

JAKUB RAJEWSKI
ANNA KOWALIK
WIKTOR KLUZIŃSKI

Wydział Materialoznawstwa, Technologii i Wzornictwa, Politechnika Radomska, Radom

Mikro- i ultrafiltracja ścieków garbarskich w półtechnicznej instalacji membranowej

Wprowadzenie

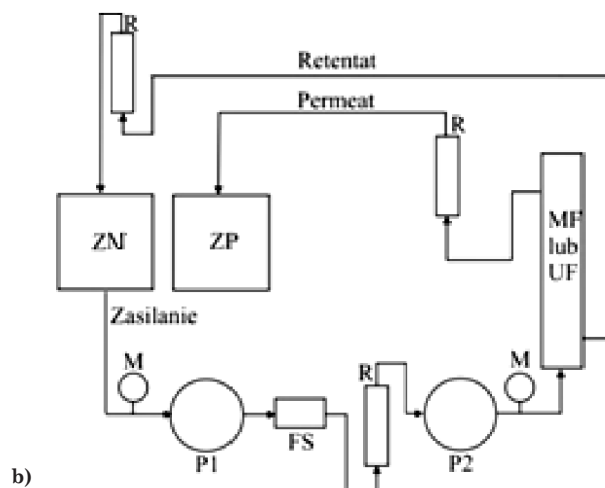
Procesy i operacje garbowania skór są źródłem emisji wielu szkodliwych substancji organicznych i nieorganicznych takich jak emulsje tłuszczowe, azot organiczny, chrom, chlorki, siarczany [1]. Zastosowanie mikro- i ultrafiltracji do usuwania substancji organicznych ze ścieków garbarskich w skali półtechnicznej pokazuje jakie możliwości dają te procesy.

Pilotowa instalacja membranowa do mikro- i ultrafiltracji

Mikro- i ultrafiltrację prowadzono w półtechnicznej instalacji membranowej przedstawionej na rys. 1, z zamontowanym

modułem z ceramicznym lub polimerowym elementem membranowym. Mikro- (MF) i ultrafiltracja (UF) są procesami mechanicznego rozdziału jednorodnej mieszaniny, której składniki dyfundują przez membranę z różną szybkością w wyniku różnicy ciśnienia panującego po jej obu stronach [2].

Roztwór zasilający poddawany procesowi mikro- lub ultrafiltracji znajduje się w zbiorniku nadawy (ZN) skąd pompą zasilającą (P1) podawany jest do układu cyrkulacyjnego, w którym zasysany jest przez pompę obiegową (P2) przetwarzając go do tego modułu. Ciśnienie na wlocie do modułu mikro- lub ultrafiltracyjnego mierzone jest manometrem M. Pomiar natężenia przepływu permeatu i retentatu umożliwiając rotometry R. Natomiast natężenie przepływu nadawy

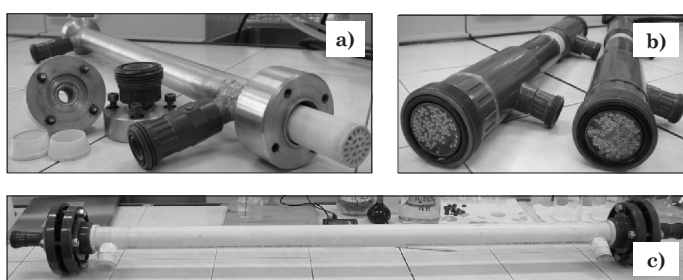


Rys. 1. Pilotowa instalacja badawcza a) widok ogólny, b) schemat ideowy: MF, UF – moduł mikro- lub ultrafiltracyjny, R – retentat, ZN – zbiornik nadawy, ZP – zbiornik permeatu, P1, P2 – pompy, M – manometr, FS – filtry tkaninowe

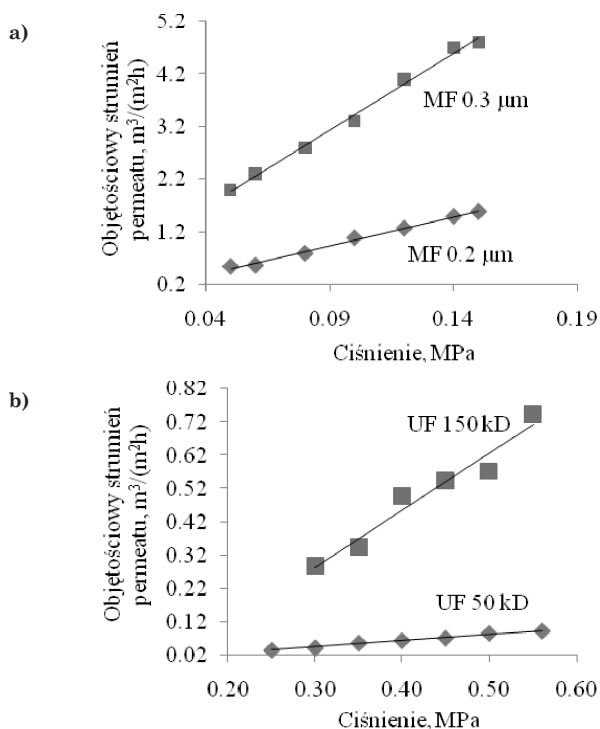
otrzymujemy przez sumowanie natężenia przepływu permeatu i retentatu. Permeat i retentat odpływające z modułu mikro- lub ultrafiltracyjnego były powtórnie zawracane do zbiornika roztworu nadawy (ZN).

