

**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

Р а з р а б о т а н о Открытым акционерным обществом «Фирма по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей ОРГРЭС»

И с п о л н и т е л и О.Н. КУЗЬМИЧЕВ, Е.С. СОКОЛОВА, Л.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, pH – метров, pNa – 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; 0,06 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; кремниемеров – 5; хлоридомеров – 1; кальцинемеров – 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; хроматометров иноfirmы – 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-0177К 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 KCl – 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 поставляться 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 трубы 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 KCl, 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 пробоподготовку 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 измери- тельных электро- родов. Кислородомер КМА-08М — ежедневная настройка по аргону. Настройка неудобна	Электроды измерительные.	4 электрослесаря 4–6 разрядов. Обучение на ТЭЦ, 4 электрослесаря 4–6 разрядов. Обучение на ТЭЦ	Проектировать приборы, ис- пользуя микро- процессоры. Обеспечить возможность ремонта мем- бранных блоков КМА-08М
5	Новочеркасская ГРЭС	АК-310, з-д «Аналит- прибор», г. Тбилиси pH-201, ПО «Измеритель», г. Гомель, Беларусь Аналитатор 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 дроби из высокого давления. Выходит из строя мембра- ны. Нет принципи- альных электро- схем в техдокумента- ции	Диафрагма анализатора кислорода. Стеклянные измерительные электроды	3 чел 4 разряд — 2 чел. 5 разряд — 1 чел. Мастер	
6	Пермская ГРЭС	Кондуктометры: 8278, MONEC 8920 двухканальный фирмы «Полиметрон»	30 34	Группа химического контроля и газового анализа АСУ ТП. На все приборы	Раз/неделя — продув- ка импульсной линии. Раз/мес — контоль- ная проверка. Раз/квартал — реви- зия гидравлической схемы		Реле переключе- ния температур- ного канала — 12 шт. Предуси- митель — 6 шт. Преобразователь — 4 шт.	Группа из 10 человек на все приборы	
		pH-метры: 8270, MONEC 8930 двухканальный фирмы «Полиметрон»	6 9		Раз/неделя — продув- ка импульсной линии. Раз/мес — контоль- ная проверка, калибровка. Раз/квартал — ревизия гидравлической схемы	Кристаллизация раствора электро- лита KCl вспомога- тельного электрода	Платы цифрового и измерительно- го модуля		
		П-215, ПО «Измеритель», г. Гомель	6		2 раза/неделя — ревизия гидравлической схемы, калибровка	Потеря чувствительности электродов	Измерительные и вспомогательные электроды		

Кислородомеры: Oxistat 5020, Oxistat 8878 фирмы «Полиметрон» (Швейцария)	6 14	Раз/неделя – продувка импульсной линии. Раз/мес – ревизия гидравлической схемы, контрольная проверка. Раз/квартал – замена реагентов		Выработали ресурс золотой катод и серебряный анод – 13 шт.
Кремниемер SILKOSTAT 8890, шеститочечный фирмы «Полиметрон»	5	Раз/неделя – продувка импульсной линии. Раз/мес – ревизия гидравлической схемы, замена реагентов, контрольная проверка. Раз/квартал – калибровка	Электронный блок Datalit – 4 шт. Механическая часть перистальтического насоса – 10 шт.	
Натриемеры: Sodimat шеститочечный, Sodimat 8873.1 фирмы «Полиметрон»	4 2	Раз/неделя – продувка импульсной линии. Раз/мес – замена реагентов, контрольная проверка. Раз/квартал – калибровка	Механическая часть перистальтического насоса – 10 шт.	
Содержание Fe SIGRICT KT65	4	Раз/неделя – продувка импульсной линии. Раз/мес – контрольная проверка, калибровка. Раз/квартал – ревизия гидравлической схемы	Лампы излучения – 10 шт.	
Содержание кислоты, щелочи, соли: AKK-M-02, ПО «Измеритель», г. Гомель. MONEC 8921 фирмы «Полиметрон»	5 6	Раз/мес – контрольная проверка. Раз/квартал – ревизия гидравлической схемы, калибровка.		
Содержание нефтепродуктов: Fluorescencemete RKFJ SIGRICT	4	Раз/мес – контрольная проверка. Раз/квартал – ревизия гидравлической схемы, калибровка	Перегорают лампы фотоприемников	

