

Новая технология измерения мутности воды: опыт ЕС

Введение

Одним из важных показателей качества питьевой воды является количество нерастворимых веществ. Ил, песок, бактерии, споры и химические нерастворимые вещества способствуют увеличению мутности воды. Питьевая вода с высокой степенью мутности может иметь неприятный вкус и быть небезопасной для употребления. Некоторые бактерии даже в минимальном количестве могут спровоцировать серьезные проблемы со здоровьем. Поэтому точное и надежное измерение мутности имеет большое значение для гарантии отсутствия примесей в питьевой воде.

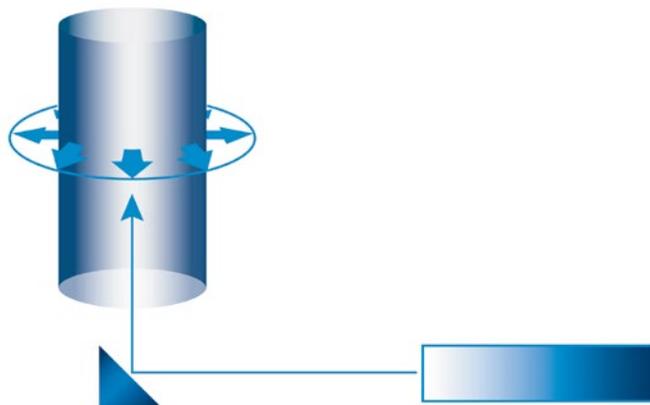


Рисунок 1. Технология измерения 360° x 90°

Здравоохранительные организации всего мира признают измерение мутности в качестве важнейшего параметра для определения качества воды. Директивой ЕС по питьевой воде мутность включена в перечень из девяти параметров, которые в обязательном порядке подлежат измерению и контролю для любой воды, предназначенной для потребления человеком¹. Агентство EPA в США требует контроля мутности для всей выпускаемой питьевой воды². ВОЗ рекомендует регулярно проводить мониторинг мутности и брать пробы в нескольких точках в течение всего процесса водоподготовки³. Несмотря на то, что нормативные требования в разных странах могут отличаться, необходимость тщательного мониторинга мутности как важной составляющей производства питьевой воды не подвергается сомнению.

Измерения мутности производятся при помощи промышленного, лабораторного и портативного оборудования. Использование промышленного оборудования позволяет осуществлять непрерывный контроль процесса водоподготовки, обеспечивая его надлежащую работу. Лабораторные приборы часто используются для составления отчетности по нормативным требованиям, а также для верификации показаний промышленного оборудования. Обе измерительные платформы должны выдавать одинаковые точные результаты. Кроме того, оптимальный процесс измерения мутности должен быть быстрым. Быстрый отклик обеспечивает своевременное реагирование на потенциальный проскок фильтра и прочие экстренные ситуации, способные повлиять на мутность.

¹ Директива ЕС по питьевой воде - Директива Европейского совета №98/83/ЕС от 3 ноября 1998 года о качестве воды, предназначенной для употребления людьми [1998] OJ L330.

² Environmental Protection Agency (2009) – National Primary Drinking Water Regulations (EPA Publication No. 816-F-09-004) Rockville, MD: U.S. Environmental Protection Agency. (Агентство по охране окружающей среды (2009) - Основные национальные правила для контроля питьевой воды (издание EPA №816-F-09-004) Rockville, MD: Агентство по охране окружающей среды США.)

³ World Health Organization (2011) – Guidelines for Drinking-water Quality, 4th Ed. Geneva, Switzerland. (Всемирная организация здравоохранения (2011) – Руководство по контролю качества питьевой воды, 4-е изд. Женева, Швейцария.)

