

О.В. Дворников, В.А. Чеховский, В.Л. Дятлов, Н.Н. Прокопенко // Проблемы современной аналоговой микросхемотехники: материалы X Межд. науч.-практ. семинара,

1-2 окт. 2013 г., Шахты. – Шахты: ИСОиП ФГБОУ ВПО «ДГТУ», 2013. – Ч.1. - 2013. – С.230-237.

УДК 681.785

ДИНАМИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ АВАРИЙНЫХ ВЫБРОСОВ В ВОДНЫХ СРЕДАХ

Девятов Н.А., Алексеев В.А.

*Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова
Ижевск, Российская Федерация*

Проблема качества воды связана в основном с массивированным техногенным загрязнением поверхностных и отчасти подземных вод. Главными его источниками служат сточные воды промышленных предприятий и коммунального хозяйства городов, поверхностные стоки с сельскохозяйственных объектов; атмосферные выпадения загрязнителей на поверхность водоемов и водосборных бассейнов. Кроме этого, неорганизованный сток воды осадков («ливневые стоки», талые воды) загрязняет водоемы существенной частью техногенных терраполлютантов.

Особую опасность для экологии представляют многочисленные аварии – «залповые загрязнения», которые вызывают локальные сильные загрязнения водной среды. Результаты исследований последствий аварийных ситуаций показали, что значительная их часть происходит из-за несовершенства действующих систем контроля качества воды. Отсутствуют автоматические устройства и системы, позволяющие контролировать аварийные выбросы в реальном масштабе времени. В связи с этим для реализации эффективной системы контроля качества воды и работы сооружений систем очистки и подачи воды необходимо использование средств автоматического контроля.

Разработка технологии анализа загрязнений водной среды с возможностью обеспечения работы аппаратуры во внелабораторных условиях является актуальной задачей. Разработка методики непрерывного контроля качества воды и управления аварийными выбросами представляет актуальную научно-техническую задачу и имеет теоретическое и прикладное значение для сохранения положительной экологической ситуации. Проведенные исследования показали, что в отдельных случаях аварийные выбросы, протекающие в течение определённого интервала времени, представляют собой «сгусток» неоднородной жидкости в основной трубе, отводящей сточную воду к фильтрам [4]. При подобной аварии изменяется оптическая плотность сточных вод на определённом интервале времени. На основании системного анализа метода контроля водных сред, показано, что измерение оптической плотности водной среды позволяет обнаружить аварийный выброс при априорных сведе-

ниях о характере выброса. Одним из методов косвенного измерения данной характеристики является турбидиметрический метод, основанный на измерении изменения интенсивности рассеянных световых потоков при воздействии лазерного излучения на поток жидкости.

В ходе экспериментальных исследований, производимых на ряде тестовых загрязняющих веществ, была показана работоспособность предложенной методики контроля оптической плотности жидких сред и возможность ее практической реализации. На базе турбидиметрического метода разработана лазерная установка по контролю изменений оптической плотности жидких сред [1], относящаяся к классу автоматических средств контроля оптической плотности жидких и газообразных сред. Одно из основных требований, предъявляемых при разработке - необходимость осуществлять постоянный, непрерывный и эффективный контроль среды с доступностью и наглядностью представления результатов контроля. Установка для устранения аварийного выброса [2] опробована на загрязнениях нефтью и маслом, имеются результаты испытаний на границах сред воды, воздуха и загрязнителей. При проведении тестовых процедур за базовую точку отсчета принята воздушная оптическая среда. В ходе экспериментов, проведенных на разработанной лабораторной установке [3], получены данные по изменению оптической плотности водной среды при добавлении загрязнителя. Полученные результаты позволяют прогнозировать возможные изменения оптической плотности смеси жидких сред «вода – подсолнечное масло», «вода - нефть», «воздух – нефть», «воздух – вода», «воздух – подсолнечное масло» и выбрать обоснованные режимы работы контрольной аппаратуры.

