

Michał BODZEK, Oskar KOMINEK,
Eugenia KOWALSKA, Ignacy TANISTRA

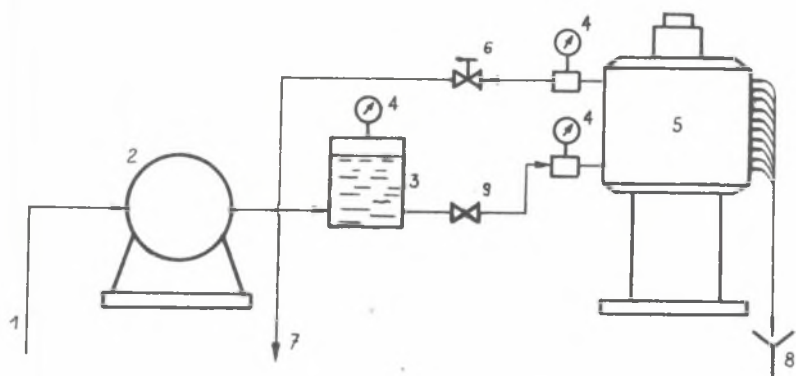
PRÓBY ZASTOSOWANIA FOLII CELOFANOWYCH
W CIŚNIENIOWEJ METODZIE MEMBRANOWEJ
OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW POCELULOZOWYCH

Streszczenie. Przedstawiono wyniki wstępnych badań nad oceną możliwości zastosowania krajowych folii celofanowych (tomofan) do membranowego oczyszczania i zatężania pod ciśnieniem ścieków z mycia mas celulozowych. Na niemodyfikowanych błonach celofanowych uzyskiwano m.in. ponad 80-procentowe obniżenie zawartości substancji barwnych w filtracji, przy niskich jednak szybkościach filtracji. Stwierdzono korzystny wpływ modyfikacji ultradźwiękowej celofanu na szybkość filtracji.

W większości instalacji przemysłowych i badawczych dla procesów odwróconej osmozy i ultrafiltracji stosuje się obecnie membrany na bazie octanu celulozy i aromatycznych poliamidów. Charakterystyka pracy tych membran ogranicza jednak znacznie zakres ich zastosowania; oczyszczane ścieki muszą mieć pH w zakresie 3-8 (do 11 przy poliamidowych) i temperaturę poniżej 40°C. Trwają więc w dalszym ciągu poszukiwania membran umożliwiających pracę w warunkach bardziej ostrych, tzn. w szerszym zakresie pH i temperatury. Półprzepuszczalne własności celofanu i jego zastosowanie, zwłaszcza w procesach dializy i ultrafiltracji, do oczyszczania i zatężania roztworów koloidalnych znane są od dawna [1]. Skąpe doniesienia w literaturze radzieckiej [2, 3] mówią o możliwościach zastosowania celofanu w procesie membranowego oczyszczania ścieków pocelulozowych. Przedstawiona praca dotyczy wstępnych badań nad możliwością zastosowania krajowych folii celofanowych do membranowego oczyszczania i zatężania ścieków z mycia mas celulozowych.

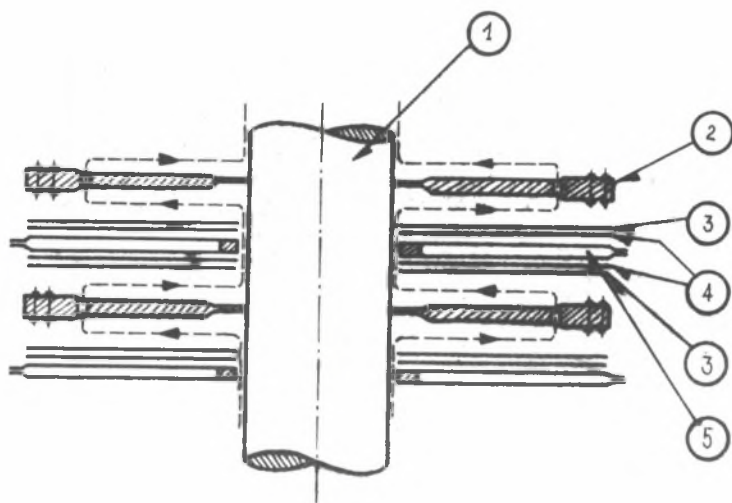
Zastosowana aparatura

Badania oczyszczania i zatężania ścieków prowadzono na aparaturze, której schemat przedstawia rys. 1. Zasadniczymi elementami układu były: wielokolaboratoryjny moduł membranowy opracowany przez firmę De Danske Sukkerfabrikker (DDS), ale z membranami celofanowymi, oraz pompa ciśnieniowa DF-50 produkcji krajowej. Ponadto układ wyposażono w zestaw manometrów,



