

Задачи и технологии контроля качества воды в процессах производства промышленной продукции и оказании услуг

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

Нормативные требования к контролю качества воды в системах промышленного, жилищно-коммунального, технологического и др. водоснабжения и различные методы контроля качества воды регламентируются соответствующей нормативной и нормативно-технической документацией (НТД) [1-6]. Фактически указанная выше нормативная документация по контролю воды не всегда содержит сведения, однородные по составу, характеру приведённой информации и возможности реализации в методике измерений. Кроме того, практически реальный водооборот характеризуется сочетанием различных потоков, и задачи контроля воды нередко становятся обременительными для производителя или поставщика аналитических услуг, особенно в отсутствие специализированной лаборатории водного контроля (что не редкость для многих малых и средних предприятий). Следует отметить такие сложности в химико-аналитической работе, как необходимость квалифицированного персонала, способного применять методики измерений или приборы контроля воды; необходимость реализации персоналом службы контроля планов химического контроля воды с соблюдением комплекса требований – отбора и подготовки проб, правил и объёма контроля, подготовки реагентов и надлежащей посуды и т.п. Данные сложности усугубляются сложившимся к настоящему времени дефицитом квалифицированных кадров профессиональных химиков-аналитиков.

Компанией ЗАО «Крисмас+» уже ряд лет проводится работа по созданию технологий и оборудования для анализа воды, в максимальной степени готовых к применению, требующих минимальной подготовки и обслуживания, обеспечивающих минимальную трудоёмкость и простоту алгоритмов, и при этом позволяющих оператору получать результаты анализа с достаточной точностью [7-9].

Целью настоящего доклада является представление опыта разработки и реализации семейства настольных водных лабораторий на примере модификации НКВ-12.2 «Водоснабжение и водоотведение», внедрение которой может принести ощутимый экономический эффект при использовании в условиях реального водооборота на промышленных предприятиях, а также в других областях, требующих данные анализа проб воды.

Предлагаемые ЗАО «Крисмас+» унифицированные технологии анализа воды в промышленности основываются на многолетних наработках компанией методов и оборудования для контроля показателей качества воды, применимых для природной, питьевой (в т.ч. расфасованной), сточной воды, почвенных агрессивных вод и вытяжек, воды систем водоснабжения и водоотведения, водоподготовки и др. [8]. Таким оборудованием являются портативные лаборатории разных типов и тест-комплекты, позволяющие выполнить анализ воды по более чем 30 показателям [9].

Наиболее перспективным инструментарием для оснащения лабораторий малых и средних предприятий являются профессиональные настольные водные лаборатории серии НКВ-12, представленные рядом модификаций для разных нормативно выделенных видов вод и серийно производимые ЗАО «Крисмас+» с 2014 г. [10, 11]. По образцам данной серии в последние годы накоплен большой опыт в производстве и совершенствовании с учётом существующих нормативных требований, что позволило оснастить большое количество потребителей, нуждающихся в портативном и готовом к применению оборудовании для анализа воды. В частности, наиболее проработанным и перспективным серийным образцом до последнего времени являлась настольная экспресс-лаборатория анализа воды модели НКВ-12.1 «Вода природная и водоподготовка», которая разрабатывалась под задачи и соответствующие нормативные требования по анализу питьевой и природной воды (воды водоёмов хозяйственно-бытового, культурно-бытового назначения, поверхностных водоисточников и т.п.). Она также успешно применяется для анализа в различных технологиях водоподготовки, что делает её востребованной широким кругом аналитиков. []

Дальнейшее развитие направления семейства настольных лабораторий позволило выполнить опытно-конструкторскую проработку портативной лаборатории НКВ-12.2 «Водоснабжение и водоотведение», производство и поставки которой потребителям стартовали начиная с 2018 г.

