

Мулові осади, піроліз, установка, експерименти, водяна пара, тиск, температура, горючі газу.

The results of the experimental studies have been described aimed at the pyrolytic utilization of sewage sludge derived from municipal wastewater treatment plants using the high-pressure steam technology. Experiments have shown that combustible gases are present in the resulting gas composition, and no carbon dioxide or nitrogen oxides have been detected. The relative composition of combustible gases is strongly dependent on the experimental conditions, and their amount corresponds to the dry weight loss of initial sludge obtained by a long-term drying procedure at 110°C. The solid dry fraction of the pyrolysis products is a dark fine powder without any specific odor that can be easily mixed with water, without consequent powder subsidence during 10 days after its preparation and without making considerable marks on a conventional paper filter of normal density.

Silt sediments, pyrolysis, installation, experiments, water vapor, pressure, temperature, flammable gases.

УДК 621.311.6:621.357.1/7.027:628.1

ОБГРУНТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО СПОСОБУ УПРАВЛІННЯ ДЖЕРЕЛОМ ЖИВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОЛІЗНИХ СИСТЕМ ОЧИЩЕННЯ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ

**Ф.І. ГОНЧАРОВ, кандидат технічних наук
А.П. ЛЕВЧУК, аспірант***

Описано спосіб енергоефективного управління джерелом живлення електролізної системи очищення водних розчинів із врахуванням концентрацій речовин у робочому розчині, виражених через показник рН. Встановлено головні недоліки сучасних систем керування електролізними джерелами живлення для систем очищення води. Запропоновано енергоефективний спосіб керування електролізними джерелами живлення, побудований на адаптивному виборі оптимальної форми імпульсного струму навантаження із врахуванням збурень рН робочого розчину.

Джерело живлення, енергоефективність, очищення води, рН, електроліз, імпульсний струм, форма імпульсу, ефективність імпульсних режимів, вибір форми струму.

Використання джерел живлення електролізерів із можливістю застосування в роботі різноманітних або заданих форм імпульсного струму навантаження в системах очищення водних розчинів дозволить

**Науковий керівник – кандидат технічних наук, доцент Ф. І. Гончаров
© Ф.І. ГОНЧАРОВ, А.П. ЛЕВЧУК, 2015*

якісно змінити роботу системи та забезпечить високу енергоефективність [1,3]. Надання джерелу живлення можливості автоматично вибирати та застосовувати найефективнішу форму імпульсного струму залежно від технологічних змін процесу та можливих забруднювачів надасть системі адаптивні властивості, що дозволить в окремих випадках досягнути майже 50 %-ного скорочення загальних витрат електроенергії в порівнянні із стаціонарним електролізом [1,2].

Але на цей час не розроблено принцип та спосіб управління джерелом живлення систем електролізного очищення водних розчинів із використанням адаптивного вибору найефективнішої форми імпульсного струму навантаження залежно від різноманітних концентрацій речовин у водному розчині, що виражаються, в загальному вигляді, через початкове рН розчину.

Мета досліджень – обґрунтування енергоефективного способу управління джерелом живлення систем електролізного очищення водних розчинів із використанням адаптивного вибору енергоефективної форми імпульсного струму навантаження залежно від початкового рН водного розчину.

Матеріали та методика досліджень. Базовий об'єкт дослідження – процес витрат електроенергії джерелом живлення електролізного очищення водних розчинів із різним рН.

Предметом дослідження є система керування джерелом живлення, що видає відповідну форму імпульсного струму навантаження електролізера.

Для цього пропонується використати джерело живлення електролізера з можливістю видавати на вихідні клеми задану форму імпульсного струму навантаження, генератор форми струму з можливістю автоматично-контактного перемикання між формами струму та рН-метр (потенціометр). Запропонований спосіб буде базуватися на методиці управління електролізним джерелом живлення через вибір найменш затратного способу обробки водного розчину при інших рівних умовах отримання кінцевого продукту.

Поставлена мета вирішується удосконаленням способу керування джерелом живлення через надання системі керування адаптивних властивостей в виборі оптимальної форми імпульсного струму навантаження за рахунок введення в систему керування блока автоматичного вибору оптимальної, енергоефективної, форми за заданою методикою для відповідного технологічного режиму, поставлених задач та рН робочого розчину.

