

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 502.656

В. А. Алексеев, доктор технических наук, профессор
Е. М. Козаченко, соискатель
С. И. Юран, доктор технических наук, профессор
Ижевский государственный технический университет

АВТОМАТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ АВАРИЙНОГО ВЫБРОСА В СИСТЕМАХ ФИЛЬТРАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД

Рассмотрена автоматическая установка для устранения аварийного выброса загрязняющих веществ в системах фильтрации сточных вод, работа которой основана на контроле оптической плотности водной среды. В случае возникновения выброса вырабатывается сигнал, управляющий заслонками, расположенными на трубопроводе и отводе. В результате загрязненная вода своевременно направляется через отвод в отстойник для утилизации, что увеличивает срок службы фильтров очистки.

Ключевые слова: аварийный выброс загрязняющих веществ, мониторинг, оптическая плотность, оптоэлектронный датчик, скорость движения жидкости, фильтр очистки

Актуальной экологической задачей является организация отвода, сброса, и обезвреживания сточных вод промышленных и сельскохозяйственных предприятий, а также других объектов. Аварийное загрязнение водных объектов возникает при залповом сбросе вредных веществ в поверхностные воды объектов, который причиняет вред или создает угрозу причинения вреда здоровью населения, нормальному осуществлению хозяйственной и иной деятельности, состоянию окружающей среды. Анализ систем контроля качества питьевой воды в цехах водоочистки показал, что необнаруженный выброс загрязняющих веществ может привести к таким неблагоприятным последствиям, как производство некачественной или опасной для здоровья питьевой воды и повреждение системы фильтрации [1, 2].

Отсутствие системы экологического контроля воды на предприятии в Пермском крае привело в первой половине 2010 г. к чрезвычайной ситуации, когда целый город в течение длительного времени оказался без достаточного количества чистой воды. Более того, возникли трудности по обнаружению источника загрязнения, что могло привести к повторению аналогичной ситуации.

Суть проблемы заключается в том, что, с одной стороны, существующие методы анализа неоднородных сред требуют применения сложной аппаратуры, что не всегда возможно в производственных условиях. С другой стороны, для принятия решения необходима оперативность. Однако в большинстве применяемых точных методик требуется значительное время для проведения анализа, что не позволяет в режиме реального времени устранить попадание аварийного выброса в систему фильтрации. Поэтому возникает задача оперативного анализа неоднородных водных сред с целью дальнейшего принятия решений о проведении тех или иных защитных процедур.

В работе указанная задача экологического мониторинга решается с помощью разработанной автоматической установки с применением оптических методов контроля свойств этих сред, имеющих большую перспективу в связи с развитием современных средств оптоэлектроники и лазерных технологий. Установка предназначена для устранения влияния вредных выбросов при возникновении аварийной ситуации в системе утилизации сточных вод.

Проведенные исследования показали, что в ряде случаев аварийный выброс представляет собой «сгусток» неоднородной жидкости, содержащей загрязняющие вещества, оптическая плотность сгустка на определенном ограниченном интервале времени отличается от оптической плотности контролируемой среды. Такие сгустки могут возникать только в аварийной ситуации, приводящей к сбросу загрязняющих веществ в систему стоков и фильтрации, например, при разгерметизации какого-либо оборудования на объекте контроля. Такая система, как правило, не предназначена для очистки воды от этих веществ. При наличии в системе фильтров последние могут выйти из строя или не полностью отфильтровать загрязняющие вещества, что приведет к проникновению их в окружающую среду (водоем).

На рисунке приведена структурная схема установки для устранения аварийного выброса. Контролируемая жидкость 1 перемещается по трубопроводу 2, в котором установлены оптоэлектронные датчики 3 и 11. Для контроля изменений оптической плотности водной среды используется турбидиметрический метод анализа мутных сред [3]. В трубопроводе выполнен отвод (ответвление) 5, а также установлены задвижки 6, 7 для блокировки движения контролируемой жидкости, фильтр очистки 8, третий оптоэлектронный датчик 9 и резервуар (отстойник) 10 утилизации загрязненной жидкости. Управляет работой установки блок обработки и управления 4, выполненный на базе микроконтроллера. В нем установлены значения эталонной оптической плотности контролируемой жидкости и допустимые отклонения от нее. Кроме этого, в блок 4 внесена информация о расстоянии L_0 между датчиками 3 и 11. По времени прохождения t_c контролируемой жидкости между датчиками 3 и 11, расположенными на фиксированном и заданном расстоянии L_0 друг от друга, в блоке 4 вычисляется скорость $V_c = L_0/t_c$ движения жидкости.

В процессе мониторинга в блоке 4 производится непрерывное сравнение текущей оптической плотности среды, полученной в результате обработки сигналов, поступающих от оптоэлектронных датчиков 3 и 11, и эталонной оптической плотности контролируемой жидкости. В нормальном состоянии, когда оптическая плотность среды не превышает допустимого порогового значения, задвижка 6 открыта, а задвижка 7 закрыта. При этом вода, проходя через фильтр очистки 8, поступает в окружающую среду (водоем).

