

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ИНДЕКСА ИЛА

**Петрова Е.Э., магистрант; Тарасюк В.П., к.т.н., доц.**

*(Донецкий национальный технический университет, г.Донецк, Украина)*

**Общий анализ проблемы и постановка задачи исследований.** Сложная экологическая ситуация, которая создается в результате сбросов загрязненных сточных вод в окружающую среду, обуславливает поиск технического решения проблемы. На сегодняшний день один из актуальных вариантов – очистка сточных вод. Оптимальным из существующих методов является аэробная биологическая очистка, в основе которой работа аэротенка с биологической массой активного ила.

Несовершенство технологического режима приводит к систематическим нарушениям условий работы аэротенков, поэтому для улучшения качества очистки вод актуальным является использование автоматизированных систем контроля и прогнозирования условий работы аэротенка.

**Обзор существующих исследований.** Автоматизация управляемых процессов биохимической очистки сточных вод развивается в двух направлениях:

1. Контроль качества поступающей воды (характер загрязнения, присутствие ПАВ, значение рН, присутствие токсинов);

2. Контроль технологического процесса очистки (температура, содержание растворенного кислорода в иловой смеси, иловый индекс и др.).

В условиях повышения интенсивности использования биологического метода очистки сточных вод важным является разработка электронной системы контроля параметров активного ила с возможностью дальнейшего прогнозирования состояния биологической среды аэротенков, поскольку состояние бактерий ила, их активность и адаптивность к экологическим условиям аэротенков определяет устойчивость и эффективность биохимического окисления загрязняющих веществ, присутствующих в сточных водах, и как следствие, степени и качества очистки загрязненных вод.

**Целью работы** является обоснование структурной схемы электронной системы контроля индекса ила, поскольку нарушения в режиме эксплуатации сооружений в первую очередь сказывается на седиментационных характеристиках ила.

**Выбор метода.** Аналитический расчет индекса ила осуществляется по формуле

$$I = \frac{V_{0.5}}{d}, \quad (1)$$

где  $V_{0.5}$  – доза ила по объему после полуторочасового отстаивания,  $\text{см}^3/\text{дм}^3$ ;  $d$  – доза ила по массе,  $\text{г}/\text{дм}^3$ . [1]

Присутствие в аналитическом выражении (1) дозы ила по объему указывает на преимущество использования измерительного устройства в виде сосуда сознательно известного объема, в котором необходим расчет дозы ила  $V$  проводился бы бесконтактным способом во избежание взбалтывания исследуемой пробы. [2] Поставленному требованию удовлетворяет оптический метод анализа мутных сред, основанный на измерении интенсивности поглощенного ими света, лишь в незначительной степени уступающий аналитическим методам. К преимуществам метода также можно отнести его чувствительность и скорость.

Таким образом измерительный преобразователь в предлагаемой системе контроля индекса ила [2] реализует оптический метод анализа мутных сред, а именно фотопреобразование рассеянного от частиц ила света.

**Решение задачи.** Предлагаемая электронная система контроля индекса ила состоит из измерительной части системы преобразования и управления на основе микропроцессора. Измерительная часть представлена седиментационным сосудом, по всей длине которого расположены фотопреобразователи на основе фотодиодов, а в верхней части сосуда светоизлучатель. Датчик уровня жидкости срабатывает при заполнении необходимого объема пробы, сигнал от которого поступает в микропроцессорную систему, где формируется сигнал остановки электромеханизма забора пробы. После заполнения емкости исследуемая жидкость отстаивается в течение 30 минут, причем каждые 3 минуты включается освещение и производится измерение освещенности по всей длине сосуда с помощью фотоприемников, судя по которой можно сделать вывод о плотности осадка по всей длине измерительной емкости. Структурная схема системы контроля индекса ила представлена на рис. 1.

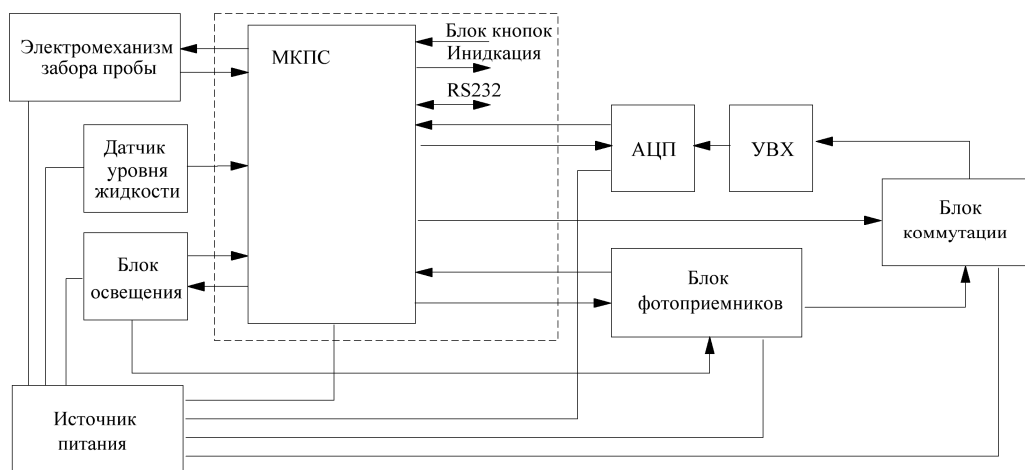


Рисунок 1 – Структурная схема электронной системы

В предлагаемой структурной схеме УВХ – устройство выборки и хранения, МКПС – микропроцессорная система, блок коммутации – мультиплексор аналоговых сигналов.

