



Решение любых задач - от стандартных до самых амбициозных

Автоматизация очистных сооружений: выбор приборов для измерения ключевых технологических параметров в отстойниках

Точки технологического контроля

Отстойники являются неотъемлемой частью технологии очистки сточных вод. Наиболее распространены радиальные отстойники, имеющие круглую форму, благодаря чему мы безошибочно узнаем очистные сооружения из иллюминатора самолета, пролетая над любой страной мира (см. фото на рис. 1).

Основная роль отстойников в технологии очистки стоков – разделение осадка (ила) и осветленной воды. При несвоевременном выводе из отстойников осадок скапливается в них в избыточном количестве. Это приводит к возникновению проблем на последующих технологических стадиях и невозможности обеспечить нужную степень очистки воды (подробнее об актуальных задачах, с которыми приходится сталкиваться при автоматизации биологических очистных сооружений, и способах их решения см. в [1]). Вывод из отстойников избыточного количества ила также ведет к нежелательным последствиям в виде увеличения затрат на последующее обезвоживание осадка.

Еще одной проблемой является вынос взвешенных частиц из вторич-

Наряду с самыми современными средствами измерений, включая ультразвуковые датчики для измерения уровня осадка, датчики мутности и приборы измерения расхода иловых смесей, компания Endress+Hauser предлагает потребителям комплексные решения для автоматизации мониторинга качества питьевой воды и очистки стоков «под ключ», а также сервисные услуги по обслуживанию датчиков и комплексных измерительных систем. Таким образом, в партнерстве с Endress+Hauser возможно решение различных задач по автоматизации измерений в системах водоснабжения и водоотведения, от стандартных до самых амбициозных.

ных отстойников. Это приводит к превышениям допустимых показателей качества воды на сбросе, что чревато штрафными санкциями к предприятию.

Таким образом, первый вопрос, который встает перед технологами «А сколько сейчас ила в отстойнике?» По внешним признакам уровень залегания ила оценить невозможно. Для этого необходимо использовать контрольно-измерительные приборы, предназначенные для контроля уровня осадка. Это дает возможность осуществлять непрерывный мониторинг данного параметра и производить откачку осадка не по

времени, а исходя из реального количества ила в отстойнике.

Вторым важнейшим технологическим параметром является непрерывный контроль концентрации взвешенных веществ на выходе из вторичных отстойников. Значение этого показателя можно определить путем лабораторного анализа. Однако, чтобы оперативно реагировать на возможные выносы взвешенных частиц, отслеживать на выходе качество стоков и их соответствие установленным нормам, необходимы специализированные датчики мутности.

В зависимости от технологического плана осадок может перекачиваться на дальнейшую обработку и утилизацию, либо возвращаться в процесс. В связи с этим еще одной актуальной задачей при автоматизации работы очистных сооружений является удержание соотношения между поступающей сточной водой и возвратными потоками ила в заданных пределах. Для решения этой задачи требуются приборы, способные эффективно измерять расход ила с высоким содержанием твердой фазы.

Совокупность решения описанных выше задач позволяет регулировать процесс в «реальном времени», добиваясь не только качественной очистки стоков, но и экономии электроэнергии на перекачивающих насосах и в процессе обезвоживания ила.

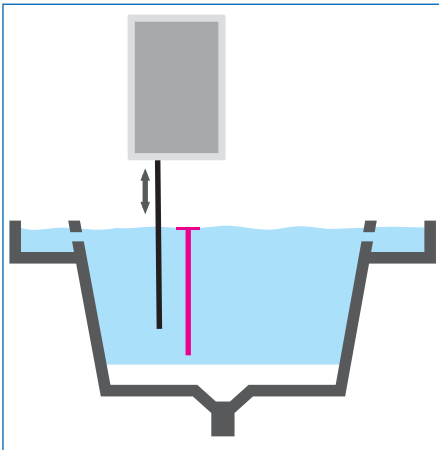
Необходимо также отметить, что с распространением мембранных технологий многие проектные организации в России рассматривают возможность применения мембранных фильтров на выходе из аэротенков вместо вторичных отстойников. Это позволяет существенно сэкономить место для размещения станции очистки. Использование фильтрации

■ Рис. 1. Очистные сооружения с высоты птичьего полета





■ **Рис. 2.** Измерение уровня осадка с автоматическим позиционированием датчика мутности



накладывает на эксплуатирующую организацию дополнительные требования по специальному обслуживанию. Мембранам требуется как периодическая очистка, так и регулярная замена фильтрующих элементов. Непрерывный мониторинг целостности мембран также возлагается на датчики мутности, устанавливаемые после мембранных фильтров.

