNa.

Электростанции отмечают следующие характерные недостатки и повреждения прибора:

- выход из строя электролитических конденсаторов (старение), микросхем блока питания;
- выход из строя преобразователя П–205;
- разрушение бачков для растворов KCl и NH₄OH;
- ненадежность деталей и резьбовых соединений из полистирола;
- недостаточность диапазона термокомпенсации;
- неудачную конструкцию электролитического ключа вспомогательного электрода.

Для улучшения прибора электростанции рекомендуют:

- разработать узел цифровой настройки и поиска неисправности электронного преобразователя;
- улучшить качество пластмассовых деталей и резьбовых соединений;
- расширить диапазон термокомпенсации;
- усовершенствовать измерительную схему на базе микропроцессора.

2.3.2. рNa-мер АН–012 производства НПП «Техноприбор» (г. Москва) имеет диапазон измерения 0,1–10,0; 1–100; 100–1000; 1000–10000 и 10000–100000 мкг/дм³; цифровую индикацию, аналоговый выход 0–5 мА; погрешность $\pm(0,02\text{Ск} + 0,02\text{Сх})$.

Электростанции отмечают следующие недостатки:

- загрязнение электродов и ячеек и необходимость их промывки 1 раз в месяц дистиллированной водой, во время останова энергоблока – трилоном Б;
- нестабильность характеристик электродов рNa, хотя и меньшую, чем рН;
- повышение сопротивления электролитического ключа в цепи вспомогательного электрода вследствие загрязнения стеклянного наконечника вспомогательного электрода;
- недостаточность диапазона термокомпенсации;
- повреждение силиконовых труб (замена 2 раза в год).

Для улучшения прибора электростанций рекомендуют:

- предусмотреть в комплекте ЗИП кабели с разъемами для калибровки прибора;
- упростить процесс калибровки прибора на малые значения рNa;
- заменить силиконовые трубки.

2.3.3. Натриер рNa–201 производства ПО «Измеритель» (г. Гомель) имеет конструктивную схему с перистальтическим насосом.

Электростанции отмечают следующие недостатки:

- повреждение перистальтического насоса (подачи пробы, аммиака);
- старение электролитических конденсаторов;
- отказ преобразователя П–201 до 2 раз в год.

Электростанции отрицательно оценивают прибор. В настоящее время он снят с производства.

2.3.4. Натриеров типов Sodimat 8873.1 одноточечный и **Sodimat** шеститочечный поставки иностранной фирмы «Полиметрон» (Швейцария), установлены на ТЭС единичные экземпляры. К одноточечному прибору замечаний нет, а на шеститочечном отмечается износ механической части перистальтического насоса.

Результаты обследования работы рNa–меров показаны в таблицах 5 и 9.

2.4. Кислородомеры и характерные неисправности, возникающие при их эксплуатации

На обследованных ТЭС установлены 74 кислородомера, в том числе 7 шт. АКП-201 производства ПО «Измеритель» (г. Гомель) 35 шт. КМА-08М1-8 и КМА-08М.3 производства НПП «Техноприбор» (г. Москва), 5 шт. Марк 402-9 и Марк 403-1 производства ТОО «Взор» (г. Н.-Новгород); 24 шт. Oxistat 5020 и Oxistat 8878 иностранной фирмы «Полиметрон» (Швейцария).

Кислородомеры установлены на 14 из 22 обследованных ТЭС.

2.4.1. Кислородомеры АКП-201 установлены на Костромской ГРЭС. Электростанция не представила данных по эксплуатации прибора.

2.4.2. Кислородомеры КМА-08М1-8, КМА-08М и КМА-08М.3 имеют диапазон измерения 0–20; 0–200; 0–2000 и 0–20000 мкг/дм³; цифровую индикацию; аналоговый выход 0–5 мА и погрешность измерения не более 4%.

Электростанции отмечают следующие характерные неисправности **КМА-08М** (13 шт.):

- дрейф нуля и инерционность за счет использования редкоземельных металлов в датчике преобразователя;
- уход нуля в минус при изменении температуры пробы;
- большую инерционность прибора: при увеличении содержания кислорода наблюдается длительный выход на фактически малую концентрацию;
- неудобство конструкции прибора для щитового монтажа;
- необходимость ежедневной настройки преобразователя из-за увеличения погрешности измерений более чем на 4%;
- сложность калибровки;
- выход из строя датчика и преобразователя 2 раза в год (для каждого прибора);
- отсутствие механического фильтра для очистки пробы.

Кислородомер КМА-08М снят с производства и заменен на КМА-08М.3, в котором устранены эти недостатки.

КМА-08М.3 (3 шт.) находится в стадии освоения на ТЭЦ-27 Мосэнерго.

Электростанция отмечает:

- высокую погрешность прибора ($\pm 4\%$);
- низкую точность термокомпенсации измерений: при изменении температуры пробы от 20 до 40°C показания изменяются на 3–5 мкг/дм³.

2.4.3. Кислородомер Марк-403 — в стадии освоения; замечаний и предложений электростанций нет.

2.4.4. Кислородомер Марк-402 (Марк-402.01Т) имеет диапазон измерения 0–50 и 0–500 мкг/дм³; цифровую индексацию; аналоговый выход 0–5 мА; погрешность $\pm 2\%$; датчик с неограниченным сроком службы.

