

the benefit of the sensitivity, and as result the suspensions are insecure. This paper has considered differential-capacitive electrostatic sensors where robustness has been considered. This sensor is intended to measure harmonic signals, such as linear and angular accelerations and second derivatives of gravity potentials. The sensor's construction combines a dual function of an electrostatic capacitive differential sensor and electrostatic capacitive actuator without any additional elements. The actuator permits to decrease the resonance frequency of the sensor and by-turn this actuator permits to use a harder elastic suspension for sensing plate.

1. Ali Heidary. A Low-Cost Universal Integrated Interface for Capacitive Sensors. Thesis, 2010. – P. 160
2. Changhou Guan. Development of a Closed-loop MEMS Capacitive Force Sensor. A thesis of Master of Science for the Degree Mechanical Engineering. Raleigh. North Carolina, 2009. – P. 90
3. Sergio Rescia. Precise Measurements of Small Linear and Angular Displacements with Capacitance Methods (http://www.bnl.gov/edm/papers/Sergio_Rescia_020118.pdf).
4. Huikai Xie, Gary K. Fedder. Vertical comb-finger capacitive actuation and sensing for CMOS-MEMS. Sensors and Actuators A 95 (2002) – P. 212-221.

5. Smart sensor systems. Edited by Gerard C.M. Meijer, A John Wiley and Sons, Ltd, Publication. 2008 John Wiley & Sons, Ltd. – 411 p.
6. Sensor Technology Handbook. Editor-in-Chief Jon S. Wilson. 2005, Elsevier Inc., 2005. 702 P.
7. Ghasem Shahrivar, Islamic Azad, Hamidreza Dalili, Ayat Akbari. Current-Mode Interface Circuit for Differential Capacitive Sensor. International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 36, No 5, December 2011. – P. 4
8. Babak Vakili Amini and Farrokh Ayazi. Micro-gravity capacitive silicon-on-insulator accelerometers. Journal of micromechanics and microengineering, 15 (2005) 2113–2120. (http://www.ece.gatech.edu/research/integrated-mems/documents/amini_jmicromechanical_1020_05.pdf).
9. R.D. Peters. Linear rotary differential capacitance transducer. US Patent No. 5028875. Filed 27.04.1989.
10. T.J. Denison. Linearity enhancement for capacitive sensors. US Patent No. 7078916. Filed 06.04.2004.
11. S.I. Senturia. Microsystem Design. Massachusetts Institute of Technology. Kluwer Academic Publishers. 2001. – 716 p.
12. J. M. Edwards. Modeling and feedback control of a MEMS electrostatic actuator. Cleveland State University. December, 2008, 200 p.

УДК 681.785; 615.47

РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И МЕТОДИЧЕСКИХ ОСНОВ УПРАВЛЕНИЯ АВАРИЙНЫМИ СБРОСАМИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В КОНТЕКСТЕ СОЦИО-ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КРУПНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Алексеев В.А., Усольцев В.П., Юран С.И.

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

Трудно переоценить роль воды в нашей жизни. К сожалению, в реальности вода в большинстве случаев загрязнена множеством соединений, концентрации которых часто превышают нормы. Контроль качества воды затрагивает очень многие стороны жизни человеческого общества. В настоящее время из-за обострившихся угроз загрязнения воды контроль ее качества становится проблемой социальной, политической, медицинской, географической, а также инженерной и экономической.

Существенный вклад в загрязнение воды вносят сточные воды промышленных предприятий. Постоянно возрастающие объемы сточных вод, увеличивающееся количество видов и степени загрязнений существенно осложняют решение вопросов минимизации экологических рисков и

управления экологической обстановкой в крупных городах [1].

Вопросы совершенствования структуры системы управления сточными водами, ее функционирование в городской среде в условиях наличия крупных предприятий, рационализация межотраслевых взаимодействий в указанной сфере требуют дальнейшего изучения и обобщения. Первостепенное значение имеет разработка теоретических и методических основ управления сточными водами с учетом социально-экологического и экономического потенциала крупных предприятий [2].

Существующие методы анализа сточных вод, как правило, требуют применения сложной аппаратуры и значительного времени для проведения анализа, что не всегда возможно в производственных условиях. Это не позволяет в режиме

реального времени фиксировать и устранять попадание аварийного выброса в систему фильтрации.

