



Politechnika
Śląska



ROZPRAWA DOKTORSKA

mgr inż. Maciej Żołnierczyk

Dyscyplina: Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka

MODUŁOWE OCZYSZCZANIE ŚCIEKÓW

PRZEMYSŁOWYCH W UKŁADACH ZINTEGROWANYCH

Z WYKORZYSTANIEM ZAAWANSOWANYCH PROCESÓW

FIZYKOCHEMICZNYCH I BIOLOGICZNYCH

Promotor: prof. dr hab. inż. Krzysztof Barbusiński

Opiekun pomocniczy: mgr inż. Jerzy Gil

Gliwice, 2022

Streszczenie rozprawy doktorskiej

Tytuł: „Modułowe oczyszczanie ścieków przemysłowych w układach zintegrowanych z wykorzystaniem zaawansowanych procesów fizykochemicznych i biologicznych”

Autor: mgr inż. Maciej Żołnierczyk

Z uwagi na bardzo dużą różnorodność gałęzi przemysłu generujących szerokie spektrum zanieczyszczeń, oczyszczanie ścieków przemysłowych stanowi w każdym przypadku duże wyzwanie technologiczne i techniczne. Spowodowane jest to znacznym zróżnicowaniem rodzajów zanieczyszczeń, szerokim zakresem stężeń tych zanieczyszczeń oraz często zawartością specyficznych związków pochodzenia zarówno organicznego, jak i nieorganicznego. Powszechnie stosowane konwencjonalne metody oczyszczania, takie jak biodegradacja z wykorzystaniem osadu czynnego, koagulacja, biologiczna denitryfikacja czy strącanie wapnem, często nie zapewniają oczekiwanej efektywności procesowej. Również nowoczesne metody bazujące na separacji membranowej i wymianie jonowej posiadają pewne ograniczenia, w szczególności dotyczące maksymalnych stężeń zanieczyszczeń w ściekach surowych, czy konieczność zastosowania rozbudowanej obróbki wstępnej w celu wyeliminowania substancji zagrażających integralności membran i mas jonitowych. Powyższe przesłanki wskazują na konieczność prowadzenia badań oraz wdrażania nowoczesnych procesów oczyszczania ścieków przemysłowych, które będą charakteryzować się zwiększoną efektywnością oraz znaczną selektywnością w stosunku do konkretnych substancji zanieczyszczających.

W wyniku przeglądu literaturowego, a także na podstawie własnego doświadczenia zawodowego oraz naukowego, do badań, jako substancje zanieczyszczające i dedykowane im metody usuwania, zostały przyjęte:

- Substancje pochodzenia organicznego i nieorganicznego podatne na proces utleniania – proces pogłębionego utleniania, modyfikacja reakcji Fentona z zastosowaniem alternatywnego źródła nadtlenu wodoru
- Azot azotanowy – proces chemicznej redukcji jonów azotanowych(V) do azotu gazowego z wykorzystaniem żelaza metalicznego oraz mocznika
- Jony siarczanowe(VI) – proces chemicznego strącania jonów siarczanowych(VI) w postaci etryngitu z zastosowaniem cementu glinowo-wapniowego

Wszystkie wskazane metody po przeprowadzonej optymalizacji procesowej charakteryzowały się znaczną efektywnością w usuwaniu zanieczyszczeń zarówno w fazie testów wstępnych z wykorzystaniem ścieków modelowych (syntetycznych) o znanym stężeniu zanieczyszczeń, jak i w fazie badań właściwych, w której wykorzystane zostały ścieki rzeczywiste z branży metalurgicznej.

Wykonane badania wstępne efektywności procesowej usuwania danego typu zanieczyszczenia oraz innych parametrów towarzyszących były podstawą do określenia wzajemnych powiązań technologicznych pomiędzy stosowanymi metodami i wyboru najkorzystniejszej konfiguracji następujących po sobie procesów w zintegrowanym układzie oczyszczania ścieków przemysłowych.

Za najkorzystniejszą konfigurację układu zintegrowanego uznano:

- Moduł I. – modyfikacja reakcji Fentona
- Moduł II. – chemiczna redukcja jonów azotanowych(V)
- Moduł III. – chemiczne strącanie jonów siarczanowych(VI)

W toku przeprowadzonych testów procesowych w zintegrowanym układzie oczyszczania uzyskana została bardzo dobra efektywność:

- Dla modyfikacji reakcji Fentona – stopień usunięcia zanieczyszczeń (wyrażanych jako wskaźnik ChZT) wyniósł powyżej 80% (maksymalnie 91,5%) dla ścieków modelowych oraz od 75% do 82,5% dla ścieków rzeczywistych.
- Dla procesu chemicznej redukcji jonów azotanowych(V) – stopień usunięcia zanieczyszczeń wyniósł powyżej 80% (maksymalnie 90%) dla ścieków modelowych oraz od 76% do 82,1% dla ścieków rzeczywistych,
- Dla procesu chemicznego strącania jonów siarczanowych(VI) – stopień usunięcia zanieczyszczeń wyniósł powyżej 80% (maksymalnie 98%) dla ścieków modelowych oraz od 91,7% do 95,2% dla ścieków rzeczywistych.

Przeprowadzone badania oraz otrzymane wyniki potwierdziły przydatność i możliwość wdrożenia opracowanego rozwiązania w skali technicznej dla oczyszczania ścieków przemysłowych. Otrzymane rezultaty były również podstawą do opracowania wstępnych wytycznych technologicznych, które mają stanowić bazowe założenia dla projektowania zintegrowanego układu oczyszczania.