Методы химического анализа воды, используемые в настольной лаборатории модификации НКВ-12.2, являются также унифицированными и могут применяться во многих областях деятельности, нуждающихся в получении данных о составе воды. НКВ-12.2 позволяет выполнять анализ методами, согласующимися с действующими нормативными документами, что характерно и для ряда других лабораторий контроля воды производства ЗАО «Крисмас+». Перечень контролируемых показателей и некоторые характеристики при анализе для настольной лаборатории НКВ-12.2 приведены в таблице, общий вид лаборатории – на рис. 1. Предусмотренные документацией анализы выполняются на рабочем месте оператора, удобно обустроенном в корпусе настольной укладки (рис. 2).

Таблица

Контролируемые показатели и некоторые характеристики методов определения показателей качества воды при водоснабжении и водоотведении

Сокращения в таблице: БХ – бумажно-хроматографический; ВК – визуально-колориметрический; В – визуальный; ТМ – титриметрический, ФМ – фотометрический.

Контролируемый показатель	Диапазон концентрации	Метод определения	Объем пробы, мл
1 Алюминий (Al^{3+}), мг/л	0-0,5-2,0-6,0 0,15-1,0	ВК ФМ	10
2 Водородный показатель (рН), ед. рН	4,5-11,0	ВК	5
3 Железо общее (сумма Fe^{2+} и Fe^{3+}), мг/л	0-0,1-0,3-0,7-1,0-1,5 0,05-2,0	ВК ФМ	10
4 Жесткость общая (сумма эквивалентов Ca^{2+} и Mg^{2+}), °Ж (ммоль/л экв.)	0,5-10	ТМ	10-250
5 Марганец (Mn^{2+}), мг/л	0-0,5-1,0-3,0-5,0-10 0,1-5,0	ВК ФМ	10
6 Медь (Cu^{2+}), мг/л	0-1,0-2,0-5,0-10,0 0,05-2,0	ВК ФМ	10
7 Мутность: по каолину, мг/л ЕМФ	0,6-30,2 1-52	В	350
8 Нефтепродукты, мг/л	0,5-35	БХ	200-750
9 Никель (Ni^{2+}), мг/л	0-0,2-0,5-1,0-2,0 0,15-1,0	ВК ФМ	
10 Нитрат (NO_3^-), мг/л	0-5,0-15-45-90	ВК	3
11 Нитриты (NO_2^-), мг/л	0-0,02-0,1-0,5-2,0 0,04-2,0	ВК ФМ	5
12 ПАВ-А, мг/л	0-0,5-1,0-2,0-5,0	ВК	10
13 Прозрачность, см	60-1	В	350
14 Свинец (Pb^{2+}), мг/л	0-0,1-0,5-1,0-5,0	ВК	20
15 Сероводород, сульфид, мг/л	2-20	ТМ	250
16 Фенольный индекс, мг/л	0,02-0,1-0,2-0,5 0,002-0,05	ВК ФМ	250
17 Фторид (F), мг/л	0-0,2-0,7-2,0 0,04-3,0	ВК	2,5
18 Хлор остаточный активный суммарный, мг/л	0,3-0,5 0,5-5,0	ТМ	250 50
19 Хлор остаточный активный свободный, мг/л	От 0,02	ТМ	100
20 Хлор остаточный активный связанный,	От 0,1	ТМ	100

Мг/л			
21 ХПК (окисляемость перманганатная), мг/л	0,5-100	метод Кубеля	50
22 Цветность, град. цветности	0-30-100-300-1000	ВК	12
	10-200	ФМ	50
23 Цинк (Zn^{2+}), мг/л	0-0,5-1,0-2,5-5,0	ВК	5
	0,05-0,5	ФМ	



Рис. 1. Общий вид настольной лаборатории контроля воды НКВ-12.



Рис. 2. Рабочее место оператора настольной лаборатории НКВ-12.