Выбор контрольно-измерительных приборов Измерение уровня осадка

Для измерения уровня осадка в отстойниках применяются два основных принципа: предельный и непрерывный. Предельный принцип заключается в измерении мутности (концентрации взвешенных веществ) в одной точке на определенной глубине в отстойнике. Когда показатель мутности превышает заданное значение, датчик сигнализирует о достижении осадком точки установки датчика. Как правило, уровень установки выбирается в соответствии с максимальным расчетным уровнем осадка в отстойнике. По показаниям датчика включается откачка осадка. Очевидным недостатком данного метода является отсутствие информации о текущей заполненности отстойника илом. Именно этот недостаток стал поводом для разработки более информативных непрерывных методов.

Эволюционным решением стало измерение значения мутности на разных глубинах отстойника. При этом применение нескольких приборов существенно удорожает измерительную точку. Применение одного датчика мутности с системой автоматического позиционирования по глубине отстойника (рис. 2) позволяет сократить объем изначальных затрат. Данная система наконец-то позволяет ответить на вопрос «А сколько сейчас ила в отстойнике?», но имеет

два недостатка: наличие движущихся частей и обмерзание кабеля при отрицательных температурах.

Революционным решением является система ультразвукового измерения уровня осадка. Принцип действия основан на измерении времени необходимого излучаемому ультразвуковому сигналу, чтобы достичь твердых частиц в зоне раздела, отразиться от них и вернуться в приемник (рис. 3). Данный прибор может монтироваться как на край переливного бортика, так и на вращающуюся часть отстойника. В настоящее время системы такого типа почти полностью вытеснили описанные выше решения на базе датчиков мутности благодаря высокой точности измерения и минимальным требованиям по плановому обслуживанию. Например, компания Endress+Hauser для контроля уровня осадка в первичных и вторичных отстойниках предлагает использовать ультразвуковой датчик TurbimaxCUS71D с вторичным преобразователем LiquilineCM44x. Наряду с оптимальной технологией измерения в этой системе реализована автоматическая очистка датчика, имеется русскоязычное меню и возможность записи настроек прибора на флэш-карту. Все это позволяет не только упростить запуск измерительной точки, но и сократить до минимума дальнейшее плановое обслуживание измерительной системы.

Измерение мутности (концентрации взвешенных веществ) на выходе из отстойника

Для измерения мутности применяются стационарные оптические датчики (рис. 4). Луч света посылается в среду и отклоняется от своего первоначального направления частицами с большей оптической плотностью, например, частицами твердого вещества. Отраженный свет рассеивается под разными углами. Наибольший интерес представляют углы 90° и 135°. Если в среде присутствует незначительное количество частиц, большая часть светового потока будет рассеяна на канал 90°. При увеличении концентрации частиц ситуация изменится: большая часть светового потока будет рассеяна на канал 135°.

Основной проблемой для датчиков мутности является загрязнение поверхности датчика, что влияет на качество показаний. Очистка вручную является оптимальным решением далеко не всегда, так как, в зависимости от содержания и типа загрязнений в среде, может требоваться очистка с периодичностью не менее одного раза в час. Типовым решением этой проблемы является установка систем

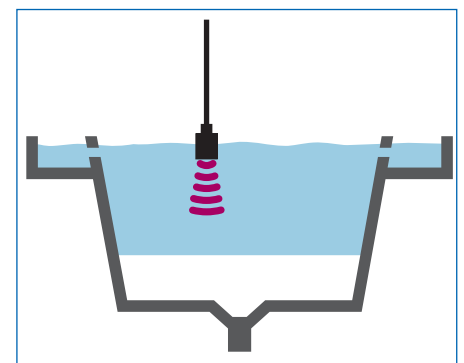
автоматической очистки. Данные системы могут быть основаны на механической очистке измерительной части щеткой-дворником, закрепленной на поверхности датчика, или на периодической продувке сжатым воздухом. Несомненное достоинство механической системы состоит в том, что она не требует подведения к точке установки датчика системы сжатого воздуха. Несмотря на это, оптимальным решением все же считается система продувки, так как при сильных загрязнениях и при наличии в жидкости волокнистых частиц механическая очистка становится неэффективной. Кроме того, изнашиваемость щетки-дворника и присутствие в датчике подвижных частей, подверженных механическому износу, предъявляет повышенные требования к техническому обслуживанию измерительной точки.

