

предприятия. И в дальнейшем использовать к примеру для мойки автотранспортного парка, ухода за внешней территорией (поливки улиц, зеленых насаждений).

С экологической точки зрения в результате запуска замкнутого цикла потребление пресной воды существенно сократится. Повсеместное внедрение подобной практики на предприятиях позволит приблизиться к решению глобальной проблемы нехватки пресных вод.

Литература.

1. Авакян, А.Б. Водохранилища XX века как глобальное географическое явление / А.Б. Авакян, И.П. Лебедева – М.: Изв. РАН, 2002.-120 с.
2. Гавриленков, А.Ч. Экологическая безопасность пищевых производств /А.Ч. Гавриленко. – С-П.: Гиорд, 2006. - 272 с.
3. Карамзинов, Ф.В. Очистка промышленных сточных вод / Ф.В. Карамзинов - М.: DWD, 2012.- 384 с.

### **БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ**

*А.Н. Вторушина, к.х.н., доц., А.Ю. Башарова  
Томский политехнический университет, г. Томск  
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050  
E-mail: anl@tpu.ru*

На сегодняшний день частный сектор стремительно расширяется, особенно в окрестностях больших городов. При этом чаще всего в районах такой застройки отсутствует возможность подключения к центральной канализации, что делает проблему утилизации сточных вод от строящихся домов особенно острой. Без должной очистки стоки рано или поздно проникают в зону питьевого водозабора, что приводит к ухудшению экологии и создает опасность для здоровья людей. Одним из современных способов очистки хозяйственно-бытовых сточных вод является биологическая очистка. Наиболее часто этот метод очистки реализуется в проточных очистных сооружениях [1]. Однако данная схема очистки не приемлема для объектов индивидуальной жилой застройки, где также существует необходимость проведения очистки бытовых сточных вод. Разработка локально очистного сооружения (ЛОС) биологической очистки хозяйственно-бытовых сточных вод объектов индивидуальной жилой застройки с учетом климатических условий региона является весьма актуальной задачей. Для обеспечения должного качества воды, прошедшей очистку, необходимы процедуры контроля её параметров. Контроль качества воды сложный многоэтапный процесс, требующий большие затраты времени, ресурсов и высокую квалификацию персонала. Перечень контролируемых параметров сточных вод достаточно широк и регламентирован нормативной документацией. Однако в связи с серьезным ужесточением требований по воздействию на окружающую среду (сброс сточных вод и т.д.) становится актуальной задача получения оперативной информации об изменении уровня негативного воздействия. Поэтому в последнее время все большее внимание уделяется разработке систем автоматизированного контроля параметров среды (воздушной, водной и т.д.).

Таким образом, в данной работе были поставлены следующие цели:

- определить оптимальные параметры функционирования активного ила;
- предложить конструкцию ЛОС для биологической очистки сточных вод объектов индивидуальной жилой застройки;
- показать возможность автоматизации процесса контроля параметров сточных вод.

Биологический «или биохимический» метод очистки сточных вод применяется для очистки производственных и бытовых сточных вод от органических и неорганических загрязнителей. Данный процесс основан на способности некоторых микроорганизмов использовать, загрязняющие сточные воды, вещества для питания в процессе своей жизнедеятельности. Основной процесс, протекающий при биологической очистке сточных вод, - это биологическое окисление. Данный процесс осуществляется сообществом микроорганизмов «биоценозом», состоящим из множества различных бактерий, простейших водорослей, грибов и др., связанных между собой в единый комплекс сложными взаимоотношениями «метабиоза, симбиоза и антагонизма» [2].