Существование корреляционных связей между оптической плотностью и другими параметрами, характеризующими содержание и виды загрязнений, является предпосылкой построения аппаратуры для контроля загрязнения сточных вод [3, 4]. Для больших станций очистки крупных предприятий предлагаемый метод достаточно перспективен. В этом случае оптическая плотность будет пропорционально связана с видом и содержанием загрязнений.

Как следует из спектральных характеристик возможных загрязнений, измеряя величину оптической плотности сточной воды на определенной длине волны и сопоставляя эту величину со значениями нормируемых показателей, характерных для конкретного загрязнения, можно установить уровни оптической плотности, соответствующие наличию загрязнений в сточной воде и, таким образом, по величине этого показателя оперативно контролировать содержание и виды загрязнений в сбрасываемых стоках.

Для повышения достоверности, объективности и оперативности анализа сточных вод разработаны «Методика тестирования неоднородных жидких оптических сред» [5] и «Методика формирования базы данных кривых измерения оптической плотности неоднородных жидких сред».

На основании обобщенной вероятностной математической модели поступления сточных вод на очистные сооружения при залповых сбросах [6] разработана лабораторная установка контроля изменений оптической плотности жидких сред [7], позволяющая идентифицировать аварийные выбросы в системах фильтрации сточных вод в явно выраженных условиях многомерности и неопределенности [8].

Структурная схема установки контроля изменений оптической плотности жидких сред представлена на рисунке.

Установка включает:

1. Микроконтроллер.
 2. Генератор тока, управляемый напряжением.
 3. Излучатель лазерный.
 4. Фотоприемник.
 5. Преобразователь ток-напряжение.
 6. Усилитель-делитель переменного напряжения.
 7. Синхронный детектор.
 8. Фильтр нижних частот.
 9. Инвертирующий усилитель с компенсацией входного напряжения.
 10. Устройство управления и регулировки.
 11. Исполнительное устройство.
- Микроконтроллер (1) ATmega 48 включает:

- а. АЛУ–арифметическо-логическое устройство.
- б. Устройство формирования тактовых сигналов.
- с. 10-ти разрядный аналогово-цифровой преобразователь.
- д. Интерфейс управления и обмена данными с внешними устройствами.

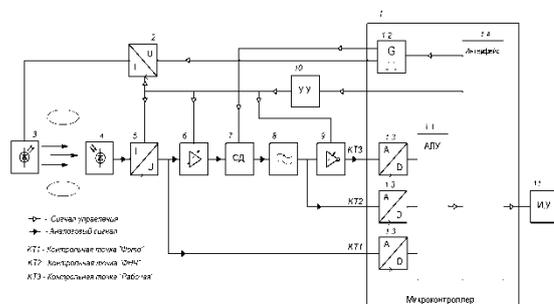


Рисунок 1 – Структурная схема установки

Результаты мониторинга сточных вод отображаются на виртуальной панели управления лабораторной установки.

Лабораторная установка протестирована загрязнениями водной среды примесями подсолнечных масел и нефти. При прохождении через оптическую систему границы сред вода-масло и вода-нефть значения сигнала на выходе фотоприемника скачкообразно повышаются до максимального уровня и легко идентифицируются.

Функционирование установки для контроля аварийных выбросов промышленного предприятия осуществляется следующим образом. Если оптические свойства контролируемой водной среды находятся в допустимом интервале (изменения загрязнений сточных вод незначительны), водная среда через открытую заслонку на трубопроводе поступает в очистительные фильтры, которые справляются с такой концентрацией загрязнений. В случае возникновения выброса на предприятии оптические параметры водной среды резко меняются, и микроконтроллер 1 выработывает сигнал на исполнительное устройство 11, управляющее клапаном отвода, который направляет загрязненную воду в отстойник для утилизации, что увеличивает срок службы фильтров очистки.

Проведенные исследования показали, что при проектировании систем управления аварийными сбросами в технологическом процессе очистки сточных вод крупного предприятия для успешного выявления и устранения аварийных ситуаций необходимо с помощью разработанных теоретических и методических основ учитывать вероятность появления аварийных сгустков и существование корреляционных связей между оптической плотностью и другими параметрами,

характеризующими содержание и виды загрязнений.