Rys. 1. Schemat instalacji badawczej

1 - pobór cieczy (ścieków), 2 - pompa zasilająca ciśnieniowa, 3 - akumulator hydrauliczny, 4 - manometry, 5 - moduł DDS, 6 - zawór redukcyjny (odcinający, zwrotny), 7 - odprowadzenie koncentratu, 8 - odprowadzenie filtratu, 9 - zawór bezpieczeństwa



Rys. 2. Przepływ cieczy w module DDS

1 - bolec centrujący, 2 - płyta dystansująca ("rama"), 3 - membrana, 4 - bibuła filtracyjna, 5 - płyta nośna membrany z odprowadzeniem filtratu ("płyta")

zawory: redukcyjny i bezpieczeństwa oraz akumulator hydrauliczny, służący do redukcji wahań ciśnienia spowodowanych pracą pompy tłokowej.

System DDS dla odwróconej osmozy i ultrafiltracji [4, 5] jest oryginalnym rozwiązaniem klasycznej konstrukcji płytowo-ramowej z łatwym do wymiany membranami. W układzie tym między specjalnie profilowanymi płyta-

mi i ramami z tworzywa sztucznego umieszcza się płaskie membrany. Elementy te składają się na sekcje sprasowane razem za pomocą bolca centrującego i zastosowanego w rozwiązaniu systemu hydraulicznego. Odpowiednio wymodelowane ramy wymuszają przepływ zatężanej cieczy wąskimi kanalikami (0,3-0,5 mm), promieniowo nad membranami w kolejnych sekcjach (rys. 2), z prędkością ok. 0,5 m/s. Przechodzący przez membranę filtrat odprowadzany jest na zewnątrz modułu oddzielnie z każdej płyty. Moduł firmowy DDS jest modułem przenośnym o całkowitej powierzchni rozdzielania 0,36 m². Może on pracować również z mniejszą powierzchnią membran, a poszczególne elementy można łatwo składać, wymieniać lub też wyłączyć z pracy.

Metodyka badań

Zestaw aparaturowy umożliwił wykonanie prób przepływowych w układzie otwartym oraz szarżowym, w którym roztwór zatężany znajdował się w obiegu, a czas próby uzależniony był od momentu osiągnięcia założonego stopnia zatężenia badanych ścieków. Badania przeprowadzone w układzie szarżowym dotyczyły wpływu stopnia zatężenia na jakość odbieranego permeatu i szybkość procesu, natomiast w układzie otwartym wpływu stosowanego ciśnienia roboczego oraz stężenia ścieków na efektywność oczyszczania.

Efektywność procesu określano przez pomiar średniej szybkości filtracji oraz średniego stopnia redukcji obciążenia ścieków.

Wszystkie próby prowadzono przy strumieniu objętości, wynoszącym 0,045 m³/h, używając pełnego zestawu membran oraz przy ciśnieniu roboczym 2,0 MPa, z wyjątkiem prób dotyczących wpływu ciśnienia roboczego na efektywność procesu.

Do badań użyto folii z celofanu produkowanego przez "Chemitex-Wistom" w Tomaszowie Mazowieckim, o nazwie handlowej tofopan. Zakłady "Chemitex-Wistom", będące jedynym producentem celofanu w kraju, wytwarzają w zasadzie tylko jeden gatunek celofanu - typ PFT, o gramaturze 40 g/m² (plastifikator - mieszanina glikoli mono- i dwupropylenowego) oraz 60 g/m² (plastifikator - polikol 300). W układzie przepływowym stosowano membrany wyłącznie z celofanu o gramaturze 40 g/m².

