

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **235467**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **413800**

(22) Data zgłoszenia: **02.09.2015**

(51) Int.Cl.

**B01D 61/14 (2006.01)**

**B01D 61/18 (2006.01)**

**B01D 65/02 (2006.01)**

**C02F 1/44 (2006.01)**

(54) **Sposób i urządzenie do regeneracji wody, zwłaszcza stosowanej do wmywania polimerowych płyt fleksograficznych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:  
**13.03.2017 BUP 06/17**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:  
**24.08.2020 WUP 12/20**

(73) Uprawniony z patentu:

**UNIwersytet PRZYRODNICZY  
W POZNANIU, Poznań, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**WOJCIECH BIAŁAS, Luboń, PL**

(74) Pełnomocnik:

**recz. pat. Bartłomiej Fijałkowski**

**PL 235467 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób i urządzenie do regeneracji wody, zwłaszcza stosowanej do mycia polimerowych płyt fleksograficznych z zastosowaniem technik membranowych.

Proces przygotowania polimerowych płyt fleksograficznych do druku składa się z kilku etapów: naświetlania światłem UV spodniej strony płyty, naświetlania światłem UV foto-czułej warstwy polimerowej z naniesionym na nią negatywem, mechanicznego mycia polimeru, który nie został poddany obróbce za pomocą światła UV, suszenia oraz końcowego utrwalania za pomocą ponownego naświetlania światłem UV. Proces mycia prowadzony jest w komorze wyposażonej w zestaw szczotek, która wypełniona jest wodą o temperaturze 40°C. Woda zwykle zawiera dodatek detergentu o stężeniu wynoszącym około 1% v/v. Objętość wody w układzie myjącym wynosi zwykle od 0,1 do 0,25 m<sup>3</sup>. Na skutek działania szczotek polimer, który nie został utrwalony za pomocą światła UV jest odrywany od powierzchni płyty i tworzy zawiesinę w roztworze wspomnianego detergentu. Odczyn pH roztworu myjącego zawiera się w zakresie od 9,0 do 9,8. Rozkład wielkości cząstek zawiesiny jest bardzo szeroki, cząstki mają bowiem średnicę od około 1 do 500 μm. Stężenie zawiesiny w roztworze myjącym jest wprost proporcjonalne do liczby wmytych płyt fleksograficznych i zawiera się w zakresie od 0,24 do 3,0 g/dm<sup>3</sup>. Stężenie zawiesiny ogólnej jest dodatnio skorelowane z wskaźnikiem chemicznego zapotrzebowania tlenu oznaczonego metodą chromianową (ChZT-Cr), które wynosi od 0,49 do 6,05 g/dm<sup>3</sup>. Obecność zawiesin negatywnie wpływa na jakość procesu mycia kolejnych płyt, co w rezultacie przekłada się na niższą jakość wydruku. Stąd nieustannie poszukuje się metod, które pozwoliłyby na wydajne oczyszczanie wody płuczącej.

Istnieje kilka metod usuwania cząstek zawiesiny z roztworu myjącego. Najprostsza metoda zakłada okresową wymianę określonej części lub całej wody myjącej. Zwykle zaleca się wymianę roztworu myjącego co najmniej raz na dobę (zależnie od ilości przygotowywanych płyt do druku). Z ekonomicznego punktu widzenia to rozwiązanie jest bardzo niekorzystne, zwiększa się znacznie zużycie detergentu oraz ilość silnie obciążonych ścieków odprowadzanych do sieci kanalizacyjnej.

Znanych jest także wiele sposobów oczyszczania wody lub płynów technologicznych, w których zanieczyszczenia stałe usuwa się w drodze mechanicznego oddzielenia ich od cieczy. Najprostsze metody opierają się na przelewaniu płynu technologicznego lub wody przez sита, natomiast te bardziej skomplikowane polegają na ciągłym przepływie medium technologicznego przez filtr lub zespół filtrów.

Inne rozwiązanie opisane w patencie EP 0860401 polega na zastosowaniu wirówki filtracyjnej wyposażonej w perforowany bęben wyłożony specjalną tkaniną filtracyjną. To rozwiązanie pozwala na usunięcie większości zawieszonych cząstek zanieczyszczeń. Zanieczyszczenia po ich odwirowaniu są usuwane przez operatora urządzenia.

Zastosowanie wirówki do recykulacji rozpuszczalników organicznych stosowanych podczas mycia płyt fleksograficznych opisano także w patencie US 7326353. W procesie wykorzystano samoopróżniającą się wirówkę talerzową o działaniu ciągłym.

Czynnikiem niekorzystnym występującym w obu wymienionych rozwiązaniach są bardzo wysokie koszty inwestycyjne wynikające ze skomplikowanej konstrukcji aparatury. Do istotnych niedogodności należy także zaliczyć wysokie koszty eksploatacyjne oraz niską skuteczność procesu w przypadku pominięcia obróbki wstępnej za pomocą temperatury (koagulacja termiczna), dodatku substancji chemicznych powodujących aglomerację cząstek zawiesiny (koagulantów lub flokulantów) lub wstępnej filtracji poprzedzającej proces wirowania. Sprawia to, że wskazane metody nie są skuteczne w wypadku najdrobniejszej frakcji zanieczyszczeń, która bez zastosowania wspomnianych dodatków przenika przez sito wirówki filtracyjnej.

Inny sposób separacji cząstek zawiesiny, oparty na zastosowaniu procesów membranowych opisano w patencie US 8083947. W omawianym rozwiązaniu zastosowano tubularną membranę mikrofiltracyjną o nominalnej średnicy porów 0,1 μm, wykonaną z tlenku tytanu. Zgodnie z opisem wynalazku ciśnienie pracy układu powinno wynosić co najmniej 0,35 MPa, korzystnie od 1 do 2 MPa. Zaletą tego rozwiązania jest bardzo wysoka skuteczność w procesie usuwania cząstek zawiesiny. Poważną wadą są natomiast koszty inwestycyjne związane z zakupem membran wykonanych z tlenku tytanu oraz pomp stanowiących podstawowy element wyposażenia instalacji. Ponadto zastosowane we wspomnianym wynalazku membrany tytanowe, podobnie jak membrany ceramiczne, charakteryzują się znacznie wyższym oporem hydraulicznym (R<sub>m</sub>) w porównaniu do membran wykonanych z polimerów syntetycznych, takich jak polifluorek winylidenu (PVDF), polietersulfon (PES), polipropylen (PP) czy estry celulozy (Kabsch-Korbutowicz and Urbanowska, 2010; Staszak et al., 2013). Aby zapewnić

efektywną pracę wymagane jest zastosowanie wielostopniowych pomp wirowych, które będą charakteryzowały się wysokimi objętościowymi strumieniami przepływu przy jednoczesnym zachowaniu wysokich ciśnień roboczych. Istotną wadą wynalazku Bradford and Ali (2011) jest także brak informacji na temat sposobów zapobiegania zjawisku zapychania membrany (tzw. foulingowi membran), które jest przyczyną drastycznego spadku wydajności procesu separacji (Ho and Zydney, 1999). Zjawisko to towarzyszy praktycznie każdemu procesowi membranowemu, pominięcie go na etapie projektowania i budowy instalacji powoduje, że w rezultacie efektywny czas pracy systemu będzie istotnie ograniczony ze względu na konieczność stosowania częstych przerw technologicznych na regenerację membran. To niestety powoduje, że proces jest energochłonny i tym samym mało opłacalny ekonomicznie.

