

ВОДА MAGAZINE

№3 (79) Март 2014

www.watermagazine.ru

**Генеральный директор ГУП СК «Крайтеплоэнерго»
Александр Смагин: «Высокие позиции предприятия -
следствие системной работы всего коллектива»**

**В Курске заработала на
полную мощность станция
обезжелезивания воды**

**ВКХ Московской области
намерена модернизировать
ГК «Мортон»**

**Усовершенствованные
вихревые сепараторы
Downstream Defender
для очистки ливневых
стоков**



Доступный инструментарий

Проведение аналитического химического контроля на предприятиях теплоэнергетики с применением портативного оборудования

Аналитический химический контроль (АХК) - одно из важных мероприятий, обеспечиваемых в порядке водно-химического контроля на предприятиях теплоэнергетики. Проведению АХК, методике работы, планам контроля посвящены различные нормативные документы: методические указания [1-4], ОСТ группы 34-70-... и РД 34-37-... («Воды производственные тепловых электростанций. Методы определения показателей качества», 1988-1992 г.г.), МУ 08-47/... «Воды теплоэнергетические. Методики анализа...» (с 2005 г.) и др. Характерно, что многие из указанных документов рекомендованы к исполнению и сегодня, несмотря давность их введения.

Для большинства ситуаций химический контроль включает текущий оперативный контроль за всеми стадиями подготовки подпиточной воды, включая процесс деаэрации, за водно-химическим режимом тепловой сети, а также углубленный периодический контроль за всеми типами вод с целью фиксации фактического режима энергетической установки в целом (см., например, [3], п. 3.2.1). При отсутствии приборов непрерывной фиксации показателей в котельных всех типов рекомендуется организовать отбор представительных среднесуточных проб этих вод для анализа в дневную смену в значительном объеме, что требует обязательного планирования и обеспечения соответствующей химико-аналитической работы. Объем контроля для условий нормальной эксплуатации приведен в таблице 1 [3].

Из таблицы следует, что даже при указанном (минимальном) объеме на каждом объекте энергетики необходимо выполнять АХК. В условиях среднесписочного предприятия теплоэнергетики (например, средней котельной) содержать собственную аналитическую лабораторию представляется в современных условиях проблематичным. И еще более проблематичной является реализация ее персоналом планов АХК с соблюдением комплекса требований - отбора и подготовки проб, правил и объема определений, подготовки реагентов, содержания реагентного хозяйства, учитывая многообразие анализируемых сред и контролируемого оборудования и т.п.

Большинство методов, регламентирующих методики АХК, относятся к

На каждом объекте теплоэнергетики должен осуществляться аналитический химический контроль. Однако для подавляющего большинства предприятий сложно содержать для этого собственную аналитическую лабораторию. Но даже при наличии такой лаборатории нередко возникают сложности с соблюдением персоналом необходимых требований. С учетом этого весьма актуальным является создание методик аналитического химического контроля, обеспеченного портативным оборудованием, которые характеризуются относительной простотой реализации.

методам «мокрой химии». Подобные методы, применяемые в профессиональных химических измерениях показателей качества питьевой, природной, сточной вод по нормативным документам класса ПНД Ф или РД 52, в обязательном порядке имеют показатели точности. Для методов, регламентированных для АХК, установление показателей точности при измерениях проблематично в силу сложности воспроизведения единицы массовой концентрации анализируемого показателя в условиях функционирования рабочих сред и потоков теплоэнергетического оборудования. Данное обстоятельство создает значительные сложности с обеспечением единства и правильности измерений. Шагом вперед в данном отношении можно считать разработку и аттестацию ряда методов анализа согласно МУ 08-47/... (г. Томск), однако данные методики значительно сложнее, чем упомянутые ПНД Ф или РД 52..., что весьма затрудняет реализацию методик (таблица 2).

Таким образом, целью нашей работы являлось создание методик аналитического химического контроля, обеспеченного портативным оборудованием, и характеризующихся относительной простотой реализации для использования при водно-химическом контроле систем теплоэнергетики, а задачами - проработка возможностей модификации существующих методов анализа отдельных показателей АХК в направлении их упрощения, при сохранении их функциональной пригодности.

Столкнувшись с данной ситуацией в процессе проектирования и промышленного выпуска портативного оборудования для аналитического химического контроля, мы сосредоточились на создании модификаций существующих методов и методик АХК и разработке сравнительно несложного оборудования для их реали-

зации в теплоэнергетике и на методически сходных предприятиях [5-7].