Zestaw membran przed właściwymi pomiarami poddawano testacji, która obejmowała:

- przepuszczanie przez moduł wody destylowanej przy ciśnieniach: 1,0, 2,0, 4,0 MPa - okresach dwugodzinnych i pomiar szybkości przepuszczania wody przez błonę,
- przepuszczanie przez moduł kolejno roztworów: NaCl, MgSO₄ i sacharozy o stężeniach 1500 g/m³ i przy ciśnieniu 2,0 MPa, do momentu osiągnięcia 20-procentowego stopnia odzysku filtratu i określeniu stopnia zmniejszenia zawartości odpowiednio: jonów chlorkowych, magnezowych i sacharozy.

We właściwych próbach oczyszczania i zateżenia ścieków otrzymane próbki filtratu i koncentratu analizowano na zawartość substancji rozpuszczonych i barwnych oraz określano chemiczne zapotrzebowanie tlenu i przewodnictwo. Do badań użyto ścieków otrzymanych przez rozcieńczenie i filtrację (ϕ oczek $20 \mu\text{m}$) rzeczywistych ługów powarzelnych: posiarzynowych z ZCP w Kluczach, a posiarczanowych z ZCP w Kaletach (bez korekty pH).

Wstępne próby przydatności folii celofanowych wykonano również w układzie statycznym, na aparaturze opisanej w poprzednich publikacjach [6,7]. Przeprowadzone badania miały na celu porównanie efektywności procesu membranowego oczyszczania ścieków pocelulozowych na błonach celofanowych o zróżnicowanej gramaturze (40 g/m^2 i 60 g/m^2), a także wstępną ocenę możliwości zastosowania ultradźwięków do modyfikacji membran celofanowych. Próbkę folii o gramaturze 40 g/m^2 poddano działaniu pola ultradźwiękowego o częstotliwości 20 kHz w czasie 60 sekund. Wszystkie próby zateżenia ścieków w układzie statycznym prowadzono po uprzedniej typowej testacji błon przy ciśnieniu roboczym 5 MPa i stopniu odzysku filtratu wynoszącym 70% . Efektywność procesu określano identycznie jak w przypadku układu przepływowego.

Omówienie wyników badań

Układ przepływowy

Porównując wyniki przepuszczania wody destylowanej i testowania błon celofanowych i acetylocelulozowych [8] można stwierdzić, że przepuszczalność wody destylowanej odpowiada w przybliżeniu membranom B-301 modyfiko-

Tablica 1

Charakterystyka stosowanych błon celofanowych (typ PFT, gramatura 40 g/m^2)

Charakter przebiegu - przepływowy szarżowy,
Stężenie początkowe roztworów testujących - 1500 g/m^3
Stopień odzysku filtratu - 20%

Ciśnienie rob. MPa	1,0	2,0		4,0
Roztwór testujący	Szybkość filtracji $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$	Szybkość filtracji $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$	Stopień zmniejszenia zawartości %	Szybkość filtracji $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$
Woda destylowana	0,093	0,146	-	0,197
Chlorek sodowy	-	0,140	6,2	-
Siarczan magnezowy	-	0,139	26,2	-
Sacharoza	-	0,130	2,1	-

Tablica 2

Wpływ ciśnienia roboczego na oczyszczanie ścieków z mycia celulozy

Charakter przebiegu - przepływowy - otwarty

Błona - tomofan typ PFT-- 40 g/m²

Stężenie początkowe - rozcieńczenie ługu 1+50

	Obciążenia ścieków		Ścieki posiarzynowe, pH - 6,1									Ścieki posiarczanowe, pH - 9,1								
			1,0 MPa			2,0 MPa			4,0 MPa			1,0 MPa			2,0 MPa			4,0 MPa		
	S _y	S _a	F	K	R(%)	F	K	R(%)	F	K	R(%)	F	K	R(%)	F	K	R(%)	F	K	R(%)
Szybkość filtracji m ³ /m ² .d			0,069	-	-	0,117	-	-	0,163	-	-	0,066	-	-	0,103	-	-	0,154	-	-
Substancje rozpuszczone g/m ³	2070	3780	1042	2096	50,0	1040	2130	50,4	1030	2130	51,0	1880	3825	50,5	2230	3840	41,4	2035	3880	46,8
ChZT, g O ₂ /m ³	2460	4980	904	2500	60,3	864	2525	65,3	736	2580	70,8	1490	5060	70,3	1340	5110	73,3	1320	5180	74,0
Barwa, g Pt/m ³	391	11000	43	400	89,1	40	411	90,0	39	411	90,2	1580	11200	85,8	1430	11300	87,2	1430	11500	87,3
Przewodnictwo, μS	1125	2500	1000	1140	11,9	868	1150	24,0	848	1130	24,8	2000	2510	20,2	2000	2520	20,3	1820	2540	27,7