Электростанции отмечают следующие недостатки:

- выход из строя электронного блока — сбой в работе этого блока в летнее время при высокой температуре окружающего воздуха (не ниже указанной в паспорте);

- отсутствие механического фильтра на входе анализируемой пробы в прибор и быстрое загрязнение силиконовой мембраны (замена 1 раз в полгода для каждого прибора);

- замену электролита до 7 раз в год;

- замену электродов А316 1 раз в год;

- нарушение герметичности датчика ДК – 402 и мембран.

Для улучшения прибора электростанций рекомендуют:

- предусмотреть установку механического фильтра;

- ввести индикацию состояния датчика;

- усовершенствовать измерительную схему на базе микропроцессора;

- разработать узел цифровой настройки и поиска неисправности электронного преобразователя.

2.4.5. Кислородомеры иностранной фирмы «Полиметрон» (Швейцария) Oxistat 5020 и Oxistat 8878 выработали свой ресурс, требуется замена золотого катода и серебряного анода. На Пермской ГРЭС в 1980 г. установлен Oxistat 8878; работа которого гарантирована только с УПП фирмы (комплектная поставка).

Электростанция отмечает неполноту технической документации: отсутствуют электрические схемы, код ЗИП, подробное описание калибровки прибора.

На Костромской ГРЭС установлены кислородомеры (4 шт.) Oxistat 8878 в 1996 г. Электростанция отмечает:

- один прибор из четырех был полностью заменен фирмой из — за неисправности;

- замена датчика — мембраны с одновременной заменой электролитного раствора выполняется 1 раз в полгода (соответствует паспортным данным). В практике эксплуатации есть случаи замены в срок менее полугода;

- прибор подключается только к УПП фирмы (комплектная поставка).

Результаты обследования кислородомеров показаны в таблицах 6 и 10.

2.5. Другие приборы АХК

Кроме типового набора приборов АХК (кондуктометров, рН-метров, рNa-меров и кислородомеров) на Пермской ГРЭС, оснащенной приборами фирмы «Полиметрон» (Швейцария), установлены:

- кремнимеры (5 шт.);

- хлоридомер (1 шт.);

- кальцимеры (2 шт.);

- мутномеры (4 шт.);

- нефтемеры (4 шт.);

- жесткомер (1 шт.);

- измеритель содержания легкого масла (1 шт.).

Данных по работе приборов электростанция не представила.

Кондуктомеры, установленные на обследованных ТЭС

№ п п	Тип прибора	Кол-во, шт.	Диапазон измерений, МкСм/см	Диапазон температур пробы, °С	Расход пробы, л/ч	Давление пробы, МПа	Выходной сигнал		Основная погрешность, %	Изготовитель	Примечания
							Цифровая индикация	Аналоговый сигнал, мА			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Кондуктометр АК-310	450	0÷1; 0÷10; 0÷100	+30÷+40	До 30	0,2÷0,01	+	0÷5	4 от верхнего предела измерения	Завод «Аналитприбор», г. Ленинск	Отсутствует термокомпенсация
2	Кондуктометр КАЦ-0177К	77	0,01÷0,1; 0,1÷1; 1-10; 10-100; 100-1000; 1000-10000	+5÷+70	10±2 (с Н-фильтром) 3-30 (без Н-фильтра)	Не > 1	+	0÷5; 0÷20; 4÷20	± 2	НПП «Техноприбор», г. Москва	1. 6 поддиапазонов с автоматическим выбором 2. Приведение УЭП к 25°С
3	Кондуктометр КАЦ-037	2	0÷100 (ДК-1); 0÷3000 (ДК-2); 0÷100000 (ДК-3)	+10÷+70	10±2 (с Н-фильтром) 3-30 (без Н-фильтра)	До 1,0	+	0÷5; 0÷20; 4÷20	Не > 1,5	НПП «Техноприбор», г. Москва	1. Кондуктометр выпуск — кается с Н-колонкой и без нее 2. 3 модификации с ДК-1, ДК-2, ДК-3 3. Приведение УЭП к 25°С
4	Кондуктометр «Кварц-1»	101	0,02÷0,5 до 1000÷20000	+1÷+65	5±200	—	—	0÷5	2	Кооператив «Кварц», г. С.-Петербург	1. Двухпараметрическая схема приведения УЭП к 25°С 2. Наличие модификаций, предназначенных для работы с датчиками АК-310
5	Кондуктометр АЖК-3101	44	0÷2; 0÷10; 0÷100; 0÷1000; 0÷10 ⁴ ; 0÷10 ⁵ ; 0÷10 ⁶	—	Не > 100	Не > 1,6	+	0÷5; 4÷20	± 2	ЗАО «Автоматика», г. Владимир	Датчик проточный или погружной
6	КАЦ-021	2	мкСм/см (%) 5÷200 (5÷20) (NaCl); 5÷500 (5÷15) (NaOH); 5÷1000 (5÷20) (H ₂ SO ₄)	+1÷+70			+		УЭП ± 1,5 С% ± 3,0	НПП «Техноприбор», г. Москва	1. Погружной беззаяк — тродный датчик 2. Приведение показаний к 25°С

