



УДК 681.5

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД

Студ. Д.І. Томашевський, гр. МгАК-16
Науковий керівник доц. С.М. Лісовець
Київський національний університет технологій та дизайну

Мета і завдання. Мета полягає у підвищенні ступеня очищення стічних вод від органічних забруднень і важких металів. Завдання полягає у розрахунку параметрів електролізної установки, визначенню оптимальних значень щільностей струму через стічні води (які відповідають максимальній ефективності зменшення рівня органічних з'єднань в стічних водах і максимальній ефективності видалення із стічних вод важких металів) і розрахунку контурів системи автоматизованого керування процесом очищення стічних вод (які відповідають за стабілізацію струму через стічні води і за стабілізацію температури стічних вод в електролізній установці).

Об'єкт дослідження. Електрохімічні процеси зменшення рівня органічних з'єднань в стічних водах і збільшення рівня видалення важких металів із стічних вод.

Методи та засоби дослідження. Методи дослідження: теорія силових ланцюгів постійного і змінного струму, теорія автоматичного керування, математична статистика, теорія похибок і обробки результатів вимірювань. Засоби дослідження: математичний аналіз, чисельне моделювання.

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів. Вперше для стічних вод певних виробництв текстильної промисловості були отримані залежності для визначення найбільш оптимального співвідношення рівня органічних з'єднань в стічних водах до кількості витраченої на очищення цих стічних вод електричної енергії і найбільш оптимального співвідношення рівня видалення із стічних вод важких металів до кількості витраченої на видалення із цих стічних вод важких металів електричної енергії. З практичної точки зору отримані рекомендації відносно вибору оптимальних значень щільності струму через стічні води і температури стічних вод, а також відносно оптимальних параметрів налагодження різних контурів системи автоматизованого керування.

Результати дослідження. При розробці системи автоматизованого керування процесом очищення стічних вод основна увага була приділена очищенню стічних вод, які отримуються з підприємств текстильної промисловості. Підприємства текстильної промисловості досить різноманітні за своїм призначенням і особливо за хімічним складом стічних вод, але найбільш вагомий внесок в забруднення вносять різні органічні з'єднання (волокнисті відходи, каолін, продукти руйнування пектинових речовин тощо) і важкі метали (Cu^{2+} , Fe^{3+} , Cr^{3+} , Pb^{2+} тощо).

Застосування електрохімічної деструкції (електролізної установки) дозволяє суттєво зменшити рівень як перших, так і других забруднювачів. Ті хімічні речовини, які неефективно видаляються із стічних вод за допомогою електролізу, можна видалити іншими методами (наприклад, методами електрокоагуляції, електрофлотації або електродіалізу). Але основна маса хімічних речовин видалятиметься за допомогою електролізу.

Органічні сполуки при електролізі в основному перетворюються в газоподібну форму і видаляються в атмосферу, або остаються розчиненими в стічних водах в практично нетоксичній формі. Тому треба добиватися мінімальної концентрації органічних з'єднань в стічних водах.



Важкі метали при електролізі в основному осаджуються на електродах електролізера або остаються в стічних водах в вигляді осадів теж в практично нетоксичні формі. Тому треба добиватися максимального рівня виділення (на електродах електролізера) із стічних вод важких металів. Для довготривалої роботи електродів вони повинні утримувати в активному шарі приблизно 30 % (по об'єму) окисів рутенію і 70 % (по об'єму) окисів титану. Розрахунок безпосередньо самого електролізера (одна секція) полягав у розрахунку загальної напруги на ньому (приблизно 5,8 В), загального струму через нього (приблизно 3200 А), питомої витрати стічних вод (приблизно $0,005 \text{ м}^3/\text{с}$), щільності струму через електроди (приблизно $160 \text{ А}/\text{м}^2$), теплового балансу (приблизно 4,7 кВт).

При дослідженні системи автоматизованого керування було встановлено, що мінімальне співвідношення рівня органічних з'єднань в стічних водах до кількості витраченої на очищення цих стічних вод електричної енергії і максимальне співвідношення рівня видалення із стічних вод важких металів до кількості витраченої на видалення із цих стічних вод важких металів електричної енергії досягається при "середніх" значеннях щільності струму через електроди. А при дуже малих або дуже великих щільностях струму через електроди ці співвідношення "погіршуються".

Таким чином, система автоматизованого керування процесом очищення стічних вод повинна була складатися з двох контурів керування. Перший контур відповідав за підтримування щільності струму через електроди на заданому рівні. Другий контур відповідав за охолодження стічних вод в електролізері, так як позитивний тепловий баланс (приблизно 4,7 кВт) приводив до сильного нагріву стічних вод і до зниження ефективності їх очищення.

Для кожної складової частини цих двох контурів на основі теоретичних розрахунків і експериментальних вимірювань була визначена своя функція передачі. Це дало можливість визначити оптимальні параметри налагодження ПІД-регуляторів, які входять до складу кожного з контурів керування. Внаслідок чого з'явилася можливість розрахувати перехідні процеси в кожному з контурів і визначити показники якості цих перехідних процесів.

Було запропоновано використовувати в якості апаратно-програмного забезпечення системи автоматизованого керування обладнання ТОВ "ВО ОВЕН". Зокрема, для здійснення загального керування запропоновано використати ПЛК160-30, для керування кожним окремим контуром керування – ПЛК150, для відображення режимів роботи електролізної установки – панель оператора СП270.

Висновки. В результаті дослідження системи автоматизованого керування процесом очищення стічних вод була створена електролізна установка, яка за рахунок застосовування двох контурів керування по струму і по тиску забезпечує найбільший ступінь очищення цих вод на одиницю втраченої електричної енергії.

Ключові слова. Важкі метали, електролізна установка, контур керування, органічні забруднення, стічні води.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Белов С.В. Экология. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007.
2. Охрана окружающей среды: Учебник / Под ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, 1991.
3. Яковлев С.В. Технология электрохимической очистки воды / Под ред. С.В. Яковлева, И.Г. Краснобородько, В.М. Рогова. – Л.: Стройиздат, 1987.