S_y - ścieki posiarzynowe, S_a - ścieki posiarczanowe, F - obciążenie filtratu, K - obciążenie koncentratu, R - średni stopień zmniejszenia obciążenia

Tablica 3

Wpływ stężenia na oczyszczanie ścieków z mycia celulozy siarczynowej

Charakter przebiegu - przepływowy - otwarty

Błona - tomofan, typ PFT, gramatura 40 g/m²

Ciśnienie robocze - 2,0 MPa

Rozcieńczenie ługu	1+100, pH - 6,6				1+50, pH - 6,1				1+25, pH - 5,6				1+10, pH - 3,65			
	Ś	F	K	R	Ś	F	K	R	Ś	F	K	R	Ś	F	K	R
Szybkość filtracji, m ³ /m ² .d	-	0,130	-	-	-	0,417	-	-	-	0,123	-	-	-	0,111	-	-
Substancje rozpuszczone, g/m ³	1350	706	1360	47,9	2070	1040	2130	50,4	3590	1280	3690	64,9	8000	3000	8170	63,1
ChZT, g O ₂ /m ³	1340	492	1380	63,9	2460	864	2525	65,3	5470	1740	5630	68,6	13900	4560	14300	67,6
Barwa, g Pt/m ³	352	69	365	80,7	391	40	411	90,0	900	132	933	85,6	14000	200	14500	86,0
Przewodnictwo, μS	1050	820	1060	22,3	1125	860	1150	24,0	1190	885	1200	26,0	1480	1090	1540	26,8

Ś - obciążenie ścieków, F - obciążenie filtratu, K - obciążenie koncentratu, R - średni stopień zmniejszenia obciążenia

Wpływ stężenia na oczyszczanie ścieków z mycia celulozy siarozanowej

Charakter przebiegu - przepływowy - otwarty
 Błona - teflan, typ PFT, gramatura 40 g/m²
 Ciężnienie robocze - 2,0 MPa

Rozcień- czenie ługu	1+100, pH - 8,4				1+50, pH - 8,6				1+25, pH - 9,8				1+10, pH - 10,2			
	Ś	F	K	R	Ś	F	K	R	Ś	F	K	R	Ś	F	K	R
Szybkość filtracji m ³ /m ² .d	-	0,109	-	-	-	0,103	-	-	-	0,102	-	-	-	0,095	-	-
Substancje rozpuszczo- ne, g/m ³	1700	783	1730	45,6	3780	2230	3840	41,4	6270	3070	6390	51,5	15100	8160	15340	46,4
ChZT, g O ₂ /m ³	1850	525	1900	72,0	4980	1340	5100	73,3	7890	2880	8000	63,7	21600	6480	22100	70,3
Barwa, g Pt/m ³	3680	590	3800	84,2	11000	1430	4340	87,2	20700	3200	21300	84,7	52300	9060	53800	82,8
Przewod- ność μS	1270	910	1280	28,7	2500	2000	2520	20,3	4080	3180	4110	22,3	9250	7750	9300	16,4

Ś - obciążenie ścieków,

F - obciążenie filtratu,

K - obciążenie koncentratu,

R - średni stopień zmniejszenia obciążenia

Wpływ stopnia odzysku filtratu na efektywność oczyszczania ścieków z mycia celulozy siarczynowej

