УДК 539.216:546.824-31

РАЗРАБОТКИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРОБОПОДГОТОВКИ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВОДНОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ НА АЭС

В.Г. КИЕТ, С.В. КИЕТ

НПП «Технoприбор»
Косинская, 7, Москва, 111538, Россия

Поступила в редакцию 2 февраля 2015

Ожидаемый в ближайшие десятилетия значительный рост энергопотребления в мировой экономике ставит перед энергетиками новые перспективные задачи по экономической эффективности использования природных ресурсов, безопасности эксплуатации основного оборудования на тепловых и атомных электростанциях, а также существенное снижение влияния энергоустановок на окружающую экологию.

Большую роль в решении этих задач отводится автоматизированному контролю параметров теплоносителя в энергетике. С этой целью на большинстве АЭС в настоящее время введены в эксплуатацию системы контроля водо-химического режима (ВХР), основу которых составляют устройства подготовки пробы и приборы автоматического химического контроля.

Одним из современных отечественных разработчиков и производителей данных систем водоконтроля является Московское научно-производственное предприятие «ТЕХНОПРИБОР». В настоящее время на его производственной базе выпускается широкая линейка переносных и стационарных приборов для контроля параметров водно-химического режима основного оборудования атомных и тепловых электростанций, а также модельный ряд многофункциональных автоматизированных устройств первичной и вторичной подготовки пробы водного теплоносителя.

Данная продукция с успехом внедрена и эксплуатируется не только на энергообъектах Российской Федерации и в странах СНГ, но также и в странах дальнего зарубежья, таких как Болгария, Индия, Иран, Китай, Куба, Пакистан, Хорватия и др.

25-летний опыт работы НПП «ТЕХНОПРИБОР» на рынке производителей оборудования и аналитических приборов контроля водных сред, позволяет предоставлять нашим клиентам полный комплекс услуг по вводу и эксплуатации систем контроля и управления ВХР, среди которых следующие:

1. Разработка приборов химического контроля на базе собственного научно-технического центра, позволяющего быстро и гибко реагировать на запросы и предложения заказчиков и проводить непрерывную работу по конструкторскому и технологическому усовершенствованию выпускаемой продукции

2. Собственное производство, позволяющее минимизировать расходы на изготовление, проводить гибкую ценовую политику, а также вести контроль качества выпускаемой продукции в соответствии с сертификатами стандарта качества ИСО 9001:2011

3. Проектирование систем химического контроля качества водного теплоносителя (проектно-сметной документации) для атомных и тепловых электростанций.

4. Комплексное сопровождение проектов «под ключ»: монтаж, шеф-монтаж, пуско-наладка, обучение персонала, гарантийное и сервисное обслуживание.

5. Собственный метрологический центр, аттестованный проводить калибровку и поверку аналитических приборов и весового оборудования российского и зарубежного производства.

6. Учитывая важность грамотной эксплуатации оборудования систем автохимконтроля (АХК), для обеспечения его надежной и продолжительной работы, на базе предприятия создан учебный центр, обучающий персонал объектов энергетики основам обслуживания аналитических приборов и систем пробоподготовки.

7. Полноценная техническая поддержка с возможностью технического обслуживания оборудования на объекте заказчика, расширенная гарантийная поддержка (до 3-х лет гарантии), предоставление оборудования для бесплатного тестирования.

Все оборудование внесено в Государственный Реестр средств измерений, разрешенных к использованию на территории РФ. Получены лицензии Госатомнадзора на конструирование, изготовление и эксплуатацию оборудования для АЭС и Разрешение Ростехнадзора на применение комплектных стендов химконтроля на объектах Котлонадзора.

