Технологии и оборудование ЗАО «Крисмас+» для химического контроля при решении задач водоснабжения и водоотведения

Муравьев А.Г., ЗАО «Крисмас+», директор производственно-лабораторного комплекса, к.х.н.

Решение задач водоснабжения и водоотведения предполагает проведение контроля состава и свойств воды, подаваемой при холодном и горячем водоснабжении, а также при водоотведении (сточной воды) [1]. Проведение химико-аналитического контроля качества воды, в общем случае, может проводиться при условиях наличия необходимой материально-технической и нормативной базы, наличия и подготовленности персонала, наличии соответствующего бюджета. Выполнение данных условий для каждого предприятия – значительная нагрузка. В настоящей статье представляется опыт санкт-петербургского научно-производственного объединения ЗАО «Крисмас+» по разработке и серийному производству портативного оборудования для контроля показателей качества (загрязнённости) воды. Производимое оборудование эффективно применяется при химическом контроле в ходе мероприятий, предусмотренных при осуществлении водоснабжения и водоотведения.

Оценка состава и свойств воды при проведении производственного контроля предполагает определение совокупности показателей, характеризующих, в числе прочих, также химические показатели, в том числе концентрации загрязняющих веществ. Приказом Роспотребнадзора от 28.12.2012 г. № 1204 [2] и постановлением правительства РФ от 29 июля 2013 г. № 644 [3] введены нормативы химического состава воды при холодном и горячем водоснабжении и водоотведении по обобщённым и химическим показателям. При соблюдении установленных правил, норм и методов контроля можно говорить о технологическом единстве и целостности централизованных систем горячего водоснабжения, холодного водоснабжения и (или) водоотведения, а также о безопасности воды для населения и об отсутствии негативного воздействия на работу централизованных систем водоотведения, в том числе с учётом видов таких систем. Указанные требования касаются централизованных и нецентрализованных систем водоснабжения, а также различных типов систем водоотведения.

В процессе длительной работы по созданию и производству портативных химических лабораторий и тест-комплектов различного назначения специалистов ЗАО «Крисмас+» сформирован стандартизованный подход к конструированию и технологической наполненности изделий, предполагающий несколько уровней унификации. Данный подход основывался на реальных потребностях персонала и администрации предприятий, выполняющих контроль воды и других сред.

В условиях среднесписочного предприятия, решающего задачи водоснабжения (водоотведения) содержать собственную аналитическую лабораторию представляется в современных условиях проблематичным. И ещё более проблематичным является реализация её персоналом планов химического контроля показателей качества воды с соблюдением комплекса требований – отбора и подготовки проб, правил и объёма контроля, подготовки реагентов, содержания реагентного хозяйства и т.п. Администрации предприятий и аналитикам для проведения химического контроля воды необходимо оборудование, в максимальной степени готовое к применению, требующее минимальной подготовки и обслуживания, обеспечивающее минимальную трудоёмкость и максимальную простоту анализов; необходимо также наличие доходчивого и наглядного методического пособия для оператора (его содержание должно согласовываться с действующими НТД по химическому контролю).

В таких условиях востребованными являются комплекты реактивов и материалов (комплекты пополнения) для восполнения расходуемой части при выполнении анализов, приготовления сопутствующих специальных материалов (например, очищенной катионированной воды), пробоотборных устройств и т.п. Немаловажным фактором является также обеспеченность оборудования специализированными руководствами, в которых приводится подробное описание портативного оборудования, его состав и комплектность, порядок работы (пооперационно с рисунками), меры безопасности, порядок обслуживания, хранения, возобновления и т.п. Наличие подобных расширенных профессиональных руководств создаёт значительные удобства оператору при освоении оборудования, подготовке проб, безошибочному выполнению операций анализа.

Данные вопросы требуют от контрольного оборудования характеристик специфического химико-аналитического сервиса. О возможности создания подобных технологических решений показано в ряде работ специалистов нашей компании [4, 5 и др.]. Целесообразность организации химического контроля в соответствии с вышеуказанными условиями обусловило разработку и серийное производство нашим объединением ряда полевых лабораторий контроля воды НКВ (в базовой, настольной и ранцевых модификациях), судовых экспресс-лабораторий контроля воды и топлива (СЛКВ и СЛТМ соответственно), водно-химической экспресс-лаборатории котловой ВХЭЛ для топливно-энергетических предприятий и тепловых сетей (3 модификации), различных тест-комплектов (свыше 50 наименований), вспомогательного оборудования для отбора проб и приготовления очищенной воды и др. Существенно, что методики анализа, заложенные в основу портативного оборудования, как правило, соответствуют действующим нормативным документам (методикам измерений) [6-8]. Следует отметить, что, несмотря на установленный в нашей стране способ нормирования показателей точности методик измерений, питьевая вода, подаваемая абонентам с

использованием централизованной системы холодного водоснабжения, считается соответствующей установленным требованиям в случае, если уровни показателей качества воды не превышают нормативов качества питьевой воды более чем на величину *допустимой ошибки метода определения* [1].

