

УДК/UDC 628.16.087 + 631.171: 636.5

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ВНЕДРЕНИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
(КАНАЛ УПРАВЛЕНИЯ – ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД
(ВОДОПОДГОТОВКА))**

**THE ENERGY PRODUCTION CRITERIA ENVIRONMENTALLY
FRIENDLY TECHNOLOGIES (PORT - TREATMENT OF THE
WASTEWATER (WATER TREATMENT))**

В.Н. ШТЕПА, канд. техн. наук, НУБиП Украины, Киев, Украина
V. SHTEPA, cand. tech. sci., NULES of Ukraine, Kiev, Ukraine

Проанализированы главные недостатки производственных систем очистки сточных. Предложены обобщенные критерии оценки эффективности проведения экспериментальных исследований на основе которых возможно синтезирования компьютерно-интегрированных систем управления.

Ключевые слова: энергоэффективность, экологическая безопасность, система управления, алгоритм, интеллектуальный модуль.

Analyzed the main disadvantages of production systems for sewage. Proposed generic criteria for assessing the effectiveness of the experimental studies on the basis of which it is possible to synthesize a computer-integrated control systems. Statistically assess the validity of the use of criteria designed by the creation of a control system.

Keywords: energy efficiency, environmental safety management system, algorithm, intelligent module.

Введение

Стоимость очистки (водоподготовки) 1 м³ воды колеблется в широких пределах и зависит от: качества воды, подаваемой на установки и качества воды после устройства (повторное использование, сброс в природные водоемы или канализацию и т.д.). Также нужно понимать, что на реальных производствах применяются комбинированные методы (сочетание двух или более подходов), то есть стоимость очистки (водоподготовки) 1 м³ может оптимизироваться, обеспечивая соблюдение нормативных требований к качеству сброса [1].

Цель исследований – определения критериев и алгоритма экспериментально-числительных исследований методов водоочистки с дальнейшим синтезом компьютерно-интегрированной системы управления (КИСУ).

Метод исследования

Существует множество факторов, которые вызывают отрицательные результаты работы установок на основе комбинированных методов водоочистки (водоподготовки) на реальном производстве: отсутствие полноты информации о конкретном комплексном процессе; сложность (невозможность) его адекватного исследования даже в лабораторных условиях; многофакторность био-физико-химических характеристик процессов, что может вызвать образование новых неизвестных загрязнителей; отсутствие или низкие точность и быстродействие современных средств автоматических измерений состава воды (существуют дат-

чики для измерения только температуры, давления, мутности, расходов, рН, ОВП, БПК, ХПК, содержания хлора, ионного состава), нелинейность показателей объёмов и качества стоков [2]. Очевидно, что только требования к качеству воды остаются постоянными – нормативно-технологические документы. Другие блоки информации в процессе функционирования систем могут кардинально неконтролируемо изменять не только свои значения, а также структуру. Как результат – некачественная очистка или перерасход энергетических ресурсов.

Отсюда, через многофакторность и нелинейность колебания входных параметров рассматривать компьютерно-интегрированную систему управления водоочистительным (водоподготовительных) оборудованием, как единственное (основополагающие) средство согласования работы различных электротехнических установок (повышения их эффективности) – полностью неверно [3].

Поэтому методика исследований в конечном результате должна обеспечить КИСУ репрезентативными и адекватными данными для её синтеза.

Экспериментальная часть и результаты исследований

Обычно сточные воды свинофермы не соответствуют нормативным требованиям за такими критериями (данная ситуация имеет место на многих предприятиях): органические остатки (превышение БПК), взвешенные частицы, нитраты [1, 2]. Согласно действующим нормативам, для доведения сброса к предельно допустимым концентрациям (ПДК) можно применить: биологическую очистку, электрокоагуляцию, разделение продуктов коагуляции и флотации (рис. 1) [2].



Рис. 1. Структурная схема системы очистки сточных вод свинофермы (укрупненно)

Каждый из приведенных водоочистных агрегатов (рис. 1) функционирует на основе использования электротехнологий, причем их отдельное действие может обеспечить доведение до нормативных требований, только один (ряд) показателей качества – но не весь спектр. Т.е. необходима совместная работа таких блоков (табл. 1) – они образуют один электротехнический комплекс.

Каждый метод (табл. 1) влияет на определенный перечень загрязнителей, создавая перекрестные области применения с различными технологическими и энергетическими эффективностями, также действуют нестационарные возмущающие воздействия, вызванные природными и технологическими факторами: колебанием расходов, качества воды на входе, температуры и т.д.

Именно поэтому при проведении исследований, имеющих целью создание на их основе производственных комбинированных систем водоочистки (водоподготовки), необходимо реализовать такой алгоритм.

1. Установить, согласно нормативным документам, перечень методов, которые можно применять для удаления загрязнителей.

Табл. 1.

Функциональные особенности элементов комбинированного водоочистного комплекса

Отдельный технологический блок водоочистного оборудования	Управляющие воздействия	Параметр, на который эффективно влияет работа оборудования
Аэротенк	Объем кислорода (м ³)	БПК, взвешенные частицы
Электрокоагулятор	Сила тока (А)	рН, нитраты, взвешенные частицы
Фильтр-разделитель	Подача на фильтр (м ³ /ч)	Нитраты, взвешенные частицы

2. Согласно экспериментальным результатам исследований таких методов:

2.1. Рассчитать значения критериев энергоэффективности для них:

$$EF_y = \frac{\left[\left(\frac{L1_{\text{вых}} - L1_{\text{зад}}}{L1_{\text{зад}}} \cdot 100\% \right) + \dots + \left(\frac{LN_{\text{вых}} - LN_{\text{зад}}}{LN_{\text{зад}}} \cdot 100\% \right) \right] \cdot \sum_{i=1}^N Q_i}{\sum_{i=1}^N W_i}, \%/\text{кВт}, \quad (1)$$

где $L_{\text{вых}}$ – фактическое значение соответствующего параметра оценки качества воды; $L_{\text{зад}}$ – заданное (нормативное) значение соответствующего параметра оценки качества воды; Q – время работы оборудования, ч; W – электроэнергия, затраченная на водоочистку (водоподготовку), кВт·ч; N – количество параметров оценки качества воды.