Membrany mikro- i ultrafiltracyjne

Badania oczyszczania ścieków garbarskich pod kątem usuwania z nich emulsji tłuszczowych i białek zwierzęcych prowadzone były na dwóch rodzajach membran mikro- i ultrafiltracyjnych: ceramicznych oraz polimerowych, których krótką charakterystykę i widok przedstawiono na rys. 2. W celu sprawdzania możliwości separacyjnych membran najpierw przeprowadzono mikro- i ultrafiltrację wody wodociągowej regulując ciśnienie, od którego bezpośrednio zależy natężenie przepływu permeatu. Wyniki przedstawiono na rys. 3.



Rys. 2. Badane membrany mikro- i ultrafiltracyjne: a) Tami Ceram UF; struktura rurowa; granica rozdzielcza 150 kD; max. ciśn. 5,5 bar; b) Eurosep PP MF; struktura kapilarna; granica rozdzielcza 0,2 i 0,3 μm; max. ciśn. 1,5 bar; c) Eurosep PSU UF; struktura kapilarna; granica rozdzielcza 50 kD; max. ciśn. 5,5 bar



Rys. 3. Przepuszczalności hydrauliczne testowanych membran MF i UF

Mikro- i ultrafiltracja ścieków garbarskich

Badano zarówno modelowe roztwory spreparowane w laboratorium, jak i rzeczywiste ścieki garbarskie. Mikrofiltracji

poddawano roztwory emulsji tłuszczowej na bazie roksolu. Proces prowadzono na modułach 0,2 oraz 0,3 μm pod ciśnieniem 1,5 bar przy natężeniach przepływu nadawy odpowiednio 1300 i 2300 dm³/h. Ultrafiltrację prowadzono na roztworach żelatyny zwierzęcej przeznaczonej do konsumpcji. Proces prowadzono na modułach 150 kD oraz 50 kD pod ciśnieniami odpowiednio 4,5 i 4 bary oraz przy natężeniach przepływu nadawy wynoszących 1300 i 1600 dm³/h. Otrzymane wyniki zestawiono w tabelicy 1.

Mikro- i ultrafiltrację rzeczywistych ścieków garbarskich przeprowadzono na modułach MF 0,2 μm i UF 50 kD, które charakteryzowały się retencją na poziomie odpowiednio 96% i 90% podczas testowania ich na modelowych roztworach ścieków garbarskich. Najpierw prowadzono proces mikrofiltracji przy ciśnieniu 4,5 bar i odbierano permeat, który stanowił roztwór zasilający dla ultrafiltracji prowadzonej pod ciśnieniem 4 bar. Wyniki zestawiono w tabelicy 2 oraz na rys. 4.

Tablica 1
Wyniki analizy mikro- i ultrafiltracji modelowych roztworów ścieków garbarskich

Strumień	Tłuszcze, oleje, mg/dm ³		Azot organiczny, mg/dm ³	
	MF 0,2 μm	MF 0,3 μm	UF 150 kD	UF 50 kD
Moduł				
Permeat (P)	9	17	53	25
Nadawa (F)	225	84	307	263
Retentat (R)	252	119	310	297
Retencja %	96	80	83	90

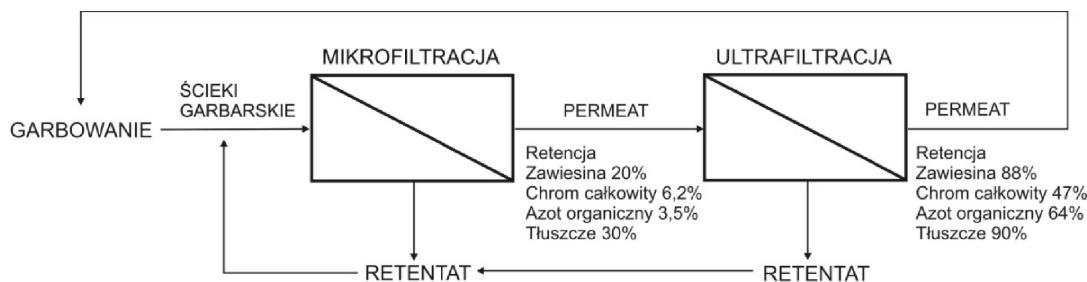
Tablica 2
Wyniki analizy rzeczywistych ścieków garbarskich po mikro- i ultrafiltracji

