

Аналитический химический контроль в работе водопотребляющих промышленных предприятий и технологии для его реализации

Муравьев А.Г., директор производственно-лабораторного комплекса научно-производственного объединения ЗАО «Крисмас+», канд. хим. наук

Ключевые слова и термины: *аналитический химический контроль, безопасность, внелабораторный контроль, водно-химический контроль, водоподготовка, водопотребление, норматив, оценка соответствия, план контроля, портативная лаборатория, приборы контроля воды, рутинный анализ, теплоэнергетика, тест-комплект, точность, химводоочистка, химический анализ, эксплуатация оборудования.*

Основная цель доклада – способствовать эффективному обмену передовым опытом, презентации обновлённых технологий аналитического химического контроля для повышения эффективности работы водопотребляющих промышленных предприятий.

Химический контроль предполагает проведение мероприятий по аналитическому обеспечению измерения и оценки ряда параметров при обеспечении установленных норм производства по основному и дополнительному направлениям (технологическим, водно-химическим, санитарным, экологическим и т.п.). Для корректного описания такой деятельности существует специальный термин — «аналитический химический контроль», который, в отличие от широко применяемого термина «химический анализ», предполагает проверку качества и оценку соответствия химических параметров установленным нормативным требованиям.

Обширным полем проведения аналитического химического контроля являются промышленные предприятия производственного профиля. Характерным для аналитического химического контроля являются реализация собственных или отраслевых планов контроля (часто весьма обширных) с применением методик анализа, предусмотренных действующими нормативными документами. В числе объектов контроля при этом могут и должны быть: параметры применяемых технологий водоподготовки, а также показатели применяемых на предприятиях технологий, обуславливающих промышленное водопотребление: водно-химических режимов теплоэнергетических предприятий; технологий согласно основному профилю деятельности предприятия; показатели состояния окружающей среды и её загрязнения при инвентаризации стоков; различные показатели качества воды, прямо или косвенно связанные с производственными процессами, жизнью и безопасностью населения, чрезвычайными ситуациями и др.

Можно с уверенностью утверждать, что информация о химических параметрах тех или иных технологических сред и загрязнений окружающей среды необходима большому количеству малых и средних предприятий. Что касается крупных промышленных предприятий, то на них, как правило, имеется несколько подразделений, нуждающихся в собственных аналитических данных — например, отделение водоподготовки, котельная, санитарно-промышленная лаборатория и др.

Важным фактором для аналитического химического обеспечения предприятий является функционирование испытательных и др. химических лабораторий в структуре предприятий, что всегда сопряжено со значительными материальными затратами, необходимостью организации производственных площадей и соответствующего кадрового обеспечения и др.

Значимым ресурсом при выполнении химико-аналитических работ является использование методов и технологий, а также соответствующего оборудования для внелабораторного химического контроля. В первую очередь это необходимо для нормальной работы малых и средних предприятий, не имеющих, как правило, аккредитованных химико-аналитических лабораторий. Для крупных предприятий, особенно водопотребляющих, применение инструментария для внелабораторного аналитического химического контроля представляет возможность проведения ряда рутинных контрольных анализов при значительном снижении соответствующих издержек.

Российскими производителями производится разнообразное оборудование, применимое для внелабораторного контроля химических параметров в различных производственных технологиях. На действующих производствах функционируют различные приборы, позволяющие выполнять точные измерения, и предписанные согласно проектной документации на оборудование. Такие приборы и приборные комплекты, как правило, являются дорогостоящим приобретением для предприятия; кроме того, они нуждаются в обслуживании, проверке, ремонте и т.п. Вместе с тем, для контроля химических параметров в России разработано и действуют большое количество методик химических измерений, выполняемых с применением химико-аналитических методов. Такие методики имеют узаконенный нормативный статус (некоторые ещё со времён СССР), внесены в Федеральный реестр методик (методов) измерений (см., например, <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16>). Применение таких методик для химического контроля на предприятиях и организациях оправдано с точки зрения их нормативного соответствия при относительной дешевизне применения и полностью отечественной локализации производителя.