Продолжение таблицы 2

10

№ 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		
		Кальциемер 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, pNa-205.1, ПО «Измеритель», г. Гомель, Беларусь AK-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 натриемер 1 раз в месяц	Не хватает измерительных электродов для pH. Нет принципиальных электросхем для pNa	Электроды для pH. Датчики кондуктометров	На все приборы 2 чел. 5 и 6 разрядов. Обучение на ТЭЦ	Заменить фторопластовые уплотнения на вакумную резину Вести термокомпенсацию
8	Рязанская ГРЭС	Кондуктометры. «Кварц», С.-Петербург AK-310, KK-8, з-д «Аналитприбор», г. Тбилиси КАЦ-017TK, НПП «Техноприбор», г. Москва pNa-012, НПП «Техноприбор», г. Москва pNa-201	22 35 2 3 1 6	Объемный ремонт выполняет «Рязаньэнергомонт». 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, pNa. Ненадежная подача аммиака в электродную ячейку, pNa	Ненадежные электроды pH, pNa	На одного слесаря 5 разряда – 20 приборов. Персонал обучался наладчиками	Желательно иметь вторичные приборы РП-160

		pH-261, ПО «Измеритель», г. Гомель, Беларусь Кварц-pH, С.-Петербург pH-011 КМА-08М, НПП «ТехноПрибор», г. Москва	16 12 1 2					
9	Саратовская ГРЭС	PЭС-106, з-д «Автоматика», г. Кировакан, Армения	13	ЦГАИ группа пиromетрии	PЭС-106 – чистка дросселей, промывка, продувка, проверка плотности датчика. Регулировка комплекта 1 раз в квартал	При чистке сита нужна полная разборка датчика. Необходимо несколько раз в год менять прокладки. Техдокументация неполная	Часто засоряются дроссели. Низкое качество сварных швов	4 чел. 3–6 разрядов. Персонал обучался на ТЭЦ
10	Саранская ТЭЦ-2	pNa-мер, НПП «ТехноПрибор», г. Москва Кислородомер Марк-402, ТОО «Взор», г. Н. Новгород Кондуктометр АК-310, з-д «Аналитприбор», г. Тбилиси Солемер СКМ, РЭС-106, з-д «Автоматика», г. Кировакан, Армения	2 1 13 4 16	ЦГАИ группа пиromетрии	PЭС-106 – чистка дросселей – 1 раз в месяц. АК-310, pNa-мер – устранение неплотностей, проверка по стандартным буферным растворам 1 раз в неделю	Датчики РЭС сильно корродируют – трудно разобрать. Отсутствие или недостаточность ЗИП для АК-310 и РЭС. Неполная техдокументация	Прокладки, изоляторы датчика РЭС. Измерительные электроды, различные прокладки, резиновые трубы для АК-310, pNa-мер. Нет опыта эксплуатации кислородомера Марк-402	1 чел. – 4 разряд. 1 чел. – 6 разряд. Обучение на ТЭЦ
11	ТЭЦ-8 Мосэнерго	Кондуктометр АК-310, з-д «Аналитприбор», г. Ленинакан, Армения pH-метры: pH-011, НПП «ТехноПрибор», г. Москва pH-261 pH-201 pH-220, ПО «Измеритель», г. Гомель	27 1 1 13 10	Группа спец. измерений и химконтроля ТЭЦ Завод-изготовитель Группа спец. измерений и химконтроля ТЭЦ	По заводской инструкции По заводской инструкции По заводской инструкции	Нарушение дозирования KCL из-за коррозии истекателя Трудность регулирования протока KCL. Частая настройка прибора	Электролитические конденсаторы Ненадежен истекатель KCl. Некач. пайка в электр. схеме Электролитический ключ. Отказ преобр. П-201, П-215 несколько раз в год. Отказ вх. усилиеля	Морально и физически устарели, нужна замена Снят с производства