Окончание таблицы 3

7	СИФ-031	3	Верхний предел 2000	+1—+70		Не > 1			± 4 (УЭП) $\pm 0,5$ (Δ УЭП)	НПП «Техноприбор», г. Москва	1. Измерение разности УЭП 2. Формирование сигнала при снижении разности УЭП
8	РЭС-106	40				—				Завод «Автоматика», г. Кировакан	
9	КС-211	8				—				Завод «Аналитприбор», г. Ленинакан	
10	КВА-4	9				—				ОКБА НПО «Химавтоматика», г. Харьков	
11	ИРР					—				З-д ОЗАП, г. Москва	
12	КУ	8				—				УЛЭМ Тулаэнерго	
13	СЭ	8				—					
14	ДК-72	4				—					Измеряет разность электрических проводимостей (присосы в конденсаторе)
15	КК-8	9	10^{-1} –1, 10^{-2} –1 См/см			—	—	± 5		З-д «Аналитприбор», г. Тбилиси, Грузия	Проточный или погружной датчик
16	ДК-3		10–1000 мСм/см, 100–1000 мСм/см			—	—	± 5		З-д ОЗАП, г. Москва	
17	КР-2	3				—	—	± 6		З-д ОЗАП, г. Москва, выпуск 1984–1986 гг.	
18	КВЧ-5М	5				—	—			ОКБА НПО «Химавтоматика», г. Харьков	
19	Солемеры системы ЦКТИ	20				—				ЦКТИ, г. С.-Петербург	
20	Солемер СКМ-1	4				—				ЦКТИ, г. С.-Петербург	

рН-метры, установленные на обследованных ТЭС

№ п.п.	Тип прибора	Кол-во, шт.	Диапазон измерений, ед. рН	Диапазон температур пробы, °С	Расход пробы, л/ч	Давление пробы, МПа	Выходной сигнал		Основная погрешность, %	Изготовитель	Примечания
							Цифровая индикация	Аналоговый сигнал, мА			
1	П-215	168	0-14	0-+100			+	0-5; 4-20		ПО «Измеритель», г. Гомель	Отсутствует автоматическая термокомпенсация
2	П-201	163								ПО «Измеритель», г. Гомель	Снят с производства
3	П-210	23	0-14	0-+100				0-5; 4-20			Отсутствует автоматическая термокомпенсация
4	П-261 (П-215)	34									Прибор ламповый, снят с производства
5	рН-011	41	0-14	+5-+50°С	Не > 5	Не > 0,1	+	0-5; 0-20; 4-20	± 0,05 ед. рН	НПП «Техноприбор», г. Москва	6 поддиапазонов; автоматическая установка диапазона; температурная компенсация
6	рН-метр «Кварц-рН-1»	35	1-3,5 до 9,5-12	+1-+45 (кратковременно до +60°С)	5-50		-	0-5	± 0,05 ед. рН	Кооператив «Кварц», г. С.-Петербург	1. Диапазон измерения устанавливается плавной регулировкой пользователем 2. Прибор может использоваться для замены приборов П-210, П-215 и им подобных
7	рН-метр 8270	6								Фирма «Полиметрон», Швейцария	
8	рН-метр MONEC 8935 двухканальный	4								Фирма «Полиметрон», Швейцария	
9	рН-метр MONEC 9135	1	0-14	0-+80	5-15	Мак 4 бар	+	0-20; 4-20	± 0,01 ед. рН	Фирма «Полиметрон», Швейцария	
10	Redox	1					-			Германия	

Таблица 5

Натриемы, установленные на обследованных ТЭС

№ п.п.	Тип прибора	Кол-во, шт.	Диапазон измерений, мг/дм ³	Диапазон температур пробы, °С	Расход пробы, л/ч	Давление пробы, МПа	Выходной сигнал		Основная погрешность, %	Изготовитель	Примечания
							Цифровая индикация	Аналоговый сигнал, мА			
1	pNa-205 (pNa-205.1)	29	1-100 с поддиапазоном 1-10				+	0-5; 4-20		ПО «Измеритель», г. Гомель	Автоматическая термокомпенсация
2	pNa-201	46								ПО «Измеритель», г. Гомель	Снят с производства
3	АН-012	10	0,1÷10; 0,1-100, мг/дм ³ 0,001-1,0; 0,01-100; 1-1000	+15÷+50	He > 5	He > 1	+	0-5; 0-20; 4-20	± 2	НПП «Техноприбор», г. Москва	6 диапазонов, автоматическая установка диапазонов, автоматическая термокомпенсация

Таблица 6

Кислородомеры, установленные на обследованных ТЭС

№ п.п.	Тип прибора	Кол-во, шт.	Диапазон измерений, мкг/дм^3	Диапазон температур пробы, $^{\circ}\text{C}$	Расход пробы, л/ч	Давление пробы, МПа	Выходной сигнал		Основная погрешность, %	Изготовитель	Примечания
							Цифровая индикация	Аналоговый сигнал, мА			
1	КМА-08М	19	0÷20; 0÷200; 0÷2000; 0÷20000	5÷+50	2,5÷10		+	0-5; 0÷20; 4-20	± 4	НПП «Техноприбор», г. Москва	4 диапазона измерений
2	КМА-08МЗ	3	0÷20; 0÷200; 0÷2000; 0÷20000	5÷+50	2,5÷10		+	0÷5; 0÷20; 4÷20	± 4	НПП «Техноприбор», г. Москва	4 диапазона измерений
3	Марк-402 (Марк 402.01Т)	9	0÷50; 0÷500; 15÷100 %O ₂	+20÷+70 (кратковременно до 100 $^{\circ}\text{C}$)			+	0÷5; 4÷20	± 2÷ ±10 ± 2 мкг/дм^3	ТОО «Взор», г. Нижний Новгород	
4	Марк-403	1	0÷20; 0÷200; 0÷2000; 0÷20000	0÷+70						ТОО «Взор», г. Нижний Новгород	
5	Марк-301		0÷2000; 0÷20000			0,05	+	0÷5	± 4	ТОО «Взор», г. Нижний Новгород	
6	АКП-201	7								ПО «Измеритель», г. Гомельс	
7	КАМ-04-02	3									
8	Oxistat 5020	6								Фирма «Полиметрон» (Технопрокур)	
9	Oxistat 8878	18								Фирма «Полиметрон» (Технопрокур)	

3. ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Обследование состояния автоматических приборов химического контроля на 22 ТЭС (19 ТЭС по опросным листам и 3 ТЭЦ Мосэнерго по месту) показало, что:

– установлено всего 1628 приборов, в том числе:

кондуктометров – 953 (59%);
рН-метров – 469 (29%);
рNa-меров – 132 (6%);
кислородомеров – 74 (5%);
остальных – примерно 1%.

При этом поставки иностранных фирм составляют примерно 10% (в основном кондуктометры и кислородомеры);

– требуют замены по причине выработки ресурса, морального и физического износа более половины (52%) установленных приборов, в том числе:

кондуктометров – 587;
рН-метров – 191;
рNa-меров – 46;
кислородомеров – 13;

– наметилась положительная тенденция увеличения производства приборов автоматического химического контроля, в том числе:

кондуктометров КАЦ–037 и КАЦ–021 НПП «Техноприбор» (г. Москва), «Кварц–1» кооператива «Кварц» (г. Санкт–Петербург), АЖК–301 и АЖК–1 ЗАО «Автоматика» (г. Владимир);

рН-метров рН–011 НПП «Техноприбор» (г. Москва), «Кварц–рН-1» кооператива «Кварц» (г. Санкт–Петербург), рН–220 ПО «Измеритель» (г. Гомель);

рNa-меров АН–012 НПП «Техноприбор» (г. Москва), рNa–205 ПО «Измеритель» (г. Гомель);

кислородомеров КМА–08М(08МЗ) НПП «Техноприбор» (г. Москва), Марк–402 (Марк–403) ТОО «Взор» (г. Н. –Новгород).

Однако отдельные приборы находятся еще в стадии освоения и данные по их работе недостаточны для оценки работоспособности;

– наиболее характерными неисправностями приборов химического контроля по данным ТЭС являются:

по кондуктометрам:

низкая надежность комплектующих изделий, таких как электронные платы, датчики температуры, запорная арматура на Н–колонках, материал уплотнений и др.;

неунифицированность разъемных соединений гидравлических и электрических датчиков электронных блоков;

необходимость еженедельной проверки и регулировки расхода пробы через ячейку и контроля температуры;

занос датчиков кондуктометров;

трудности при выставлении коэффициента термокомпенсации (АЖК–2101);

хрупкость электрода (керамическая часть центрального электрода АЖК-301 (АЖК-1) и др.;

по рН-метрам:

поставка заводом некачественных электродов (до 50% брака в одной партии) и нерегулярность поставки;
ненадежность микросхем;
большая инерционность;
старение электролитических конденсаторов;
низкое качество резьбовых соединений;
некомплектная поставка элементов, составляющих рН – метр;
ежедневная проверка и регулировка расхода пробы через ячейку рН – метра, а также уровня в бачке KCl и др.;

по рNa-мерам:

ненадежность микросхем блока питания термодатчиков, резьбовых соединений;
сложный процесс калибровки прибора.

по кислородомерам:

отсутствие механического фильтра для очистки пробы от механических примесей;
ненадежность электронных блоков;
нарушение герметичности датчика и мембран.

— имеется тенденция оснащения электростанций приборами одного изготовителя. Например, НПП «Техноприбор» (г. Москва) освоил широкую номенклатуру необходимых приборов (кондуктометры, рН – метры, рNa – меры, кислородомеры) и продолжает разрабатывать новые типы; другие изготовители выпускают по одному (двум) типу приборов;

— данные электростанций о численности персонала, обслуживающего приборы АХК, анализу не поддаются. К примеру, высокая надежность импортных приборов, показанная Пермской ТЭЦ, не привела к сокращению персонала;

— электростанциями не соблюдаются какие-либо нормативы по численности обслуживающего персонала. При приблизительно одинаковом количестве установленных приборов и соотношении их типов численность персонала и его квалификация значительно разнятся. Целесообразна в связи с изложенным разработка нормативов по техническому обслуживанию приборов организациями сервисного обслуживания;

— данные электростанций по качеству и надежности приборов по большей части субъективны. Статистика отказов, как правило, не ведется. С этой точки зрения для оценки фактических показателей надежности и качества целесообразно проведение эксплуатационных испытаний вновь разработанных приборов;

— приборы иностранных фирм (на отечественном рынке — фирмы «Полиметрон», Швейцария) отличаются высокой надежностью в сравнении с отечественными, которая по данным электростанций обуславливается не только отработанностью конструктивных схем, но и комплектной поставкой прибора с УПП;

— около половины недостатков и неисправностей отечественных приборов, а также увеличенные затраты на обслуживание связаны с отсутствием поставки приборов в комплекте с УПП;

– необходимо рекомендовать производителям приборов АХК комплектную поставку приборов с УПП и расширение сервисного обслуживания по примеру иностранных фирм. Ремонт приборов АХК, как показали электростанции, ведется, как правило, силами ТЭС (специальными группами химического контроля в цехах ТАИ), в отдельных случаях привлекается изготовитель приборов;

– только на отдельных электростанциях (Пермской ГРЭС, ТЭЦ–27 Мосэнерго, Костромской ГРЭС и частично ТЭЦ–21 Мосэнерго) осуществлена автоматизация обработки непрерывных измерений УЭП, pH, содержания натрия и кислорода с целью ведения и диагностики водно–химического режима электростанции (СХТМ, выполненная на средствах микропроцессорной техники). Качественно более высокий технический уровень ведения ВХР с помощью приборов АХК, включенных в СХТМ, позволяет резко повысить экономичность процессов и сократить трудозатраты на обслуживание.