Помимо производства систем АХК НПП «ТЕХНОПРИБОР» активно развивает научное направление, связанное с:

1) разработкой концепции создания систем контроля качества водных сред с учетом новых технологий и научных разработок, подразумевающей новые подходы к созданию датчиков аналитических приборов и к разработке вторичных преобразователей;

2) разработкой инновационных конструкторских решений по компоновке отдельных узлов приборов на стендах химического контроля;

3) созданием и внедрением новых модульных элементов в систему устройства подготовки пробы (УПП), обеспечивающих безопасность персонала и оборудования при эксплуатации и в аварийных ситуациях;

4) разработкой современного промышленного дизайна для выпускаемой продукции;

5) разработкой новых методов измерения качества водного теплоносителя и внедрения систем АХК нового поколения, обеспечивающих точность и надежность в области микроконцентраций;

6) анализом мирового опыта производства измерительных датчиков;

7) разработкой новых направлений в области автоматического измерения таких показателей, как, например, общий органический углерод (ООУ), кремний, хеламин, гидразин.

В настоящее время наблюдается тенденция перехода от разнесенной установки датчиков, вторичных преобразователей и устройств подготовки пробы к объединению их в одном помещении на одном стенде химконтроля. Укомплектованный стенд включает в себя все необходимые приборы и системы, монтажную арматуру и вспомогательное оборудование, что значительно упрощает монтаж, пуско-наладку и обслуживание системы автоматического химконтроля, а также существенно экономит производственные площади.

Стенды химконтроля проектируются и изготавливаются индивидуально по требованиям Заказчика и в соответствии с нормируемыми показателями ВХР.

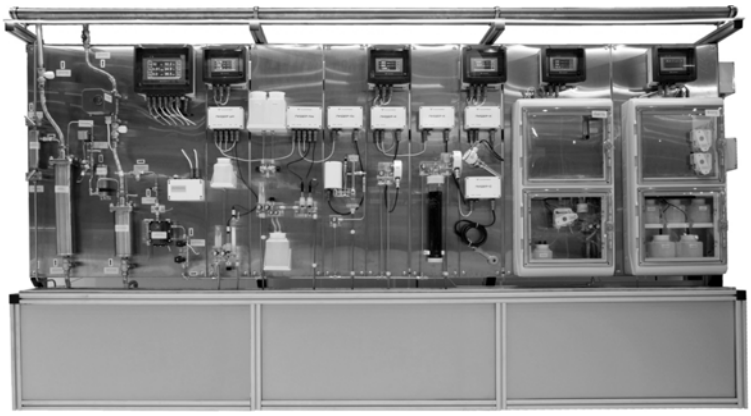

Рис 1. Пример стенда СКУ ВХР системы «ЛИДЕР»

На основании рекомендаций специалистов ВНИИ АЭС и НИАЭП, а также специалистов предприятий тепловой и атомной энергетики, научно-техническим центром НПП «ТЕХНОПРИБОР» было разработано новое поколение устройств подготовки пробы, отвечающее самым современным требованиям и учитывающее специфику применения на АЭС.

Рис. 2. Пример УПП с двухконтурным охлаждением и системой стабилизации температуры пробы

Основными особенностями УПП нового поколения являются:

– модульная конструкция системы, позволяющая адаптировать ее под практически любое техническое требование Заказчика;

– возможность установки температуры в системе стабилизации температуры пробы. Полный контроль параметров пробы с помощью датчиков давления, расхода и температуры;

– вторичный преобразователь с цветным сенсорным дисплеем с интуитивно понятной структурой меню и поддержкой аналоговых токовых и цифровых выходов RS-485/Modbus и Ethernet/Modbus;

– очень часто при использовании проточных приборов АХК возникают проблемы с качеством пробы, поступающей на первичные датчики. Механические фильтры УПП не всегда справляются с очисткой водного теплоносителя. С целью защиты измерительных элементов от загрязнения и предотвращения выдачи в СКУ ВХР недостоверной информации от приборов АКХ, в УПП предусмотрена возможность автоматического отключения подачи пробы на приборы по достижении ее предельной степени загрязнения;

– в конструкции УПП предусмотрено использование быстроразъемных соединений, что значительно упрощает монтаж и обслуживание;

– в системе защиты аналитических приборов от перегрева пробой теплоносителя применен энергонезависимый высоконадежный отсечной клапан с возможностью дистанционного управления;

В настоящее время на НПП «ТЕХНОПРИБОР» разработаны и запущены в серийное производство интеллектуальные приборы серии «ЛИДЕР» (рис. 3).