В случае выхода величины текущей оптической плотности за допустимый порог, что может произойти при аварийном выбросе на объекте контроля (предприятии), с блока обработки и управления 4 через рассчитанное с его помощью время подаются управляющие сигналы на закрытие задвижки 6 (первый выход блока 4) и открытие задвижки 7 (второй выход блока 4). Своевременная подача управляющих сигналов при различных напорах в канале перемещения контролируемой среды обеспечивается введением датчика 11. Рассмотрим, как это происходит.

Начало переключения заслонок 6 и 7 определяется следующим образом. Известно время прохождения аварийным выбросом расстояния L_1 от датчика 11 до заслонки 6. Оно определяется как L_1/V_c . Это время должно быть уменьшено на время переключения заслонки $t_{\text{перекл}}$ и время задержки t_z , обеспечивающее надежность

окончания (завершения) переходных процессов при переключении, т. е. начало переключения заслонок наступает после фиксации начала аварийного выброса (сгустка) датчиком 11 через время $t_0 = L_1/V_c - t_{\text{перекл}} - t_3$.

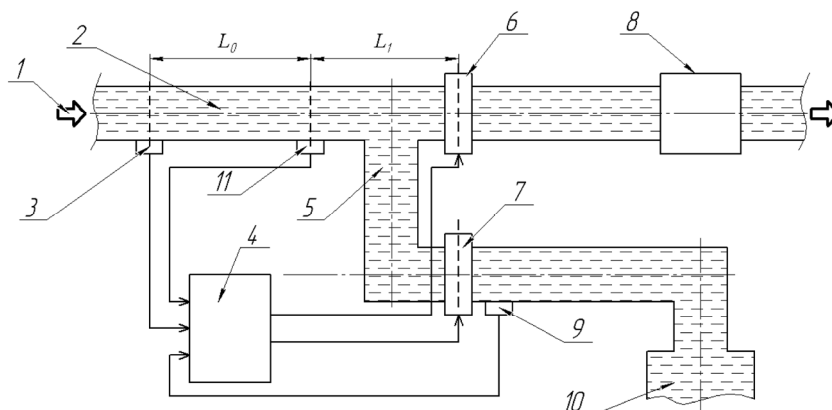


Схема установки устранения аварийного выброса

Поскольку известны скорость V_c движения жидкости и интервалы времени ее перемещения от датчика 11 до заслонок 6 и 7, на элементы 6 и 7 с блока 4 своевременно, учитывая инерционность их работы (время переключения $t_{\text{перекл}}$ и t_3), подаются управляющие сигналы. В результате загрязняющее вещество вместе с контролируемой средой поступает через отвод в отстойник 10 для дальнейшей утилизации и не проходит в систему очистки (фильтр очистки 8) и далее в окружающую среду. Открытие заслонки 7 по времени, рассчитанном в блоке 4, позволяет снизить количество «лишней» незагрязненной жидкости, попадающей в отстойник 10.

Расстояние L_1 от места установки оптоэлектронного датчика 11 до элементов блокировки движения контролируемой среды 6 и 7 должно быть не менее чем $(t_3 + t_{\text{перекл}})V_{\text{max}}$, где V_{max} — максимально возможная скорость движения контролируемой среды.

При восстановлении через определенный интервал времени эталонного значения текущей оптической плотности контролируемой среды (окончание аварийного выброса) задвижки возвращаются в нормальное положение (задвижка 6 открыта, задвижка 7 закрыта). Для повышения достоверности определения момента окончания поступления загрязняющих веществ от аварийного выброса в отстойник 10 и недопустимости их проникновения в окружающую среду используется оптоэлектронный датчик 9, аналогичный датчикам 3 и 11. Сигнал с датчика 9, пропорциональный оптической плотности контролируемой среды в отводе 5 после места расположения заслонки 7, поступает на второй вход блока обработки и управления 4, который выдает управляющий сигнал на открытие заслонки 6 только в том случае, если оптическая плотность контролируемой среды после прохождения заслонки 7 восстановит свое эталонное значение.

Ранее была предложена установка для устранения влияния загрязняющих веществ от аварийного выброса [4, 5], в которой не учитывалась скорость движения жидкости в трубопроводе. Это, во-первых, снижало надежность устранения последствий аварийного выброса, т. к. при большой скорости потока жидкости за-

слонки (заслонки) 6 и 7 могли не успеть переключиться и тем самым предотвратить поступление загрязняющих веществ в систему фильтрации и далее в окружающую среду. Во-вторых, при установке заслонки (заслонки) 7 на заведомо большом расстоянии от оптоэлектронного датчика 3, обеспечивающем ее надежное переключение даже при самой большой скорости движения загрязненной жидкости, в отстойник 10 попадет недопустимо много еще не загрязненной воды, предшествующей аварийному выбросу, что необоснованно увеличивает объем отстойника.