Работами научно-производственного объединения ЗАО «Крисмас+» созданы технологии химического анализа, успешно применяемые в аналитическом химическом контроле. Разработаны и серийно производятся образцы соответствующего оборудования, приобретаемые предприятиями разных отраслей промышленности [1]. Большую долю в нашем производстве составляет продукция для

химического анализа воды, это полевые и настольные водные лаборатории, тест-комплекты, тест-системы, наборы реагентов и т.п. В состав изделий входят готовые к применению аналитические реагенты и их растворы, материалы, посуда, принадлежности и др. Производимая продукция является комплектными изделиями, т.е. они представляют собой подборки всего необходимого для выполнения анализа, а при исчерпании ресурса предусмотрено обеспечение комплектами пополнения. Характерно, что производимые изделия претерпевают постоянную модернизацию, что обусловлено периодическим изменением нормативной базы, улучшением средств комплектации и упаковки (укладки), совершенствованием аналитических рецептур и алгоритмов их применения. Благодаря вышеизложенным свойствам работа оператора-аналитика теряет рутинную подготовительную составляющую; собственно анализ выполняется быстрее, чем позволяют стандартные методики, а отбираемая на анализ проба, как правило, не превышает 50-100 мл. Сходная продукция выпускается с необходимым учебным обеспечением и для применения в учебном процессе.

Важным эксплуатационным показателем является срок службы аналитической продукции, который для портативных лабораторий и тест-комплектов определяется годностью готовых к применению аналитических реагентов и растворов и для большинства изделий составляет 2 года. Исключением являются некоторые, имеющие небольшой срок годности, аналитические растворы, восполнение которых в наших методиках предусмотрено самим потребителем с использованием готовых капсулированных смесей либо аналитических концентратов по несложным процедурам, подробно описанным в прилагаемых руководствах. Важно, что применимость такого подхода нами показана в течение эксплуатации оборудования, что подтверждено работоспособностью анализа.

Производимые изделия для аналитического химического контроля проб воды представлены портативным оборудованием, выполненным в максимальном приближении к требованиям действующих федеральных и отраслевых нормативных документов по контролю. При всём разнообразии контролируемых показателей качества воды, портативное оборудование представлено несколькими модельными рядами, сложившимися в течение 30 лет нашей работы.

Целесообразным является также краткосрочное обучение либо стажировка работников аналитических подразделений или участков их заменяющих, имеющая ныне возможные формы, не связанные с затратами или длительным отрывом от производства (онлайн-технологии) [2].

Ниже кратко описаны основные виды продукции производства ЗАО «Крисмас+» для аналитического химического контроля.

Настольные лаборатории анализа воды модели НКВ-12

Портативные лаборатории НКВ-12 предназначены для профессионального аналитического химического контроля проб воды по основным показателям качества для питьевой, природной воды, а также контроля при водоподготовке с применением методик, согласующихся с действующими нормативными документами по контролю воды.



Рис. 1 Настольная лаборатория анализа воды модели НКВ-12

Предусмотрены поставки с включением в состав изделий приборов контроля воды — рН-метра «рН-410», кондуктометра DIST 2, а также набора-укладки для фотокolorиметрирования «Экотест-2020-К» и др. дополнительных модулей-тест-комплектов. Поставляемые модификации позволяют выполнять контроль с учётом соответствующих нормативных документов, актуальных для данного направления контроля.

Поставляемые модификации:

- НКВ-12 «Вода питьевая и природная», до 21 показателя (2 модификации);
- НКВ-12.1 «Вода природная и водоподготовка», до 29 показателей (3 модификации);
- НКВ-12.2 «Водоснабжение и водоотведение», до 23 показателей;
- НКВ-12.3 «Вода агрессивная грунтовая», до 14 показателей;
- НКВ-12.4 «Вода расфасованная», до 26 показателей.