Parametr/Wskaźnik	Mikrofiltracja (MF 0,2 μm)			Ultrafiltracja (UF 50 kD)	
	P	F	R	P	R
pH, -	4,0	4,0	4,0	4,3	4,3
Przewodność, mS/cm	43	43	43	33	33
Mętność, mg SiO ₂ /dm ³	292	373	402	1	170
Zawiesina ogólna, mg/dm ³	336	418	406	39	213
Chrom całkowity, mg/dm ³	1370	1460	1510	723	1140
Azot organiczny, mg/dm ³	1143	2022	2406	828	1135
Tłuszcze, oleje, mg/dm ³	75	107	120	7,5	37

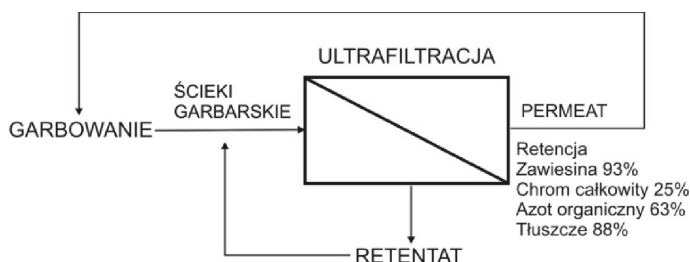
Tablica 3
Wyniki analizy rzeczywistych ścieków garbarskich po ultrafiltracji

Parametr/Wskaźnik	Permeat (P)	Nadawa (F)	Retentat (R)
pH, -	4,4	4,3	4,3
Przewodność, mS/cm	35	41	42
Mętność, mg SiO ₂ /dm ³	1	261	294
Zawiesina ogólna, mg/dm ³	38	528	366
Chrom całkowity, mg/dm ³	1230	1630	1700
Azot organiczny, mg/dm ³	927	2512	1156
Tłuszcze, oleje, mg/dm ³	12	103	82

Ponieważ mikrofiltracja nie przyniosła spodziewanych efektów pominięto ten proces i przeprowadzono tylko ultrafiltrację rzeczywistych ścieków garbarskich na module UF 150 kD, który podczas ultrafiltracji modelowych roztworów ścieków garbarskich charakteryzował się retencją na poziomie 83%. Proces ultrafiltracji przeprowadzono pod ciśnieniem



Rys. 4. Zestawienie wyników obliczeń retencji niektórych parametrów po mikro- i ultrafiltracji rzeczywistych ścieków garbarskich



Rys. 5. Zestawienie wyników obliczeń retencji niektórych parametrów po ultrafiltracji rzeczywistych ścieków garbarskich

5 bar i natężeniu przepływu nadawy około 950 dm³/h. Proces prowadzono w układzie otwartym tzn. od początku odbierano permeat do drugiego zbiornika. Otrzymane wyniki zestawiono w tablicy 3 oraz na rys. 5.

Podsumowanie

Zbadano możliwość usuwania emulsji tłuszczowych i białek zwierzęcych w półtechnicznej instalacji membranowej na modułach: mikrofiltracyjnych o granicy rozdziału 0,2 i 0,3 μm

oraz ultrafiltracyjnych o granicy rozdziału 150 i 50 kD. W przypadku modelowych ścieków garbarskich najlepsze efekty przyniosła mikrofiltracja na module 0,2 μm – retencja na poziomie 96% i ultrafiltracja na module 50 kD – retencja na poziomie 90%. Na tych modułach prowadzono dalej MF i UF rzeczywistych ścieków garbarskich. Na module mikrofiltracyjnym usunięto tłuszcze i azot organiczny na poziomie odpowiednio 30% i 3,5%. Permeat po MF poddano ultrafiltracji, która pozwoliła na usunięcie tłuszczu i azotu organicznego na poziomie odpowiednio 90% i 64%. Ponieważ mikrofiltracja nie przyniosła spodziewanych efektów przeprowadzono proces ultrafiltracji, którym usunięto ze ścieków garbarskich tłuszcze i azot organiczny na poziomie 88% i 63%. Otrzymane wyniki potwierdziły możliwość zastosowania ultrafiltracji do usuwania białek zwierzęcych i emulsji tłuszczowych z rzeczywistych ścieków garbarskich, bez konieczności stosowania mikrofiltracji.

LITERATURA

1. A. Cassano, E. Drioli E, R. Molinari: Desalination, 113, 251 (1997).
2. M. Bodzek, J. Bohdziewicz, K. Konieczny: Wyd. Pol. Śl., Gliwice 1997.8
3. A. Cassano, R. Molinari, R. Romano: J. Memb. Sci., 181, 111 (2001).
4. M. Cheryan, N. Rajagopalan: J. Membr. Sci, 151, 13 (1998).

Redakcja czasopisma naukowo-technicznego

INŻYNIERIA I APARATURA CHEMICZNA

uprzejmie informuje, że może sprzedać zainteresowanym różne

NUMERY ARCHIWALNE

Zamówienia pisemne (faksem lub pocztą) można składać pod adresem

Redakcja „Inżynierii i Aparatury Chemicznej”

44-100 Gliwice, ul. Górnych Wałów 25

skr. poczt. ☒ 4a fax (32) 231 94 39