Предложенная в работе система позволяет повысить надежность обнаружения аварийного выброса загрязняющих веществ в протекающей жидкости и его устранения. Это обеспечивается за счет определения скорости движения воды и своевременного переключения задвижек при различном напоре жидкости в канале движения контролируемой среды. В результате за счет снижения вероятности проникновения фрагментов сгустка в систему фильтрации увеличивается срок службы фильтра очистки. Важно отметить, что в случае проникновения кратковременного аварийного выброса загрязняющих веществ, например маслянистых, дорогостоящие устройства фильтрации могут быть повреждены, в результате чего качество очистки воды существенно снижается.

Кроме этого, снижается количество технической («чистой») воды, уходящей в отстойник как до, так и после окончания прохождения сгустка (загрязнения), что позволяет уменьшить объем отстойника и тем самым снизить затраты на очистку (утилизацию) его содержимого.

Разработанный макет лабораторной установки показал свою работоспособность на ряде широко распространенных загрязняющих веществ. Промышленный образец установки может найти применение при решении задач экологического мониторинга в отраслях нефтегазового и агропромышленного комплексов, в химической, легкой, перерабатывающей промышленности.

Библиографические ссылки

1. Алексеев В. А., Козаченко Е. М., Стерхова М. А. Установка автоматического предупреждения аварийных выбросов в системах фильтрации сточных вод // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11(27), № 1(6). – С. 1329–1332.
2. Система управления автоматической установкой контроля оптической плотности сточных вод / В. А. Алексеев [и др.] // Вестник ИжГТУ. – 2010. – № 4(48). – С. 101–105.
3. Андреев В. С., Попечителей Е. П. Лабораторные приборы для исследования жидких сред. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1981. – 312 с.
4. Пат. № 105456 на полезную модель, МПК7: G01N 15/06. Устройство для устранения аварийного выброса / Алексеев В. А., Козаченко Е. М., Юран С. И., Перминов А. С. – Опубл. 10.06.2011, Бюл. № 16.
5. Алексеев В. А., Козаченко Е. М., Юран С. И. Установка мониторинга загрязнения сточных вод // Измерения в современном мире – 2011 : сб. науч. тр. Третьей Междунар. науч.-практ. конф. (С.-Петербург, 17–20 мая 2011 г.). – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – С. 72–74.

Работа выполнена при поддержке Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (Государственный контракт № 16.740.11.0468 от 13.05.2011).

V. A. Alekseev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University
E. M. Kozachenko, Candidate for a Degree, Izhevsk State Technical University
S. I. Yuran, Doctor of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University

Automatic Installation for Elimination of Emergency Emission in Sewage Filtration Systems

Automatic installation for elimination of emergency emission of polluting substances in sewage filtration systems based on the control of optical density of water environment is considered. In case of emission occurrence a control signal is generated which activates latches, located on the pipeline and pipe bend. As a result, polluted water in due time goes through the bend to a sediment chamber for recycling that increases service life of filters.

Keywords: emergency emission of polluting substances, monitoring, optical density, optoelectronic sensor, speed of liquid flow, cleaning filter

Получено: 02.11.11

УДК 620.92(045)

М. Ч. Залиханов, академик РАН
В. Ф. Гракович, доктор технических наук
Государственная Дума, Москва

Н. П. Кузнецов, доктор технических наук, профессор
Ижевский государственный технический университет

В. А. Федоров, доктор химических наук, профессор
Институт общей и неорганической химии им. Н. С. Курнакова РАН

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ БОРЬБЫ С ВСЕМИРНЫМ ПОТЕПЛЕНИЕМ

Для снижения темпов всемирного потепления предлагается реализовать на практике идею по созданию в экваториальной зоне Земли солнечных электростанций, позволяющих осуществить рекуперацию солнечных тепловых потоков. Показана возможность организации массового производства элементов солнечных батарей на основе арсенидгаллиевых технологий на базе объекта по уничтожению люизита в пос. Камбарка Удмуртской Республики путем его перепрофилирования. При этом в качестве исходного сырья для получения химически чистого мышьяка предлагается использовать реакционные массы, полученные в результате уничтожения люизита.

Ключевые слова: глобальное потепление, солнечные батареи, КПД солнечных электростанций, арсенидгаллиевые солнечные батареи, люизит, управление климатом

Рост солнечной активности, изменение геомагнитного поля Земли, вмешательство человека в природные процессы, изменение характеристик и параметров глобальных океанических течений (например, Гольфстрим) приводит к ежегодному росту природных катастроф (тайфуны, ураганы, цунами и т. д.), а в конечном итоге к изменению климата на Земле, глобальному потеплению [1–4]. Этому способствует и интенсивный рост энергопотребления, в том числе за счет углеводородного сырья, сжигание которого приводит к усилению парникового эффекта. Парниковый эффект приведет к таянию метаносодержащих льдов вечной мерзлоты