Характерно, что к тому времени (2005-2007 гг.) у нас уже имелся опыт разработки методик анализа и комплектных изделий для их реализации - тест-комплектов и полевых лабораторий для контроля питьевой и природной вод, соответствующую производственно-технологическую базу и инфраструктуру исследовательских групп в рамках производственно-лабораторного комплекса компании. Наличие квалифицированных химиков-аналитиков, метрологической службы и системы контроля качества работ обуславливало осознанные алгоритмы решения задач и оценку приемлемости соответствующих результатов на основе обеспечения единства и правильности измерений.

В целом работа в данном направлении включала несколько этапов, которые в совокупности можно упорядочить выполнению пилотной НИОКР со следующими основными этапами.

1. Проводившийся литературный поиск позволил, с одной стороны, отбраковать неудачные образцы выявленных аналогов методов и систем их оснащения, а с другой стороны - выявить приемлемые решения, которые могли быть предметом методической модификации. Существенным являлся такой подход к решению задач, при котором максимально используется уже имеющийся отраслевой методический аппарат - методики, опубликованные в отраслевых стандартах и руководящих документах по анализу.

2. Далее модифицированные методы были реализованы посредством разработки химико-аналитических рецептур, которые, в совокупности с обеспечивающим их оборудованием, прошли прогнозную экспериментальную оценку по чувствительности, диапазонам измерений, ресурсам, сохраняемости (сроков



годности) и других технических характеристик.

3. Разработанные алгоритмы выполнения определений при АХК по различным показателям были положены в основу текстовых блоков эксплуатационной документации и оформлены в виде единого руководства пользователя, иллюстрированного видеорядами рисунков для лучшего узнавания оборудования и особенностей выполняемых операций [7].

4. Для размещения оборудования конструировались специальные контейнеры, оборудованные эргономичными укладочными ложементами.

5. С использованием разработанных методик, руководств и укладок оборудования проведена апробация изделий, подтвердившая возможность использования тест-комплектов и портативной водно-химической

лаборатории по функциональному назначению.

6. Одновременно с разработкой портативного оборудования непосредственно для АХК проведена разработка изделий, относящихся к специфическому химико-аналитическому сервису - набора для приготовления очищенной катионированной воды и набора пробоотборных устройств для переноски и хранения проб.

7. Проведен комплекс работ по постановке разработанных изделий на производство на собственной производственно-технологической базе.

Выполненный комплекс работ позволил предложить для поставок серийный модульный образец водно-химической экспресс-лаборатории котловой «ВХЭЛ», основанный на использовании методов с характерис-

тиками согласно таблице 3. Общий вид оборудования (включает 3 модификации) приведен на рис. 1.

Администрации предприятий и аналитикам для проведения АХК предложено оборудование, в максимальной степени готовое к применению, требующее минимальной подготовки и обслуживания, обеспечивающее минимальную трудоемкость и максимальную простоту анализов. Неотъемлемым качеством оборудования является наличие доходчивого и наглядного методического пособия для оператора, содержание которого согласуется с действующими нормативными документами по АХК. Оборудование обеспечено комплектами пополнения расходуемой части для выполнения анализов, набором для приготовления очищенной катионированной воды (рис. 2), набором для переноски и проб (рис. 3).

■ Таблица 1. Объем аналитического химического контроля

Теплопроизводительность котла, МВт (Ткал/час)	Анализируемый поток воды или точка отбора пробы	Прозрачность	Щелочность общая и по фенол-фталеину	Жесткость общая	Хлориды	Солесодержание	Кислород	Железо	Значение pH	Окисляемость перманганатная	Сульфаты	Жесткость карбонатная	Условная сульфатно-кальциевая жесткость	Карбонатная щелочность	Нефтепродукты	
< 35(30)	Исходная	М	М	М	М	-	-	М	М	М	М	М	М	М	Н	
	Осветленная	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Химически обработанная	1	1	1	М	-	-	М	М	-	М	М	М	М	-	
	После деаэратора	-	-	-	-	-	-	Н	М	М	-	-	-	-	-	
	После подпиточного насоса	-	1	1	-	-	-	1	М	М	-	М	М	М	М	Н
	Сетевая вода после сетевого насоса	1	1	1	-	-	-	Н	М	М	-	М	М	М	М	Н
> 35(30)	Исходная	М	М	М	М	М	-	М	М	М	М	М	М	М	Н	
	Осветленная	3	3	3	-	-	-	Н	-	-	-	-	-	-	-	
	Химически обработанная	3	3	3	Н	М	-	Н	Н	-	М	Н	М	Н	-	
	После деаэратора	-	-	-	-	-	-	1	Н	Н	-	-	-	-	-	
	После подпиточного насоса	1	1	1	Н	-	-	3	Н	Н	-	М	Н	М	Н	Н
	Сетевая вода после сетевого насоса	1	1	1	Н	-	-	1	Н	Н	М	М	1	М	Н	Н
	Сетевая вода перед котлом	-	-	-	-	-	-	-	Н	-	-	-	-	-	-	-

Примечания: 1. Обозначения: 1 и 3 - соответственно 1 и 3 раза в сутки; Н - 1 раз в неделю; М - 1 раз в месяц.