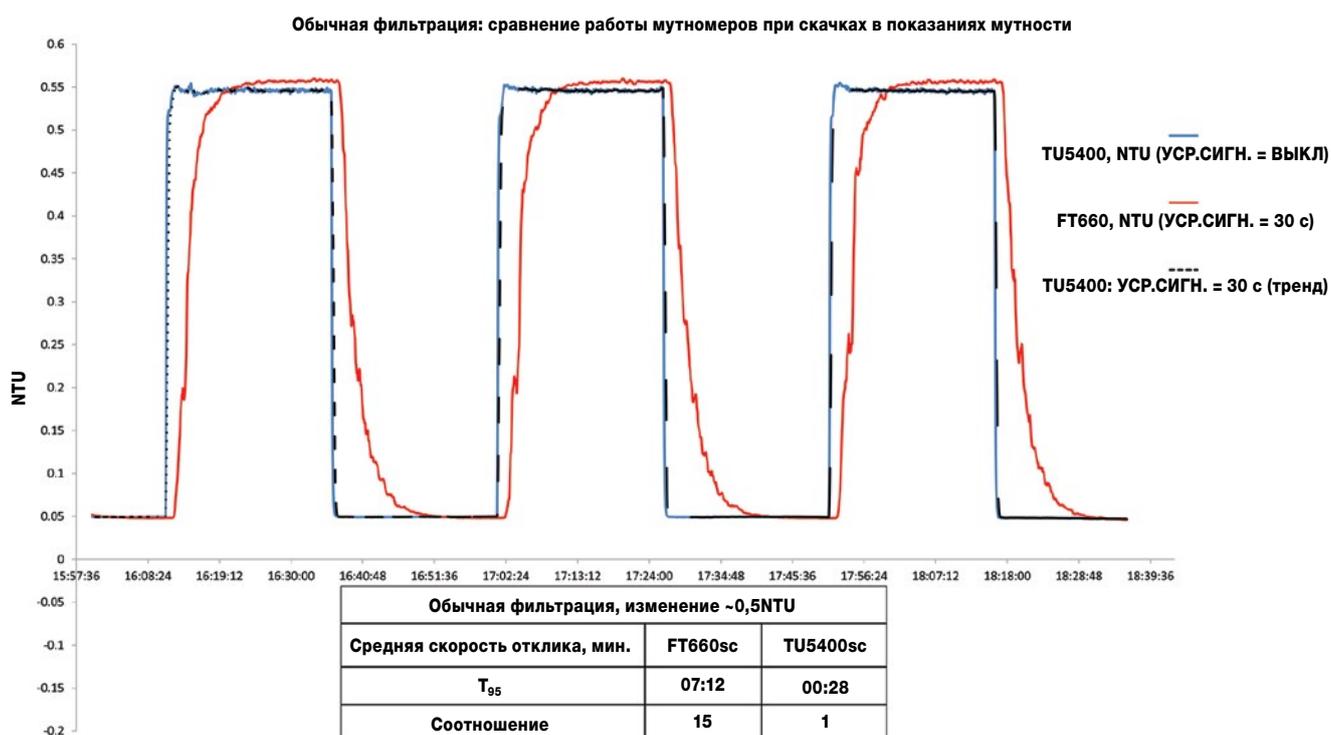


Рисунок 2. Сравнение отклика приборов TU5400 и FT660 при добавлении 0.5 FNU формазина

Новая технология

Для реализации этих требований компания Hach® разработала новую технологию измерения мутности. Мутномеры серии TU5000 используют технологию измерения 360° x 90° (см. рисунок 1), чтобы обеспечить наиболее быстрые и точные измерения мутности. Новые мутномеры детектируют отраженный под углом 90° свет не в одной точке, а в диапазоне 360° вокруг кюветы. Такой способ измерений, при котором отраженный свет собирается по всей окружности, позволяет значительно увеличить отношение сигнал/шум (S/N), что является основой повышения точности измерений мутности, особенно в низком диапазоне.

Размер измерительной ячейки мутномеров серии TU5 составляет всего 10 мл, что сокращает время пребывания пробы в ячейке промышленных анализаторов. Уменьшение времени пребывания пробы в ячейке помогает фиксировать изменения процесса гораздо быстрее и решает проблему задержки отклика. Технология измерения в промышленных и лабораторных приборах одинакова, что позволяет обеспечить максимальное соответствие результатов измерений в лаборатории и в процессе. И лабораторная, и промышленная версия могут быть опционально оснащены системой RFID для более надежного прослеживания образцов и сравнения данных.

Тестирование на время отклика

Промышленный мутномер TU5400 был протестирован в сравнении с чрезвычайно чувствительным лазерным нефелометром FT660, чтобы измерить время отклика обоих приборов при резком увеличении мутности, как, например, при проскоке фильтра. Графики на рис. 2 демонстрируют работу данных мутномеров в подобной ситуации.