Как и любая живая система, биоценоз активного ила имеет определенные условия функционирования. Степень очистки сточных вод зависит от значений абиотических факторов окружения активного ила. Немаловажными факторами, отрицательно влияющими на формирование активного ила, являются несбалансированность в соотношении биогенных элементов в сточных водах, колеба-

ние показателя pH среды, влияние света, температуры, аэрации, изменение концентрации поверхностно активных веществ (ПАВ), уровня солености и т.д. Так, например, при значительном превышении ПДК по азоту и фосфору (в 4, 6, 8 раз) резко снижается общая численность микроорганизмов, уменьшается видовое разнообразие, некоторые особенно чувствительные виды элиминируются из состава активного ила. Т.е. количественное соотношение биогенных элементов определяет общее количество организмов биоценоза.

При значениях pH 1-5 организмы активного ила погибают. Наиболее оптимальным значением pH для развития биоценоза активного ила следует считать интервал pH 6–8. Следует отметить, что изменение pH среды в сторону увеличения щелочности организмы активного ила переносят более стойко, чем увеличение кислотности.

На изменение в уровне освещенности, в первую очередь, реагируют представители протозоофауны. Полная гибель или инцистирование при отсутствии света могут привести к выпадению их как экологической ниши в пищевой пирамиде биоценоза активного ила, что, как следствие, может стать причиной нарушения нормальной работы очистного сооружения. Проведенные исследования показали, что на видовой состав данного биоценоза активного ила уровень освещенности существенно не влияет.

Аэробная очистка бактериями может осуществляться в интервале температур от 10 до 35°C, но оптимальная производительность достигается в интервале 18-32°C. Подача воздуха в очистное сооружение должна обеспечивать потребность в растворенном кислороде порядка 2 мг/л, необходимым для достижения соответствующего БПК<sub>5</sub> и для дыхания клеточной массы, а также для перемешивания и удержания активных илов в виде суспензии [3-4].

В результате проведенных исследований было показано, что в замкнутой системе очистного сооружения при осуществлении аэрации, оптимальным является диапазон температур 15–20 °C (табл.1.).

Таблица 1

| <i>T</i> , С                        | 5                 | 10                | 15                | 20                | 25                | 30                |
|-------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Кол-во живых микроорганизмов, мг/мл | 1×10 <sup>7</sup> | 2×10 <sup>7</sup> | 5×10 <sup>7</sup> | 9×10 <sup>7</sup> | 5×10 <sup>7</sup> | 3×10 <sup>7</sup> |

В ходе проведенных исследований было показано, что при концентрации ПАВ в сточной воде до 1.0 г/л не наблюдается существенного изменения видового состава активного ила. Уровень солености менее 1% не оказывает влияния на функционирование активного ила.

Таким образом, изучение влияния абиотических факторов на биоценоз активного ила показывает его большую инерционную емкость, способную «гасить» кратковременные токсические воздействия. В таблице 2 представлены оптимальные параметры функционирования биоценоза активного ила рассматриваемого состава в непроточной системе.

Таблица 2

| pH  | <i>C</i> <sub>ПАВ</sub> , мг/мл | CO <sub>2</sub> , мг/л | Температура, °C | Соленость (по NaCl), % |
|-----|---------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------|
| 7–8 | < 1.0                           | 4                      | 15–20           | 0–1                    |

Использование активного ила накладывает определенные требования к конструкции ЛОС. В предлагаемой конструкции очистного сооружения предусмотрено разбавление стоков, прошедшей ранее очистку, водой. Таким образом, в данной схеме очистки сточных вод ПАВ, уровень солености и концентрации других загрязняющих компонентов не могут оказать существенного влияния на видовой состав и функционирование активного ила. Температурный режим исходных стоков также адаптирован к реальной температуре сточных вод от индивидуального жилого дома, такие факторы как климатические условия региона и залповые сбросы сточной вод нивелированы. Мощность данного типа очистных сооружений также легко может быть адаптирована к необходимым объемам сточных вод. Принцип работы основан на глубокой биологической очистки сточных вод (благодаря чему достигается высокая степень очистки – не менее 98%). В таких очистных сооружениях стоки не аккумулируются, как в устаревших аналогах, а перерабатываются. Очищенная вода после переработки совершенно прозрачна, не имеет запаха, теряет склонность к загниванию. Эту воду можно отводить в любую дренажную систему: ливневую или придорожную канаву, дренажный или накопительный колодец, – ее даже можно использовать повторно в технических нуждах или для полива декора-

тивных насаждений. В настоящее время существует достаточно большое количество методов утилизации отработанного активного ила, что делает биологическую очистку воды эффективным и рациональным методом.