Charakter przebiegu - przepływowy - szarżowy

Ciśnienie robocze - 2,0 MPa

Błona - tomofan, typ PFT 40 g/m²

Sto- pień odzy- sku fil- tratu %	Śred- nia szyb- kość fil- tracji m ³ /m ² d	Substancje rozpu- szone g/m ³				ChZT g O ₂ /m ³				Barwa mg Pt/m ³				Przewodnictwo μS			
		Ś	F	K	R (%)	Ś	F	K	R (%)	Ś	F	K	R (%)	Ś	F	K	R (%)
Rozcieńczenie ługu 1 + 100, pH - 5,95																	
25	0,126		522	1150	51,4		552	1750	65,4		88	354	71,9		413	756	42,0
50	0,132		519	1470	57,8		524	2370	72,5		78	484	79,7		417	923	47,7
70	0,137	995	533	2070	65,2	1450	533	3580	79,0	281	76	759	85,4	670	427	1240	55,2
80	0,139		547	2790	71,0		541	7080	83,4		78	1090	86,6		433	1620	62,1
90	0,141		562	4890	80,9		549	9540	90,0		79	2100	93,4		444	2700	73,7
Rozcieńczenie ługu 1 + 50, pH - 6,1																	
25	0,132		1070	2670	56,7		740	3140	73,9		95	558	81,0		1095	1340	16,5
50	0,131		1095	3440	61,6		764	4320	77,7		108	776	82,2		1110	1450	19,0
70	0,133	2270	1120	4940	68,9	2540	783	6640	82,9	442	119	1200	85,4	1280	1120	1650	23,4
80	0,133		1140	6770	74,7		801	9500	86,7		126	1710	88,2		1130	1890	28,6
90	0,134		1170	12200	83,8		821	18000	92,0		132	3240	92,8		1140	2550	36,3
Rozcieńczenie ługu 1 + 25, pH - 5,8																	
25	0,135		1665	4670	61,3		1640	6540	72,3		151	1120	84,9		1155	1550	22,9
50	0,136		1710	6130	65,9		1790	8840	80,9		174	1590	85,9		1210	1690	22,7
70	0,137	3920	1770	8935	72,4	5310	1835	13400	80,4	880	199	2470	88,1	1450	1250	1970	26,8
80	0,137		1810	12400	77,8		1860	19100	84,7		211	3510	90,4		1260	2270	32,0
90	0,137		1850	22500	86,0		1895	36100	90,8		225	6680	94,0		1280	6680	44,6

Ś - obciążenie ścieków,

F - obciążenie filtratu,

K - obciążenie koncentratu,

R - średni stopień zmniejszenia obciążenia.

Wpływ stopnia odzysku filtratu na efektywność oczyszczania ścieków z mycia celulozy siarczanowej

Charakter przebiegu - przepływowy, szarżowy

Ciśnienie robocze - 2,0 MPa

Błona - tomofan, typ PFT 40 g/m²

Stopień odzysku filtratu %	Średnia szybkość filtracji m ³ /m ² .d	Substancje rozpuszczone g/m ³				ChZT g O ₂ /m ³				Barwa g Pt/m ³				Przewodnictwo μS			
		Ś	F	K	R (%)	Ś	F	K	R (%)	Ś	F	K	R (%)	Ś	F	K	R (%)
Rozcieńczenie ługu 1 + 100, pH - 7,9																	
25	0,122		1150	2340	47,5		592	2550	74,3		241	5920	95,4		1370	1860	23,9
50	0,125		1155	2925	46,5		580	3540	79,3		238	8760	96,4		1400	2080	26,7
70	0,126	2040	1200	4000	60,2	2060	588	5490	84,4	4500	236	14450	97,5	1740	1450	2430	30,6
80	0,126		1220	5320	66,8		602	7840	87,9		245	21500	98,1		1470	2800	33,0
90	0,128		1240	9210	77,9		616	15050	92,8		255	42700	99,0		1500	3980	47,5
Rozcieńczenie ługu 1 + 50, pH - 8,9																	
25	0,116		1850	4140	51,9		1050	5250	77,9		845	14119	93,2		1600	2630	35,9
50	0,118		1910	5230	56,6		1175	7325	79,6		845	20755	94,6		1700	3040	37,1
70	0,119	3570	1950	7350	64,3	4200	1180	11400	84,8	10800	816	33960	96,3	2370	1760	3740	42,7
80	0,120		1990	9880	70,3		1190	16450	88,5		818	50728	97,3		1800	4630	48,4
90	0,121		2030	17400	80,6		1210	31500	93,2		831	100521	98,5		1850	7060	60,8

Ś - obciążenie ścieków,

F - obciążenie filtratu,

K - obciążenie koncentratu,

R - średni stopień zmniejszenia obciążenia.

wanym w temperaturze 80-90°C, natomiast stopień rozdziału substancji testujących jest znacznie niższy nawet w odniesieniu do acetylocelulozowych membran modyfikowanych w 60°C. Wynika to z różnej struktury membran i oddzielnego mechanizmu rozdzielania na błonach celofanowych. Jak wykazały badania [1], mechanizm transportu masy przez błony celofanowe jest sitowy, a więc taki jak w membranach ultrafiltracyjnych.