Строго отмеренное количество формазина вводилось в поток на выходе из фильтра, откуда фильтрат подавался на приборы. Скорость потока строго контролировалась для обоих приборов. Интервалы регистрации данных были равны 5 с.

Прибор TU5400 показал максимальное значение в течение 28с, в то время как FT660 постепенно приблизился к этому значению через 7:12 минут. Кроме того, возврат показаний к исходному уровню на приборе TU5400 после каждого скачка также происходил гораздо быстрее. Значительное уменьшение времени отклика (в 15 раз) позволяет операторам намного раньше реагировать на события, связанные с изменением мутности, например, проскок фильтра.



Рисунок 3. Установка TU5400 с контроллером sc1000 на станции водоподготовки в Германии



Рисунок 4. Установка TU5200 на станции водоподготовки во Франции

Испытания в промышленных условиях

Несколько промышленных мутномеров TU5400 и TU5300 и лабораторных TU5200 были установлены и испытаны на пяти станциях водоподготовки во Франции, Германии и Великобритании. Каждая станция использовала новые приборы для мониторинга мутности очищенной воды после фильтрации. Измерения в режиме реального времени проводились одновременно на приборе TU5400 или TU5300 и анализаторе, используемом на каждой станции на момент тестирования. Отобранные пробы также анализировались на лабораторном приборе TU5200. Калибровки были проведены с использованием стандартов 20 и 600 NTU. Ячейки были очищены вручную с помощью специальной щеточки.

Данное тестирование проводилось для оценки возможностей новых приборов при решении известных задач, связанных с улучшением качества измерений мутности. В частности, были разработаны специальные тесты для оценки соответствия между промышленными и лабораторными измерениями, скорости отклика и времени, необходимого для технического обслуживания. Промышленные и лабораторные приборы использовали систему идентификации образца RFID. Эффективность этой системы и соответствующего программного обеспечения для сравнения данных также оценивались в процессе тестирования.

На рисунке 3 показана типичная установка TU5400. Анализатор TU5400 был установлен параллельно с имеющимся прибором Hach Ultraturb plus sc. Поток на входе TU5400 контролировался с помощью регулятора расхода прибора и отслеживался встроенным датчиком расхода. Прибор был закреплен винтами на приборной панели. Подобные установки были сделаны на каждой станции. TU5400 использовался с контроллером sc200 или sc1000. TU5200 был установлен в лаборатории. Пример установки лабораторного прибора показан на рис. 4.

Сравнение промышленных приборов показывает превосходное соответствие показаний имеющегося мутномера и TU5400. На рисунке 5 показан ежемесячный тренд данных для мутномеров TU5400 и Hach 1720E. Изменения мутности точно отслеживались обоими промышленными приборами. Различия между значениями мутности находились в пределах технических требований к точности обоих промышленных приборов.

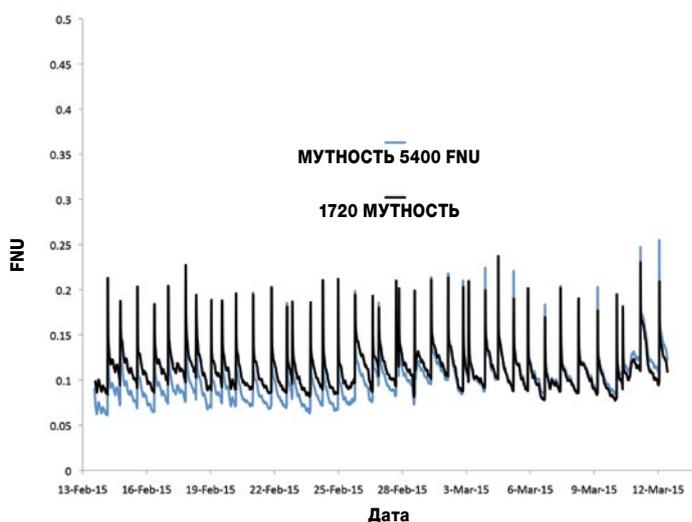


Рисунок 5. Тренд данных для TU5400 и 1720E на станции водоподготовки в Великобритании

