

ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ ОАО "АВАНГАРД" ДЛЯ ВОДОКАНАЛОВ РОССИИ

В.Шубарев, д.т.н., И.Лазер, к.т.н., Ю.Ивачев, к.т.н., Е.Соболев

Создание современных автоматизированных систем водоснабжения и водоотведения, отвечающих нормативам мирового уровня по санитарно-гигиеническим и экологическим требованиям, – одно из условий повышения качества жизни населения. Разработка и начало реализации ФЦП "Чистая вода" на 2011–2017 годы, общий объем финансирования которой 331,8 млрд. руб., подтверждает актуальность проблемы и масштаб рынка оборудования, необходимого для решения задач, поставленных программой. В статье рассматриваются приоритетные направления технической поддержки систем водоснабжения и водоотведения на основе инновационных технологических разработок ОАО "Авангард", анализируются результаты внедрения автоматизированных систем в водоканалах различных городов страны.

Надежность и устойчивость функционирования технических систем водоснабжения и водоотведения определяется в значительной степени использованием инновационных технологий, обеспечивающих не только процесс получения продукта с заданными химическими и экологическими свойствами, но и возможность мониторинга состояния технических средств, необходимых для выполнения основных технологических процессов.

Среди первоочередных направлений технической поддержки водоканалов следует выделить следующие:

- создание и внедрение систем мониторинга конструкционной безопасности зданий и сооружений основного технологического цикла;
- внедрение систем газового контроля на водоотводящих магистралях;

- замена активного хлора как дезинфектанта питьевой и сточной воды на экологически чистый гипохлорит натрия;
- повышение эффективности контроля за состоянием объектов водоотведения;
- утилизация снежных масс при очистке магистралей города в зимний период за счет тепла канализационных стоков;
- мониторинг давления воды в сетях водоснабжения;
- мониторинг температуры и влажности на объектах водоканалов.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА КОНСТРУКЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА

Система конструкционной безопасности зданий и сооружений предназначена для непрерывного оперативного мониторинга технического состояния

Таблица 1. Состав системы конструкционной безопасности зданий и сооружений

Наименование блоков	Тип блоков
Координатор	СМД-КМ
Инклинометр	СМД-ИУН2-1
Датчик деформации тензометрический	СМД-ДТ-1
Датчик деформации индукционный	СМД-ДП-2
Ретранслятор	СМД-УППИ
Кабель связи	
Аккумуляторная батарея	СМД-БА-2

строительных конструкций зданий и сооружений с целью предотвращения чрезвычайных ситуаций и угроз обрушения. Система осуществляет сбор, систематизацию, обработку и визуализацию информации о техническом состоянии конструкций зданий и сооружений для выявления динамики разрушения конструкций и принятия мер по устранению негативных факторов (табл.1 и 2).

Функциональные особенности, составляющие конкурентные преимущества системы конструкционной безопасности зданий и сооружений:

- самонастройка системы может осуществляться без участия оператора;
- допускается применение беспроводных технологий, обеспечивающих масштабируемость сети датчиков, удобство монтажа, сокращение времени установки и обслуживания;
- предусмотрен вход в сети Ethernet 10/100 Base-T, 100 Base-FX, GSM, ТфСОП;

- допускается возможность вывода графической и текстовой информации на встроенный дисплей и системные носители информации;
- оповещение ответственных лиц по sms и электронной почте.

Проект внедрения системы конструкционной безопасности зданий и сооружений реализован на Центральной станции аэрации ГУП "Водоканал СПб". В состав системы входят индукционные датчики деформации СМД-ДП-2 (рис.1а), инклинометр СМД-ИУН2-1 (рис.1б), позволяющий контролировать вертикальное положение конструктивных элементов, а также ретранслятор СМД-УППИ (рис.1в).

ИННОВАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО ДЕЗИНФЕКТАНТА – ГИПОХЛОРИТА НАТРИЯ

Существенная часть работ в рамках ФЦП "Чистая вода" на 2011–2017 годы связана с созданием технических средств, обеспечивающих обеззараживание питьевой воды и стоков. Традиционно эта задача решалась путем применения в качестве реагента активного хлора. В последние 20 лет недостатки активного хлора как средства обеззараживания воды систем водоподготовки в ЖКХ и промышленности (главным образом, его высокая опасность для человека, а также отрицательное воздействие на технические системы и экологию в целом) стали предметом общественного беспокойства, что послужило основанием для ограничения его использования.

В качестве альтернативы хлору был предложен концентрированный гипохлорит натрия (ГХН), получаемый химическим путем на тех же химических производствах. Снижение концентрации активного хлора в химическом ГХН в 6–10 раз по сравнению с активным хлором существенно уменьшает опасность его использования.



Рис.1. Размещение элементов системы конструкционной безопасности зданий и сооружений: датчик деформации (а), инклинометр (б), ретрансляторы сигналов датчиков (в)



Рис.2. Оборудование электролизных установок: источник питания с автоматическим управлением технологическим процессом 36 кВт и 72 кВт (а, б), электролизер (в)

Класс опасности химического гипохлорита натрия – 3, а хлора – 2 по ГОСТ 12.1.007-76.

Универсальным способом решения проблемы хлорной безопасности, а заодно и снижения финансовых затрат на обеззараживание воды в системах гражданской и промышленной водоподготовки является получение гипохлорита натрия в месте его потребления из раствора поваренной соли методом электролиза.

Актуальность разработки инновационной технологии получения гипохлорита натрия в качестве обеззараживающего реагента, а также проектирования

ОАО "Авангард" оборудования, реализующего эту технологию, подтверждается данными государственного доклада "О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2013 году" [1]. Согласно информации, приведенной в докладе, из 11927 водопроводов, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям, 1645 (13,8%) не оснащены обеззараживающими установками.

Созданный совместными усилиями ОАО "Авангард" и НПК "Эколог" комплект оборудования (рис.2) для производства низко концентрированного гипохлорита

Таблица 2. Технические характеристики системы конструкционной безопасности зданий и сооружений

Наименование параметра	Значение параметра
Максимально возможное количество беспроводных датчиков деформации в системе, шт.	До 100
Период опроса одного датчика, с	Не менее 30
Количество типов датчиков, подключаемых к системе	Не менее 16
Тип интерфейса на нижнем уровне	LoRa
Частота передачи данных беспроводной сенсорной сети, МГц	868
Тип интерфейса на верхнем уровне	GPRS/3G, LTE, Ethernet (100 BASE-T, 100 BASE-FX)
Система управления базой данных	PostgreSQL
Диапазон рабочих температур, °С	-40...85

натрия [2] по многим техническим характеристикам превосходит аналогичные установки производства ведущих мировых фирм (табл.3). Основные конкурентные преимущества отечественного оборудования состоят в энергосбережении, пониженных требованиях к исходному сырью (соли, воде, подаваемой в электролизеры), качестве силовой электроэнергии, температуре раствора в электролизерах. Стоимость сопоставимого по производительности комплекта фирмы Grundfos–Alldos более чем вдвое выше стоимости отечественного оборудования.

Разработанные источники питания с автоматическим управлением технологическим процессом получения ГХН и электролизеры (рис.3) изготавливаются на производстве, аттестованном сертификатом менеджмента качества № СК.0394 системы "Оборонсертифика", а также международным сертификатом Quality Management System, Certificate



Рис.3. Электролизная установка Э-5. Производительность 120 кг/сутки по активному хлору в гипохлорите натрия

№ Q-45.11.05 международной системы стандартизации ISO 9000-2008. Производство несущих конструкций укомплектовано автоматизированным оборудованием мирового уровня. Электронные модули управления

Таблица 3. Сравнительные технологические характеристики электролизного оборудования различных производителей