В табл. 1 и 2 приведены некоторые показатели качества питьевой воды [9], характеризующие её безопасность, соответствующие критерии существенного ухудшения качества питьевой воды и горячей воды [2,3], а также показатели методов контроля ЗАО «Крисмас+» [7,8], применимые при решении задач водоснабжения и водоотведения.

Таблица 1

Некоторые показатели качества питьевой воды, характеризующие её безопасность, критерии существенного ухудшения качества питьевой воды и горячей воды и показатели методов контроля ЗАО «Крисмас+»

Сокращения в таблице: Г – горячая; Х – холодная; ВК – визуально-колориметрический; ТМ – титриметрический; ФМ – фотоколориметрический.

Показатель		Контроль в горячей и/или холодной воде	Показатель качества питьевой воды, характеризующий её безопасность	Критерий существенного ухудшения	Показатель метода анализа ЗАО “Крисмас+»	
					Диапазон измерений	Метод анализа
I. Органолептические и обобщённые показатели						
1.	Цветность, град. цв.	Х, Г	20	40	0-500 20-200	ВК ФМ
2.	Мутность, мг/л	Х, Г	1,5	2,5	0,6-30 (по каолину)	По шрифту
3.	Водородный показатель, ед. pH	Х, Г	6 - 9	менее 5,0 более 10	4,5-11	ВК
4.	Общая минерализация (сухой остаток), мг/л	Х	1000	2000	—	Расчётн.
5.	Жесткость общая, мг-экв./л	Х	7,0	15,0	0,5-10 и более	ТМ
6.	Окисляемость перманганатная, мг/л	Х	5,0	20	0,5-100	ТМ
7.	ПАВ (поверхностно активные вещества), мг/л	Х	0,5	1,5	0,5-5,0 0,1-1,0	ВК ФМ
8.	Нефтепродукты, мг/л	Х	0,1	1,0 (10 ПДК)	0,5-20	Бумажная хроматогр.
9.	Фенольный индекс, мг/л	Х	0,25	0,5	0,02-0,5 0,002-0,05	ВК ФМ
II. Химические вещества						
10.	Алюминий, мг/л	Х, Г	0,5	5,0 (10 ПДК)	0,5-6,0 0,15-1,0	ВК ФМ
11.	Железо общее, мг/л	Х, Г	0,3	3,0 (10 ПДК)	0,1-2,0 0,05-2,0	ВК ФМ
12.	Магний (мг/л)	Х	50,0	500,0 (10 ПДК)	—	Расчётн.
13.	Марганец, мг/л	Х	0,1	1,0 (10 ПДК)	0,5-10 0,1-5,0	ВК ФМ
14.	Медь, мг/л	Х	1,0	3,0 (3 ПДК)	1-10 0,05-2,0	ВК ФМ
15.	Натрий, мг/л	Х	200	2000 (10 ПДК)	—	Расчётн.
16.	Никель, мг/л	Х, Г	0,1	1,0 (10 ПДК)	0,2-2,0 0,15-1,0	ВК ФМ
17.	Нитраты, мг/л	Х	45,0	225 (5 ПДК)	1-45	ВК
18.	Нитриты, мг/л	Х	3,0	15,0 (5 ПДК)	0,02-2,0 0,02-0,6	ВК ФМ
19.	Свинец, мг/л	Х	0,03	0,3 (10 ПДК)	0,1-5,0	ВК
20.	Сероводород	Г	0,003	0,01 (3 ПДК)	2,0-200	ТМ
21.	Фториды	Х	1,5	4,5 (3 ПДК)	0,2-2,0 0,02-0,4	ВК ФМ
22.	Хлор остаточный свободный	Х	0,3	3,0 (10 ПДК)	От 0,02 и более	ТМ

23.	Хлор связанный	Х	0,8	8,0 (10 ПДК)	От 0,1 и более	ТМ
24.	Хром общий, мг/л	Х, Г	0,05	0,25 (5 ПДК)	0,02-1,0	ФМ
25.	Цинк, мг/л	Х, Г	5,0	50 (10 ПДК)	0,5-5,0 0,05-0,5	ВК ФМ

Таблица 2

Некоторые нормативные показатели общих свойств сточных вод и допустимые концентрации химических загрязняющих веществ в сточных водах, допущенных к сбросу в централизованную систему водоотведения

Сокращения в таблице: ВК – визуально-колориметрический; ТМ – титриметрический; ФМ – фотоколориметрический.