Продувка сжатым воздухом предполагает установку специальной насадки на датчик с подводом трубки от компрессора. Эта система позволяет свести сервисное обслуживание к минимуму, сохраняя требуемую точность измерения. Компания Endress+Hauser для измерения мутности (концентрации взвешенных веществ) предлагает использовать датчики мутности TurbimaxCUS51D с автоматической очисткой датчика сжатым воздухом. Программное обеспечение вторичного преобразователя позволяет в штатном режиме проводить очистку датчика, при этом сглаживать скачки показаний при промывках для предотвращения влияния ложных пиковых значений на исполнительные устройства.

Измерение расхода иловых смесей

Специфика измерения расхода иловой смеси связана с высоким содержанием твердой фазы и пузырьков воздуха в измеряемой среде. Кроме того, трубопроводы, используемые для перекачки осадка, зачастую имеют диаметр более 200 мм,

■ **Рис. 3.** Измерение уровня осадка при помощи специализированного ультразвукового уровнемера



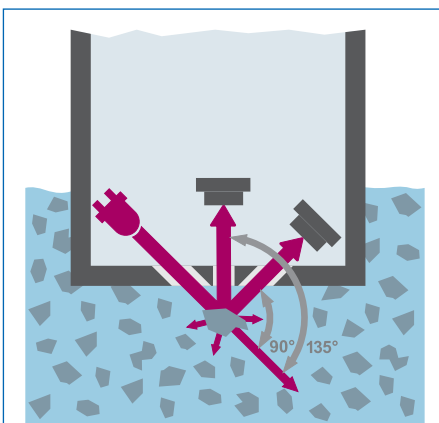


при этом доступные прямые участки не превышают 10 диаметров трубопровода. В ряде случаев установка расходомера возможна только под водой либо в колодцах с возможным подтоплением. Поэтому, несмотря на большое количество физических принципов измерений, применимых для контроля расхода жидкости [2], выбор не так уж и многообразен и, по сути, сводится к магнитно-индукционному принципу изменения.

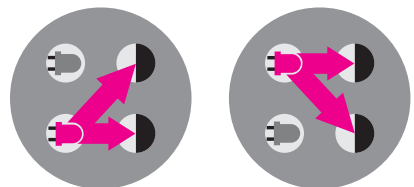
В основе магнитно-индукционных расходомеров лежит закон Фарадея. Индуцированное напряжение, вызванное движением жидкости (проводника) в магнитном поле, создаваемом катушками расходомера, пропорционально скорости потока. Объемный расход вычисляется на основании значения внутреннего диаметра трубопровода (рис. 5). Расход усредняется по всему сечению трубопровода, что дает принципиальную возможность измерять расход жидкости с включениями твердой фазы и пузырьков воздуха.

Для измерения расхода ила компания Endress+Hauser предлагает использовать магнитно-индукционные расходомеры Promag. Данный тип электромагнитных расходомеров предусматривает исполнение, позволяющее измерять расход с содержанием твердого ила вплоть до 90%. Расходомеры Promag малочувствительны к пузырькам свободного газа, у них имеются исполнения со степенью защиты оболочки IP68 (ра-

■ **Рис. 4.** Оптический принцип измерения мутности



Методы светового рассеивания: измеряется рассеянный взвешенными частицами свет под углами 90° и 135°



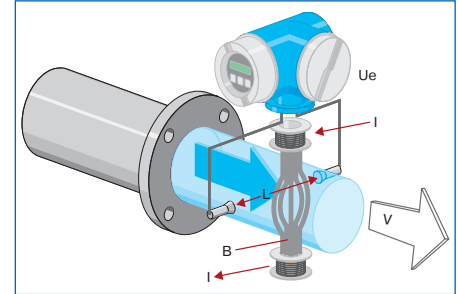
4-х лучевой метод позволяет компенсировать износ и загрязнение