Рис 3. Система «ЛИДЕР» с двумя кондуктометрическими каналами (ЛИДЕР-К) и каналом pH (ЛИДЕР-pH) (слева) и система «ЛИДЕР» с каналом общего органического углерода (ЛИДЕР-ТОС) (справа)

При описании этих приборов хочется отметить следующие характеристики.

1. Использование самой современной электронной базы, позволившей создать многоканальные измерительные комплексы контроля качества водных сред. Универсальная многоканальная система, способная одновременно работать с разными типами датчиков (от 1 до 3-х), делает систему химконтроля более компактной и удобной в обслуживании.

2. Возможность одновременного подключения всех распространенных типов датчиков в любом сочетании: кондуктометра, иономеров (pH-метра, Na-метра), кислородомера, водородомера, концентратомера, общего органического углерода.

3. Разработанный в рамках многоканальной системы концентратомер нового поколения с бесконтактным индуктивным датчиком. Его уникальной особенностью является минимальный предел чувствительности, который составляет 2 мкСм/см, что позволяет с высокой точностью измерять не только концентрации растворов широкого перечня солей, кислот и щелочей, но и концентрации аминов, аммиака и гидразина.

4. Полностью модернизированный, наиболее распространенный на объектах энергетики датчик проводимости серии ДК, что позволило значительно расширить диапазон измерений (10 нСм/см – 800 мкСм/см) и улучшить погрешность (класс точности) кондуктометрического канала ЛИДЕР-К до 1 %.

5. Созданная для облегчения обслуживания и повышения достоверности измерения показателей pH и pNa в составе многоканальной системы «ЛИДЕР» система автодиагностики состояния измерительных электродов.

В таблице представлен перечень современных анализаторов химконтроля НПП «Технoприбор» серии «ЛИДЕР», в производстве которых нашли свое применение новые разработки научно-технического центра, позволившие значительно повысить класс приборов.

Перечень измерительных каналов, входящих в систему «ЛИДЕР»

Измерительный канал системы	Показатель и диапазон его измерения	Точность
Удельная электропроводность	УЭП от 10 нСм/см до 100 мСм/см солесодержание от 0,01 мкг/кг до 10 г/кг	±1,0 % ±2,5 %
pH	от 0 до 14 pH ЭДС/ОВП от -2400 мВ до +2400 мВ	±0,05 pH ±1 мВ
Натрий	от 0,1 мкг/л до 99,9 г/л	±4,0 %
Кислород	от 0,8 мкг/л до 20,0 мг/л	±1,5 %
Водород	от 2,0 мкг/л до 2,0 мг/л	±3,0 %
Анализатор примесей в чистой воде (АПК)	от 5,0 до 11 pH концентрации хлоридов от 0 до 100 мкг/л концентрации натрия от 0 до 100 мкг/л концентрации аммиака от 0 до 1000 мкг/л	±0,05 pH ±10 % ±10 % ±10 %
Общий органический углерод (ООУ)	от 0,05 до 1000 мкг/л	±10 %
Концентратомер	$УЭП_{25}$ от 2 мкСм/см до 2000 мСм/см массовой концентрации вещества от 0,01 до 99,9 %	±2,5 % ±5,0 %
Общая жесткость	от 5 до 10000 мкг-экв/л	±5,0 %

В таблице представлен перечень современных анализаторов химконтроля НПП «Технoприбор» серии «ЛИДЕР», в производстве которых нашли свое применение новые разработки научно-технического центра, позволившие значительно повысить класс приборов.