Продолжение таблицы 2

12

№ п/п	Наименование ТЭС	Аппаратура, изготавль	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: рNa-012, НПП «Техноприбор», г. Москва рNa-201	1	Группа спец. измерений и химконтроля ТЭЦ	По заводской инструкции			Электролитические конденсаторы	
		рNa-206/2, ПО «Измеритель», г. Гомель	6	Группа спец. измерений и химконтроля ТЭЦ	Настройка прибора, проверка вспомогательного электрода 1 раз в месяц	Подача аммиака перистальтическим насосом не обеспечивает дозировку			Прибор с насосной подачей аммиака не работоспособен
			4	Группа спец. измерений и химконтроля ТЭЦ	То же	Подача аммиака осущ. эжектором, а проба самотеком, что исключило трудности при эксплуатации			
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 KCl, 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 Кислородометр 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 обслуживание изготовителем	Замена комплекта: на кислоте – 1 раз/год, на щелочи – 1 раз/2 года.	Неремонтопригоден	Сервисное обслуживание не удовлет.	
		pH-метры: П-215, ПО «Измеритель», г. Гомель Модель 9135 фирмы «Полиметрон» Натриемеры рNa-201, ПО «Измеритель», г. Гомель	14	Группа спец. измерений ТЭЦ	Замена измерительных электродов – 1 раз/2 года	Отсутствует температурная компенсация		
		O ₂ -меры: Oxistat 8878 фирмы «Полиметрон»	1		Безотказная работа с 1999 г.		Ненадежен перистальтический насос подачи аммиака	
			27	Группа спец. измерений ТЭЦ с привлечением АО «Союзэнерговатоматика»	Замена измерительных электродов – 1 раз/год. Настройка по стандартным растворам – 1 раз/2 месяца. Замена датчика и электролита 1 раз/полгода.			
			4	Группа спец. измерений ТЭЦ	Поставка фирмы	Прибор подключается к устройству подготовки пробы только фирмы «Технопрокур»		
15	ТЭЦ-27 Мосэнерго	Кондуктометры: КАЦ-017 КАЦ-037 КАЦ-021 СИФ 031 pH-метры: рН-011 рН-011Ц рNa-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. измерений и химконтроля ТЭЦ. Сервис НПП «ТехноПрибор» по договору	Промывка электродов – 1 раз/3 мес. Сравнение с лабораторным прибором – 1 раз/недели.		3 чел.	
16	Тверская ТЭЦ-3	pH- метры: П-261, П-215. ПО «Измеритель», г. Гомель рН- 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 Н-катионитных колонках	Слесари 4–6 разрядов. Обучение на ТЭЦ
								В ЗИП должны быть для pH-метров и рNa-меров кабели с разъемами для калибровки. Приборы должны поставляться