1. Габричидзе Т.Г. Основы комплексной системы безопасности критически важных (потенциально опасных) объектов муниципального и регионального уровней: монография. – Самара: Изд-во Самар. НЦ РАН, 2011. – 391 с.
2. Горшков М.В. Экологический мониторинг. Учеб. пособие. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2010. – 313 с.
3. Патент № 113845 на полезную модель, МПК7: G01N 21/00. – Устройство устранения аварийного выброса / Алексеев В.А., Козаченко Е.М., Юран С.И., Перминов А.С. (Заявка на полезную модель №2011144701/28 (067035) от 03.11.2011). Оpubл. 27.02.2012. Бюл. №16.
4. Алексеев В.А., Козаченко Е.М., Юран С.И. Управление аварийными сбросами в технологическом процессе очистки сточных вод предприятия // Приборостроение-2012: материалы пятой междунар.науч.-техн.конф. (21-23 ноября 2012 г.) - Минск: Изд-во Бел.Нац.Техн.Ун-та, 2012. –С. 5-6.
5. Алексеев В.А., Усольцев В.П., Юран С.И. Методика тестирования неоднородных жидких оптических сред//«Приборостроение в

УДК 681.785; 615.47

ФОТОПЛЕТИЗМОГРАФ С ИМПУЛЬСНЫМ ИСТОЧНИКОМ ИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Алексеев В.А., Юран С.И., Перминов А.С.

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

Одним из методов, позволяющим объективно оценить состояние сосудистой системы, является метод фотоплетизмографии [1], основанный на регистрации пульсовых кривых, параметры которых связаны с гемодинамическими показателями организма.

На рисунке 1 представлена упрощенная схема фотоплетизмографа с планарным оптоэлектронным датчиком, размещенном на биологическом объекте БО, где БП – блок питания источника излучения – ИИ, фотоэлектрический преобразователь – ФЭП, усилитель сигнала фотоприемника – УСФ и регистратор сигнала от ФЭП – Рег. Необходимые параметры оптического излучения (светодиода, лазера) оптоэлектронного датчика фотоплетизмографа обеспечивает источник питания источника излучения.

Для снижения уровня помех различной природы (оптические, промышленной сети и др.) применяется модуляция и синхронное детектирование сигнала, что требует импульсного питания источников излучения. Так в разработанном

- XXI веке – 2013. Интеграция науки, образования и производства: Сборник материалов IX Всероссийской научно-технической конференции с международным участием (Ижевск, 13 – 15 ноября 2013 г.), – Ижевск: Издательство ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2014. – С 349 – 353.
6. Алексеев В.А., Усольцев В.П., Юран С.И. Обобщенная вероятностная математическая модель поступления сточных вод на очистные сооружения при залповых сбросах // Интеллектуальные системы в производстве. – 2014. – № 1(23) – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2014. – С.108-113.
7. Алексеев В.А., Козаченко Е.М., Юран С.И. Установка мониторинга загрязнения сточных вод / Измерения в современном мире - 2011: сборник научных трудов Третьей Междунар. науч.-практ. конф. (С.-Петербург, 17-20 мая 2011). СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – С.72-74.
8. Алексеев В.А., Усольцев В.П., Юран С.И. Идентификация аварийных выбросов в системах фильтрации сточных вод в явно выраженных условиях многомерности и неопределенности // Интеллектуальные системы в производстве. – 2013. – № 2(22) – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2013. – С.173-177.

авторами автоматизированном фотоплетизмографе [2] импульсный режим работы ИК светодиода обеспечивается следующим образом. С блока управления подается напряжение на буферный усилитель-формирователь, задавая выходной ток источника излучения, на который поступает и тактовый сигнал частотой 10 кГц, модулирующий выходной ток источника излучения.

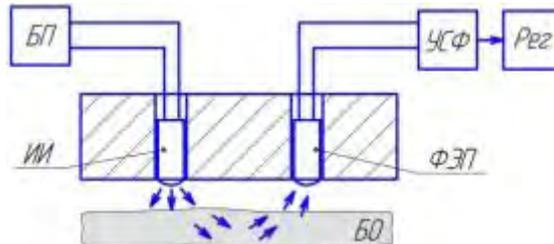


Рисунок 1 – Упрощенная схема фотоплетизмографа

Для повышения достоверности ряда гемодинамических показателей, связанных с информативными параметрами регистрируемой пульсо-