Биологическая очистка сточных вод представляет собой результат функционирования системы «активный ил - сточная вода», характеризуемой наличием сложной многоуровневой структуры. Биологическое окисление составляющее основу этого процесса, является следствием протекания большого комплекса взаимосвязанных процессов различной сложности: от элементарных актов обмена электронов до сложных взаимодействий биоценоза с внешней средой. Степень очистки воды зависит от большого количества факторов, поэтому есть необходимость контролировать процесс очистки. Поскольку для частных домохозяйств достаточно затратно и неудобно обращаться в аттестованные лаборатории для анализа параметров очищенных сточных вод, то весьма актуальна задача автоматизированного контроля процесса очистки стоков [5].

В качестве контролируемого параметра сточных вод было выбрано содержание хлорид-ионов. Повышенные концентрации хлоридов ухудшают вкусовые качества воды, делая её непригодной для питьевого водоснабжения, а так же уменьшают или полностью исключают возможность использования для технических и хозяйственных целей, и орошения сельскохозяйственных территорий. Для водных объектов рыбохозяйственного назначения предельно допустимая концентрация (ПДК) хлоридов – 300 мг/дм<sup>3</sup>, для объектов хозяйственно - питьевого и культурно - бытового назначения ПДК – 350 мг/дм<sup>3</sup>. Для достижения поставленной цели, был выбран метод ионометрии, как наиболее оптимальный по возможности автоматизации и дешевизне.

Метод ионометрии - вариант потенциометрического анализа, в котором напрямую измеряется активность иона в растворе. Измерения производят при помощи пары электродов, погружаемых в анализируемый раствор. Один из электродов – измерительный (ионоселективный), другой - электрод сравнения. Ионометрия удобный, простой и экспрессный современный метод. В методе ионометрии предварительно, пользуясь растворами с известной концентрацией, градуируют электрод, т.е. опытным путем определяют зависимость его потенциала от концентрации потенциал-определяющего иона. Затем измеряют потенциал раствора с неизвестной концентрацией определяемого иона и по градуировочному графику находят его содержание [6-7]. Построение градуировочного графика выполняют в пределах линейного участка зависимости равновесного потенциала от логарифма концентрации (рис.1).

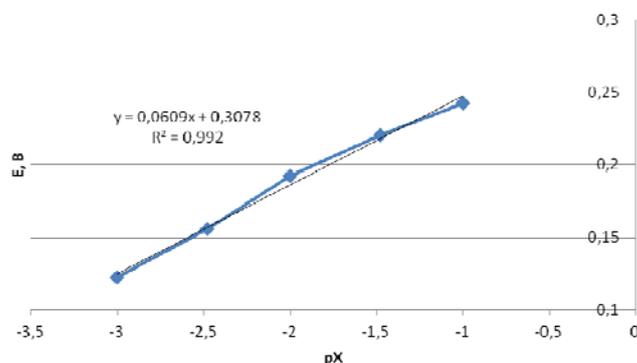


Рис. 1. Зависимость потенциала от концентрации хлорид-ионов

График построен в координатах  $\lg C - E$ . Для определения результатов измерений, по градуировочному графику находится  $\lg C$  и рассчитывается концентрация хлорид-ионов :

$$pX = -\lg C$$

Работоспособность датчика определяется в автоматическом режиме через определенные временные интервалы путем генерирования определенного количества хлорид-ионов в замкнутом объеме, где находится ионселективный электрод, и последующей регистрацией датчиком полученного содержания хлорид-ионов.