Разработанная методика тестирования неоднородных оптических сред с тестовыми процедурами проверки различных аспектов отдельно выделенных характеристик оптических сред позволяет выявить отличия между реально существующими и требуемыми свойствами оптических сред, прогнозировать динамику их изменения и трансформации, выполнять сравнение и масштабирование при различных режимах работы контрольной аппаратуры.

Необходимо производить фиксацию загрязнения контролируемой среды несколькими видами загрязнителей, что может быть достигнуто установкой нескольких оптоэлектронных датчиков, работающих в различных оптических диапазонах. Предлагается использовать новую модель многоканального устройства, содержащую несколько отводных каналов с оптоэлектронными датчиками, соответствующими по оптическим характеристикам определенным видам загрязняющих веществ. Работоспособность предложенного устройства была проверена на экспериментальном стенде. В качестве оптоэлектронного датчика использовалась оптопара, состоящая из лазерного диода с длиной волны 0,632 мкм, и фотодиода типа КДФ110А.

В результате проведенных исследований получены следующие результаты:

1. Разработана и экспериментально опробована методика тестирования неоднородных оптических сред для лабораторной установки контроля изменений оптической плотности водных сред, позволяющая прогнозировать динамику изменений свойств оптических сред. С использованием лабораторных исследований найдены диапазоны чувствительности турбодиметрического метода для фиксации «сгустка» аварийного выброса.

2. Разработанная установка для контроля изменений оптической плотности жидких сред пригодна для отработки технологии определения последовательного выброса различных загрязняющих веществ.

3. Экспериментальные исследования методики автоматического управления аварийным выбросом показали эффективность автоматического обнаружения различных видов загрязнителей в динамическом потоке и контроля изменений оптической плотности жидкости в условиях реального времени.

4. Экспериментально доказана эффективность указанной методики контроля аварийных выбросов и возможность ее применения на действующих промышленных производствах.

5. Разработаны алгоритмы фиксации различных по оптическим характеристикам аварийных выбросов в системе сточных вод промышленного предприятия и автоматического переключения направления потока для устранения влияния аварийных выбросов.

6. Проведенные на модернизированном устройстве эксперименты показали положительные результаты в обнаружении различных типов загрязнений. На основании результатов исследо-

ваний подготовлена модель многоканального устройства устранения аварийных выбросов, позволяющая фиксировать множественные загрязнения контролируемой среды веществами с различными оптическими характеристиками.

Практическая ценность работы заключается в исследовании системы автоматического устранения влияния аварийных выбросов на систему водоподготовки, что повышает надежность применения фильтров очистки сточных вод и исключает возможность поступления в систему водоснабжения кратковременных вредных выбросов от промышленных сточных вод. Предложено использование разработанных методик и решений на промышленных предприятиях, являющихся источниками сточных вод, и системах водоснабжения.

Достоверность и обоснованность полученных в работе результатов и выводов подтверждается практической апробацией созданных установок, методик и алгоритмов, хорошей согласованностью экспериментальных результатов с теоретически предсказанными характеристиками, а также выбором надежных критериев при построении алгоритмов обработки информации. Разработанные стенды для исследований метрологически оценивались на известных приборах.

1. Алексеев В.А., Козаченко Е.М., Юран С.И. Установка мониторинга загрязнения сточных вод / Измерения в современном мире - 2011: сб. научных трудов Третьей Междунар. науч.-практ. конф. (С.-Петербург, 17-20 мая 2011). СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2011.- С.72-74.
2. Патент Российской Федерации на полезную модель №105456, МПК G01N 15/06. Устройство для устранения аварийного выброса. Оpubл. 10.06.2011.
3. Алексеев В.А., Козаченко Е.М., Перминов А.С., Стерхова М.А., Юран С.И. Разработка стенда для тестирования установки контроля загрязнения воды оптическими методами / Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: труды 8-й международной научно-технической конференции (16-17 мая 2012 г., г. Москва, ГНУ ВИЭСХ). Часть 3. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2012. – С. 295-300.
4. Алексеев В. А., Козаченко Е. М., Юран С. И. Автоматическая установка для устранения аварийного выброса в системах фильтрации сточных вод. // Интеллектуальные системы в производстве. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ – 2011. – № 2. – С. 239-243.