Окончание 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
									10
		НПП «Техноприбор», г. Москва Кондуктометр АК-310, з-д «Автоматика», г. Кировакан 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 «Химавтоматика», г. Харьков Кондуктометр КАЦ-017ТК Кислородомер КМА-08М 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 КС 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 «Тверьэнергог»	Необходимо создавать и приобретать измерительную технику нового поколения с аналитическими функциями
18	Троицкая ГРЭС	АК-310, з-д «Аналит-прибор», 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	5 чел 3–5 разрядов Обучение на ГРЭС	Внедрять приборы нового поколения и системы мониторинга
19	Черепетская ГРЭС	Кондуктометр КАЦ-017ТК, ЦЛЭМ Тулэнерго Кислородомер КМА-08М, 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 Тулэнерго 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 Натриемер рNa-205 2, ПО «Измеритель», г. Гомель, Беларусь	44 8 8 7	Группа специализированных и химконтроля ТЭЦ Завод-изготовитель оказывал помощь в гарантийный период и при освоении	Техническое обслуживание по заводским инструкциям, но не реже 1 раза в мес. Осмотр датчиков и устройств подготовки пробы – ежедневно	Из-за засора первичных ходильников взвесимой технической воды охлаждение пробы ненадежное	Ненадежность деталей из полистирола	2 чел. обслуживание и калибровка	
21	Ярославская ТЭЦ-2	Кислородомер Марк-402, ТОО «Взор», г. Н. Новгород рNa-205.1 рН-метр pH-201, ПО «Измеритель», г. Гомель, Беларусь Солемер СЭМС с тремя датчиками	4 7 15 1 комп.	Группа специализирований ТЭЦ	Настройка по стандартным буферным растворам при замене измерительных электродов, калибровка	Марк-402: невозможно оперативно включить из-за отсутствия конденсата в измерительной ячайке. В техдокументации нет электросхем по Марк-402. Низкое качество полиграфии по техдокументации на рNa-мер	Негерметичность сосудов из оргстекла. Трешины в пластиковых корпусах	4 человека, 5-й разряд. Обучение на ТЭЦ	
22	Ярославская ТЭЦ-3	pNa-205.1, рН-215, ПО «Измеритель», г. Гомель Концентратомер АЖК-301, ЗАО «Автоматика», г. Владимир Кондуктометр КВА-4, ЧПК, 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 измерительных электродов, доливка KCl. Проверка по стандартным буферным растворам 1 раз в неделю. Замена фильтрующего материала, замена аммиака 1 раз в месяц. Очистка и промывка датчика 1 раз в 6 мес. Замена мембран, электролита, тефлоновой пленки по необходимости	Нет термокомпенсации, непостоянный расход KCl, образуются воздушные пузыри в шлангах. Трудности в наладке термокомпенсации КМЦ-06 – низкое качество монтажа, мал объем входных фильтров. Марк-402 – отсутствуют входные фильтры. Отсутствуют эл. схемы в инструкциях на рNa-мер, АЖК-301, КМЦ-06, Марк-402	Пластиковые детали и узлы. АЖК-301 – узел термокомпенсации, центральный электрод. КМЦ-06 – некачественные печатные платы. МАРК-402 – силиконовые мембранны. Сбой в работе при повышении температуры, но ниже допустимой. Выпадение в осадок электролита	Для ремонта – 13 чел. 5 разряда Для оперативного обслуживания – 12 чел. 4 разряда	Улучшить качество пластиковых деталей АЖК-301 – разделить по разным разъемам цепи выходного сигнала и сигнализации, оборудовать вторичный прибор выключателем «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, ВГУ 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. по 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 термо компенсацию измерений УЭП с приведением показаний к температуре +25°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 отмычки фильтров ВГУ, 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 ПТГЭ), выходной сигнал 0–5 мА и погрешность ±2%, не имеет цифровой индикации измерений, поставляется без Н-фильтра и УПП.

Отличительной особенностью прибора является:

- наличие модификаций, 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 термо компенсацию, 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 невыполнеными предложения электростанций о комплектной поставке этого прибора с УПП.

2.1.5. Кондуктометр АЖК-3101 (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 погрешности измерений ±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. Ленинакан) 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 «Квард-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-концентратомеры 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-концентратомер 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-концентратомер 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 термо-компенсации (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. pH – метры и характерные неисправности, возникающие при их эксплуатации

На обследованных ТЭС установлено 469 pH – метров, из них:

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

pH – 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. pH – метр типа pH – 220 с преобразователями П – 210 и П – 215 производства ПО «Измеритель» (г. Гомель) имеют диапазон измерений 0 – 14 единиц pH, цифровую индикацию измерений, выходной сигнал 0 – 5 и 4 – 20 mA 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 KCl – 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 KCl;
- сократить периодичность калибровки до одного раза в месяц (по аналогии с иностранными фирмами).

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

Электростанции отмечают следующие недостатки:

- коррозию и шлакование штуцера истекателя раствора KCl 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 KCl, 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 ±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 $\pm (0,02Ск + 0,02Сх)$.

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 pH;
- 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 трубы.