В данной работе предложено проводить определение работоспособности ионселективного электрода по изменению угла наклона калибровочного графика. Градуировочная зависимость характеризуется двумя основными критериями: углом наклона и смещение по оси Y. Угол наклона градуи-

ровки – характеристика работоспособности ионселективного датчика. А смещение зависимости по оси Y обусловлено присутствием в растворе различных компонентов и других факторов (температура раствора и т.д.).

Таким образом, для определения работоспособности ионселективного электрода (датчика) необходимо получить градуировочную зависимость, определить угол наклона данной зависимости и сравнить полученное значение с теоретическим:

$$tga = K_{расч}$$

$$K_{теор} = 0,4342$$

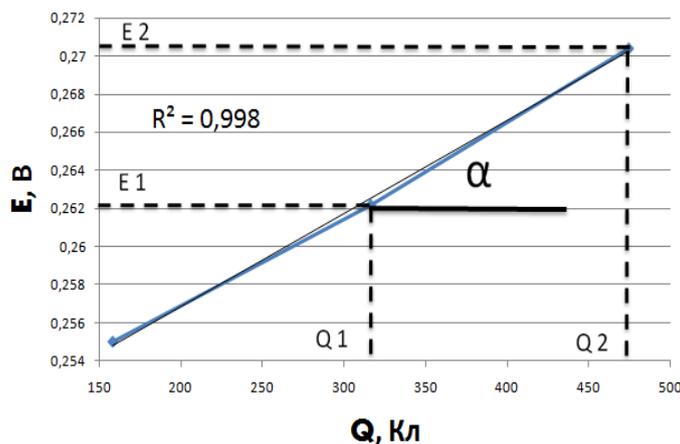


Рис. 2. Зависимость потенциала от количества электричества, прошедшего через электрохимическую ячейку

По результатам сравнения расчетного значения тангенса угла наклона градуировочной зависимости и теоретически рассчитанного, делается вывод о работоспособности датчика.

Для определения концентрации хлорид-ионов в исследуемом растворе необходимо произвести регистрацию потенциала ионселективного датчика в исходном растворе. Далее при проведении электролиза в растворе происходит уменьшение концентрации хлорид-ионов, при этом ионселективным датчиком производится регистрация потенциала системы. Полученная зависимость представлена на рис.3.

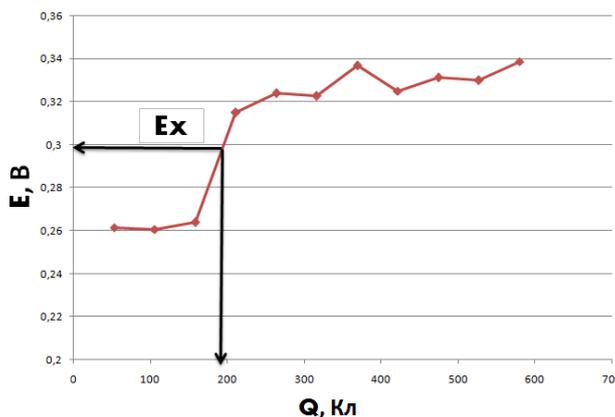


Рис. 3. Зависимость потенциала от количества электричества при исходной концентрации хлорид-ионов в растворе  $C=10^{-5}$  моль/дм<sup>3</sup>

$E_x$  - электродный потенциал, достигнувший равновесного значения, т.е. точка, в которой концентрация катионов в растворе равна концентрации анионов:

$$C_{Ag^+} = C_{Cl^-} = \sqrt{PP} = \sqrt{1,78 \cdot 10^{-10}}$$

Из представленной зависимости видно, что равновесной концентрации хлорид-ионов и серебра соответствует потенциал  $E_x=0.3 В$ . Достижение этого значения будет определяться исходной кон-

центрацией хлорид-ионов в растворе и других мешающих компонентов системы. В результате построения градуировочной зависимости и зависимости изменения потенциала системы от количества прошедшего через систему электричества, становятся известными значения угла наклона градуировочной зависимости ( $b$ ) и равновесного потенциала ( $E_x$ ), что позволяет определить значение стандартного электродного потенциала ( $E^0$ ) из преобразованного уравнения Нернста:

$$E^0 - E_x = \frac{C(Cl^-)}{b}$$

Используя известные значения  $E^0$  и  $b$ , можно определить концентрацию хлорид-ионов в анализируемой пробе при любом значении потенциала  $E$ .