Znane są także sposoby regeneracji elementów filtracyjnych, jak na przykład ujawniony w opisie P387495 dotyczącym odzyskiwania białek z krwi poubojowej. Wynalazek ten ujawnia instalację i sposób o znacznym stopniu skomplikowania, w której okresowo, zwłaszcza gdy znacząco spadnie efektywność filtracji prowadzi się płukanie zwrotne. Płukanie zwrotne wykonuje się wykorzystując uzyskany wcześniej permeat, który jest zawracany i przepuszczany przez złożę filtrujące w przeciwnym niż roboczy kierunku. Ujawniony w tym wynalazku sposób regeneracji złoża filtrującego, wymaga jednak zastosowania szeregu odpornych na wysokie ciśnienia elementów armatury, jak też elementów zabezpieczających w postaci reduktorów ciśnienia i zaworów nadmiarowych i jak pokazały testy laboratoryjne cechuje się znaczną bezwładnością, czyniąc omawianą instalację wysoce niebezpieczną.

Dlatego celowym było opracowanie sposobu i urządzenia do regeneracji wody, zwłaszcza stosowanej do wmywania polimerowych płyt fleksograficznych, jaki przy niewielkich nakładach inwestycyjnych, prostej – odpornej na awarie konstrukcji i możliwie niskim koszcie eksploatacji, pozwoliłby na skuteczne oczyszczenie płynu, technologicznego, zwłaszcza wody stosowanej do wmywania polimerowych płyt fleksograficznych.

Sposób oczyszczania wody, zwłaszcza stosowanej do wmywania polimerowych płyt fleksograficznych według wynalazku polega na tym, że w sposób ciągły lub okresowy oczyszcza się wodę, zwłaszcza z zawiesiny polimeru pochodzącego z płyt fleksograficznych, w procesie ciągłej lub okresowej filtracji stycznej w układzie wyposażonym w membranę mikrofiltracyjną o średnicy porów 0,1–1,4  $\mu\text{m}$ , korzystnie 0,22–0,45  $\mu\text{m}$ , a następnie okresowo prowadzi się płukanie zwrotne membran za pomocą strumienia permeatu jaki korzystnie miesza się ze sprężonym powietrzem, wodą wodociągową lub korzystnie strumienia permeatu pod ciśnieniem w zakresie 1–4 bar, korzystnie 1,5 bar, a uzyskany po płukaniu wstecznym koncentrat zanieczyszczeń usuwa się okresowo z instalacji, korzystnie uzupełniając następnie ilość wody w obiegu. Zastosowanie takich parametrów ogranicza zjawisko foulingu i pozwala na stabilną pracę systemu charakteryzującą się bardzo wysoką wydajnością.

Mycie wsteczne prowadzi się co 5–50 min, korzystnie co 10 min, a czas trwania impulsu wstecznego wynosi 0,5–10 s, korzystnie 3 s. Częstotliwość załączania mycia wstecznego zależy od wzrostu ciśnienia na wlocie oraz wylocie z membrany. Korzystnie gdy mycie wsteczne prowadzi się, gdy stężenie zawiesiny w płynie (wodzie) technologicznym osiągnie poziom co najmniej 0,24 g/dm<sup>3</sup>.

Korzystnie gdy proces oczyszczania według wynalazku prowadzi się na membranach wykonanych z polimerów syntetycznych wybranych spośród: polifluorku winylidenu (PVDF), politetrafluoroetanu (PTFE), polietersulfonu (PES), mieszanych estrów celulozy (octanu i azotanu), korzystnie z polipropylenu (PP).

Przy czym membranę zasila się pompą obiegową podłączoną do zbiornika wody brudnej, a pompę obiegową odpowietrza się korzystnie automatycznie za pomocą odpowietrzającego zaworu elektromagnetycznego.

Zbiornik wody brudnej napełnia się automatycznie za pomocą pompy, przy czym podczas napełniania otwiera się zawór elektromagnetyczny napełniania, a poziom wody brudnej w zbiorniku regulowany jest przez co najmniej jeden przetwornik poziomu znajdujący się w ścianie zbiornika wody brudnej. Podczas procesu filtracji wodę brudną w zbiorniku wody brudnej uzupełnia się na bieżąco tak, że steruje się otwierając i zamykając zawór elektromagnetyczny napełniania.

Na wlocie do membrany (nadawa) oraz na wylocie (retentat) za pomocą co najmniej dwóch przetworników ciśnienia (co najmniej po jednym na każdą stronę membrany), mierzy się ciśnienie filtratu przez membranę i przesyła się sygnał do sterownika PLC, monitorującego pracę całego urządzenia oraz automatycznie steruje się częstotliwością mycia wstecznego za pomocą strumienia permeatu lub permeatu zmieszanego z powietrzem lub czystej wody wodociągowej.

Oczyszczoną wodę, zwłaszcza stosowaną do wmywania płyt fleksograficznych wprowadza się do zbiornika wody oczyszczonej przez zawór elektromagnetyczny odprowadzenia oczyszczonej wody, jaki w trakcie mycia wstecznego zamyka się, jednocześnie otwierając zawór elektromagnetyczny sprężonego powietrza. Po otwarciu zaworu sprężonego powietrza do układu wtłacza się sprężone powietrze, którego ciśnienie reguluje się za pomocą reduktora. W rezultacie permeat przechodzi przez ściankę membrany, co powoduje odrywanie cząstek osadu z jej powierzchni. Jednocześnie przepływająca nadawa wymywa oderwane cząstki z wnętrza kanałów membrany.

W trakcie płukania zwrotnego reguluje się objętość strumienia nadawy automatycznie przez falownik podłączony do sterownika PLC oraz ręczny zawór regulacyjny znajdujący się na powrocie z membrany. Przy czym zwiększenie obrotów pompy obiegowej zasilającej system membranowy oraz częściowe przymknięcie ręcznego zaworu regulacyjnego umożliwi uzyskanie wyższego ciśnienia na membranie, co powoduje zwiększenie objętościowego strumienia permeatu (wydajności procesu).

Gdy stężenie zawiesiny w retentacie (koncentracje) znajdującym się w zbiorniku wody brudnej przekroczy poziom  $50 \text{ g/dm}^3$  rozpoczyna się automatyczny zrzut części koncentratu do kolektora ściekowego lub zbiornika pośredniczącego. Proces ten kontroluje się przez sterownik PLC, który steruje czasem otwarcia zaworu. Jednocześnie podczas usuwania części koncentratu uzupełnia się poziom czystej wody w zbiorniku wody myjącej. Po uzupełnieniu ilości wody otwiera się zawór elektromagnetyczny detergentu oraz uruchamia się pompę perystaltyczną dozując detergent w ilości od 200 do 400 ml. Przy czym wodę myjącą wraz z dodatkiem detergentu ogrzewa się do temperatury co najmniej  $40^\circ\text{C}$ .