ботоспособность при полном погружении в воду) и практически отсутствуют ограничения по диаметру (максимальный диаметр 2400 мм). Отличительной особенностью данных расходомеров является наличие утвержденной методики беспроливной поверки, что позволяет выполнять периодическую поверку расходомеров любых диаметров без демонтажа прибора с трубопровода и без остановки процесса. Чтобы расходомеры Promag измеряли расход с паспортной точностью (0,2% или 0,5% в зависимости от исполнения), перед ними достаточно предусмотреть прямой участок равный пяти диаметрам трубопровода.

Endress+Hauser – ведущий производитель приборов и решений для автоматизации объектов водоснабжения и водоотведения

Добиться возврата инвестиций на разработку и производство качественных современных узкоспециализированных приборов в соответствии со специфическими требованиями очистных сооружений зачастую непросто. Действительно, многие задачи, например, измерение уровня осадка в отстойниках, являются уникальными, и разработанные решения мало востребованы в других отраслях промышленности, что существенно ограничивает потенциальный объем продаж. Endress+Hauser – одна из немногих компаний в мире, которая позволяет себе вкладываться в разработку и развитие средств измерений, специально предназначенных для автоматизации объектов водоподготовки и очистки сточных вод. Будучи успешной международной компанией с оборотом порядка 1,5 млрд. евро и своими подразделениями в более чем 35 странах мира, Endress+Hauser компенсирует узость отраслевого рынка для специализированных приборов охватом больших географических рынков и комплексными поставками контрольно-измерительных приборов собственного производства для объектов водоснабжения и водоотведения. За 60 лет, прошедших со дня основания, компания Endress+Hauser прошла путь от небольшого производства датчиков уровня до комплексного производителя контрольно-измерительных приборов и решений для различных отраслей промышленности. Постоянное совершенствование технологий производства и внедрение новых принципов измерения позволяет ежедневно подтверждать статус надежного долгосрочного партнера. В 2010 г. производственный центр Endress+HauserConducta, разрабатывающий и выпускающий

■ **Рис. 5.** Принцип действия магнитно-индукционного расходомера. Скорость потока (v), индукция магнитного поля (B), создаваемого током (I) в катушках возбуждения, индуцированное магнитным полем напряжение (Ue)



промышленное аналитическое оборудование (pH, мутность, уровень осадка в отстойниках, растворенный кислород, ХПК и т.д.), стал лауреатом конкурса ManufacturingExcellence в номинации Продуктовая инновация [3]. Этот конкурс проводится в Германии и имеет очень высокий статус, поэтому в нем ежегодно участвуют многие ведущие немецкие производители. Всего через год Endress+HauserConducta удостоился главного приза ManufacturingExcellence 2011, тем самым опередив все ведущие немецкие промышленные предприятия, участвовавшие в конкурсе.

Помимо средств измерений, компания Endress+Hauser также предлагает комплексные решения для автоматизации мониторинга качества питьевой воды и очистки стоков «под ключ», а также сервисные услуги по обслуживанию датчиков и комплексных измерительных систем. Таким образом, в партнерстве с Endress+Hauser возможно решение различных задач по автоматизации измерений в системах водоснабжения и водоотведения, от стандартных до самых амбициозных.

Константин Абзалов
Руководитель группы по направлению «Водоснабжение и водоотведение»
ООО «Эндресс+Хаузер»
Тел.: +7 495 7832850, доб. 114
E-mail: EXO@ru.endress.com
www.ru.endress.com

Литература:

- [1] К. Г. Абзалов, Повышение энергоэффективности биологических очистных сооружений путем автоматизации измерений основных технологических параметров, Наилучшие Доступные Технологии, №1, 2013.
- [2] Кремлевский П. П. Расходомеры и счетчики количества: Справочник. — 4-е изд., перераб. и доп. — Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989. — 701 с. ил.
- [3] FinancialTimesDeutschland, Выпуск от 1 Декабря 2010г. /www.manufacturing-excellence.de/