Це вирішується через одночасне використання з роботою системи керування джерелом живлення електролізного очищення, системи контролю за рН водного розчину в зоні електролізера, причому, можливе використання джерел живлення з вбудованими системами контролю за струмом, напругою та формою на вихідних клеммах, що робить налаштування роботи джерела живлення ще точнішою.

Перспективним для запропонованого способу, що базується на можливості роботи в непрогнозованих умовах збурень, є використання інтелектуальної автоматичної системи керування, яка буде базуватися на

використанні математичного апарата нечітких нейронних мереж, можливості якого освітлені в роботі [4].

Результати досліджень. Запропонована схема покращення управління системою керування джерелом живлення для систем електролізного очищення водних розчинів зображена на рисунку.

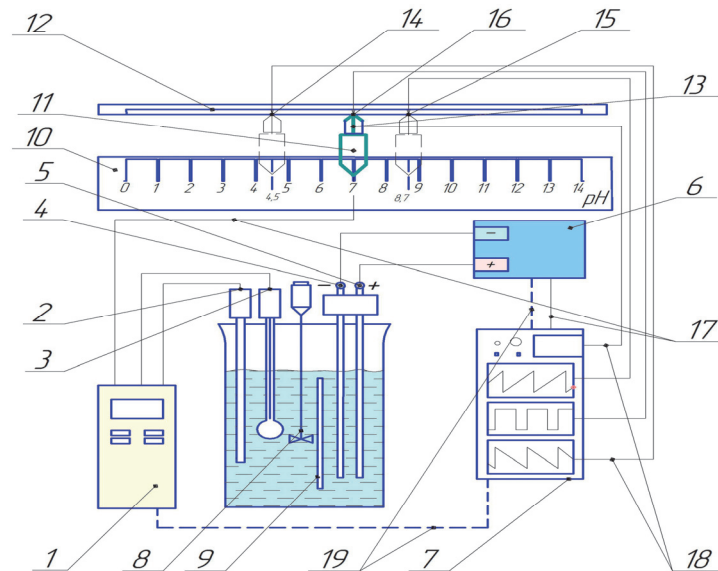


Схема управління системою керування джерелом живлення для електролізного очищення водних розчинів:

- 1 – рН-метр; 2 – термодатчик рН-метра; 3 – комбінований скляний електрод рН-метра; 4 – катод; 5 – анод; 6 – джерело живлення електролізера; 7 – генератор форми імпульсного струму навантаження (можливо з інтелектуальним блоком вибору);
- 8 – пристрій для перемішування; 9 – діелектрична перегородка;
- 10 – вимірювальна шкала потенціометра; 11 – рухомий сигнальний адаптер потенціометра; 12 – планка керування формою струму;
- 13 – рухомий контактний адаптер перемикання багатofункціональних налаштувань; 14-16 – точки налаштування перемикачів форми струму;
- 17-18 – лінії зв'язку позиційного керування; 19 – лінії зв'язку інтелектуального керування (для системи з інтелектуальним блоком вибору)

У процесі роботи електролізного джерела живлення 6 перемикання форм сигналу проходить при зміні відповідних параметрів виконуючо-контролюючої системи керування джерела живлення, як у простому виконанні, що використовує позиційне керування 17-18, так і в ефективнішому, яке використовує інтелектуальну систему керування на основі нечіткої нейронної мережі (ННМ), автоматичному програмному режимі із застосуванням ліній інтелектуального керування 19, яке може керуватися беручи за контрольні параметри дані (в основному) рН-метра 1, або інші, наприклад окисно-відновний потенціал, мутномір та ін. Інші параметри для контролю беруться з самої системи, причому можлива

інтеграція контролюючих блоків у самому джерелі живлення. Це – сила струму, напруга, форма струму тощо. Ці параметри задаються відповідно до рекомендованих улаштувань та діапазону контролю і потребують задавання точки, або точок перемикання форми струму 14-16, або при використанні інтелектуальної системи керування – мінімальні затрати енергії, якість електрохімічного процесу, або контроль параметрів на наявність біонебезпечних агентів та ін. У процесі роботи, при досягненні відповідно налаштованої точки перемикання 14-16, рухомим контактним адаптером перемикання багатофункціональних налаштувань 13, який пов'язаний з показниками рН-метра 1 через рухомий сигнальний адаптер 11, проходить перемикання відповідної форми імпульсного струму в генераторі форми імпульсного струму, який задає форму вихідного струму навантаження на вихідних клеммах джерела живлення 6.