W układzie przepływowym otwartym przeprowadzono badania podstawowych parametrów procesu, a więc ciśnienia roboczego i stężenia ścieków, na szybkość i efektywność procesu. Stwierdzono (tablica 2), że ze wzrostem ciśnienia roboczego rośnie szybkość filtracji, jak również średni stopień zmniejszenia obciążenia ścieków. Zarówno szybkości filtracji, jak i uzyskiwane stopnie zmniejszenia obciążenia były dla obu rodzajów ścieków zbliżone. Wzrost stężenia początkowego ścieków (tablica 3 i 4) powoduje na ogół podwyższenie średniego stopnia zmniejszenia ich obciążenia przy bardzo nieznacznym spadku szybkości filtracji. Najwyższe stopnie zmniejszenia obciążenia ścieków uzyskiwano dla barwy (do 90% dla ścieków posiarczynowych i do 87% dla ścieków posiarczanowych), a najniższe (jak należało się spodziewać) dla przewodnictwa (na ogół ponad 20% dla obu rodzajów ścieków).

W układzie przepływowym szarżowym wykonano badania wpływu stopnia zatężania ścieków przy różnych stężeniach początkowych na efektywność ich oczyszczania (tabl. 5 i 6). Zatężanie prowadzono do osiągnięcia 90-procentowego stopnia odzysku filtratu. W czasie trwania procesu, mimo znacznego wzrostu stężenia ścieków podczas zatężania, praktycznie nie zmienia się szybkość filtracji, w odróżnieniu od membran acetylocelulozowych. Bardzo nieznacznie (tablice 5 i 6), w porównaniu z próbami obejmującymi wpływ stężenia początkowego ścieków (tablice 3 i 4), wzrasta w czasie zatężania obciążenie filtratu, co prowadzi do wyraźnego wzrostu stopnia zmniejszenia obciążenia ścieków.

W warunkach prowadzenia prób wzrost stopnia zmniejszenia obciążenia był znaczny, a mianowicie: przy 25-procentowym odzysku permeatu osiągnano ok. 50% zmniejszenia zawartości substancji rozpuszczonych, 60% zmniejszenia ChZT, 70-80% barwy; przy stopniu odzysku 90% zmniejszenie barwy i ChZT wzrosło do ponad 90%, substancji rozpuszczonych do ponad 80% i przewodnictwa 36-73%, w zależności od rodzaju i stężenia badanych ścieków, jak również stopnia ich zatężania.

Należy również podkreślić, że dla membran celofanowych stwierdzono niższy niż dla acetylocelulozowych spadek szybkości filtracji w czasie długotrwałej ich eksploatacji.

Układ statyczny

Badania te miały na celu określenie wpływu grubości folii celofanowych oraz ultradźwiękowej modyfikacji na charakterystykę ich pracy. Wyniki testacji błon zebrano w tablicy 7. Zwracają uwagę wyższe stopnie zatrzyma-

Tablica 7

Charakterystyka pracy membran celofanowych

Charakter przebiegu - statyczny, szarżowy
 Stężenie roztworu testującego - 1500 g/m²
 Powierzchnia błon - 78,5 cm²
 Ciśnienie robocze - 5,0 MPa
 Stopień odzysku filtratu - 70%

Rodzaj błony	PFT, 40 g/m ²		PFT, 60 g/m ²		PFT, 40 g/m ² nadźwiękawiana	
	Szybkość filtracji m ³ /m ² .d	Stopień zatrzymania %	Szybkość filtracji m ³ /m ² .d	Stopień zmniejszenia zawartości %	Szybkość filtracji m ³ /m ² .d	Stopień zatrzymania %
Woda destylowana	0,152	-	0,141	-	0,199	-
Chlorek sodowy	0,145	14,0	0,141	18,0	0,197	13,8
Siarczan magnezowy	0,141	32,0	0,133	43,5	0,193	29,0
Sacharoza	0,141	18,1	0,130	25,5	0,190	17,8