2.3.3. Натриемер 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. Натриемеров 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 мембранны (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 – мембранны 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, pH-метров, рNa-меров и кислородомеров) на Пермской ГРЭС, оснащенной приборами фирмы «Полиметрон» (Швейцария), установлены:

- кремниемеры (5 шт.);
- хлоридомер (1 шт.);
- кальциемеры (2 шт.);
- мутномеры (4 шт.);
- нефтемеры (4 шт.);
- жесткомер (1 шт.);
- измеритель содержания легкого масла (1 шт.).

Данных по работе приборов электростанция не представила.

Таблица 3

Кондуктометры, установленные на обследованных ТЭС

№ п/п	Тип прибора	Кол-во, шт.	Диапазон измерений, МкСм/см	Диапазон температур пробы, °C	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. Ленинакан	Отсутствует термокомпенсация
2	Кондуктометр КАЦ-017ТК	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°C
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 выпускается с Н-колонкой и без нее 2. 3 модификации с ДК-1, ДК-2, ДК-3 3. Приведение УЭП к 25°C
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°C 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 беззелек – тродный датчик 2. Приведение показаний к 25°C

Окончание таблицы 3

7	СИФ-031	3	Верхний предел 2000	+1—+70		Не > 1			± 4 (УЭП) ± 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					—			ОКБ НПО «Химавтоматика», г. Харьков	
11	ИРР						—			З-д ОЗАП, г. Москва	
12	Ку	8					—				
13	СЭ	8					—				
14	ДК-72	4					—			УЛЭМ Тулэнерго	Измеряет разность электрических проводимостей (присосы в конденсаторе)
15	КК-8	9	$10^{-1} \div 1$, $10^{-2} \div 1$ См/см				—	—	± 5	З-д «Аналитприбор», г. Тбилиси, Грузия	Проточный или погружной датчик
16	ДК-3		$10 \div 1000$ мСм/см, $100 \div 1000$ 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					—	—		ОКБ НПО «Химавтоматика», г. Харьков	
19	Солемеры системы ЦКТИ	20					—			ЦКТИ, г. С.-Петербург	
20	Солемер СКМ-1	4					—			ЦКТИ, г. С.-Петербург	

Таблица 4

26

рН-метры, установленные на обследованных ТЭС

№ п.п.	Тип прибора	Кол-во, шт.	Диапазон измерений, ед. pH	Диапазон температур пробы, °C	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	pH-011	41	0÷14	+5÷+50°C	He > 5	He > 0,1	+	0÷5; 0÷20; 4÷20	± 0,05 ед. pH	НПП «Техноприбор», г. Москва	6 поддиапазонов; автоматическая установка диапазона; температура компенсации
6	pH-метр «Кварц-pH-1»	35	1÷3,5 до 9,5-12	+1÷+45 (кратко- времен- но до +60°C)	5÷50		-	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
7	pH-метр 8270	6								Фирма «Полиметрон», Швейцария	
8	pH-метр MONEC 8935 двухканальный	4								Фирма «Полиметрон», Швейцария	
9	pH-метр MONEC 9135	1	0÷14	0÷+80	5÷15	Max 4 бар	+	0÷20; 4÷20	± 0,01 ед. pH	Фирма «Полиметрон», Швейцария	
10	Redox	1					-			Германия	

Таблица 5

Натриемеры, установленные на обследованных ТЭС

№ п.п.	Тип прибора	Кол-во, шт.	Диапазон измерений, мкг/дм ³	Диапазон температур пробы, °C	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	AH-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, °C	Расход пробы, л/ч	Давление пробы, МПа	Выходной сигнал		Основная погрешность, %	Изготовитель	Примечания
							Цифровая индикация	Аналоговый сигнал, мА			
1	KMA-08M	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	KMA-08M3	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 (кратко-времен-но до 100°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. Гомель	
7	KAM-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%);

pH-метров – 469 (29%);

pNa-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;

pH-метров – 191;

pNa-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);

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

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

кислородомеров КМА-08М(08М3) 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 pH-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 pH – метр;
ежедневная проверка и регулировка расхода пробы через ячейку pH – метра, а также уровня в бачке KCl и др.;