Proces uzupełniania poziomu wody w systemie może być także realizowany za pośrednictwem zaworu elektromagnetycznego sprężonego powietrza. Wówczas w procesie mycia wstecznego zamiast permeatu do układu zostanie wtłoczona czysta woda wodociągowa.

Po zakończeniu wmywania płyt fleksograficznych woda obecna w systemie podlega regeneracji, a objętość koncentratu powstająca w procesie nie przekracza  $30 \text{ dm}^3$ .

W przypadku planowanego postoju instalacji wodę usuwamy przez otwarcie zaworów ręcznych oraz zaworu elektromagnetycznego.

Sposób według wynalazku znajduje zastosowanie w przemyśle poligraficznym oraz wszędzie tam, gdzie pojawia się konieczność oczyszczania odpadów ciekłych zawierających cząstki stałe stanowiące zawiesinę. Może to być przemysł spożywczy, chemiczny oraz farmaceutyczny.

Urządzenie do regeneracji wody, zwłaszcza stosowanej do wmywania polimerowych płyt fleksograficznych według wynalazku zawiera zbiornik górny do wmywania płyt fleksograficznych jaki wyposażony jest w system szczotek oraz kolektory zraszające podłączone do obiegu zasilanego z pompy wody myjącej podłączonej do zbiornika wypełnionego wodą myjącą z dodatkiem detergentu. Do zbiornika górnego poprzez pompę wody brudnej przyłączony jest zbiornik wody brudnej jako pompą obiegową przyłączony jest do membrany filtracyjnej. Pompa obiegowa wyposażona jest w automatyczny odpowietrzający zawór elektromagnetyczny.

Przy czym na przyłączy zbiornika wody brudnej za pompą wody brudnej umieszczony jest zawór elektromagnetyczny.

W ścianie zbiornika wody brudnej zabudowany jest w przetwornik poziomu, a układ wyposażony jest w elektroniczne przetworniki ciśnienia na wlocie do membrany (nadawa) oraz na wylocie (retentat). Przetworniki przyłączone są do sterownika PLC, który monitoruje pracę całego systemu oraz automatycznie steruje częstotliwością mycia wstecznego za pomocą strumienia permeatu lub permeatu zmieszanego z powietrzem lub czystej wody wodociągowej. Dodatkowo do zbiornika wody brudnej, poprzez zawór elektromagnetyczny wody przyłączone jest doprowadzenie wody oraz sprężonego powietrza, przy czym na doprowadzeniu sprężonego powietrza zabudowany jest reduktor.

Membrana filtrująca przyłączona jest do zbiornika wody brudnej pomiędzy przetwornikami ciśnienia, za pierwszą pompą obiegową, przy czym za przetwornikiem na wylocie membrany do instalacji przyłączony jest zbiornik wody oczyszczonej przez zawór elektromagnetyczny.

Zbiornik górny wyposażony jest w system szczotek oraz kolektory zraszające podłączone do obiegu zasilanego z pompy wody myjącej podłączonej do zbiornika wody myjącej wypełnionego wodą myjącą z dodatkiem detergentu. Do kolektorów zraszających pomiędzy kolektorami zraszającymi a pompą wody myjącej przyłączone są ręczne zawory regulacyjne. Dodatkowo zbiornik górny wyposażony jest w umieszczone w jego ścianach co najmniej jeden przetwornik poziomu, oraz co najmniej jeden przetwornik temperatury. Korzystnie gdy co najmniej jeden przetwornik temperatury

znajduje się dodatkowo w ścianie zbiornika wody myjącej z dodatkiem detergentu. Przestrzeń zbiornika wody myjącej, korzystnie dno, wyposażona jest w grzałkę.

Strumień wody do kolektorów zraszających jest regulowany za pomocą zabudowanych na doprowadzeniu wody do kolektorów zraszających ręcznych zaworów regulacyjnych. Przy czym w zbiorniku górnym, na co najmniej jednej ze ścian zabudowany jest co najmniej jeden przetwornik poziomu, a także co najmniej jeden przetworniki temperatury. Korzystnie gdy przetwornik temperatury zabudowany jest także na zbiorniku wody myjącej z dodatkiem detergentu. Zbiornik wody myjącej z dodatkiem detergentu wyposażony jest w grzałkę, korzystnie umieszczoną w dnie zbiornika.

Na doprowadzeniu nadawy umieszczony jest regulujący objętość strumienia falownik podłączony do sterownika PLC oraz ręczny zawór regulacyjny znajdujący się na powrocie z membrany.

W toku prac nad wynalazkiem przeprowadzono testy przemysłowe, które potwierdziły efektywność i spełnienie założeń projektowych wynalazku.

#### **Próba 1**

Podczas badań zastosowano komercyjnie dostępne płyty fleksograficzne TOYOBO Cosmolight (Japonia). Skład chemiczny stosowanych płyt był następujący: guma syntetyczna w formie stałej (48%), guma syntetyczna płynna (32%), kopolimer poliuretan/metakrylan (13%), pochodne akrylanów (5%), fotoinicjator (2%), sadza (<1%) oraz toluen (<0,1%). Do filtracji wykorzystano membranę wykonaną z polipropylenu, średnica kanałów w membranie wynosiła 5,5 mm, nominalna średnica porów była natomiast równa 0,22  $\mu\text{m}$ . Szybkość styczna nadawy podczas procesu separacji wynosiła 2 m/s, temperatura 40°C, natomiast pH regenerowanego roztworu było równe 9,3. System pracował przy ciśnieniu transmembranowym wynoszącym 2,3 bar. Stężenie zawiesiny w filtrowanej wodzie wynosiło 1,0 mg/dm<sup>3</sup>, a jej objętość w całym układzie wynosiła 240 dm<sup>3</sup>. Filtracja trwała 8 h, podczas procesu nie stosowano mycia wstecznego. Uzyskany permeat charakteryzował się bardzo dobrymi właściwościami, był bezbarwny i nie zawierał cząstek zawiesiny. Podczas procesu obserwowano natomiast sukcesywny spadek wielkości strumienia permeatu na skutek zjawiska zapychania membrany (foulingu). Średni strumień permeatu wynosił 921 dm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>xh.

#### **Próba 2**

Proces filtracji prowadzono na wodzie myjącej uzyskanej w procesie wmywania płyt fleksograficznych opisanych w przykładzie 1. Do filtracji wykorzystano membranę wykonaną z polipropylenu, średnica kanałów w membranie wynosiła 5,5 mm, nominalna średnica porów była natomiast równa 0,22  $\mu\text{m}$ . Szybkość styczna nadawy podczas procesu separacji wynosiła 3 m/s, temperatura 40°C, natomiast pH regenerowanego roztworu było równe 9,2. System pracował przy ciśnieniu transmembranowym wynoszącym 1,5 bar. Stężenie zawiesiny w filtrowanej wodzie wynosiło 1,0 mg/dm<sup>3</sup>, a jej objętość w całym układzie wynosiła 230 dm<sup>3</sup>. Filtracja trwała 18 h. Podczas procesu stosowano mycie wsteczne. Zabieg ten stosowano co 10 min, czas trwania impulsu wstecznego wynosił 3 s. Podobnie jak w przykładzie 1 uzyskany permeat charakteryzował się bardzo dobrymi właściwościami, był bezbarwny i nie zawierał cząstek zawiesiny. Podczas procesu obserwowano zjawisko foulingu, ale jego intensywność była znacznie mniejsza. Średni strumień permeatu wynosił 1465 dm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>xh.