Tablica 8

Oczyszczanie ścieków z mycia celulozy siarczynowej

Charakter przebiegu - statyczny - szarżowy
 Stężenie początkowe ścieków - 1 + 25
 Stopień odzysku filtratu - 70%
 Powierzchnia czynna błony - 78,5 cm²
 Ciśnienie robocze - 5,0 MPa
 pH ścieków - 3,0

Rodzaj błony	PFT, 40 g/m ²				PFT, 40 g/m ² nadźwiękawiana				PFT, 60 g/m ²			
	Ś	F	K	R(%)	Ś	F	K	R(%)	Ś	F	K	R(%)
Szybkość filtracji, m ³ /m ² .d	0,137				0,161				0,119			
Subst. rozpuszczone g/m ³	3354	1737	6365	67,3	3816	1830	7370	66,6	4222	1818	9831	74,1
ChZT, g O ₂ /m ³	7354	2030	10000	76,6	7332	2346	10800	74,1	6520	2100	16833	82,0
Barwa g Pt/m ³	1500	359	3775	86,4	1578	337	3370	86,5	2124	142	6749	96,8
Przewodnic- two, μS	1020	770	1480	38,4	790	630	1155	35,2	1225	850	2100	48,9

nia dla substancji rozpuszczonych w roztworach testujących w porównaniu do układu przepływowego, co jest wynikiem wyższego ciśnienia roboczego (5 MPa) powodującego większą kompresję porów w błonach. Nadźwiękowanie błony wpłynęło wyraźnie na wzrost szybkości filtracji (rzędu 25%) oraz

nieznaczny spadek średnich stopni zmniejszenia obciążenia dla roztworów testujących. Zastosowanie błony grubszej (PFT - 60 g/m²) spowodowało nieznaczny spadek szybkości filtracji, rzędu 6% oraz wzrost średnich stopni zmniejszenia obciążenia dla roztworów testujących o około 30% w stosunku do błony PFT - 40 g/m².

Tablica 9

Oczyszczanie ścieków z mycia celulozy siarczanowej

Charakter przebiegu - statyczny, szarżowy

Stężenie początkowe ścieków - 1 + 100

Stopień odzysku filtratu - 70%

Powierzchnia czynna błony - 78,5 cm²

Ciśnienie robocze - 5,0 MPa

pH - 9,3

Rodzaj błony	PFT, 40 g/m ²				PFT, 40 g/m ² nadźwiękawiana			
	0,147				0,154			
Szybkość filtracji m ³ /m ² .d	Ś	F	K	R (%)	S	F	K	R (%)
Subst. rozpuszczone g/m ³	2162	1140	4547	66,0	2295	1065	3643	64,1
ChZT, g O ₂ /m ³	2460	718	5120	79,2	2560	880	5920	79,1
Barwa, g Pt/m ³	3940	371	12267	95,4	3765	436	10600	93,9
Przewodnictwo, μS	1475	1050	2060	40,5	1670	1350	2500	35,2

Wyniki prób wykonanych ze ściekami przedstawiono w tablicach 8 i 9. Wzrost grubości błony celofanowej powodował, w warunkach prowadzonych prób, wyraźne obniżenie szybkości filtracji ścieków posiarczynowych (dla rozcieńczenia ługu 1 + 25 o około 13%), przy znacznym zwiększeniu się równocześnie stopnia zmniejszenia obciążenia (od ok. 7% dla ChZT do ok. 27% dla przewodnictwa). Stwierdzono również, że poddane działaniu fal ultradźwiękowych błony celofanowe wykazują wyższą szybkość filtracji (o ok. 17% dla ścieków posiarczynowych i o ok. 5% dla posiarczanowych), przy nieznacznym spadku średnich stopni zmniejszenia obciążenia ścieków.

Wnioski i podsumowanie

Membrany celofanowe, jak wykazały powyższe badania, mogą być używane w procesie oczyszczania i zateżania ścieków celulozowo-papierniczych. Należy jednak podkreślić, że efektywność procesu jest wyraźnie niższa (niższe szybkości filtracji i stopnie zmniejszenia obciążenia) w porównaniu z membranami acetylocelulozowymi [7, 8]. Biorąc pod uwagę stopnie zmniejszenia obciążenia ścieków badane membrany celofanowe odpowiadają w przybliżeniu

otwartym ultrafiltracyjnym membranom typu F_1 i F_2 [7], przy znacznie jednak niższej szybkości filtracji.