Параметры	Наименование фирмы			
	Newtek Umwelttechnik GmbH	Wallace & Tiernan	Grundfos - Alldos	ОАО "Авангард"
Расход соли на 1 кг активного хлора в ГХН, кг	3,5		3,5	3
Расход электроэнергии на 1 кг активного хлора в ГХН, кВт·ч	5	5,6	4,5	4
Расход специально подготовленной воды на 1 кг активного хлора в ГХН, л	125	120-150	125-140	0
КПД по электроэнергии, %	90			95
Требования к качеству электроэнергии	Выше ГОСТ 13109	Выше ГОСТ 13109		Допуск шире ГОСТ 13109
Требования к воде	Смягченная	Смягченная	Смягченная	Питьевая по СанПиН 2.1.4.1074-01
Требования к температуре раствора в электролизере, °С		10-25	5-20	3-35
Требования к соли	Вакуумная выпарка	Чистота 99,8%	Пищевое качества	Пищевая по ГОСТ Р 51574-2000
Наличие охранных документов на территории России	Нет	Нет	Нет	Патент РФ № 2125120, Патент ЕА № 001666
Относительные капитальные затраты	1	1	1	0,5-0,75

технологическим процессом изготавливаются на автоматизированном оборудовании для поверхностного монтажа. Такая структура производства с использованием технологий двойного назначения позволяет обеспечить качество гражданской продукции, сравнимое с качеством спецтехники.

Электролизные установки (рис.3) разработаны по модульному принципу, что дает возможность реализовать практически неограниченный ряд устройств любой производительности по активному хлору в гипохлорите натрия.

Из наиболее престижных поставок электролизного оборудования следует упомянуть оснащение станции водоподготовки "Седанка" Приморского водоканала (Владивосток), которая была введена в эксплуатацию к Саммиту АТЭС в августе 2013 года. Отметим, что такое оборудование поставляется во Владивосток с 2009 года [3].

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ ВОДООТВЕДЕНИЯ

С целью повышения эффективности контроля за состоянием объектов водоотведения, автоматизации процесса контроля маршрутов обходчиков и интеллектуализации инфраструктуры объектов водоотведения в ОАО "Авангард" разработан проект "Обходчик". Это система мониторинга работы обходчика (рис.4) канализационных сетей с радиометками на поверхностных акустических волнах (ПАВ), которые отличаются высокой надежностью и устойчивостью к внешним воздействиям.

В состав проектируемой системы входят считыватель радиометок; база ручного считывателя, обеспечивающая его зарядку; радиометки на ПАВ (для установки с координатной табличкой); специализированное ПО.

Радиометки в составе системы работают на поверхностных акустических волнах в диапазоне частот



Рис.4. Структура системы мониторинга работы обходчика

2,40–2,48 ГГц, имеют малые габаритные размеры (80×15×6 мм). Количество уникальных идентификационных кодов – до 10^9 шт. Пример результатов, отображаемых в считывателе, показан на рис.5.

Преимущества радиометок на ПАВ:

- все компоненты системы отечественного производства – ОАО "Авангард";
- отсутствие электрического питания транспондеров;
- невозможность несанкционированного считывания и подделки транспондеров;
- использование разрешенного радиочастотного диапазона 2,45 ГГц;
- устойчивость транспондеров к внешним воздействиям, таким как температура (–60...85°C), влажность (до 100%), обледенение, загрязнение и радиация;
- класс защиты IP68;
- малые габариты;
- использование открытого формата базы данных;
- эргономичный интерфейс оператора;
- настройка системы под требования заказчика;
- срок службы до 25 лет;
- возможность интеграции в геоинформационные системы и системы управления предприятием.



Рис.5. Считывание информации на объекте водоканала

Радиометки на ПАВ успешно конкурируют с полупроводниковыми метками. Однако полупроводниковые чипы, выпускаемые на территории РФ в настоящее время, не всегда обеспечивают требуемые характеристики надежности и устойчивости к эксплуатационным условиям. Кроме того, в отличие от полупроводниковой метки, радиометка на основе ПАВ собирается только из отечественных комплектующих, что крайне важно при реализации политики замещения импорта.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ОБОРОТА СНЕЖНЫХ МАСС

Вопрос уборки снега особенно актуален в больших городах, где темпы и качество выполнения этих работ напрямую влияют на дорожную обстановку и безопасность граждан. Еще одна проблема больших городов, связанная с осадками в зимних условиях, состоит в том, что снег в ожидании уборки быстро покрывается слоем грязи и мусора, поэтому не тает вплоть до весны. Эти проблемы решаются путем создания снегоплавильных пунктов и оперативного контроля вывоза снега в пункты утилизации.