Охватывают выполнение контроля по показателям (в зависимости от модификации) [4,5]: алюминий, аммоний, БПК, рН, гидрокарбонаты, двуокись углерода свободная, железо общее, жёсткость общая, карбонаты, кислород, кремниевая кислота (по Si), марганец, медь, минерализация, нитраты, нитриты, окисляемость перманганатная (ХПК), рН, прозрачность и мутность, сульфаты, фосфаты и полифосфаты, хлориды, хлор остаточный активный (суммарный, свободный, связанный), цветность, цинк, щёлочность.

Водно-химическая экспресс-лаборатория котловая модели ВХЭЛ

Портативные экспресс-лаборатории котловые модели ВХЭЛ предназначены для водно-химического контроля на объектах теплоэнергетики – котельных, паросиловых хозяйствах, жилищно-коммунальных предприятиях и т.п. с применением методик, согласующихся с действующими нормативными документами по контролю воды и пара. Позволяют также контролировать процессы водоподготовки (водоочистки, коррекционной обработки и т.п.) по отдельным показателям.

Предусмотрены поставки с включением в состав изделий приборов контроля воды — рН-метра «рН-410», кондуктометра «Эксперт-002-2-6н», кислородомера «Марк-302Т», а также дополнительных модулей-тест-комплектов. Поставляемые модификации позволяют выполнять контроль с учётом соответствующих нормативных документов, актуальных для данного направления контроля.

Поставляемые модификации:

- ВХЭЛ-1, в малой настольной укладке, до 14 показателей (2 модификации);
- ВХЭЛ-2, в большой настольной укладке, до 26 показателей (3 модификации).



Рис. 2 Водно-химические экспресс-лаборатории котловые модели ВХЭЛ-1 и ВХЭЛ-2

Охватывают выполнение контроля (в зависимости и модификации) по показателям [3, 4]: аммиак, двуокись углерода свободная, железо общее, жёсткость общая, жёсткость кальциевая, кислород, кремниевая кислота (по SiO_2), нефтепродукты, нитраты, нитриты, окисляемость перманганатная (ХПК), рН, прозрачность и мутность, сульфиты, фосфаты и полифосфаты, хлориды, щёлочность общая.

Тест-комплекты

Применение тест-комплектов позволяет в максимальной степени снизить расходы на проведение оперативного контроля, осуществлять его без привлечения высококвалифицированных сотрудников и дорогостоящего оборудования как в лаборатории, так и вне её (на месте отбора проб).



Рис. 3 Тест-комплекты

В составе тест-комплектов, в общем случае, находятся готовые расходные реагенты и/или аналитические растворы, материалы, а также оборудование, принадлежности, визуально-колориметрическая плёночная шкала (для колориметрических методов) и документация, включающая методику выполнения контроля.

Тест-комплекты портативны, относительно несложны и удобны при выполнении аналитического химического контроля. С их применением химический контроль выполняется согласно типовым или модифицированным методикам на основе стандартизованных методов, а также

тест-методов. Тест-комплекты могут поставляться также в составе лаборатории моделей ВХЭЛ и НКВ-12, а др. в соответствующих модификациях.

Перечень тест-комплектов по наименованиям согласуется, как правило, с наименованиями определяемых показателей. Полный перечень тест-комплектов для аналитического химического контроля воды и других проб доступен на интернет-сайте ЗАО «Крисмас+» [1, 4].