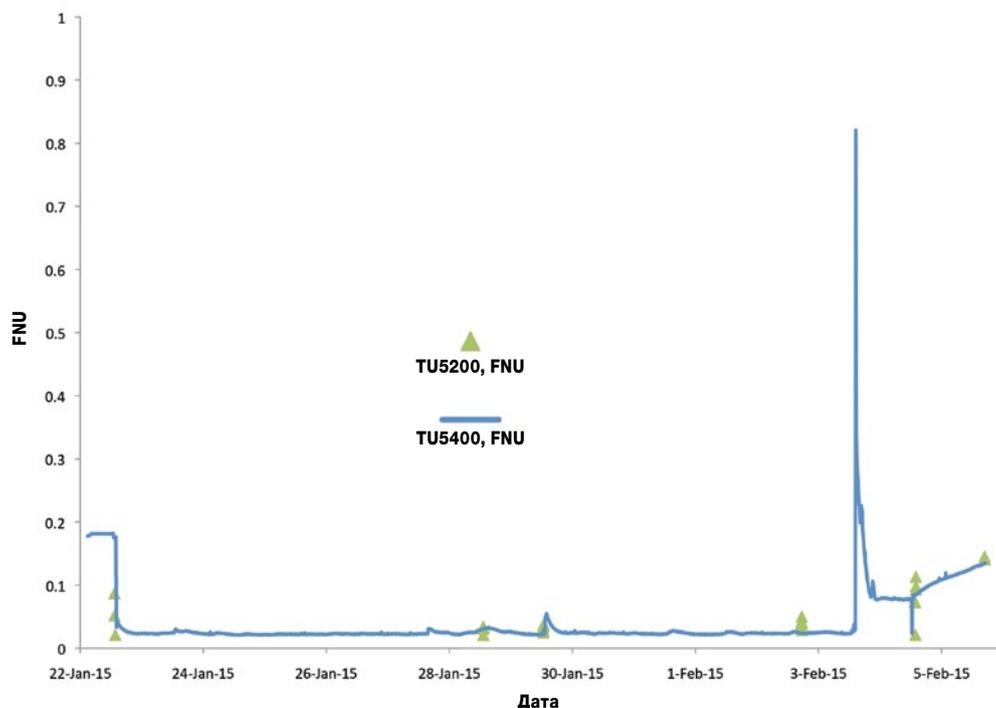


Рисунок 6. Тренд данных для сравнения показаний промышленных и лабораторных приборов TU5400/TU5200 на станции водоподготовки во Франции

Также было продемонстрировано отличное соответствие данных промышленного прибора TU5400 и результатов разовых проб, измеренных на TU5200. На рисунке 6 показано сравнение данных лабораторных измерений периодических разовых проб с данными промышленных приборов. Значения совпадают как при базовом уровне мутности, так и во время скачков.

Сравнение промышленных и лабораторных данных было упрощено благодаря использованию системы RFID. RFID-метка образца была просканирована на обоих приборах — на TU5400, где был отобран образец, а затем на лабораторном приборе TU5200. Данные промышленного мутномера были автоматически загружены в лабораторный прибор, и после лабораторного теста был проведен сравнительный анализ с помощью программного обеспечения TU5200. Для каждого измерения были созданы журналы регистрации данных, что облегчило мониторинг показателей качества. Специальный инструмент сравнения данных указывал на соответствие значений и предлагал выполнить очистку при обнаружении загрязнения измерительной ячейки. Очистка выполнялась обычной щеткой.

Заключение

Мутномеры серии TU5000 продемонстрировали значительные достижения в области измерения мутности. Технология измерения $360^\circ \times 90^\circ$ позволяет получить чрезвычайно высокое соотношение сигнал/шум, обеспечивая высокую точность измерений. Кроме того, значительно улучшился уровень соответствия данных промышленных и лабораторных приборов, а система RFID позволила автоматизировать прослеживание и сравнение этих данных. Промышленные анализаторы продемонстрировали значительно более быстрое реагирование на изменения мутности. Мутномеры Hach TU5000 обеспечивают наиболее быстрые и точные показатели мутности благодаря использованию инновационной системы измерения в диапазоне 360° , ячейки объемом 10 мл и технологии RFID.