Снегоплавильные установки широко используются во всем мире. Принимая во внимание зарубежный опыт,

ОАО "Авангард", активно внедряющее инновационные технологии, разработало систему автоматизированного контроля оборота снежных масс на снегоплавильных пунктах.

Каждая машина для уборки снега оборудована пассивными радиочастотными метками, а система радиочастотной идентификации, установленная на всех снегоплавильных пунктах, позволяет автоматически учитывать количество автомобилей, доставивших снег, и распечатывает документы для оплаты.

Основное конкурентное преимущество системы – устойчивость меток к внешним воздействиям (температуре, влажности, загрязнению, снегу и радиации). Высокая степень защиты меток от подделки, их сборка из отечественных комплектующих крайне важны при реализации политики замещения импорта. Система предусматривает возможность интеграции в геоинформационные системы и системы управления предприятием.

Подобное решение внедряется в Северной столице на базе ГУП "Водоканал Санкт-Петербург", десять станций уже оборудованы подобной системой.

Энергосберегающий принцип работы снегоплавильных пунктов заключается в том, что тепло сточных вод (их средняя температура даже зимой – плюс 16–18 град.) позволяет растапливать снег, попадающий в снегоплавильные камеры. Талая вода по коллекторам поступает на канализационные очистные сооружения, где проходит полный цикл очистки. Для растапливания 1 м³ снега необходимо 5 м³ сточной воды. Десять тонн снега (содержимое одного КАМАЗа с высокими бортами) перерабатываются в снегоплавильной камере в среднем за 3 мин.



Рис.6. Датчик избыточного давления воды с проводным интерфейсом M-Bus

Таблица 4. Технические характеристики датчика избыточного давления

Наименование параметра, единицы измерения	Значение параметра
Диапазон измерения давления, МПа	0-1
Диапазон контролируемых температур сред, подаваемых на штуцер, °С	-30...100
Диапазон контролируемых температур внешней среды, °С	-30...60
Допустимое давление перегрузки (не более 15 мин), МПа	1,6
Предел основной приведенной погрешности измерения при температуре окружающей среды 20±5°С, % от ВПИ	±0,5
Предел дополнительной приведенной погрешности, вызванной изменением температуры окружающей среды на каждые 20°С, % от ВПИ	±0,2
Потребление тока в пассивном режиме, мА, не более	3
Частота опроса датчика давления, Гц, не более	1
Диапазон температуры окружающего воздуха, °С	-30...100
Степень пыле- и влагозащиты	IP68

Таким образом, утилизация снега на стационарных снегоплавильных пунктах позволяет значительно уменьшить его негативное воздействие на окружающую среду и снизить потребление энергоресурсов.

МОНИТОРИНГ ДАВЛЕНИЯ ВОДЫ В СЕТЯХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Одна из важнейших задач безаварийной эксплуатации сетей водоснабжения – мониторинг основных физических параметров (давления и температуры) на магистральных трубопроводах, домовых и промышленных вводах подаваемой воды. Исходный сигнал для системы мониторинга создается датчиком избыточного давления (рис.6), значения контролируемого параметра передаются по проводному интерфейсу M-Bus в соответствии с европейским стандартом EN13757-3.

Чувствительным элементом датчика является керамический тензорезистивный сенсор, оболочка которого изготовлена из керамики. Датчик давления позволяет выполнять измерения и других сред: воздуха и масла. Встроенный в датчик температурный сенсор



Рис.7. Датчик температуры и влажности с интерфейсом M-Bus

дает возможность получить справочную информацию о температуре измеряемой среды.