Практические руководства для оператора

Важнейшим условием для эффективной реализации технологий аналитического химического контроля с применением портативного оборудования научно-производственного объединения ЗАО «Крисмас+» является обеспечение оператора соответствующими руководствами по контролю. Прилагаемые ко всем портативным лабораториям от ЗАО Крисмас+» руководства представляют методику подготовки к анализу и выполнения определений, а также содержат разнообразную необходимую и полезную информацию о работе с портативным оборудованием при аналитическом химическом контроле, о составе и комплектности оборудования, правилах отбора проб и мерах безопасности. Совместно с паспортами на поставляемое оборудование, издания являются сопроводительными эксплуатационными документами, регламентирующими правила и порядок работы с приобретённым оборудованием для аналитического химического контроля [4, 5].

Прилагаемые руководства поставляются как в виде книжных печатных изданий, так и для интерактивного использования в виде файлов, скачиваемых потребителем с информационных ресурсов компании [1].

Руководство по аналитическому химическому контролю при водоподготовке и эксплуатации котлового оборудования/ Под ред. к.х.н. А.Г. Муравьёва. — СПб.: «Крисмас+», 2022.
ISBN 978-5-89495-280-2



Рис. 4 Руководство по аналитическому химическому контролю при водоподготовке и эксплуатации котлового оборудования

Является эксплуатационным и информационным материалом, позволяющим получить основные сведения о работе с портативным оборудованием при аналитическом химическом контроле, о составе и комплектности оборудования, правилах отбора проб и мерах безопасности, подготовке к анализу и порядке выполнения определений и др. [3, 4]. Издание содержит методики выполнения определений показателей, оцениваемых химическими, физико-химическими, расчётно-графическими методами и др.

Может быть использовано в профессиональном обучении производственного персонала, а также персонала лабораторий аналитического химического контроля в системах межкурсовой подготовки, повышения квалификации работников энергетических предприятий, локальных паросиловых хозяйств и станций химводоочистки.

Руководство по анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки / Под ред. к.х.н. А.Г. Муравьёва. — Изд. 5-е, перераб. и дополн. — СПб.: «Крисмас+», 2021.
ISBN 978-5-89495-268-0



Рис. 5 Руководство по анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки

Является расширенным профессиональным руководством по химическому анализу питьевой и природной воды стандартизованными методами с применением комплектного оборудования производства ЗАО «Крисмас+» — портативных лабораторий, тест-комплектов и упаковок на их основе. По ряду показателей используемые методы применимы также для анализа очищенных сточных вод, котловой воды, морской воды, почвенных вытяжек.

Руководство предназначено для оператора, выполняющего анализ с применением портативного оборудования ЗАО «Крисмас+». Книга также рекомендуется специалистам-гидрохимикам, преподавателям, учителям школ, педагогам дополнительного образования, студентам вузов, учащимся профильных классов, а также всем интересующимся вопросами контроля качества воды.

1. Электронный каталог продукции группы компаний КРИСМАС. (Электронный ресурс. Дата обращения 11.10.2022). <https://shop.christmas-plus.ru/catalog/>

2. Интернет-портал учебного центра КРИСМАС. (Электронный ресурс. Дата обращения 11.10.2022.) <http://u-center.info/> .

3. Водно-химическая экспресс-лаборатория котловая ВХЭЛ: Руководство по применению РП 203-82182574-19. — СПб.: ЗАО «Крисмас+», 2019. — 109 с.

4. Руководство по аналитическому химическому контролю при водоподготовке и эксплуатации котлового оборудования/ Под ред. к.х.н. А.Г. Муравьёва. — СПб.: «Крисмас+», 2022.

5. Руководство по анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки / Под ред. к.х.н. А.Г. Муравьёва. —Изд. 5-е, перераб. и дополн. — СПб.: «Крисмас+», 2021. — 360 с., илл.

Контакты:

НПО ЗАО «Крисмас+»

191119, г. Санкт-Петербург, ул. Константина Заслонова, дом 6

Тел./факс: (812) 575-5407, 575-5543, 575-5791, 575-5081

8 (800) 302-9225 (бесплатный звонок по России)

E-mail: info@christmas-plus.ru

Сайт: shop.christmas-plus.ru