Urządzenie do regeneracji wody, zwłaszcza stosowanej do wmywania polimerowych płyt fleksograficznych wykorzystywane w sposobie według wynalazku przedstawiono na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat połączeń elementów urządzenia.

#### **P r z y k ł a d 1**

Sposób oczyszczania wody, zwłaszcza stosowanej do wmywania polimerowych płyt fleksograficznych według wynalazku polega na tym, że w sposób ciągły oczyszcza się wodę, zwłaszcza z zawiesiny polimeru pochodzącego z płyt fleksograficznych, w procesie ciągłej filtracji stycznej w układzie wyposażonym w membranę mikrofiltracyjną o średnicy porów 0,1–1,4  $\mu\text{m}$ , a następnie okresowo prowadzi się płukanie zwrotne membran za pomocą strumienia permeatu jaki miesza się ze sprężonym powietrzem, pod ciśnieniem w zakresie 1–4 bar, a uzyskany po płukaniu wstecznym koncentrat zanieczyszczeń usuwa się okresowo z instalacji, uzupełniając następnie ilość wody w obiegu. Zastosowanie takich parametrów ogranicza zjawisko foulingu i pozwala na stabilną pracę systemu charakteryzującą się bardzo wysoką wydajnością.

Mycie wsteczne prowadzi się co 5–50 min, a czas trwania impulsu wstecznego wynosi 0,5–10 s. Częstotliwość załączania mycia wstecznego zależy od wzrostu ciśnienia na wlocie oraz wylocie z membrany i mycie wsteczne prowadzi się, gdy stężenie zawiesiny w płynie (wodzie) technologicznym osiągnie poziom co najmniej 0,24 g/dm<sup>3</sup>. Proces oczyszczania według wynalazku prowadzi się na membranach wykonanych z polimerów syntetycznych wybranych spośród: polifluorku winylidenu

(PVDF), politetrafluoroetanu (PTFE), polietersulfonu (PES), mieszanych estrów celulozy (octanu i azotanu), w szczególności z polipropylenu (PP).

Przy czym membranę zasila się pompą obiegową (**Pompa P-1**) podłączoną do zbiornika wody brudnej (**Zbiornik-2**), a pompę obiegową P-1 odpowierza się automatycznie za pomocą odpowierzającego zaworu elektromagnetycznego (**V-6A**).

Zbiornik wody brudnej (**Zbiornik-2**) napełnia się automatycznie za pomocą pompy **P-2**, przy czym podczas napełniania otwiera się zawór elektromagnetyczny napełniania (**V-7A**), a poziom wody brudnej w zbiorniku 2 regulowany jest przez przetwornik poziomu (**L-1**) znajdujący się w ścianie zbiornika wody brudnej (**Zbiornik-2**). Podczas procesu filtracji wodę brudną w zbiorniku wody brudnej uzupełnia się na bieżąco tak, że steruje się otwierając i zamykając zawór elektromagnetyczny napełniania (**V-7A**).

Na wlocie do membrany (nadawa, **M-1**) oraz na wylocie (retentat, **M-2**) za pomocą przetworników ciśnienia, mierzy się ciśnienie filtratu i przesyła się sygnał do sterownika PLC, monitorującego pracę całego urządzenia oraz automatycznie steruje się częstotliwością mycia wstecznego za pomocą strumienia permeatu zmieszanego z powietrzem.

Oczyszczoną wodę, zwłaszcza stosowaną do wymywania płyt fleksograficznych wprowadza się do zbiornika wody oczyszczonej (**Zbiornik-3**) przez zawór elektromagnetyczny odprowadzenia oczyszczonej wody (**V-3A**), jaki w trakcie mycia wstecznego zamyka się, jednocześnie otwierając zawór elektromagnetyczny sprężonego powietrza (**V-5A**). Po otwarciu zaworu sprężonego powietrza **V-5A** do układu wtłacza się sprężone powietrze, którego ciśnienie reguluje się za pomocą reduktora (**Reduktor R-1**). W rezultacie permeat przechodzi przez ściankę membrany, co powoduje odrywanie cząstek osadu z jej powierzchni. Jednocześnie przepływająca nadawa wymywa oderwane cząstki z wnętrza kanałów membrany.

W trakcie płukania zwrotnego reguluje się objętość strumienia nadawy automatycznie przez fałownik podłączony do sterownika PLC oraz ręczny zawór regulacyjny znajdujący się na powrocie z membrany (**V-3R**). Przy czym zwiększenie obrotów pompy obiegowej zasilającej system membranowy (**Pompa P-1**) oraz częściowe przymknięcie ręcznego zaworu regulacyjnego (**V-3R**) umożliwia uzyskanie wyższego ciśnienia na membranie, co powoduje zwiększenie objętościowego strumienia permeatu (wydajności procesu).

Gdy stężenie zawiesiny w retencie (koncentracji) znajdującym się w zbiorniku wody brudnej (**Zbiornik-2**) przekroczy poziom  $50 \text{ g/dm}^3$  rozpoczyna się automatyczny zrzut części koncentratu do kolektora ściekowego lub zbiornika pośredniczącego. Proces ten kontroluje się przez sterownik PLC, który steruje czasem otwarcia zaworu **V-6A**. Jednocześnie podczas usuwania części koncentratu uzupełnia się poziom czystej wody w zbiorniku wody myjącej. Po uzupełnieniu ilości wody otwiera się zawór elektromagnetyczny detergentu **V-1A** oraz uruchamia się pompę perystaltyczną (**Pompa P-3**) dozując detergent w ilości od 300 ml. Przy czym wodę myjącą wraz z dodatkiem detergentu ogrzewa się do temperatury co najmniej  $40^\circ\text{C}$ .

Po zakończeniu wymywania płyt fleksograficznych woda obecna w systemie podlega regeneracji, a objętość koncentratu powstająca w procesie nie przekracza  $30 \text{ dm}^3$ .

W przypadku planowanego postoju instalacji wodę usuwamy przez otwarcie zaworów ręcznych: **V-1R**, **V-2R**, **V-2R** oraz zaworu elektromagnetycznego **V-6A**.

Sposób według wynalazku znajduje zastosowanie w przemyśle poligraficznym oraz wszędzie tam, gdzie pojawia się konieczność oczyszczania odpadów ciekłych zawierających cząstki stałe stanowiące zawiesinę. Może to być przemysł spożywczy, chemiczny oraz farmaceutyczny.

Urządzenie do regeneracji wody, zwłaszcza stosowanej do wymywania polimerowych płyt fleksograficznych według wynalazku zawiera zbiornik górny 1 do wymywania płyt fleksograficznych jaki wyposażony jest w system szczotek oraz kolektory zraszające podłączone do obiegu zasilanego z pompy wody myjącej (**Pompa P-2**) podłączonej do zbiornika wypełnionego wodą myjącą z dodatkiem detergentu (**Zbiornik-3**). Do zbiornika górnego 1 poprzez pompę wody brudnej P-2 przyłączony jest zbiornik wody brudnej jaki pompą obiegową (**Pompa P-1**) przyłączony jest do membrany filtracyjnej. Pompa obiegowa wyposażona jest w automatyczny odpowierzający zawór elektromagnetyczny (**V-6A**).