Преимущества использования интерфейса M-Bus заключаются в следующем:

- простота построения сети мониторинга;

Таблица 5. Технические характеристики датчика температуры и влажности

Наименование параметра, единицы измерения	Значение параметра
Диапазон измерения температуры, °С	-40...80
Диапазон измерения относительной влажности, %	10...95
Абсолютная погрешность измерения температуры, °С, не более (при температуре -10...50°С)	±1
Абсолютная погрешность измерения температуры, °С, не более (при температуре -40...80°С)	±2
Абсолютная погрешность измерения относительной влажности, %, не более (при температуре -10...50°С)	±3
Абсолютная погрешность измерения относительной влажности, %, не более (при температуре -40...80°С)	±5
Потребление тока в пассивном режиме, мА, не более	1,5
Степень пыле- и влагозащиты	IP65
Габариты, мм	99×84×40

- высокая помехоустойчивость;
- допускаются линии связи протяженностью до нескольких километров;
- возможно простое сегментирование сети мониторинга;
- простота поэтапного расширения сети мониторинга;
- пассивное электропитание slave-устройств;
- для питания и передачи информации используются только два провода,
- полярность подключения не имеет значения.

Технические характеристики датчика избыточного давления с проводным интерфейсом M-Bus приведены в табл.4.

По требованию заказчиков возможно изготовление датчика с интерфейсом RS-485 (ModBus RTU).

МОНИТОРИНГ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ ВОДОКАНАЛОВ

Производственные технологические помещения водоканалов, а также промышленных предприятий и жилищно-коммунального хозяйства, связанные с сетями водоснабжения и водоотведения, требуют тщательного контроля состояния среды в части температуры и влажности. Построение сетей мониторинга этих параметров имеет много общего с сетями мониторинга конструкционных, газовых и других рассмотренных

выше технологических характеристик. Исходным элементом для мониторинга температуры и влажности является датчик этих параметров с представлением их в электронном виде по проводному интерфейсу M-Bus EN13757-3 (рис.7). В качестве сенсоров в датчике используются емкостные первичные чувствительные элементы, позволяющие выдавать мгновенные, усредненные, максимальные и минимальные значения температуры и влажности окружающей среды (табл.5).

По требованию заказчиков возможно изготовление датчика с интерфейсом RS-485 (ModBus RTU).

ЛИТЕРАТУРА

1. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2013 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2014. 191 с.
2. **Лазер И.М., Петрушин В.Н.** Технические средства инновационной технологии обеззараживания воды. – ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ. 2013. Спецвыпуск. С. 92–96.
3. **Журавлев П.В., Гуртяков Ю.В., Иткин Г.Е., Климов М.В., Шубарев В.А. Петрушин В.Н.** Замена хлора электролизным гипохлоритом в водоканале г. Владивостока // Водоснабжение и канализация. 2011, май – июнь. С. 92–96.

НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА "ТЕХНОСФЕРА"



Цена 1300 руб.

ХИМИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СЕНСОРЫ: ОСНОВЫ И ПРИМЕНЕНИЕ

Ф.-Г. Баника

при поддержке ОАО "Авангард"

перевод с англ. под ред. д.т.н., проф. В.А. Шубарева

В книге представлены теоретические основы и математические модели химических и биологических сенсоров различных типов: ферментативных, иммунных, термохимических, потенциометрических, полупроводниковых (химических), хемирезистивных, амперометрических, электрохимических (аффинных и нуклеино-кислотных), импедансных, оптических (включая Рамановскую спектрометрию) и акустических. Особое внимание уделено практическому аспекту проектирования и производства химических и биологических сенсоров на основе современных наноматериалов. Большой объем книги посвящен методам преобразования параметров химических и биологических сред в электронный сигнал.

Поскольку химическая сенсорика представляет собой междисциплинарную область, книга будет полезна химикам, биохимикам, микробиологам и физикам, занимающимся исследованиями в области химических и биологических сенсоров, а также разработчикам микросистемотехнических устройств, преподавателям, аспирантам и студентам.

М.: Техносфера, 2014. – 880 с.
ISBN 978-5-94836-380-6

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ (495) 234-0110; 📠 (495) 956-3346; knigi@technosphaera.ru, sales@technosphaera.ru