Статистические исследования такого критерия энергоэффективности (1) показали его технологическую обоснованность (рис. 2).

При двухпараметрическом анализе построили зависимость критерия EF_y от двух условных показателей качества очистки ($L1, L2$) (рис. 2). Один нормировано рос от -10% до $+10\%$ (шаг -1%). Другой менялся инверсионно с тем же шагом в том же диапазоне.

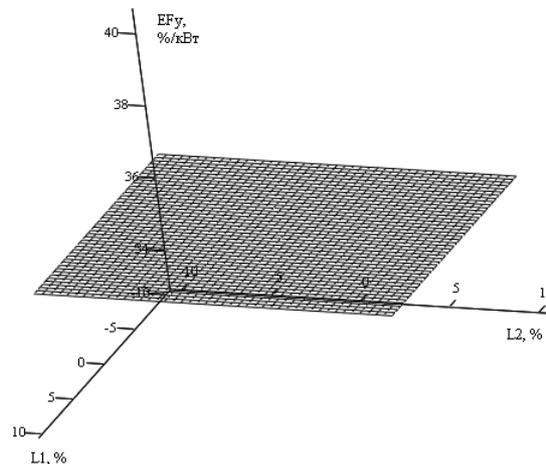


Рис. 2. Графическая интерпретация критерия энергоэффективности

Потраченная на водоподготовку электроэнергия (W) – константа (1000 кВт/ч); время работы электротехнологического оборудования (Q) также стационарное – 480 ч.

В результате получили трехмерную поверхность, вид которой (характер изменения EF_y) подтвердил технологическую адекватность разработанного критерия (рис. 2).

Таким образом, разработанный критерий энергоэффективности целесообразно положить в основу построения систем управления комплексными системами водоочистки сточных вод агропромышленных предприятий.

2.2. Рассчитать критерий степени автоматизации оборудования:

$$P = \sum_i \beta_i \gamma_i / \sum_i \gamma_i, \quad (2)$$

где γ_i – коэффициент важности; β_i – оценка степени автоматизации.

2. На основе результатов расчёта (1) и (2) выбрать методы и технические средства для комбинированной производственной водоочистки (водоподготовки);

3. Создать программное обеспечение КИСУ.

При этом предлагаемая общая архитектура системы управления представлена на рис. 3 [3, 4].



Рис. 3. Архитектура системы управления комплексными методами водоочистки сточными водами промышленных объектов (с интеллектуальным модулем)

Ключевым элементом КИСУ является интеллектуальный модуль, функциональные задачи которого:

- получение из имеющихся воспринимающих элементов, которые способны работать в режиме реального времени, информации: качества воды, состояния параметров окружающей среды (осадки, температура и т.д.), протекания технологического процесса, что даёт возможность превентивно реагировать на негативные изменения: выбросы загрязнителей, увеличение объемов и т.д.;

- создание и постоянное обновление базы знаний водоочистки (водоподготовки) конкретного производства;

- расчет энергоэффективных и экологически безопасных значений управляющих воздействий, постоянные «обучению» и самоорганизация математического аппарата, например на основе нейронных сетей;

– передача на локальные системы управления энергоэффективных и экологически безопасных значений управляющих воздействий: плотность тока, объем кислорода, доза реагента и т.д.

Задача локальных систем управления – поддержание установленных интеллектуальных блоком значений управляющих воздействий непосредственно на технических средствах водоочистки.

Таким образом, достигается:

– способность системы работать не только по факту зарегистрированного воспринимаемыми элементами на входе в установку загрязнения воды, а на основе анализа такой возможности отталкиваясь от состояния технологии производства и природной среды;

– универсальность архитектуры, поскольку интеллектуальный блок постоянно пополняет базу знаний и будет адаптироваться под конкретное производство.

Выводы

Исследование методов водоочистки (водоподготовки), при дальнейшем создании на их основе производственных установок, должны включать анализ критериев энергоэффективности и степени автоматизации оборудования, которое реализуют соответствующую технологию воздействия на водные растворы.

Системы управления водоочистными установками могут обеспечивать эффективную и экономически обоснованную очистку только при учёте (прогнозировании) возмущающих факторов или технологическом устранении их негативного воздействия.

Список литературы:

1. Паникар И. И. Промышленное птицеводство и охрана окружающей среды / И. И. Паникар. – М.: МСХА, 1988. – 302 с.
2. Пуганков А. Г. Обеззараживание стоков животноводческих комплексов / А. Г. Пуганко. – М.: Колос, 1986 – 257 с.
3. Лисенко В.П. Нейромережеве прогнозування часових рядів температури навколишнього природного середовища / В.П.Лисенко, Н.А. Заєць, В.М. Штепа, А.О. Дудник // Біоресурси і природокористування. – К.: НААН. – 2011. – №3–4. – С.102–108.
4. Штепа В.М. Применение нечеткой энергосберегающей системы автоматического управления электролизным обеззараживанием сточных вод птицефабрик для борьбы с попаданием в окружающую среду возбудителей птичьего гриппа / В. М. Штепа // Тезисы докладов междунар. научно-практической. конф. [«Экология. Человек. Общество»], (Киев, 17–19 апреля 2006) – К.: НТУУ «КПИ», 2006. – С.147.