Освещенность по всей длине сосуда можно описать совокупностью уравнений освещенности на каждом измеряемом уровне от дна сосуда  $E = \{E_1, E_2, \dots, E_n\}$ . Объем осадка (2) определяется по уровню освещенности фотодиодов  $E_1 \geq E_2 \geq \dots \geq E_m \gg E_{m+1} \geq E_{m+2} \geq \dots \geq E_n$ , где  $E_1$  – фотодиод у дна сосуда,  $E_n$  – фотодиод вверху сосуда,  $E_m \gg E_{m+1}$  – граница осадка и осветленной воды;

$$V_{осадок} = m \cdot l \cdot \pi \cdot d_{сосуд}^2, \quad (2)$$

где  $l$  – расстояние между фотодиодами,  $m$  – число фотодиодов, зарегистрировавших наличие осадка,  $d_{сосуд}$  – диаметр сосуда.

Напряжение на выходе  $i$  фотопреобразователя определяется выражением:

$$U_{фн\ вых\ i} = f(E_{вх\ фн\ i}(C)), \quad (3)$$

где  $E_{вх\ фн\ i}(C) = E_i$  – освещенность на  $i$  уровне измерения, зависимость от концентрации ила.

На рис. 2 приведены промоделированные зависимости концентрации от времени отстаивания и высоты, на рис. 3 – напряжения на выходе фотопреобразователя от концентрации ила.

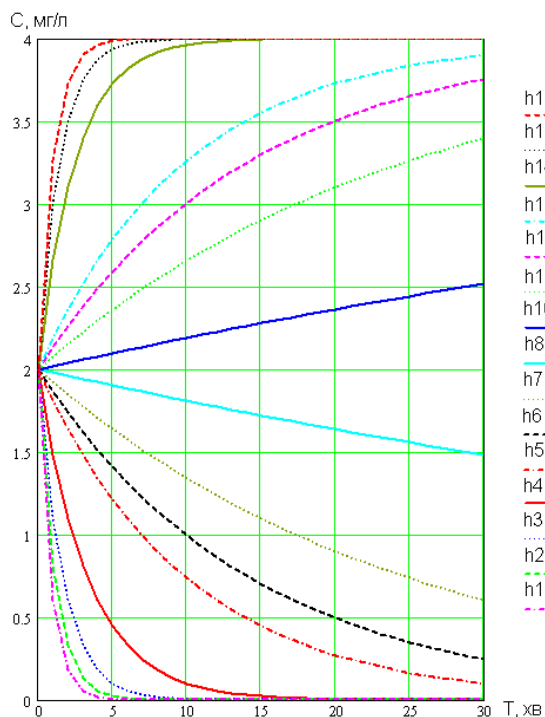


Рис. 2 – Зависимость концентрации активного ила от времени и высоты от дна

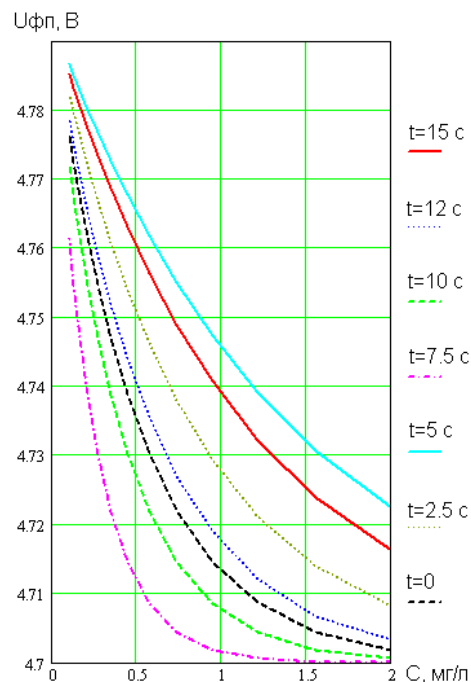


Рис. 3 – Зависимость напряжения на выходе фотопреобразователя от концентрации

Из результатов, приведенных на рис. 2 и рис. 3, следует, что при изменении концентрации ила по длине сосуда, а значит и индекса ила, в диапазоне от 0 до 2 мг/л выходное напряжение преобразователя для этих концентраций изменяется от 4.7 до 4.8 В.

#### Выводы.

1. Аргументирована необходимость оперативного отслеживания состояния активного ила в аэротенках.
2. Показано, что использование оптического метода позволяет разработать электронную систему контроля илового индекса.
3. Промоделирована измерительная часть системы, что позволило получить зависимости концентрации активного ила от времени осаждения и расстояния от дна сосуда и выходного напряжения фотопреобразователя от концентрации ила.

#### Перечень ссылок

1. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. – М.: АКВАРОС, 2003 г. – 512с.
2. Петрова Е.Э., Тарасюк В.П. Обоснование структурной схемы электронной системы контроля илового индекса в аэротенке // Сборник Интернет-конференции «Інформаційні і керуючі системи в промисловості, економіці та екології», 2011», 20 листопада – 31 грудня 2011г. – Технологічний інститут Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля (м. Северодонецьк), 2011. – Электронные данные. – Режим доступа: URL: [http://193.108.240.69/moodle/file.php/1/conf3/Statji/SISTEMY\\_KONTROLYA\\_ILOVOGO\\_INDEKSA.doc](http://193.108.240.69/moodle/file.php/1/conf3/Statji/SISTEMY_KONTROLYA_ILOVOGO_INDEKSA.doc) – Дата доступа: декабрь 2011.