

**М.К. Возмитель, заместитель директора  
по продажам и маркетингу**  
Совместное закрытое акционерное общество «Филтер»,  
г. Минск, Беларусь

**ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОНЛАЙН-КОНТРОЛЯ  
СУММАРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА СТОЧНЫХ ВОД  
(ОБЩИЙ АЗОТ, ФОСФОР, ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД).  
ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ И ПРЕИМУЩЕСТВА**

Одним из эффективных решений проблемы загрязненного конденсата является оперативный онлайн-контроль качества возвратного конденсата и своевременный отвод и сброс только того конденсата, который не соответствует нормам и техническим требованиям.

Определение общего органического углерода (ООУ), общего азота и фосфора возможно как лабораторным, так и автоматическим онлайн-методом. К основным недостаткам лабораторного метода для технологического процесса относятся запоздание результата, возможность получения низкой точности, а также трудоемкость процесса измерения.

В онлайн-потоке ООУ может измеряться в автоматическом режиме промышленными анализаторами. Этот метод позволяет количественно определять содержание углерода в растворенных и нерастворенных органических веществах. С помощью данного метода определяются органические вещества любого типа и происхождения.

**Наиболее распространенные технологии онлайн-анализа ООУ**

**Фотохимическое окисление.** В рамках данной методики присутствующий в пробе органический углерод окисляется при помощи ультрафиолетового излучения в присутствии вспомогательного вещества. Образовавшийся при этом  $\text{CO}_2$  измеряется ИК-детектором. Органические вещества окисляются под воздействием УФ-излучения сильными окислителями (например, персульфатом натрия). Фактически это лабораторный метод, перенесенный в онлайн-анализатор, а поэтому он не всегда успешен в ряде случаев. Оборудование, принцип работы которого основан на этой технологии, имеет проблемы с очисткой и работой со взвешенными частицами и мутной средой. Этот метод малоэффективен в солесодержащих средах (концентрация свыше 1 % вызывает проблемы, связанные с замедлением и даже остановкой процесса окисления).

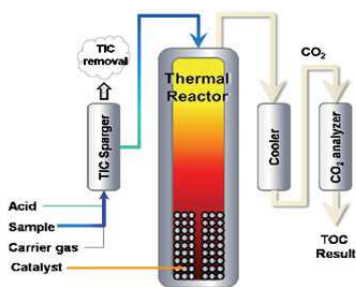


Рисунок 1 – Схема высокотемпературного окисления

### Химическое окисление в растворах.

В рамках данного метода проба подвергается процессу окисления сильными окислителями, например, такими как озон. Данные вещества в определенной степени вредны для здоровья человека и оказывают негативное влияние на окружающую среду. Озоновые кислоты и щелочи используются для установления необходимого значения рН пробы. Однако окислительный потенциал данных

методов относительно, так как твердые частицы и сложные органические соединения могут быть окислены только частично или вообще не окислены. Согласно современным стандартам по защите окружающей среды и безопасности, применение указанных методов не рекомендовано.

**Высокотемпературное окисление (термоокисление).** Проба окисляется в специальном реакторе при температуре до 1000–1200 °С, однако это не позволяет окислить все органические вещества. В данном методе необходимо использовать катализатор из оксида меди или платины. Указанный вариант определения не всегда удобен в ряде применений. Он хорошо работает при концентрации ООУ лишь до 4000 мг/л, при более высоких концентрациях необходимо разбавление. Высокотемпературное окисление малоэффективно в средах с содержанием нефтепродуктов, жиров, смазки, солей, частиц крупного размера, так как данные вещества вызывают эксплуатационные проблемы, и из-за них необходимо регулярно чистить и калибровать прибор постоянно, и его надежность при эксплуатации снижается существенным образом (рисунок 1).

Инновационный метод измерения суммарных параметров – **двухстадийное окисление**. Это комбинированный метод каталитического

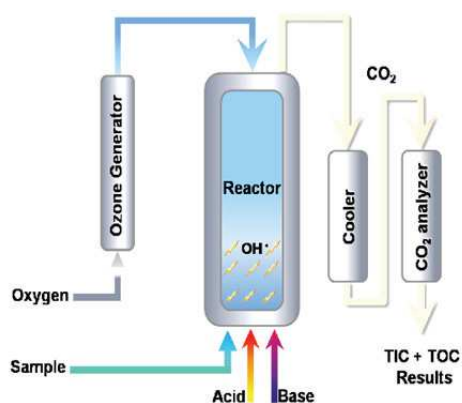


Рисунок 2 – Схема двухстадийного окисления

и химического окисления, запатентованный немецким производителем промышленных анализаторов и лабораторного оборудования Nach (рисунок 2). Сначала в реактор добавляют кислоту и подают газ-носитель для удаления неорганического углерода в форме CO<sub>2</sub>. Затем вводят щелочь (гидроксид натрия) и подают озон. Озон реагирует со щелочью, образуя гидроксильные радикалы. Они окисляют органические вещества в пробе до кар-

боната и оксалата (это первый этап). Затем к пробе добавляют кислоту, и озон окисляет марганец, содержащийся в кислоте. Окисленный марганец реагирует с оксалатами, образовавшимися на первой стадии, с образованием  $\text{CO}_2$  (это второй этап). В то же время кислота реагирует с карбонатами, образовавшимися во время окисления со щелочью, также с образованием  $\text{CO}_2$ . Датчик NDIR измеряет концентрацию  $\text{CO}_2$ , которая пропорциональна концентрации ООУ в пробе.

Эта технология специально разработана для применения в сложных и тяжелых условиях. В ней используются трубки увеличенного диаметра (рисунок 3), поэтому не требуется фильтрация пробы и возможна работа с частицами размером до 2 мм (это больше по сравнению с другими технологиями). Еще одной особенностью данного метода является хорошая работоспособность в солесодержащих средах (с концентрацией хлоридов до 30 %).



**Рисунок 3 – Трубки увеличенного диаметра**

Анализатор суммарных параметров – это надежная система непрерывного обнаружения и измерения органических веществ в воде (рисунок 4). Поскольку автоматический анализатор выполняет надежный анализ и предоставляет данные в режиме реального времени, можно точно определить тот момент, когда производительность системы начинает ухудшаться.



**Рисунок 4 – Анализатор суммарных параметров**

К особенностям автоматического анализатора, проверенным пользователями, относятся:

- погрешность  $\pm 3$  % от измеренного значения;
- 99,86 % времени безотказной работы (сертифицировано MCert);
- минимальная потребность в техническом обслуживании (2 раза в год);
- в интервалах между проведением технического обслуживания калибровка не требуется;
- имеется технология самоочистки;
- низкая стоимость владения;
- простота в эксплуатации;
- быстрая окупаемость инвестиций;
- используется запатентованная двухступенчатая технология окисления (TSAO);
- варианты исполнения для опасных и неопасных зон.

Эти системы контроля можно эффективно интегрировать в программу автоматического анализа показателей сточных вод как на входе, так и на выходе очистных сооружений, также возможна установка в контрольных точках промышленных предприятий без нарушения нормальной работы системы [1].

### **Литература**

1. ЭкоИнструмент [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.ecoinstrument.ru/service/public/effektivnost\\_primeneniya\\_avtomaticheskikh\\_analizatorov\\_dlya\\_opredeleniya\\_elementov\\_pitaniya\\_v\\_stochn/](https://www.ecoinstrument.ru/service/public/effektivnost_primeneniya_avtomaticheskikh_analizatorov_dlya_opredeleniya_elementov_pitaniya_v_stochn/). – Дата доступа: 15.01.2020.