

# Praca dyplomowa inżynierska

## Analiza możliwości zastosowania procesu ultrafiltracji micelarnej do usuwania zanieczyszczeń z roztworów wodnych



**Autor: Patryk Lenart**

Nr albumu: 244539

Promotor: prof. dr hab. inż. Paweł Gierycz

Rok akademicki: 2019/2020

### Wprowadzenie

Omawiana w tejże pracy ultrafiltracja micelarna (ang. Micellar-enhanced ultrafiltration, skr. MEUF) to technika separacji bazująca na połączeniu ultrafiltracji ze zjawiskiem solubilizacji związków powierzchniowo czynnych. Zjawisko to polega na tworzeniu agregatów micelarnych składających się z separowanej substancji (cząstek hydrofobowych trudno- lub nierozpuszczalnych w wodzie lub cząstek jonowych) otoczonej cząstkami surfaktantu.

### Cel i zakres pracy

Celem pracy jest przedstawienie zastosowania procesu ultrafiltracji micelarnej do oczyszczania roztworów wodnych. W oparciu o publikacje naukowe przybliżono przykładowe cele oraz możliwe zastosowanie MEUF w przemyśle.

Zakres pracy obejmuje przegląd literaturowy dotyczący zastosowania ultrafiltracji micelarnej do oczyszczania roztworów wodnych z następujących substancji: metali, a zwłaszcza metali ciężkich; związków organicznych ze szczególnym naciskiem na substancje toksyczne i barwniki; związków nieorganicznych m.in. azotanów, fosforanów.

### Wnioski

Ultrafiltracja micelarna jest procesem, w wyniku którego można, z wysoką skutecznością, usunąć z roztworów wodnych różne substancje chemiczne – od jonów pojedynczych metali, do rozgałęzionych związków organicznych. Jak pokazano w niniejszej pracy, MEUF jest techniką wszechstronną, pozwalającą na zastosowanie jej m.in. w oczyszczaniu ścieków procesowych z różnych gałęzi przemysłu.

Kluczowym aspektem jest dobór odpowiednich warunków prowadzenia procesu, uwzględniając, oprócz skuteczności separacji danej substancji, jego wydajność oraz ekonomię i wpływ na środowisko.

Proces ultrafiltracji micelarnej, ze względu na liczbę oddziałujących czynników, jest bardzo złożony. Na jego przebieg wpływają przede wszystkim:

1. Roztwór nadawy (charakter substancji separowanej i jej stężenie, obecność i stężenie innych substancji w roztworze);
2. Związek powierzchniowo czynny (typ surfaktantu, wartość CMC, rozmiar micel, stosunek ilości surfaktantu do substancji usuwanej);
3. Membrana (materiał i sposób wykonania membrany, cut-off, rozmiar porów, charakter powierzchni membrany/ hydrofilowość);
4. Parametry procesu (ciśnienie transmembranowe, pH, temperatura, możliwość odzysku permeatu) (Schwarze, 2017).

Substancjami, które z bardzo obiecującymi wynikami, można separować tą metodą to metale, a w szczególności metale ciężkie, aniony soli nieorganicznych, np. azotany, chromiany; substancje organiczne – fenole, kwasy organiczne, np. naftenowe, trihalometany, farmaceutyki, w tym antybiotyki, środki ochrony roślin, barwniki organiczne oraz nieorganiczne i inne. Związki te mogą być usuwane samodzielnie, ale także łącznie, np. barwniki i metale ciężkie, czy fenole metale ciężkie.

Omawiany proces może służyć oczyszczeniu roztworu z zanieczyszczenia w celu otrzymania czystej wody, selektywnemu rozdzieleniu składników roztworu nadawy lub zateżeniu separowanej substancji w koncentracji.

Najważniejszą z zalet ultrafiltracji micelarnej jest, udowodniona w niniejszym przeglądzie literaturowym, bardzo wysoka retencja separowanych składników na membranie, pomimo ich obecności w małych stężeniach. Proces ten cechuje również niskie zużycie energii ze względu na siłę napędową procesu i łatwość obsługi.

W procesie MEUF ciśnienie transmembranowe jest niższe i można zastosować membrany o wyższej przepuszczalności niż w procesie RO, zachowując wysoką skuteczność oczyszczania charakterystyczną dla wysokociśnieniowych procesów filtracji membranowej.

Ultrafiltracja micelarna posiada jednak kilka wad, znaczących z punktu widzenia jej rzeczywistego zastosowania. Największymi wyzwaniem są problem wtórnego zanieczyszczenia i koszty procesu, związane przede wszystkim ze zużyciem surfaktantu. Niestety, pomimo wielu badań laboratoryjnych oraz eksperymentów w skali półtechnicznej, nie zastosowano ultrafiltracji micelarnej do oczyszczania roztworów w skali przemysłowej.