2. Для некоторых схем или фаз водоподготовки объем контроля может увеличиваться по заключению головной ведомственной энергетической организации.



■ Таблица 2. Применимость технологий анализа к проведению аналитического химического контроля

Тип документа	Наименование	Применимость
РД 24.031.120-91, РД 24.032.01-91	МУ. Нормы качества... и организация ВХР и ХК	Условия оснащенных лабораторий
ОСТ группы 34-70-... и РД 34-37-... (1988-1992 г.г.)	Воды производственные тепловых электростанций. Методы определения показателей качества	Условия оснащенных лабораторий
МУ 08-47/... (с 2005 г.)	Воды теплоэнергетические. Методики анализа	Условия оснащенных и аккредитованных лабораторий
ПНД Ф 1...	Методики количественного химического анализа вод	То же
РД 52.24...	РД на методики выполнения измерений	-»-
РП 203-82182574-13	Водно-химическая экспресс-лаборатория котловая «ВХЭЛ». Руководство по применению	Полевые и лабораторные условия, на всех объектах теплоэнергетики, тепловых сетях, котлоагрегатах и т.п.

■ Таблица 3. Определяемые показатели, методы анализа и комплектные изделия из состава водно-химической лаборатории ВХЭЛ (3 модификации)

№ п/п	Контролируемый показатель	Диапазон концентраций	Используемый метод	Объем пробы, мл	НТД на метод	Наименование изделия (модуля)
1.	Аммиак	0,2-2,5 мг/л 0,5-3,0 мг/л	ТМ, с соляной кислотой ВК, по Неслеру	100 10	РД 24.032.01-91 РД 34.37.523.12-90	ТК «Аммиак КВ»
2.	Водородный показатель (рН)	4,5-11,0 ед. рН (±0,5 ед. рН)	ВК, с комбинированным индикатором	5,0	РД 24.031.120-91, РД 24.032.01-91	ВХЭЛ (навесной ящик)
3.	Железо общее	100-4000 мкг/кг 100-2000 мкг/кг	ВК, сульфосали-циловый ФК, сульфосали-циловый	10 10	РД 24.031.120-91, РД 24.032.01-91, ОСТ 34-70-953.4-88	ВХЭЛ (навесной ящик)
4.	Жесткость карбонатная	0,1-5,0 ммоль/кг экв.	Расчетный	25-100	РД 24.031.120-91	ВХЭЛ (универсальный ящик)
5.	Жесткость общая	0,001-0,02 Ж (ммоль/кг экв.) 0,02-2,0 Ж (ммоль/кг экв.)	ВК, с трилоном ТМ, с трилоном	10,0 100	РД 24.031.120-91, РД 24.032.01-91, РД 34.37.523.8-88	ВХЭЛ (универсальный ящик)
6.	Кислород	10-100 мкг/кг	ВК, с индигокармином	150-250	РД 24.031.120-91, РД 24.032.01-91, ОСТ 34-70-953.23-92	ВХЭЛ (универсальный ящик)
7.	Кислота кремниевая	0,4-4 мг/кг 0,1-2,0 мг/кг	ВК, с молибдатом аммония ФК, с молибдатом аммония	10 100	СТ 34-70-953.6-88 МВИ 13-172-13	ТК «Кремниевая кислота КВ»
8.	Нитраты	1,0-45 мг/кг	ВК, с реактивом Грисса	6,0	Б62.848.001 ПС	ВХЭЛ (универсальный ящик)
9.	Нитриты	0,02-2,0 мг/л 0,02-0,6 мг/л	ВК, с реактивом Грисса ФК, с реактивом Грисса	5	ОСТ 34-70-953.17-90, ПНД Ф 14.1:2.3-95, МВИ-07-149-11	ТК «Нитриты»
10.	Прозрачность	1-60 см	Визуальный, по шрифту	300-350	РД 24.031.120-91, РД 24.032.01-91, ИСО 7027	ТК «Мутность/Прозрачность»
11.	Удельная электрическая проводимость и соленосодержание (по NaCl)	0,01-19999 мкСм/см	Кондуктометрический	40	РД 24.032.01-91, ОСТ 5Р.4049-82	Кондуктометр
12.	Фосфаты	1-100 мг/кг	ТМ, молибдатн.	5	РД 24.032.01-91	ТК «Фосфаты КВ»
13.	Хлориды	1-1200 мг/кг	ТМ, аргентометрический	25-500	РД 24.031.120-91, РД 24.032.01-91,	ВХЭЛ (универсальный ящик)
14.	Щелочность карбонатная	0,1-5,0 ммоль/кг экв.	Расчетный	25-100	РД 24.031.120-91	ВХЭЛ (универсальный ящик)
15.	Щелочность общая	0,1-5,0 ммоль/кг экв.	ТМ, титрование HCl	25-100	РД 24.031.120-91, РД 24.032.01-91, РД 34.37.523.7-88	ВХЭЛ (универсальный ящик)

