

УДК 502.656

УСТАНОВКА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ АВАРИЙНЫХ ВЫБРОСОВ В СИСТЕМАХ ФИЛЬТРАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД

© 2009 В.А. Алексеев, Е.М. Козаченко, М.А. Стерхова
Ижевский государственный технический университет
Статья получена 02.10.2009 г.

В статье рассмотрены принципы автоматического предупреждения аварийных выбросов в системах фильтрации сточных вод попадающих в водоемы. Приведена схема установки для определения режимов автоматического реагирования на выброс с использованием лазера.

Ключевые слова: *сточные воды, фильтрация, аварийные выбросы, лазер*

Одна из важнейших проблем современности – снабжение человека чистой питьевой водой. Проблема порождена повсеместным ухудшением качества воды в природных водоемах. Перечень показателей качества воды, предписанный рекомендациями ВОЗ для контроля, настолько велик и разнообразен, что в мировой практике аналитического приборостроения даже в настоящее время отсутствуют серийно выпускаемые концентратометры для их автоматического контроля [1]. На промышленных предприятиях же существует вероятность выброса различных компонентов, начиная от механического мусора, кусков трубы, ржавчины, и подобного, заканчивая весьма тонкими субстанциями, которые не так-то просто очистить фильтрами, но которые в то же время могут нанести существенный экологический урон водоемам. Даже если установить многоступенчатые фильтры, которые будут улавливать все возможные частицы, смеси и загрязнения, стоимость такого оборудования будет весьма велика, да и забиваться они будут быстро. В качестве выхода из такой ситуации устанавливаются системы контроля протекающей воды, и в нужный момент происходит переключение водяного потока. Это может быть просто система слива загрязненной воды в отстойник, или это может быть система разделения воды в различные фильтры, в зависимости от веществ, проходящих через установку, что существенно уменьшает затраты на установку новых фильтров и повышает время работы.

Также следует уделить особое внимание отбору проб. Должна быть полная уверенность в том, что в отбираемой пробе и в основном потоке содержится одинаковое количество загрязнителей. Когда речь идет о закрытых турбулентных потоках с хорошим перемешиванием эта проблема

исчезает. В открытых системах (каналах, реках, дренажах), особенно с малой скоростью течения, легкие нефтепродукты могут значительно обогащать верхний слой. В этом случае пробу воды лучше всего отбирать после плотины или небольшого перепада, где вода перемешивается.

Весьма важно, чтобы у поставщиков воды были разработаны планы действий на случай аварийных ситуаций. В таких планах должны учитываться возможность стихийных бедствий (землетрясений, паводков, повреждений электрооборудования молниями), аварий (случайные разливы на площади водосбора), повреждений установок для очистки воды и распределительной системы, а также различных действий людей (забастовки, саботаж). В планах на случай таких ситуаций должна быть четко оговорена ответственность за координацию предпринимаемых мер, приведены схемы предупреждения и оповещения пользователей систем водоснабжения и меры по обеспечению и распределению аварийных запасов воды. Отследить внезапное загрязнение воды на водопроводной станции позволяют контроль таких показателей, как мутность, цветность, запах, температура, щелочность, хлориды, ХПК, БПК – т.е. обобщенных показателей. Общим недостатком всех методов является предварительный отбор и длительная подготовка проб, что не позволяет оперативно реагировать в сложившейся ситуации.

Проведенный анализ возникновения подобных аварийных ситуаций по материалам публикаций показал, что в отдельных случаях аварийные выбросы, протекающие в течение определенного интервала времени, представляют собой «сгусток» неоднородной жидкости в основной трубе. При подобной аварии изменяется плотность воды в определенном интервале времени. Этот «сгусток» жидкости можно зафиксировать в течение этого временного интервала косвенными измерениями оптической плотности [2]. Одним из методов косвенного измерения является турбидиметрический метод анализа мутных сред основанный на измерении изменения интенсивности потока световой энергии, прошед-

Алексеев Владимир Александрович, доктор технических наук, профессор, проректор по научно-организационной работе. E-mail: alekseevv@istu.ru
Козаченко Елена Михайловна, аспирант
Стерхова Марина Анатольевна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Лазерные системы»