Важным в характеристиках лаборатории рассматриваемой модификации является адаптация её характеристик к параметрам, предусмотренным нормативными документами [2, 3], которые устанавливают параметры анализируемой воды, значительно отличающиеся от параметров при анализе воды питьевой и воды поверхностных водоёмов. Это относится к анализу воды как при водоснабжении – при выявлении существенного ухудшения качества холодной (питьевой) воды и при контроле горячей воды, а также при водоотведении. При водоотведении нормативные требования к определяемым показателям также становятся более жёсткими (по некоторым показателям до уровня 10 ПДК [3, 12]), т.к. объектом анализа, по сути, становятся бытовые сточные воды. Важно также, что в состав лаборатории НКВ-12.2 включены приборы контроля воды – кондуктометр DIST-2 и рН-метр рН-410, а также набор-укладка на основе универсального фотоколориметра «Экотест-2020», что позволяет рассматривать комплект оборудования на основе НК-12.2 с «приборным» усилением как многопараметровый измерительный комплекс исследования воды.

Помимо потребителей, профессионально работающих по регламентированным нормативным требованиям к анализируемой воде в системах водоснабжения и водоотведения, лаборатории НКВ-12.2 могут применяться как основа для других видов деятельности, связанной с анализом воды. К таким областям можно отнести анализы при: экологическом и гидрологическом мониторинге; эксплуатации установок и систем водоподготовки, водоочистки, водоснабжения, водоотведении и кондиционирования воды; производственном контроле сточных вод; гидрогеологических изысканиях, оценке агрессивности грунтовых вод и разведке водоисточников; аквариумистике, эксплуатации резервуаров и бассейнов с водой; производстве бутилированной воды, а также в образовательных практиках и профессиональной подготовке и т.п.

Следует особо отметить разработку и внедрение специальной модификации лаборатории для школ – школьной химико-экологической лаборатории ШХЭЛ, выполненной на основе настольной лаборатории НКВ-12 и успешно применимой для оснащения учебных химических кабинетов и лабораторий. Благодаря универсальной укладке типа «кейс-бокс», школьная лаборатория удобна при использовании в настольном варианте в условиях мало оснащённых учебных лабораторий в учреждениях общего, профессионального и дополнительного образования.

Простота и удобство работы, обеспеченность готовыми к применению реактивами, соответствие используемых методов анализа действующим НТД, полнота и наглядность изложения процедур анализа в эксплуатационной документации [8] позволили настольным лабораториям НКВ-12 найти широкое применение в различных областях аналитической профессиональной и учебной работы.

Список литературы

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. СП 28.13330.2012 Свод правил. Защита строительных конструкций от коррозии (актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85).
5. СанПиН 2.1.4.1116-02 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в ёмкости. Контроль качества.
6. СанПиН 2.1.4.1074-01 Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества
7. Муравьёв А.Г., Кадис Р.Л. Методики количественного химического анализа питьевой и природной вод для внелабораторных и лабораторных условий // Производственно-технический и научно-практический журнал «Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение», 2015, №8 (92). – С. 20–24.
8. Руководство по анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки / Под ред. к.х.н. А.Г. Муравьева. — Изд. 4-е, перераб. и дополн. — СПб: «Крисмас+», 2018.
9. Муравьёв А.Г., Кузьмин М.А. Технологии и оборудование компании «Крисмас+»: готовые решения для химического анализа // Научно-технический журнал «Аналитика», 2019, №2. – С.150-158.
10. А.Г. Муравьёв. Технологии и оборудование ЗАО «Крисмас+» для химического контроля при решении задач водоснабжения и водоотведения. В сб. тезисов конференции «Вода в промышленности». – Москва, ГК «Измайлово», 2014.
11. Муравьёв А.Г. Из опыта разработки и постановки на производство портативных лабораторий контроля воды семейства НКВ-12 // В сб. тезисов конференции «Вода в промышленности», 2016. С. 91-95. http://www.intecheco.ru/doc/sb_voda2016.pdf
12. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.