Примечание: сокращения в таблице: ВК - визуально-колориметрический; ТК - тест-комплект; ТМ - титриметрический; ФМ - фотометрический.



■ Рис. 1. Модули водно-химической экспресс-лаборатории котловой «ВХЭЛ-3»



а - ящик универсального размещения (главный модуль); б - тест-комплект «Мутность/ Прозрачность»; в - тест-комплект «Фосфаты КВ»; г - тест-комплект «Кремниевая кислота КВ»; д - тест-комплект «Аммиак КВ»; е - тест-комплект «Нитриты»; ж - кондуктометр-солемер «Эксперт 002-2-6н»

■ Рис. 2. Набор для приготовления очищенной воды



Унификация оборудования характеризуется стандартизацией компонентов оборудования и применяемых методов (способов применения изделий) и является важным шагом на пути стандартизации оборудования, не подлежащего обязательной сертификации. При этом конструкционная унификация касается модульно-блочного построения укладок различного назначения, в то время как унификация состава предполагает единую базу комплектующих - удобных, компактных принадлежностей, а также единый технологический цикл приготовления и контроля качества готовых аналитических растворов и реактивов.

Выводы:

Технологические решения по проведению АХК с применением портативного оборудования - водно-химической экспресс-лаборатории котловой «ВХЭЛ», различных тест-комплектов, вспомогательного оборудо-

■ Рис. 3. Набор для переноски и хранения проб котловой воды



вания для отбора проб и приготовления очищенной воды предоставляют инструментарий, способный в большей степени удовлетворить потребности аналитиков в реализации планов химического контроля оборудования [8]. Внедрение данного оборудования полезно как на предприятиях теплоэнергетики, не имеющих достаточно оснащенной лаборатории, так и на хорошо оснащенных предприятиях в силу относительной простоты анализов и оборудования, экономии времени, ресурсов, финансовых средств.

Александр Муравьев, директор производственно-лабораторного комплекса НПО ЗАО «Крисмас+», кандидат химических наук

Литература

1. РД 10-165-97. Методические указания по надзору за водно-химическим режимом паровых и водогрейных котлов.
2. РД 10-179-98. Методические указания по разработке инструкций и режимных

карт по эксплуатации установок докотловой обработки воды и по ведению водно-химического режима и водогрейных котлов.

3. РД 24.031.120-91. Методические указания. Нормы качества сетевой и подпиточной воды водогрейных котлов, организация водно-химического режима и химического контроля.

4. РД 24.032.01-91. Методические указания. Нормы качества питательной воды и пара, организация водно-химического режима и химического контроля паровых стационарных котлов-утилизаторов и энерготехнических котлов.

5. Муравьев А.Г., Осадчая Н.А. Преодоление противоречий в химическом анализе: от тест-систем к методикам выполнения измерений. Сборник тезисов докладов семинара «Противоречия в химико-аналитической практике и пути их преодоления», в рамках 10-й международной специализированной выставки «Аналитика-Экспо-2012», КВЦ «СОКОЛЬНИКИ», г. Москва, 10 апреля 2012 г.

6. Муравьев А.Г. Методы и оборудование при водно-химическом анализе. Сборник тезисов докладов 4-й конференции «Современные технологии водоподготовки и защиты оборудования от коррозии и накипеобразования», в рамках 16-й Международной выставки «ХИМИЯ-2011», Экспоцентр «На Красной Пресне», г. Москва, 25 - 26 октября 2011 г.

7. РП 203-82182574-13. Водно-химическая экспресс-лаборатория «ВХЭЛ» котловая. Руководство по применению. «Крисмас+», 2013.

8. Муравьев А.Г. Новое в технологиях аналитического химического контроля водно-химических режимов теплоэнергетического оборудования. Сборник тезисов докладов 5-й конференции «Современные методы водоподготовки и защиты оборудования от коррозии и накипеобразования», в рамках Международной выставки «ХИМИЯ-2013», Экспоцентр «На Красной Пресне», г. Москва, 29-30 октября 2013 г.