Przy czym na przyłączy zbiornika wody brudnej (**Zbiornik 2**) za pompą wody brudnej P-2 umieszczony jest zawór elektromagnetyczny (**V-7A**).

W ścianie zbiornika wody brudnej (**Zbiornik-2**) zabudowany jest w przetwornik poziomu (**L-1**), a układ wyposażony jest w elektroniczne przetworniki ciśnienia na wlocie do membrany (nadawa, **M-1**) oraz na wylocie (retentat, **M-2**). Przetworniki przyłączone są do sterownika PLC, który monitoruje pra-

cę całego systemu oraz automatycznie steruje częstotliwością mycia wstecznego za pomocą strumienia permeatu lub permeatu zmieszanego z powietrzem lub czystej wody wodociągowej. Dodatkowo do zbiornika wody brudnej, poprzez zawór elektromagnetyczny wody **V-5A** przyłączone jest doprowadzenie wody oraz sprężonego powietrza, przy czym na doprowadzeniu sprężonego powietrza zabudowany jest reduktor R-1.

Membrana filtrująca przyłączona jest do zbiornika wody brudnej pomiędzy przetwornikami ciśnienia, za pompą obiegową P1, przy czym za przetwornikiem na wylocie membrany do instalacji przyłączony jest zbiornik wody oczyszczonej (**Zbiornik-3**) przez zawór elektromagnetyczny (**V-3A**).

Zbiornik górny 1 wyposażony jest w system szczotek oraz kolektory zraszające podłączone do obiegu zasilanego z pompy wody myjącej (**Pompa P-2**) podłączonej do zbiornika wody myjącej wypełnionego wodą myjącą z dodatkiem detergentu (**Zbiornik-3**). Do kolektorów zraszających pomiędzy kolektorami zraszającymi a pompą wody myjącej przyłączone są ręczne zawory regulacyjne (**V-4R** i **V-4R**). Dodatkowo zbiornik górny 1 wyposażony jest w umieszczone w jego ścianach przetwornik poziomy (**L-2**), oraz przetwornik temperatury (**T-1**). Dodatkowy przetwornik temperatury znajdujące się w ścianie zbiornika wody myjącej z dodatkiem detergentu 3 (**T-2**). Przestrzeń zbiornika wody myjącej wyposażona jest w grzałkę.

Strumień wody do kolektorów zraszających jest regulowany za pomocą zabudowanych na doprowadzeniu wody do kolektorów zraszających ręcznych zaworów regulacyjnych (**V-4R** i **V-4R**). Przy czym w zbiorniku górnym, na co najmniej jednej ze ścian zabudowany jest przetwornik poziomy (**L-2**), a także przetworniki temperatury (**T-1**). Przetwornik temperatury zabudowany jest także na zbiorniku wody myjącej z dodatkiem detergentu 3 (**T-2**). Zbiornik wody myjącej z dodatkiem detergentu 3 wyposażony jest w grzałkę umieszczoną w dnie zbiornika.

Na doprowadzeniu nadawy umieszczony jest regulujący objętość strumienia falownik podłączony do sterownika PLC oraz ręczny zawór regulacyjny znajdujący się na powrocie z membrany (**V-3R**).

W toku prac nad wynalazkiem przeprowadzono testy przemysłowe, które potwierdziły efektywność i spełnienie założeń projektowych wynalazku

#### **Próba 1**

Podczas badań zastosowano komercyjnie dostępne płyty fleksograficzne TOYOBO Cosmolight (Japonia). Skład chemiczny stosowanych płyt był następujący: guma syntetyczna w formie stałej (48%), guma syntetyczna płynna (32%), kopolimer poliuretan/metakrylan (13%), pochodne akrylanów (5%), fotoinicjator (2%), sadza (<1%) oraz toluen (<0,1%). Do filtracji wykorzystano membranę wykonaną z polipropylenu, średnica kanałów w membranie wynosiła 5,5 mm, nominalna średnica porów była natomiast równa 0,22  $\mu\text{m}$ . Szybkość styczna nadawy podczas procesu separacji wynosiła 2 m/s, temperatura 40°C, natomiast pH regenerowanego roztworu było równe 9,3. System pracował przy ciśnieniu transmembranowym wynoszącym 2,3 bar. Stężenie zawiesiny w filtrowanej wodzie wynosiło 1,0 mg/dm<sup>3</sup>, a jej objętość w całym układzie wynosiła 240 dm<sup>3</sup>. Filtracja trwała 8 h, podczas procesu nie stosowano mycia wstecznego. Uzyskany permeat charakteryzował się bardzo dobrymi właściwościami, był bezbarwny i nie zawierał cząstek zawiesiny. Podczas procesu obserwowano natomiast sukcesywny spadek wielkości strumienia permeatu na skutek zjawiska zapychania membrany (foulingu). Średni strumień permeatu wynosił 921 dm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>xh.

#### **Próba 2**

Proces filtracji prowadzono na wodzie myjącej uzyskanej w procesie wmywania płyt fleksograficznych opisanych w przykładzie 1. Do filtracji wykorzystano membranę wykonaną z polipropylenu, średnica kanałów w membranie wynosiła 5,5 mm, nominalna średnica porów była natomiast równa 0,22  $\mu\text{m}$ . Szybkość styczna nadawy podczas procesu separacji wynosiła 3 m/s, temperatura 40°C, natomiast pH regenerowanego roztworu było równe 9,2. System pracował przy ciśnieniu transmembranowym wynoszącym 1,5 bar. Stężenie zawiesiny w filtrowanej wodzie wynosiło 1,0 mg/dm<sup>3</sup>, a jej objętość w całym układzie wynosiła 230 dm<sup>3</sup>. Filtracja trwała 18 h. Podczas procesu stosowano mycie wsteczne. Zabieg ten stosowano co 10 min, czas trwania impulsu wstecznego wynosił 3 s. Podobnie jak w przykładzie 1 uzyskany permeat charakteryzował się bardzo dobrymi właściwościami, był bezbarwny i nie zawierał cząstek zawiesiny. Podczas procesu obserwowano zjawisko foulingu, ale jego intensywność była znacznie mniejsza. Średni strumień permeatu wynosił 1465 dm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>xh.

#### **Przykład 2**

Sposób oczyszczania wody, zwłaszcza stosowanej do wmywania polimerowych płyt fleksograficznych według wynalazku polega na tym, że w sposób okresowy oczyszcza się wodę, zwłaszcza z zawiesiny polimeru pochodzącego z płyt fleksograficznych, w procesie okresowej filtracji stycznej

w układzie wyposażonym w membranę mikrofiltracyjną o średnicy porów 0,22–0,45  $\mu\text{m}$ , a następnie okresowo prowadzi się płukanie zwrotne membran za pomocą strumienia permeatu jaki miesza się ze sprężonym powietrzem, pod ciśnieniem w zakresie 1–4 bar, korzystnie 1,5 bar, a uzyskany po płukaniu wstecznym koncentrat zanieczyszczeń usuwa się okresowo z instalacji, uzupełniając następnie ilość wody w obiegu. Zastosowanie takich parametrów ogranicza zjawisko foulingu i pozwala na stabilną pracę systemu charakteryzującą się bardzo wysoką wydajnością.