	Показатель	Максимальное допустимое значение показателя и (или) концентрации в натуральной пробе сточных вод	Показатель метода анализа ЗАО “Крисмас+»	
			Диапазон измерений	Метод анализа
I. Нормативные показатели общих свойств сточных вод и допустимые концентрации загрязняющих веществ в сточных водах, допущенных к сбросу в централизованные общесплавные и бытовые системы водоотведения				
1.	Реакция среды (водородный показатель), ед. pH	6,0 - 9,0	4,5-11	ВК
2.	Минерализация (плотный остаток), мг/л	3000	—	Расчетн.
3.	Нефтепродукты (растворенные и эмульгированные), мг/л	10	0,5-20	Бумажная хроматогр.
4.	Сульфиды, мг/л	1,5	2,0-200	ТМ
5.	Хлор и хлорамины, мг/л	5,0	От 0,1 и более	ТМ
6.	Соотношение ХПК: БПК5	2,5	—	Обеспечив. методом
7.	БПК5, мг/л	300	0,5–15,0 мг/л	ТМ
8.	ХПК, мг/л	500	4,0-80	ТМ
9.	Азот (сумма азота органического и азота аммонийного), мг/л	50	1-200	ТМ, с минерализ.
10.	Фосфор общий, мг/л	12	0,2-7,0 0,03-6,0	ВК ФМ
11.	СПАВ анионные, мг/л	10	0,5-5,0 0,3-10	ВК ФМ
12.	Фенолы (сумма) , мг/л	0,25	0,02-0,5	ВК
13.	Сульфаты, мг/л	300	30-300	ТМ
14.	Хлориды, мг/л	1000	4-1200	ТМ
15.	Алюминий, мг/л	3	0,5-6,0 0,15-1,0	ВК ФМ
16.	Железо, мг/л	3	0,1-2,0 0,05-2,0	ВК ФМ
17.	Марганец, мг/л	1	0,5-10 0,1-5,0	ВК ФМ
18.	Медь, мг/л	0,5	1-10 0,05-2,0	ВК ФМ
19.	Цинк, мг/л	1,0	0,5-5,0 0,05-0,5	ВК ФМ
20.	Никель (Ni) , мг/л	0,25	0,2-2,0 0,15-1,0	ВК ФМ
21.	Свинец (Pb) , мг/л	0,25	0,1-5,0	ВК
II. Нормативные показатели общих свойств сточных вод и допустимые концентрации загрязняющих веществ в сточных водах, допущенных к сбросу в централизованные дождевые системы водоотведения				
1.	Реакция среды (ед. pH)	6,5 - 8,5	4,5-11	ВК
2.	Сульфиды, мг/л	1,5	2,0-200	ТМ
3.	Сульфаты, мг/л	100	30-300	ТМ
4.	Хлориды, мг/л	300	4-1200	ТМ
5.	БПК5, мг/л	7,0	0,5–15,0 мг/л	ТМ
6.	Азот аммонийный, мг/л	1,2	1,0-7,0 0,2-4,0	ВК ФМ

7.	Нефтепродукты, мг/л	0,5	0,5-20	Бумажная хроматогр.

Представленные технологические решения по проведению химического контроля, по нашему мнению, обладают существенной новизной в практическом отношении, т.к. предоставляют инструментарий, способный в значительной степени удовлетворить потребности аналитиков в оснащении химического контроля как в лабораторных, так и во внелабораторных (полевых) условиях. Подробные сведения по конкретным изделиям – портативным лабораториям и тест-комплектам для химического анализа воды представлены в докладе.

1. Федеральный закон от 07.12.2011 № 416-ФЗ "О водоснабжении и водоотведении".

2. Приказ Роспотребнадзора от 28 декабря 2012 г. № 1204 «Об утверждении критериев существенного ухудшения качества питьевой воды и горячей воды, показателей качества питьевой воды, характеризующих её безопасность, по которым осуществляется производственный контроль качества питьевой воды, горячей воды и требований к частоте отбора проб воды».

3. Постановление правительства РФ от 29 июля 2013 г. № 644 «Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения».

4. 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 «АналитикаЭкспо-2012», КВЦ «СОКОЛЬНИКИ», г. Москва, 10 апреля 2012 г.

5. А.Г. Муравьев, В.В. Данилова, Н.А. Осадчая, А.А. Мельник. Возможности количественного экспресс-анализа воды при использовании комплектных лабораторий совместно с полевым колориметром. – Вода. Химия и экология. №4, 2012. –С. 110-114.

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

7. Руководство по анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки / Под ред. к.х.н. А.Г. Муравьева. — Изд. 2-е, перераб. — СПб: «Крисмас+», 2012.

8. Дополнение к руководству по анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки / Под ред. к.х.н. А.Г. Муравьева. — СПб.: «Крисмас+», 2014.

9. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.