Литература.

1. А. Г. Ветошкин. Инженерная защита водной среды – Изд-во «Лань», 2014. – 416 с.
2. Ф. Берне, Ж. Кордонье. Водочистка. – М.: Химия, 1997. – 288 с.
3. А. Ф. Сокольский, О. В. Тюменцев. Влияние абиотических факторов на биоценоз активного или очистных сооружений // УКД 628.355.2 – 2011. – С. 121–125.
4. Н. Г. Наливайко. Микробиология воды – М.: Издательство ТПУ, 2011. – 139 с.
5. А. И. Булатов. Справочник инженера-эколога. – Изд-во «Недра», 1999. – Ч.1. Вода. – 732 с.
6. А. И. Родионов, В. Н. Клушин, Н. С. Торочешников. Техника защиты окружающей среды. Учебник для вузов. 2-е изд. – М.: Химия, 1989. – 512 с.
7. В. Л. Кубасов, С. А. Зарецкий. Основы электрохимии – М.: Химия, 1985. – 168 с.

#### **ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ОДНОКОВШОВЫХ КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ**

*К.В. Никитин<sup>1</sup>, инженер, В.Н. Артамошкин<sup>2</sup>, инженер, И. А. Стеблин<sup>2</sup>, инженер*

<sup>1</sup>ООО «Сибирь-Сервис»

650060, г. Кемерово, б-р Строителей 32/3, тел. 34-64-38, 74-73-10

<sup>2</sup>ООО «ОМЗ-Сибирь-Сервис»

650060, г. Кемерово, б-р Строителей 32/1, тел. 34-64-38, 74-73-10

В настоящее время ремонт техники регламентируется государственными стандартами по «Системе технического обслуживания и ремонта техники» (ГОСТ 18322-73, 20831-79, 21571-76, 21623-76, 22952-78, 23660-79 и др.). Эти стандарты не охватывают всех возникающих вопросов. В настоящее время в каждой отрасли разрабатываются свои Положения о техническом обслуживании и ремонте однотипного оборудования. Согласно ГОСТ 18322-73 под системой технического обслуживания и ремонта техники понимается «совокупность взаимосвязанных средств, документации технического обслуживания и ремонта и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления качества изделия, входящих в эту систему». Основными составляющими, при разработке системы, являются: оптимизация структуры ремонтного цикла машины; определение необходимого состава работ для каждого вида ремонта и выбор объективного критерия для расчета межремонтных периодов.

На сегодняшний день на разрезах Кузбасса за основу принята система планово-предупредительных ремонтов оборудования, основной задачей которой является обеспечение работоспособности оборудования в течение заданного времени при минимальных затратах труда и материальных ценностей.

В системе технического обслуживания и ремонта экскаваторов пока нет теоретически обоснованного выбора рекомендаций по формированию структуры ремонтного цикла, назначению различных межремонтных периодов для одной и той же машины. Например, по инструкции №2341ИЭ НКМЗ для экскаватора ЭШ 10/70А рекомендуется проводить технические уходы №1-5 с периодичностью: смена, декада, месяц, три и шесть месяцев. Ленгипрошахт [1] рекомендует проводить ремонтный осмотр, текущие ремонты и капитальные ремонты соответственно с периодичностью 500, 5000, 12000, 24000 маш-час. Приказом Минуглепрома СССР № 313 устанавливается для этого экскаватора ежемесячный осмотр, годовой, средний и капитальный ремонты соответственно с периодичностью один месяц, один, два и четыре года; НИИОГР предлагает планировать ремонтные работы в зависимости от объемов переработанной горной массы с учетом ряда коэффициентов, учитывающих условия эксплуатации экскаваторов [2].