Mycie wsteczne prowadzi się co 10 min, a czas trwania impulsu wstecznego wynosi 3 s. Częstotliwość załączania mycia wstecznego zależy od wzrostu ciśnienia na wlocie oraz wylocie z membrany. Mycie wsteczne prowadzi się, gdy stężenie zawiesiny w płynie (wodzie) technologicznym osiągnie poziom co 0,24  $\text{g}/\text{dm}^3$ .

Proces mycia wstecznego prowadzi się na membranach wykonanych z polimerów syntetycznych wybranych spośród: polifluorku winylidenu (PVDF), politetrafluoroetanu (PTFE), polietersulfonu (PES), mieszanych estrów celulozy (octanu i azotanu), korzystnie z polipropylenu (PP).

Przy czym membranę zasila się pompą obiegową (**Pompa P-1**) podłączoną do zbiornika wody brudnej (**Zbiornik-2**), a pompę obiegową P-1 odpowierza się automatycznie za pomocą odpowierającego zaworu elektromagnetycznego (**V-6A**).

Zbiornik wody brudnej (**Zbiornik-2**) napełnia się automatycznie za pomocą pompy **P-2**, przy czym podczas napełniania otwiera się zawór elektromagnetyczny napełniania (**V-7A**), a poziom wody brudnej w zbiorniku 2 regulowany jest przez przetwornik poziomu (**L-1**) znajdujący się w ścianie zbiornika wody brudnej (**Zbiornik-2**). Podczas procesu filtracji wodę brudną w zbiorniku wody brudnej uzupełnia się na bieżąco tak, że steruje się otwierając i zamykając zawór elektromagnetyczny napełniania (**V-7A**).

Na wlocie do membrany (nadawa, **M-1**) oraz na wylocie (retentat, **M-2**) za pomocą przetworników ciśnienia, mierzy się ciśnienie filtratu i przesyła się sygnał do sterownika PLC, monitorującego pracę całego urządzenia oraz automatycznie steruje się częstotliwością mycia wstecznego za pomocą strumienia permeatu zmieszanego z powietrzem.

Oczyszczoną wodę, zwłaszcza stosowaną do wymywania płyt fleksograficznych wprowadza się do zbiornika wody oczyszczonej (**Zbiornik-3**) przez zawór elektromagnetyczny odprowadzenia oczyszczonej wody (**V-3A**), jaki w trakcie mycia wstecznego zamyka się, jednocześnie otwierając zawór elektromagnetyczny sprężonego powietrza (**V-5A**). Po otwarciu zaworu sprężonego powietrza **V-5A** do układu wtłacza się sprężone powietrze, którego ciśnienie reguluje się za pomocą reduktora (**Reduktor R-1**). W rezultacie permeat przechodzi przez ściankę membrany, co powoduje odrywanie cząstek osadu z jej powierzchni. Jednocześnie przepływająca nadawa wymywa oderwane cząstki z wnętrza kanałów membrany.

W trakcie płukania zwrotnego reguluje się objętość strumienia nadawy automatycznie przez falownik podłączony do sterownika PLC oraz ręczny zawór regulacyjny znajdujący się na powrocie z membrany (**V-3R**). Przy czym zwiększenie obrotów pompy obiegowej zasilającej system membranowy (**Pompa P-1**) oraz częściowe przymknięcie ręcznego zaworu regulacyjnego (**V-3R**) umożliwia uzyskanie wyższego ciśnienia na membranie, co powoduje zwiększenie objętościowego strumienia permeatu (wydajności procesu).

Gdy stężenie zawiesiny w retencji (koncentracji) znajdującym się w zbiorniku wody brudnej (**Zbiornik-2**) przekroczy poziom 50  $\text{g}/\text{dm}^3$  rozpoczyna się automatyczny zrzut części koncentratu do kolektora ściekowego lub zbiornika pośredniczącego. Proces ten kontroluje się przez sterownik PLC, który steruje czasem otwarcia zaworu **V-6A**. Jednocześnie podczas usuwania części koncentratu uzupełnia się poziom czystej wody w zbiorniku wody myjącej. Po uzupełnieniu ilości wody otwiera się zawór elektromagnetyczny detergentu **V-1A** oraz uruchamia się pompę perystaltyczną (**Pompa P-3**) dozując odpowiednią ilość detergentu. Przy czym wodę myjącą wraz z dodatkiem detergentu ogrzewa się do temperatury co najmniej 40°C.

Proces uzupełniania poziomu wody w systemie może być także realizowany za pośrednictwem zaworu elektromagnetycznego sprężonego powietrza **V-5A**. Wówczas w procesie mycia wstecznego zamiast permeatu do układu zostanie wtłoczona czysta woda wodociągowa.

Po zakończeniu wymywania płyt fleksograficznych woda obecna w systemie podlega regeneracji, a objętość koncentratu powstająca w procesie nie przekracza 30  $\text{dm}^3$ .

W przypadku planowanego postoiu instalacji wodę usuwamy przez otwarcie zaworów ręcznych: **V-1R**, **V-2R**, **V-2R** oraz zaworu elektromagnetycznego **V-6A**.

Sposób według wynalazku znajduje zastosowanie w przemyśle poligraficznym oraz wszędzie tam, gdzie pojawia się konieczność oczyszczania odpadów ciekłych zawierających cząstki stałe stanowiące zawieszinę. Może to być przemysł spożywczy, chemiczny oraz farmaceutyczny.

Urządzenie do regeneracji wody, zwłaszcza stosowanej do wmywania polimerowych płyt fleksograficznych według wynalazku zawiera zbiornik górny 1 do wmywania płyt fleksograficznych jaki wyposażony jest w system szczotek oraz kolektory zraszające podłączone do obiegu zasilanego z pompy wody myjącej (**Pompa P-2**) podłączonej do zbiornika wypełnionego wodą myjącą z dodatkiem detergentu (**Zbiornik-3**). Do zbiornika górnego 1 poprzez pompę wody brudnej P-2 przyłączony jest zbiornik wody brudnej jaki pompą obiegową (**Pompa P-1**) przyłączony jest do membrany filtracyjnej. Pompa obiegowa wyposażona jest w automatyczny odpowietrzający zawór elektromagnetyczny (**V-6A**).

Przy czym na przyłączy zbiornika wody brudnej (Zbiornik 2) za pompą wody brudnej P-2 umieszczony jest zawór elektromagnetyczny (**V-7A**).

W ścianie zbiornika wody brudnej (**Zbiornik-2**) zabudowany jest w przetwornik poziomy (**L-1**), a układ wyposażony jest w elektroniczne przetworniki ciśnienia na wlocie do membrany (nadawa, **M-1**) oraz na wylocie (retentat, **M-2**). Przetworniki przyłączone są do sterownika PLC, który monitoruje pracę całego systemu oraz automatycznie steruje częstotliwością mycia wstecznego za pomocą strumienia permeatu lub permeatu zmieszanego z powietrzem lub czystej wody wodociągowej. Dodatkowo do zbiornika wody brudnej, poprzez zawór elektromagnetyczny wody **V-5A** przyłączone jest doprowadzenie wody oraz sprężonego powietrza, przy czym na doprowadzeniu sprężonego powietrza zabudowany jest reduktor R-1.