по pNa-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, pH – метры, pNa – 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 приближенно 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, рН, 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 рН – электродов и обеспечить комплектную поставку элементов, составляющих рН – 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, установленные 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

Таблица 7

№ п.п	Тип прибора	Место установки	Характерные неисправности и способы их устранения		Примечания
			1	2	
1	АК-310	Питательная вода, котловая вода, перегретый пар, конденсат турбин, ВПУ, БОУ	<p>1. Ненадежны 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>Способы устранения:</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–ПТ68</p> <p>6. Изъятие ротаметров из схемы</p> <p>7. Проверка показаний лабораторным прибором – 1 раз/нед</p> <p>Оценка эксплуатации – положительная. 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 блоков</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 техусловиям на прибор – 70°C)</p> <p>Способы устранения:</p> <p>1. Замена более надежными деталями электронных плат</p> <p>2. Замена измерительных блоков</p> <p>3. Замена датчиков</p> <p>Оценка эксплуатации: 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:</p> <ul style="list-style-type: none"> – электрические принципиальные схемы; – методика калибровки <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>	Отсутствует ЗИП

			<p>Способы устранения неисправностей:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Замена в соединении 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	KAL-037		Статистики нет. В стадии освоения	Недостаточен ЗИП
5	KC-211		<p>1. Отказ запорных вентилей на Н-фильтре</p> <p>2. Отказ датчика</p> <p>3. Нарушение фторопластовых уплотнений</p> <p>4. Выход из строя чувствительного элемента типа «Б»</p> <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>	Ненадежен датчик
6	Кварц-1		<p>1. Занос датчиков во время пуска блоков</p> <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	<p>1. Засорение дросселя (1 раз в месяц)</p> <p>2. Повреждение изоляторов датчика при повышении температуры пробы</p> <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	KCM-2	Солесодержание в паре	<p>1. Выход из строя конденсаторов в усилителе (2–3 раза в год)</p> <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	KВЧ-5М, KВА-4	ВГУ (концентрация кислоты и щелочи), ВГУ (УЭП обессоленной воды)	<p>1. Выход из строя жидкокристаллического дисплея и других элементов комплекта</p> <p>2. Выход из строя электронной части</p> <p>Способы устранения неисправностей:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Замена комплекта на новый выполняется изготовителем <p>Оценка эксплуатации:</p> <p>Неремонтпригоден</p>	Корпус прибора неудобен для щитового монтажа

Таблица 8

Характерные неисправности, возникающие при эксплуатации pH-метров

№ п.п.	Тип прибора	Место установки	Характерные неисправности и способы их устранения		Примечания
				4	
1	pH-220 (П-210, П-215)	Пар, пита- тельная и котловая вода, ВПУ	<p>1. Поставка заводом некачественных электродов (до 50% в партии) 2. Ненадежность микрочем 3. Частая проверка сопротивления электролитического ключа, проверка и доливка раствора KCl (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 pH-метра</p> <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>pH-метры с преобразова- телями П-201 и П-261 сняты с произво- дства</p> <p>К п. 9 для сравнения: калибровка pH-метров фирмы «Полиметрон» – 1 раз в месяц</p>	
2	pH-метр «Кварц-pH-1»	Пар, пита- тельная и котловая вода, ВПУ	<p>1. Изменение характеристик электрода 2. Загрязнение ячеек</p> <p><u>Способы устранения неисправностей:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Замена электродов 2. Еженедельная калибровка и проверка по буферным растворам 3. Еженедельная проверка и регулировка расхода пробы через ячейку прибора 4. Проверка уровня и его восстановление в бачке KCl – 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	pH-милливольтметр pH-011	Пар, пита- тельная и котловая вода, ВПУ	<p>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> <p><u>Способы устранения неисправностей:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Чистка штуцера истекателя KCl 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	pH-метры фирмы «Полиметрон» pH-метр модификации 8270 pH-метр двухканальный модифи- кации MONEC 8930	Пар, пита- тельная и котловая вода, ВПУ	<p>1. Кристаллизация раствора KCl вспомогательного электрода 2. Выход из строя электронных плат</p>		