шего через дисперсную систему [3]. Причинами изменения потока являются как его поглощение, так и рассеяние. Метод аналогичен абсорбционному методу, но в ряде случаев измерение может происходить в потоке «белого света» без применения полосовых фильтров, что в значительной мере упрощает применяемую аппаратуру [4]. Излучение лазера через входное окно в сточной трубе проходит через поток воды и попадает на фотоприемник, находящийся за вторым окном в трубе. Электрический сигнал с фотоприемника преобразуется в цифровой сигнал, который регистрируется ЭВМ. Производится обработка цифрового сигнала в ЭВМ и по ее результатам принимается решение о перераспределении потока воды. Своевременное обнаружение «сгустка» неоднородной жидкости позволит обеспечить контроль движения его по основной трубе и при соответствующей автоматике отвести его в специальный отстойник и, таким образом, прекратить временно поступление некачественной воды на фильтры. На рис. 1 представлена структурная схема системы автоматизации устранения аварийного выброса. Объем отстойника должен быть таким, чтобы вместить в себе всю жидкость, поступающую за время устранения аварии.

На основе рассмотренного выше метода нами предложен лабораторный стенд для отработки

режимов устранения аварийного выброса. Функциональная схема установки изображена на рис. 2.

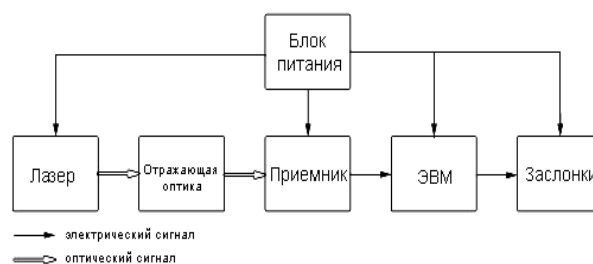


Рис. 1. Структурная схема автоматизации устранения аварийного выброса

В гидросистему установки вода подается из бытовой системы водоснабжения. Для перекрытия потока имеется проходной вентиль 1. К трубе, по которой течет вода, присоединены трубы, идущие от резервуаров 2 и 4, в которых находятся примеси – загрязняющие вещества в различных концентрациях. Проходные вентили 3 и 5 предназначены для регулировки количества веществ, поступающих в воду. На данном этапе происходит первичное смешивание воды с загрязнителем. Следуя далее по трубе, смесь проходит колено 6, предназначенное для интенсификации смешивания воды с загрязнителем.