На основании изложенного предлагается:

– изготовителям приборов:

учесть недостатки и неисправности, возникающие в процессе эксплуатации приборов (см. таблицы 7–10), в целях совершенствования конструкций и повышения надежности;

рекомендовать комплектную поставку приборов с УПП, что позволит повысить надежность действия прибора;

улучшить качество pH–электродов и обеспечить комплектную поставку элементов, составляющих pH–метр (ПО «Измеритель», г. Гомель);

расширять номенклатуру приборов и в первую очередь освоить выпуск жесткомеров для схем Na–катионирования ВПУ и установок тепловой сети;

– электростанциям:

в целях повышения экономичности работы оборудования и снижения трудозатрат на обслуживание обновлять парк приборов и внедрять СХТМ на базе микропроцессорной техники. Одной из задач СХТМ должен быть сбор отказов и неисправностей приборов;

привлекать к приемке приборов из монтажа и проведению испытаний специализированные наладочные организации и изготовителей;

привлекать к созданию СХТМ, сервисному обслуживанию и ремонту приборов АХК специализированные организации и изготовителей.

В целях упорядочения организации технического обслуживания приборов и объективной оценки надежности приборов целесообразно:

– разработать нормативы технического обслуживания приборов АХК, установленных в объеме согласно РД 34.35.101–88;

– до ведомственной экспертизы приборов согласно Приказу РАО «ЕЭС России» от 16.11.98 г. № 229 целесообразно проводить эксплуатационные испытания на надежность.

В таблице 11 приведен перечень приборов автоматического химического контроля, рекомендуемых для применения на ТЭС.

Характерные неисправности, возникающие при эксплуатации кондуктометров

№ п.п	Тип прибора	Место установки	Характерные неисправности и способы их устранения	Примечания
1	2	3	4	5
1	АК-310	Питательная вода, котловая вода, перегретый пар, конденсат турбин, ВПУ, БОУ	<p>1. Неадекватны термодатчики и детали, резьбовые соединения из полистирола</p> <p>2. Выход из строя (старение) электролитических конденсаторов и светолучевых микроамперметров</p> <p>3. Выход из строя фторопластовых уплотнений, изоляторов датчиков (всегда при разборке)</p> <p>4. Неисправность арматуры на Н-фильтре</p> <p>5. Разрушение электродов (электрохимическое разрушение)</p> <p>6. Неисправность водяного ротаметра</p> <p><u>Способы устранения:</u></p> <p>1. Замена ненадежных деталей (чувствительного элемента)</p> <p>2. Замена фторопластовых уплотнений на резиновые</p> <p>3. Промывка датчиков</p> <p>4. Замена Н-фильтров (через 8-9 мес)</p> <p>5. Ремонт преобразователя ПТ-ТП68</p> <p>6. Изъятие ротаметров из схемы</p> <p>7. Проверка показаний лабораторным прибором – 1 раз/нед</p> <p><u>Оценка эксплуатации – положительная.</u> АК-310, КС-211, РР – с точки зрения эксплуатации и ремонта более надежны, чем КАЦ-017ТК, однако требуется доработка</p>	<p>Ежедневный осмотр СУПП и датчиков</p> <p>Проверка расхода пробы и показаний прибора – 1 раз/нед</p> <p>Текущий ремонт и калибровка – 1 раз/год (1 раз/полгода)</p> <p>Требуется ЗИП – сетка для Н-фильтра с кожухом из легированной стали (взамен пластмассовых и из стеклоткани), ротаметры</p> <p>Требуется доработка прибора с целью устранения инерционности и разработки на базе микропроцессора</p>
2	КАЦ-017ТК	Питательная вода, котловая вода, перегретый пар, конденсат турбин, ВПУ, БОУ	<p>1. Неисправность запорной арматуры Н-колонок, поставляемых с прибором</p> <p>2. Неисправность электронных плат</p> <p>3. Выход из строя электронных, измерительных блоков и датчиков</p> <p>4. Неисправность преобразователей температуры, устройства автоматического поиска УЭП и датчика температуры</p> <p>5. Выход из строя датчика при повышении температуры пробы > 50°C (по условиям на прибор – 70°C)</p> <p><u>Способы устранения:</u></p> <p>1. Замена более надежными деталями электронных плат</p> <p>2. Замена измерительных блоков</p> <p>3. Замена датчиков</p> <p><u>Оценка эксплуатации:</u> АК-310, КС-211, РР более надежны в эксплуатации и ремонте, чем КАЦ-017ТК. Необходимо в комплект поставки включить УПП</p>	<p>Отсутствуют в документации: – электрические принципиальные схемы; – методика калибровки</p> <p>Отсутствует ЗИП</p> <p>Не унифицированы соединения гидравлических и электрических датчиков и электронных блоков</p>
3	АЖК-301 (АЖК-3101)		<p>1. Выход из строя электрода при повышении температуры пробы</p> <p>2. Отказ в электронной схеме прибора (1 раз в квартал)</p> <p>3. Выход из строя термокомпенсатора</p>	<p>Корпус преобразователя неудобен для щитового монтажа</p> <p>Отсутствуют детальные электрические схемы</p> <p>Отсутствует ЗИП</p>