Modyfikacja membran celofanowych przez nadzwyczajanie korzystnie wpływa na efektywność procesu oczyszczania ścieków celulozowo-papierniczych. Z uwagi na niższe, w porównaniu do membran acetylocelulozowych, koszty wytwarzania folii celofanowych oraz ich dostępność na rynku krajowym celowe wydaje się rozszerzenie badań nad możliwościami zastosowania celofanu w procesach membranowego rozdzielania. Dalsze badania, prowadzone przede wszystkim w kierunku opracowania sposobu modyfikacji celofanu, pozwoliłyby na uzyskanie membran o większej efektywności. Skąpe doniesienia literaturowe [9, 10] na ten temat sugerują chemiczne sposoby modyfikacji, np. acetylację celofanu czy działanie stężonymi roztworami silnych zasad. Zmodyfikowane membrany celofanowe można będzie zastosować w przemysłowych instalacjach do oczyszczania przede wszystkim ścieków alkalicznych i mocno kwaśnych, a więc w warunkach, w których nie zdają egzaminu membrany acetylocelulozowe.

LITERATURA

- [1] Wołgin W.D., Dytnierski K.I., Płanowski A.N., Koł.Ż., 30, 342 (1968).
- [2] Dytnierski J.I., Siemienow W.P., Koczarow R.G., Tierpudow G.W.: Membran, technologia - nowe naprawienie w nauce i technologii, s.68, Moskwa 1973.
- [3] Tierpudow G.W., Romanienko J.K., Dytnierski J.I. Grigoriew W.W., Fleszczenko T.S.: Membran, technologia - nowe naprawienie w nauce i technologii, s. 80, Moskwa 1973.
- [4] Madson R.F., Olsen O.I., Nielson J.K., Filtr. a Separ., 2, 567 (1972).
- [5] Madson R.F., Olsen O.I., CZ-Chem.Techn., 3, 81 (1974).
- [6] Bodzek M., Kominek O., Prz.Papiern., 33, 82 (1977).
- [7] Bodzek M., Kominek O., Tanistra I., Prz.Papiern., 34, 5 (1978).
- [8] Bodzek M., Kominek O., Prz.Papiern., 34, 164 (1978).
- [9] Guljamow T., Szaposznikowa S.T., Ajchodzajew B.I., Junusow L.: Sprawozdanie z pracy (niepublikowane) WINITI 4172-72, cytowane wg Chemical Abstracts, 85 (08), 047479 H (1976).
- [10] Guljamow T., Achmiedow F., Gołowienkow J.W., Szaposznikowa S., Ajchodzajew B.J., Junusow L.: Sprawozdanie z pracy (niepublikowane) WINITI 4173-72, cytowane wg Chemical Abstracts 85 (08), 047416 K (1976).

ИСПЫТАНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЦЕЛЛОФАНОВЫХ ПЛЕНОК
ДЛЯ ОЧИСТКИ МЕМБРАНЫМ МЕТОДОМ ПОД ДАВЛЕНИЕМ СТОЧНЫХ ВОД
ОТ ЦЕЛЛЮЛЕЗА ПОСЛЕ ЕЕ ПРОМЫВКИ

Резюме

Представлены результаты предварительных исследований оценки возможности применения отечественных целлофановых пленок томофан для мембранной очистки и концентрирования под давлением сточных вод от целлюлеза после ее промывки. На немодифицированных целлофановых пленках было получено, между прочим, свыше 80%-ое понижение содержания красящего вещества в фильтрате, однако при низких скоростях фильтрации. Установлено, что на скорость фильтрации положительное влияние оказывает ультразвуковая модификация целлофана.

THE ATTEMPTS OF UTILIZING CELLOPHANE FOLLS
IN THE PRESSURE MEMBRANE METHOD OF PULP-MILL
LIQUIDS PURIFICATION

Summary

The results of preliminary investigation of the estimation of possibilities of utilizing the Polish Cellophane foils (tomofan) in the membrane pressure purification and concentration of pulp-mill liquors have been presented. On the unmodified Cellophane membranes, among other effects, over 80% lowering of colouring matters content in the filtrate was obtained, the filtration being, nevertheless, very slow. The positive influence of the ultrasonic modification of Cellophane on filtration rate has been stated.