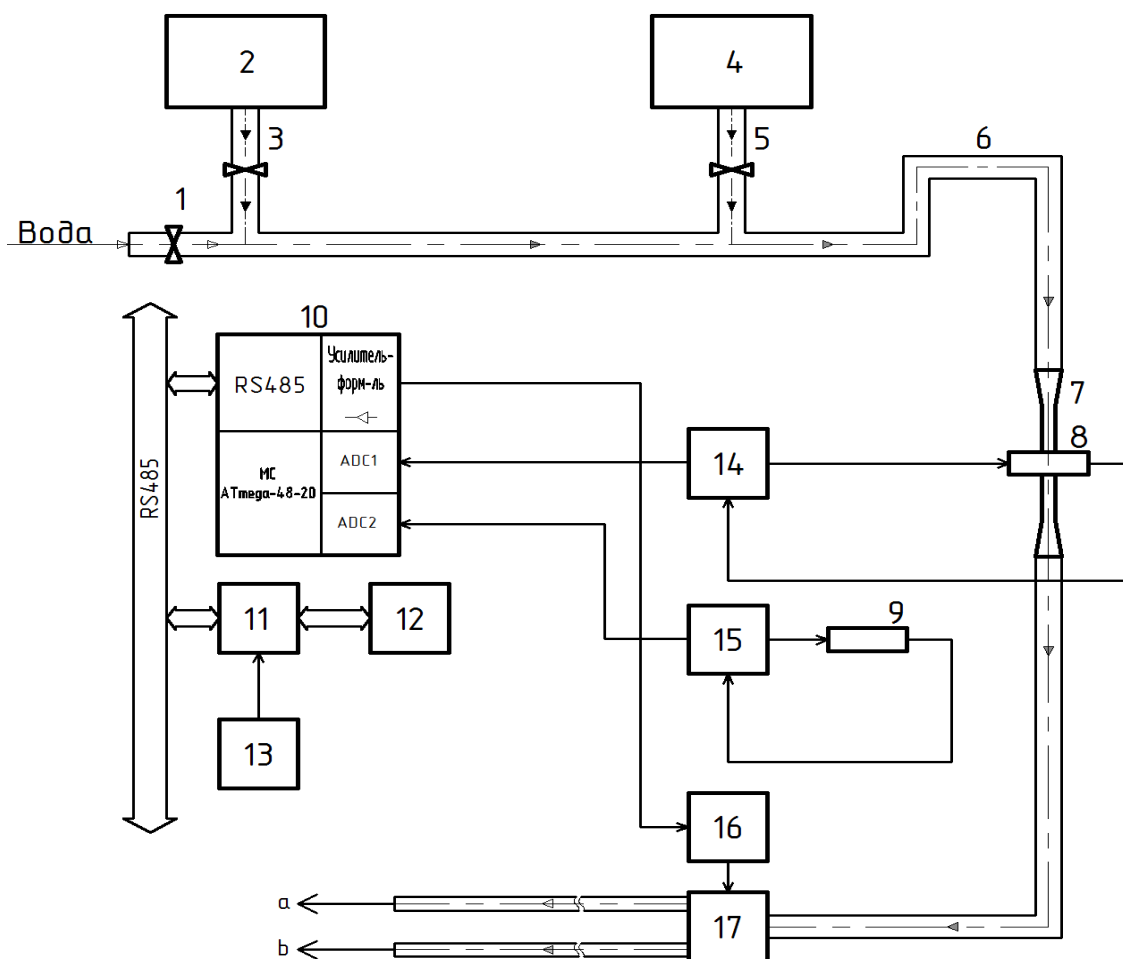


Рис. 2. Функциональная схема установки

Труба Вентури 7 устанавливается после колена. Измерительный датчик 8 устанавливается на горловине трубы Вентури, где происходит наиболее интенсивное смешивание жидкостей. Труба Вентури (труба с переменным по потоку сечением) необходима для равномерности смешиваемого потока. От равномерности перемешивания жидкостей будет зависеть равномерность распределения оптической плотности по поперечному сечению потока, что в свою очередь будет вносить свой вклад в результат измерения, а именно, скачки в полученных значениях измеряемой величины, влияющие на достоверность конечного результата будут значительно сглажены [5]. Оптические датчики нужно установить на горловине трубы. Кроме измерительного датчика в установке предусмотрен опорный датчик 9. Предусилители 14 и 15 предназначены для стабилизации мощности излучения лазерных диодов датчиков, и для усиления сигнала поступающего с фотоприемника. Стабилизация излучения производится путем измерения сигнала поступающего со встроенного в излучатель фотоприемника. При этом необходимо соблюдать условие, чтобы эти сигналы с датчиков обоих излучателей были равными. Блоки 10-13 предназначены для обработки сигналов поступающих с датчиков и формирования импульсов для переключения исполнительного устройства. Электронный ключ 16 предназначен для преобразования управляющего импульса, поступающего с формирователя в постоянный ток, переключающий

электромагнитный клапан 17. Клапан 17 имеет канал, назовем его входным, в который поступает жидкость. В зависимости от того, на какой из двух электромагнитных приводов подано напряжение, поток с входного канала направляется в один из двух выходных. Клапан 17 управляется путем подачи на него управляющего напряжения, которое формируется в зависимости от свойств смеси, то есть от концентрации загрязнителя в воде. В случае если концентрация не превышает ПДК то открыт канал «а», в противном случае вода направляется в канал «b».

Перед началом измерений производится проверка сигналов датчиков. Проверка производится при наличии между излучателями и фотоприемниками датчиков жидкости. При исправности всех узлов системы и надлежащем состоянии оптических элементов эти сигналы должны быть равны. Это позволит исключить из результатов измерений постоянную ошибку. Если сигналы равны то, можно начинать процесс измерения. В поток воды добавляется некоторое количество загрязнителя, и система измерения сразу начинает отслеживание уровня сигналов с датчиков и сравнение его с заданным уровнем. Уровень задается в процессе калибровки установки. Если сигнал измерительного датчика не падает ниже порогового уровня, то система автоматизации не выдает управляющего сигнала на исполнительное устройство и процесс измерения продолжается в нормальном режиме.