			<p>Способы устранения неисправностей:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Замена в сочленении электрода с электрической схемой эпоксидной смолы на керамику Однако наблюдалось разрушение керамики 2. Замена электрода 	<p>Трудности при наладке выставления коэффициента термокомпенсации</p> <p>Наличие выходного сигнала и сигнала сигнализации на одном разъеме</p> <p>Неудобное подсоединение электрической части датчика (не на разъемах)</p>
4	КАЦ-037		Статистики нет. В стадии освоения	Недостаточен ЗИП
5	КС-211		<ol style="list-style-type: none"> 1. Отказ запорных вентилей на Н-фильтре 2. Отказ датчика 3. Нарушение фторопластовых уплотнений 4. Выход из строя чувствительного элемента типа «Б» <p>Способы устранения неисправностей:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Замена вентилей на Н-фильтре 2. Замена фторопластовых уплотнений <p>Оценка эксплуатации:</p> <p>Прибор надежен, но требуется доработка</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Занос датчиков во время пуска блоков 	Ненадежен датчик
6	Кварц-1		<p>Способы устранения неисправностей:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Чистка датчиков <p>Оценка эксплуатации:</p> <p>Требуется доработать, в том числе:</p> <ul style="list-style-type: none"> — ввести цифровую индикацию параметра; — дополнить поставку УПП 	Отсутствует цифровая индикация параметра
7	РЭС-106	Солесодержание насыщенного и перегретого пара	<ol style="list-style-type: none"> 1. Засорение дросселя (1 раз в месяц) 2. Повреждение изоляторов датчика при повышении температуры пробы <p>Способы устранения неисправностей:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Чистка дросселя 2. Замена изоляторов, уплотнительных прокладок <p>Оценка эксплуатации:</p> <p>Требуется замена на более совершенный прибор</p>	Датчики из-за сильной коррозии элементов не поддаются разборке
8	КСМ-2	Солесодержание в паре	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выход из строя конденсаторов в усилителе (2-3 раза в год) <p>Способы устранения неисправностей:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Замена конденсаторов <p>Оценка эксплуатации:</p> <p>Требуется замена на более надежный прибор</p>	
9	КВЧ-5М, КВА-4	ВПУ (концентрация кислоты и щелочи), ВПУ (УЭП обессоленной воды)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выход из строя жидкокристаллического дисплея и других элементов комплекта 2. Выход из строя электронной части <p>Способы устранения неисправностей:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Замена комплекта на новый выполняется изготовителем <p>Оценка эксплуатации:</p> <p>Неремонтопригоден</p>	Корпус прибора неудобен для щитового монтажа

Характерные неисправности, возникающие при эксплуатации рН-метров

№ п.п.	Тип прибора	Место установки	Характерные неисправности и способы их устранения	Примечания
1	2	3	4	5
1	рН-220 (П-210, П-215)	Пар, питательная и котловая вода, ВПУ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Поставка заводом некачественных электродов (до 50% в партии) 2. Ненадежность микросхем 3. Частая проверка сопротивления электролитического ключа, проверка и доливка раствора КСl (от 2 раз в неделю до 1 раза в месяц) 4. Нестабильные характеристики измерительных электродов 5. Большая инерционность прибора 6. Отсутствие автоматической термокомпенсации 7. Выход из строя преобразователя П-215 8. Низкое качество резьбовых соединений 9. Частая калибровка прибора, а также сверка с показаниями лабораторного прибора 10. Некомплектная поставка элементов рН-метра <p><u>Способы устранения неисправностей:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Замена электродов через 2–12 мес 2. Замена преобразователя от 1 до 3 раз в год 3. Калибровка прибора 1–2 раза в неделю 	<p>рН-метры с преобразователями П-201 и П-261 сняты с производства</p> <p>К п. 9 для сравнения: калибровка рН-метров фирмы «Полиметрон» – 1 раз в месяц</p>
2	рН-метр «Кварц-рН-1»	Пар, питательная и котловая вода, ВПУ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изменение характеристик электрода 2. Загрязнение ячеек <p><u>Способы устранения неисправностей:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Замена электродов 2. Ежедневная калибровка и проверка по буферным растворам 3. Ежедневная проверка и регулировка расхода пробы через ячейку прибора 4. Проверка уровня и его восстановление в бачке КСl – 2 раза в неделю <p><u>Оценка эксплуатации:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Необходима цифровая индексация параметра 2. Необходима поставка в комплекте с УПП и Н-колонкой 3. Уменьшить сложность и объем обслуживания 	Отсутствует цифровая индикация
3	рН-милливольтметр рН-011	Пар, питательная и котловая вода, ВПУ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Уменьшение истечения хлористого калия из бачка из-за коррозии и шлакования штуцера истекателя, выполненного из нержавеющей стали 2. Низкое качество электродов 3. Загрязнение электродов и ячейки 4. Частая калибровка прибора и проверка показаний по буферным растворам <p><u>Способы устранения неисправностей:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Чистка штуцера истекателя КСl 1 раз в 1–3 мес 2. Чистка электродов и ячейки примерно 1 раз в месяц 3. Калибровка прибора примерно 1 раз в месяц <p><u>Оценка эксплуатации:</u></p> <p>Прибор работает удовлетворительно. Необходимо:</p> <ul style="list-style-type: none"> – включить в комплект ЗИП кабели с разъемами для калибровки прибора; – штуцер истекателя выполнить из полимерных материалов; – улучшить качество электродов 	
4	рН-метры фирмы «Полиметрон» рН-метр модификации 8270 рН-метр двухканальный модификации MONEC 8930	Пар, питательная и котловая вода, ВПУ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Кристаллизация раствора КСl вспомогательного электрода 2. Выход из строя электронных плат 	