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 2. Отказ преобразователя П-205 3. Разрушение бачков для KCl и NH₄OH 4. Выход из строя и замена конденсаторов, микросхем, диодов 5. Неудачная конструкция электролитического ключа вспомогательного электрода 6. Мал диапазон термокомпенсации</p> <p><u>Способы устранения неисправностей:</u> 1. Замена микросхем 2. Замена преобразователя П-205 3. Ремонт резьбовых и уплотнительных соединений</p> <p><u>Оценка эксплуатации:</u> 1. Необходимо улучшить измерительную схему прибора на базе микропроцессора 2. Разработать узел цифровой настройки и поиска неисправности электронного преобразователя 3. Расширить диапазон термокомпенсации</p>	
2	AH-012	Пар, питательная и котловая вода, ВПУ	<p>1. Повреждение силиконовых трубок и их замена 2 раза в год 2. Кристаллизация KCl на стеклянном наконечнике вспомогательного электрода электролитического ключа во время останова блока (котла) 3. Загрязнение стеклянного наконечника вспомогательного электрода и как следствие повышение сопротивления в цепи вспомогательного электрода. Замена стеклянного наконечника 4. Нестабильность измерительных электродов pNa 5. Загрязнение электродов и ячеек и необходимость промывки и чистки ячеек 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> 1. Замена силиконовых трубок 2 раза в год 2. Замена стеклянного наконечника вспомогательного электрода 3. Чистка ячеек и промывка электродов 1 раз в месяц</p> <p><u>Оценка эксплуатации:</u> 1. Упростить процедуру калибровки прибора на малые значения pNa</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	<p>Износ механических частей перистальтического насоса</p> <p>Замечаний нет</p>	

Таблица 10

Характерные неисправности, возникающие при эксплуатации кислородомеров

№ п.п.	Тип прибора	Место установки	Характерные неисправности и способы их устранения	Примечания
1	KMA-08M		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
	KMA-08M.3			В стадии освоения на ТЭЦ-27 Мосэнерго
2	Марк-403			В стадии освоения. Устранины недостатки KMA-08M
3	Марк-402 (402.01T)		1. Выход из строя электронного блока. Сбой в работе при высокой летней температуре окружающего воздуха (но ниже паспортной) 2. Загрязнение силиконовой мембранны из-за отсутствия механического фильтра на входе в прибор 3. Нарушение герметичности датчика ДК-402 и мембранны <u>Способы устранения неисправностей:</u> 1. Замена силиконовой мембранны 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, °C	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 (MC)	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 безэлектродный датчик 2. Приведение показаний к 25°C 3 Модификация MC с встроенным сигнальным устройством

Окончание таблицы 11

38

№ п/п	Тип прибора	Диапазон измерений	Диапазон температур пробы, °C	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, температура компенса- ция
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 глав- ной регулировкой пользователем 2 Прибор может исполь- зоваться для замены приборов П-210, П-215 и им подобных
Натриемеры										
8	pNa-205	мкг/дм ³ 1-100 с поддиа- пазоном 1-10				+	0-5; 4-20		ПО «Измеритель», г Гомель	
9	АН-012	0,1-10; 0,1-100, мг/дм ³ 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, автомат- ическая установка диапа- зонов
Кислородомеры										
10	KMA-08M3	мкг/дм 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
11	Марк-402	0-50, 0-500, 15-100 %O ₂	+20-+70 (кратко- временно до 100°C)			+	0-5, 4-20	± 2- ±10 ± 2 мкг/дм ³	ТОО «Взор», г. Нижний Новгород	
12	Марк-403	0-20, 0-200, 0-2000, 0-20000	0-+70 (кратко- временно до 100°C)		He > 0,05	+	0-5, 4-20	He > ± 3-4 мкг/дм ³	ТОО «Взор», г. Нижний Новгород	
13	AЖ-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 pH – метры и характерные неисправности, возникающие при их эксплуатации.....	19
2.3 pNa – 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 № 517

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