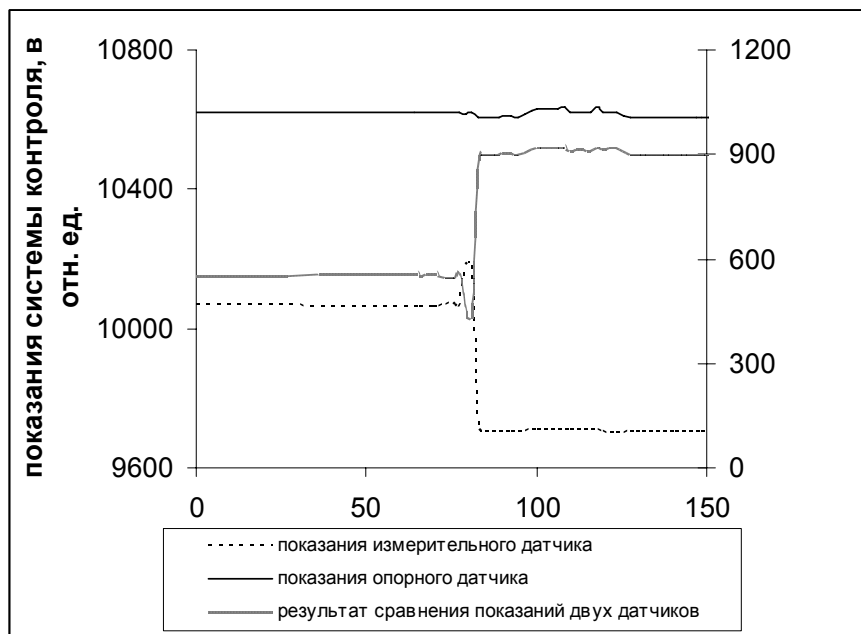


Рис. 3. График изменения оптической плотности воды при введении загрязнения (0,1% меловой раствор)

В течение всего процесса измерения значения сигналов отображаются на мониторе компьютера в виде графика отображающего изменение оптической плотности смеси во время проведения эксперимента. Также строится таблица, состоящая из значений оптической плотности

записанных через заданные промежутки времени. На рис. 3 представлен результат работы стенда при введении в чистую воду небольшого количества загрязнителя, в качестве которого был использован слабый меловой раствор (0,1%). Далее количество загрязнителя поступающего в поток

воды постепенно увеличивают. Когда его концентрация превысит ПДК, то есть сигнал измерительного датчика упадет ниже порогового уровня, программа отслеживает время, в течение которого поддерживается данное значение. Значение времени также устанавливается программно. При истечении заданного времени формируется сигнал на исполнительное устройство, которое в свою очередь перекрывает основной канал стока воды и открывает резервный. Выдержка времени предусматривается для того, чтобы исполнительное устройство не срабатывало на случайные всплески оптической плотности, которые могут быть обусловлены неравномерным введением загрязнителя в воду. После того, как сработало исполнительное устройство, процесс измерения продолжается далее. Если концентрация упадет ниже ПДК и также продержится в течение заданного времени, то на исполнительное устройство подается сигнал об открывании основного канала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Кармазинов, Ф.В.* Ушаков, директор Система аналитического контроля качества воды в ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»/ *Ф.В. Кармазинов, А.Н. Атанов, Г.Ф. Глуценкова, Н.П.* // Водоснабжение и санитарная техника. – 2004. - №8, ч.2.
2. *Алексеев, В.А.* Снижение влияния аварийных выбросов в системах фильтрации сточных вод / *В.А. Алексеев, А. Хедр, Е.М. Козаченко* // Интеллектуальные системы в производстве. – 2008. - №2. – С. 137-144.
3. Химическая энциклопедия в пяти томах. – М., Советская энциклопедия, 1988.
4. *Шуберт, М.* «Введение в нелинейную оптику» / *М. Шуберт, Б. Вильгельми.* – М., Мир, 1973. - ? с.
5. *Абиев, Р.Ш.* Новое оборудование для осуществления взаимодействия фаз в системах газ-жидкость и жидкость-жидкость в режиме резонансных пульсаций// Гидравлика и пневматика, - 2007. - №3.

UNIT FOR AUTOMATIC PREVENTION OF ACCIDENTAL DISCHARGE IN WASTEWATER FILTERING SYSTEMS

© 2009 V.A. Alekseev, E.M. Kozachenko, M.A. Sterkhova
Izhevsk State Technical University
Article is received 2009/10/02

Principles of automatic prevention of accidental discharges in wastewater filtering systems for water bodies are considered. A structure diagram of the unit using laser for automatic response mode selection in case of discharge is presented.

Key words: *wastewater, filtration, accidental discharge, laser*

*Vladimir Alekseev, Doctor of Technical Sciences, Professor,
Pro-rector on Scientifically-organizational Work. E-mail:
alekseevv@istu.ru*

Elena Kozachenko, Graduate Student

*Marina Sterkhova, Candidate of Physical and Mathematical
Sciences, Associated Professor at the Laser Systems Department*