Таблица 9

Характерные неисправности, возникающие при эксплуатации рNa-меров

№ п.п	Тип прибора	Место установки	Характерные неисправности и способы их устранения	Примечания
1	2	3	4	5
1	pNa-205.1	Пар, питательная и котловая вода, ВПУ	<p>1. Выход из строя электронных компонентов</p> <p>2. Отказ преобразователя П-205</p> <p>3. Разрушение бачков для KCl и NH₄OH</p> <p>4. Выход из строя и замена конденсаторов, микросхем, диодов</p> <p>5. Неудачная конструкция электролитического ключа вспомогательного электрода</p> <p>6. Мал диапазон термокомпенсации</p> <p><u>Способы устранения неисправностей:</u></p> <p>1. Замена микросхем</p> <p>2. Замена преобразователя П-205</p> <p>3. Ремонт резьбовых и уплотнительных соединений</p> <p><u>Оценка эксплуатации:</u></p> <p>1. Необходимо улучшить измерительную схему прибора на базе микропроцессора</p> <p>2. Разработать узел цифровой настройки и поиска неисправности электронного преобразователя</p> <p>3. Расширить диапазон термокомпенсации</p>	
2	АН-012	Пар, питательная и котловая вода, ВПУ	<p>1. Повреждение силиконовых трубок и их замена 2 раза в год</p> <p>2. Кристаллизация KCl на стеклянном наконечнике вспомогательного электрода электролитического ключа во время останова блока (котла)</p> <p>3. Загрязнение стеклянного наконечника вспомогательного электрода и как следствие повышение сопротивления в цепи вспомогательного электрода. Замена стеклянного наконечника</p> <p>4. Нестабильность измерительных электродов рNa</p> <p>5. Загрязнение электродов и ячейек и необходимость промывки и чистки ячейек 1 раз в месяц, промывки электродов – 1 раз в месяц. Промывка дистиллированной водой, во время останова блока – трилоном Б</p> <p><u>Способы устранения неисправностей:</u></p> <p>1. Замена силиконовых трубок 2 раза в год</p> <p>2. Замена стеклянного наконечника вспомогательного электрода</p> <p>3. Чистка ячейек и промывка электродов 1 раз в месяц</p> <p><u>Оценка эксплуатации:</u></p> <p>1. Упростить процедуру калибровки прибора на малые значения рNa</p>	
3	Sodimat шеститочечный	Пар, питательная и котловая вода, ВПУ	Износ механических частей перистальтического насоса	
4	Sodimat 8873 1 одноточечный	Пар, питательная и котловая вода, ВПУ	Износ механических частей перистальтического насоса	
			Замечаний нет	

Характерные неисправности, возникающие при эксплуатации кислородомеров

№ п.п.	Тип прибора	Место установки	Характерные неисправности и способы их устранения	Примечания
1	КМА-08М КМА-08М.3		1. Большая инерционность прибора 2. Дрейф нуля при изменении температуры пробы 3. Большая погрешность (> 4%) 4. Сложность калибровки прибора 5. Ненадежность датчика и преобразователя 6. Конструктивно прибор неудобен для щитового монтажа 7. Отсутствует механический фильтр для очистки пробы от механических примесей	Снят с производства В стадии освоения на ТЭЦ-27 Мосэнерго
2	Марк-403			В стадии освоения. Устранены недостатки КМА-08М
3	Марк-402 (402.01Т)		1 Выход из строя электронного блока. Сбой в работе при высокой летней температуре окружающего воздуха (но ниже паспортной) 2. Загрязнение силиконовой мембраны из-за отсутствия механического фильтра на входе в прибор 3. Нарушение герметичности датчика ДК-402 и мембран <u>Способы устранения неисправностей:</u> 1. Замена силиконовой мембраны 1 раз в месяц 2. Замена электролита до 7 раз в год 3. Замена электродов А316 – 1 раз в год <u>Оценка эксплуатации:</u> 1. Предусмотреть установку механического фильтра на входе пробы в прибор 2 Предусмотреть индикацию состояния датчика 3. Усовершенствовать измерительную схему прибора на базе микропроцессора, разработать узел цифровой настройки и поиска неисправности электронного преобразователя	
4	Oxistat 8878 и Oxistat 5020		Электроды (золотой катод и серебряный анод) выработали ресурс, требуется их замена	Установлены с 1980 г.