Membrana filtrująca przyłączona jest do zbiornika wody brudnej pomiędzy przetwornikami ciśnienia, za pompą obiegową P1, przy czym za przetwornikiem na wylocie membrany do instalacji przyłączony jest zbiornik wody oczyszczonej (**Zbiornik-3**) przez zawór elektromagnetyczny (**V-3A**).

Zbiornik górny 1 wyposażony jest w system szczotek oraz kolektory zraszające podłączone do obiegu zasilanego z pompy wody myjącej (**Pompa P-2**) podłączonej do zbiornika wody myjącej wypełnionego wodą myjącą z dodatkiem detergentu (**Zbiornik-3**). Do kolektorów zraszających pomiędzy kolektorami zraszającymi a pompą wody myjącej przyłączone są ręczne zawory regulacyjne (**V-4R** i **V-4R**). Dodatkowo zbiornik górny 1 wyposażony jest w umieszczone w jego ścianach przetwornik poziomy (**L-2**), oraz przetwornik temperatury (**T-1**, **T-2**). Przetwornik temperatury znajdujące się dodatkowo w ścianie zbiornika wody myjącej z dodatkiem detergentu 3. Przestrzeń zbiornika wody myjącej – dno, wyposażona jest w grzałkę.

Strumień wody do kolektorów zraszających jest regulowany za pomocą zabudowanych na doprowadzeniu wody do kolektorów zraszających ręcznych zaworów regulacyjnych (**V-4R** i **V-4R**). Przy czym w zbiorniku górnym, na jednej ze ścian zabudowany jest przetwornik poziomy (**L-2**), a także przetworniki temperatury (**T-1**, **T-2**). Przetwornik temperatury zabudowany jest także na zbiorniku wody myjącej z dodatkiem detergentu 3. Zbiornik wody myjącej z dodatkiem detergentu 3 wyposażony jest w grzałkę umieszczoną w dnie zbiornika.

Na doprowadzeniu nadawy umieszczony jest regulujący objętość strumienia falownik podłączony do sterownika PLC oraz ręczny zawór regulacyjny znajdujący się na powrocie z membrany (**V-3R**).

W toku prac nad wynalazkiem przeprowadzono testy przemysłowe, które potwierdziły efektywność i spełnienie założeń projektowych wynalazku

#### **Próba 1**

Podczas badań zastosowano komercyjnie dostępne płyty fleksograficzne TOYOBO Cosmolight (Japonia). Skład chemiczny stosowanych płyt był następujący: guma syntetyczna w formie stałej (48%), guma syntetyczna płynna (32%), kopolimer poliuretan/metakrylan (13%), pochodne akrylanów (5%), fotoinicjator (2%), sadza (<1%) oraz toluen (<0,1%). Do filtracji wykorzystano membranę wykonaną z polipropylenu, średnica kanałów w membranie wynosiła 5,5 mm, nominalna średnica porów była natomiast równa 0,22  $\mu\text{m}$ . Szybkość styczna nadawy podczas procesu separacji wynosiła 2 m/s, temperatura 40°C, natomiast pH regenerowanego roztworu było równe 9,3. System pracował przy ciśnieniu transmembranowym wynoszącym 2,3 bar. Stężenie zawiesziny w filtrowanej wodzie wynosiło 1,0 mg/dm<sup>3</sup>, a jej objętość w całym układzie wynosiła 240 dm<sup>3</sup>. Filtracja trwała 8 h, podczas procesu nie stosowano mycia wstecznego. Uzyskany permeat charakteryzował się bardzo dobrymi właściwościami, był bezbarwny i nie zawierał cząstek zawiesziny. Podczas procesu obserwowano natomiast sukcesywny spadek wielkości strumienia permeatu na skutek zjawiska zapychania membrany (foulingu). Średni strumień permeatu wynosił 921 dm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·h.

## Próba 2

Proces filtracji prowadzono na wodzie myjącej uzyskanej w procesie wmywania płyt fleksograficznych opisanych w przykładzie 1. Do filtracji wykorzystano membranę wykonaną z polipropylenu, średnica kanałów w membranie wynosiła 5,5 mm, nominalna średnica porów była natomiast równa 0,22  $\mu\text{m}$ . Szybkość styczna nadawy podczas procesu separacji wynosiła 3 m/s, temperatura 40°C, natomiast pH regenerowanego roztworu było równe 9,2. System pracował przy ciśnieniu transmembranowym wynoszącym 1,5 bar. Stężenie zawiesiny w filtrowanej wodzie wynosiło 1,0  $\text{mg}/\text{dm}^3$ , a jej objętość w całym układzie wynosiła 230  $\text{dm}^3$ . Filtracja trwała 18 h. Podczas procesu stosowano mycie wsteczne. Zabieg ten stosowano co 10 min, czas trwania impulsu wstecznego wynosił 3 s. Podobnie jak w przykładzie 1 uzyskany permeat charakteryzował się bardzo dobrymi właściwościami, był bezbarwny i nie zawierał cząstek zawiesiny. Podczas procesu obserwowano zjawisko foulingu, ale jego intensywność była znacznie mniejsza. Średni strumień permeatu wynosił 1465  $\text{dm}^3/\text{m}^2\text{·h}$ .

## Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób oczyszczania wody, zwłaszcza stosowanej do wmywania polimerowych płyt fleksograficznych według wynalazku, w jakim w sposób ciągły lub okresowy oczyszcza się wodę, zwłaszcza z zawiesiny polimeru pochodzącego z płyt fleksograficznych, w procesie ciągłej lub okresowej filtracji stycznej w układzie wyposażonym w membranę mikrofiltracyjną, ciągłą lub okresową filtrację prowadzi się w układzie wyposażonym w membranę mikrofiltracyjną o średnicy porów 0,1–1,4  $\mu\text{m}$ , korzystnie 0,22–0,45  $\mu\text{m}$ , a następnie okresowo prowadzi się płukanie zwrotne membran za pomocą strumienia permeatu pod ciśnieniem w zakresie 1–4 bar, korzystnie 1,5 bar, a uzyskany po płukaniu wstecznym koncentrat zanieczyszczeń usuwa się okresowo z instalacji, korzystnie uzupełniając następnie ilość wody w obiegu, przy czym permeat podczas płukania zwrotnego miesza się ze sprężonym powietrzem, strumień permeatu lub permeatu i sprężonego powietrza ma ciśnienie 1–4 bara, korzystnie 1,5 bara, **znamienny tym**, że mycie wsteczne prowadzi się co 5–50 min, korzystnie co 10 min, a czas trwania impulsu wstecznego wynosi 0,5–10s, korzystnie 3 s.
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wsteczne prowadzi się, gdy stężenie zawiesiny w płynie (wodzie) technologicznym osiągnie poziom co najmniej 0,24  $\text{g}/\text{dm}^3$ .
3. Sposób według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że proces oczyszczania według wynalazku prowadzi się na membranach wykonanych z polimerów syntetycznych wybranych spośród: polifluorku winylidenu (PVDF), politetrafluoroetanu (PTFE), polietersulfonu (PES), mieszanym estrów celulozy (octanu i azotanu), korzystnie z polipropylenu (PP).
4. Sposób według zastrz. 1 albo 2 albo 3, **znamienny tym**, że membranę zasila się pompą obiegową (**Pompa P-1**) podłączoną do zbiornika wody brudnej (**Zbiornik-2**), zbiornik wody brudnej (**Zbiornik-2**) napełnia się automatycznie za pomocą pompy **P-2**, a podczas napełniania otwiera się zawór elektromagnetyczny napełniania (**V-7A**) i podczas procesu filtracji wodę brudną w zbiorniku wody brudnej uzupełnia się na bieżąco tak, że steruje się otwierając i zamykając zawór elektromagnetyczny napełniania (**V-7A**), a oczyszczoną wodę, zwłaszcza stosowaną do wmywania płyt fleksograficznych wprowadza się do zbiornika wody oczyszczonej (**Zbiornik-3**) przez zawór elektromagnetyczny odprowadzenia oczyszczonej wody (**V-3A**), jaki w trakcie mycia wstecznego zamyka się, jednocześnie otwierając zawór elektromagnetyczny sprężonego powietrza (**V-5A**), a w trakcie płukania zwrotnego reguluje się objętość strumienia nadawy automatycznie przez falownik podłączony do sterownika PLC oraz ręczny zawór regulacyjny znajdujący się na powrocie z membrany (**V-3R**), a gdy stężenie zawiesiny w retencji (koncentracji) znajdującym się w zbiorniku wody brudnej (**Zbiornik-2**) przekroczy poziom 50  $\text{g}/\text{dm}^3$  rozpoczyna się automatyczny zrzut części koncentratu do kolektora ściekowego lub zbiornika pośredniczącego i podczas usuwania części koncentratu uzupełnia się poziom czystej wody w zbiorniku wody myjącej, po czym otwiera się zawór elektromagnetyczny detergentu **V-1A** oraz uruchamia się pompę perystaltyczną (**Pompa P-3**) dozując detergent (200–400 ml).
5. Sposób według zastrz. 4, **znamienny tym**, że pompę obiegową P-1 odpowietrza się automatycznie za pomocą odpowietrzającego zaworu elektromagnetycznego (**V-6A**), poziom wody brudnej w zbiorniku 2 reguluje się przez co najmniej jeden przetwornik poziomu (**L-1**)

- znajdujący się w ścianie zbiornika wody brudnej (**Zbiornik-2**), a na wlocie do membrany (nadawa, **M-1**) oraz na wylocie (retentat, **M-2**) za pomocą co najmniej dwóch przetworników ciśnienia (co najmniej po jednym na każdą stronę membrany), mierzy się ciśnienie filtratu przez membranę i przesyła się sygnał do sterownika PLC, monitorującego pracę całego urządzenia oraz automatycznie steruje się częstotliwością mycia wstecznego za pomocą strumienia permeatu lub permeatu zmieszanego z powietrzem lub czystej wody wodociągowej.
6. Sposób według zastrz. 4 albo 5, **znamienny tym**, że wodę myjącą wraz z dodatkiem detergentu ogrzewa się do temperatury co najmniej 40°C.
  7. Sposób według dowolnego z wcześniejszych zastrzeżeń, **znamienny tym**, że do instalacji poprzez zawór sprężonego powietrza **V-5A** do układu wtłacza się sprężone powietrze, którego ciśnienie reguluje się za pomocą reduktora (**Reduktor R-1**).
  8. Sposób według zastrz. 5 albo 6 albo 7, **znamienny tym**, że proces uzupełniania poziomu wody w systemie realizuje się za pośrednictwem zaworu elektromagnetycznego sprężonego powietrza **V-5A** wtłaczając do układu czystą wodę wodociągową.
  9. Urządzenie do regeneracji wody, zwłaszcza stosowanej do wmywania polimerowych płyt fleksograficznych, **znamiennie tym**, że zawiera zbiornik górny 1 do wmywania płyt fleksograficznych jaki wyposażony jest w system szczotek oraz kolektory zraszające podłączone do obiegu zasilanego z pompy wody myjącej (**Pompa P-2**) podłączonej do zbiornika wypełnionego wodą myjącą z dodatkiem detergentu (**Zbiornik-3**), a do zbiornika górnego 1 poprzez pompę wody brudnej P-2 przyłączony jest zbiornik wody brudnej jaki pompą obiegową (**Pompa P-1**) przyłączony jest do membrany filtracyjnej, na przyłączy zbiornika wody brudnej (Zbiornik 2) za pompą wody brudnej P-2 umieszczony jest zawór elektromagnetyczny (**V-7A**), w ścianie zbiornika wody brudnej (**Zbiornik-2**) zabudowany jest w przetwornik poziomu (**L-1**), a układ wyposażony jest w elektroniczne przetworniki ciśnienia na wlocie do membrany (nadawa, **M-1**) oraz na wylocie (retentat, **M-2**), a do zbiornika wody brudnej, poprzez zawór elektromagnetyczny wody V-5A przyłączone jest doprowadzenie wody oraz sprężonego powietrza na jakim zabudowany jest reduktor R-1, a membrana filtrująca przyłączona jest do zbiornika wody brudnej pomiędzy przetwornikami ciśnienia, za pompą obiegową P1, przy czym za przetwornikiem na wylocie membrany do instalacji przyłączony jest zbiornik wody oczyszczonej (**Zbiornik-3**) przez zawór elektromagnetyczny (**V-3A**), a pompa obiegowa wyposażona jest w automatyczny odpowietrzający zawór elektromagnetyczny (**V-6A**).
  10. Urządzenie według zastrz. 9, **znamiennie tym**, że zbiornik górny 1 wyposażony jest w system szczotek oraz kolektory zraszające podłączone do obiegu zasilanego z pompy wody myjącej (**Pompa P-2**) podłączonej do zbiornika wody myjącej wypełnionego wodą myjącą z dodatkiem detergentu (**Zbiornik-3**).
  11. Urządzenie według zastrz. 9 albo 10, **znamiennie tym**, że do kolektorów zraszających pomiędzy kolektorami zraszającymi a pompą wody myjącej przyłączone są ręczne zawory regulacyjne (**V-4R** i **V-5R**).
  12. Urządzenie według zastrz. 9 albo 10 albo 11, **znamiennie tym**, że zbiornik górny 1 wyposażony jest w umieszczone w jego ścianach co najmniej jeden przetwornik poziomu (**L-2**), oraz co najmniej jeden przetwornik temperatury (**T-1**).
  13. Urządzenie według zastrz. 12, **znamiennie tym**, że co najmniej jeden przetwornik temperatury znajduje się dodatkowo w ścianie zbiornika wody myjącej z dodatkiem detergentu 3 (**T-2**), a przestrzeń zbiornika wody myjącej, wyposażona jest w grzałkę.
  14. Urządzenie według zastrz. 9 albo 10 albo 11 albo 12 albo 13, **znamiennie tym**, że na doprowadzeniu nadawy umieszczony jest regulujący objętość strumienia falownik podłączony do sterownika PLC oraz ręczny zawór regulacyjny znajdujący się na powrocie z membrany (**V-3R**).

## Rysunek