Точки перемикання форми струму налаштовуються відповідно до законів регулювання, які знаходяться функціями аперіодичності залежно від особливостей технологічних вимог та властивостей зміни рН відповідного розчину чи технологічного процесу.

Система керування залежно від технологічної мети може використовувати одну точку перемикання, дві, або ще декілька додаткових. Враховуючи, що зміна головного контролюючого параметра (рН) може відбуватися стрибкоподібно та з різною частотою, а це відповідно призведе до необґрунтованих постійних перемикань форми струму, потрібні налаштування чутливості рН-метра. Додатково, щоб не допустити постійних та необґрунтованих перемикань, оптимально використовувати три точки, з яких дві є реальними точками перемикання форми струму 14, 15, а третя точкою підготовки, або точкою балансу 16.

Система керування, яка використовує інтелектуальний блок, може сама регулювати та налаштовувати додаткові робочі параметри, потрібну силу струму, та відповідно бути базою для корегування рН у системі.

Висновки. Використання запропонованого способу енергоефективного управління для джерел живлення систем електролізного очищення водних розчинів через адаптивний вибір найменш енергозатратної форми імпульсного струму навантаження забезпечить енергоефективний режим роботи системи.

Методика енергоефективного вибору форми імпульсного струму навантаження надасть системі адаптивних та превентивних властивостей у ситуаціях, пов'язаних із проникненням у систему неконтрольованих збурень забруднюючих речовин техногенного, природного чи навіть керованого біологічно небезпечного характеру.

Архітектура системи керування повинна бути виконана в одному блоці, що включає джерело живлення, генератор форми струму, системи контролю параметрів (рН, струм, напруга, форма струму, біологічно небезпечні речовини та ін.) та інтелектуальний блок.

Із врахуванням, що енергоефективний процес електролізного очищення водних розчинів являє собою багатofакторну та нелінійну задачу, для вирішення поставленої мети доцільно використовувати

математичний апарат нечітких нейронних мереж, що ефективно працюють та вирішують поставлені задачі для таких складних умов.

Список літератури

1. Гончаров Ф.И. Влияние формы импульсного тока на энергоэффективность получения коагулянта путем анодного растворения железа в зависимости от начального pH раствора / Ф.И. Гончаров, А.П. Левчук // Инновации в сельском хозяйстве. – 2014. – №4(9). – С. 53–57.

2. Гончаров Ф.И. Обґрунтування заходів та засобів підвищення ефективності та енергоефективності вирішення питань біобезпеки водозабезпечення / Ф.И. Гончаров, А.П. Левчук // Відновлювальна енергетика, новітні автоматизовані електротехнології в біотехнічних системах АПК: тези допов. міжнар. наук.-техн. конф. 16-17 жовтня 2014 р. – К.: НУБіП України, 2014. – С. 67–69.

3. Левчук А.П. Обґрунтування енергоефективного способу живлення електротехнологічних систем очищення водних розчинів / А.П. Левчук // Науковий вісник НУБіП України. – 2014. – №194, ч. 3. – С. 280–290.

4. Системи штучного інтелекту: нечітка логіка, нейронні мережі, нечіткі нейронні мережі, генетичний алгоритм: монографія / [В.П. Лисенко, В.М. Решетюк, В.М. Штепа та ін.]. – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2014. – 336 с.

Описан способ энергоэффективного управления источником питания электролизной системы очистки водных растворов с учетом концентраций веществ в рабочем растворе, выраженных через показатель pH. Установлены главные недостатки современных систем управления электролизными источниками питания для систем очистки воды. Предложен энергоэффективный способ управления электролизными источниками питания, построенный на адаптивном выборе оптимальной формы импульсного тока нагрузки с учетом возмущений pH рабочего раствора.

Источник питания, энергоэффективность, очистка воды, pH, электролиз, импульсный ток, форма импульса, эффективность импульсных режимов, выбор формы тока.

Describes how energy efficient power supply management system cleaning electrolysis of aqueous solutions, taking into account the concentration of substances in the working solution in terms of the pH. Established major shortcomings of modern control systems electrolysis power supplies for water treatment systems. The proposed energy-efficient way to manage the electrolytic power supply based on adaptive selection of the optimal form of impulse load current with regard to disturbances pH working solution.

Power supply, energy efficiency, water treatment, pH, electrolysis, surge current, pulse shape, efficiency pulsed mode, current selection form.