Таблица 11

Перечень приборов АХК, рекомендуемых для применения на ТЭС

№ п. п.	Тип прибора	Диапазон измерений	Диапазон температур пробы, °С	Расход пробы, л/ч	Давление пробы, МПа	Выходной сигнал		Основная погрешность, %	Изготовитель	Примечания
						Цифровая индикация	Аналоговый сигнал, мА			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Кондуктометры, концентратомеры										
1	КАЦ-037	мкСм/см 0-100 (ДК-1), 0-3000 (ДК-2); 0-100000 (ДК-3)	+10-+70	10±2 (с Н-фильтром) 3-30 (без Н-фильтра)	До 1,0	+	0-5; 0-20; 4-20	Не > 1,5	НПП «Техноприбор», г. Москва	1 Кондуктометр выпускается с Н-колонкой и без нее 2. 3 модификации с ДК-1, ДК-2, ДК-3 3 Приведение УЭП к 25°C
2	Кварц-2 (модификация м/о и м/1)	м/о 0,5-1, 1-10; 10-100; 100÷1000; м/1 1-100, 1-1000; 1÷10000, 1÷100000	±0,5-±70	100	—	+	0-5; 0-20, 4-20	2	Кооператив «Кварц», г. С.-Петербург	1 Двухпараметрическая схема приведения УЭП к 25°C 2. Наличие модификаций, предназначенных для работы с датчиками АК-310 3. Автоматический выбор диапазонов
3	АЖК-3101	0-2, 0-10, 0-100; 0-1000, 0-10 ⁴ ; 0-10 ⁵ ; 0-10 ⁶	—	Не > 100	Не > 1,6	+	0-5, 4-20	± 2	ЗАО «Автоматика», г. Владимир	Датчик проточный или погружной
4	КАЦ-021М (МС)	мкСм/см (%) 5-200 (5-20) (NaCl), 5-500 (5-15) (NaOH); 5-1000 (5-20) (H ₂ SO ₄)	+1-+70			+		УЭП ± 1,5 С% ± 3	НПП «Техноприбор», г. Москва	1 Погружной беззлектродный датчик 2. Приведение показаний к 25°C 3 Модификация МС с встроенным сигнальным устройством

№ п п	Тип прибора	Диапазон измерений	Диапазон температур пробы, °С	Расход пробы, л/ч	Давление пробы, МПа	Выходной сигнал		Основная погрешность, %	Изготовитель	Примечания
						Цифровая индикация	Аналоговый сигнал, мА			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
pH-метры										
5	Преобразователь П-215 (215И)	ед. pH 0-14	0-+100			+	0-5; 4-20		ПО «Измеритель», г. Гомель	
6	pH-011	0-14	+5-+50°C	He > 5	He > 0,1	+	0-5, 0-20, 4-20	± 0,05 pH	НПП «Техноприбор», г. Москва	6 поддиапазонов, автоматическая установка диапазона, температурная компенсация
7	Кварц-pH-2	1-3,5 до 9,5-12	+0,5-+70	5-40		+	0-5	± 0,05 ед. pH	Кооператив «Кварц», г. С.-Петербург	1 Диапазон измерения устанавливается плавной регулировкой пользователем 2 Прибор может использоваться для замены приборов П-210, П-215 и им подобных
Натриемеры										
8	pNa-205	мкг/дм³ 1-100 с поддиапазоном 1-10				+	0-5; 4-20		ПО «Измеритель», г. Гомель	
9	АН-012	0,1-10; 0,1-100; мг/дм³ 0,001-1,0; 0,01-100; 1-1000	+15-+50	He > 5	He > 0,1	+	0-5; 0-20, 4-20	±2	НПП «Техноприбор», г. Москва	6 диапазонов, автоматическая установка диапазонов
Кислородомеры										
10	КМА-08МЗ	мкг/дм³ 0-20; 0-200, 0-2000, 0-20000	5-+50	2,5-10		+	0-5, 0-20 4-20	± 4	НПП «Техноприбор», г. Москва	4 диапазона измерений
11	Марк-402	0-50, 0-500, 15-100 %O₂	+20-+70 (кратковременно до 100°C)			+	0-5, 4-20	± 2- ± 10 ± 2 мкг/дм³	ТОО «Взор», г. Нижний Новгород	
12	Марк-403	0-20, 0-200, 0-2000, 0-20000	0-+70 (кратковременно до 100°C)		He > 0,05	+	0-5, 4-20	He > ± 3-4 мкг/дм³	ТОО «Взор», г. Нижний Новгород	
13	АЖ-1026.6	0-2000, 0-20000				+	0-5, 4-20		ПО «Измеритель», г. Гомель	4 диапазона измерений
14	АКПМ	0-100; 0-1000				+	0-5		Альфа-Бассенс, г. Москва	

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общая часть...	4
2. Результаты обработки данных по эксплуатации приборов АХК на ТЭС...	16
2.1. Кондуктометры и характерные неисправности, возникающие при эксплуатации.....	16
2.2 рН – метры и характерные неисправности, возникающие при их эксплуатации.....	19
2.3 рNa – меры и характерные неисправности, возникающие при их эксплуатации.....	20
2.4. Кислородомеры и характерные неисправности, возникающие при их эксплуатации.....	22
2.5. Другие приборы АХК.....	23
3. Выводы и предложения.....	29

Подписано к печати 27.05.2003

Печать ризография

Заказ № 507

Усл. печ. л 5,0

Изд. № 02 — 104

Тираж 200 экз

Лицензия № 040998 от 27.08.99 г.

Производственная служба передового опыта эксплуатации
энергопредприятий ОРГРЭС
107023, Москва, Семеновский пер., д. 15