

APARATUROWE UWARUNKOWANIA OGRANICZANIA
ZUŻYCIA WODY ŚWIEŻEJ W PAPIERNIACH

Piotr Stanisławczyk

Instytut Papiernictwa i Maszyn Papierniczych
Politechniki Łódzkiej

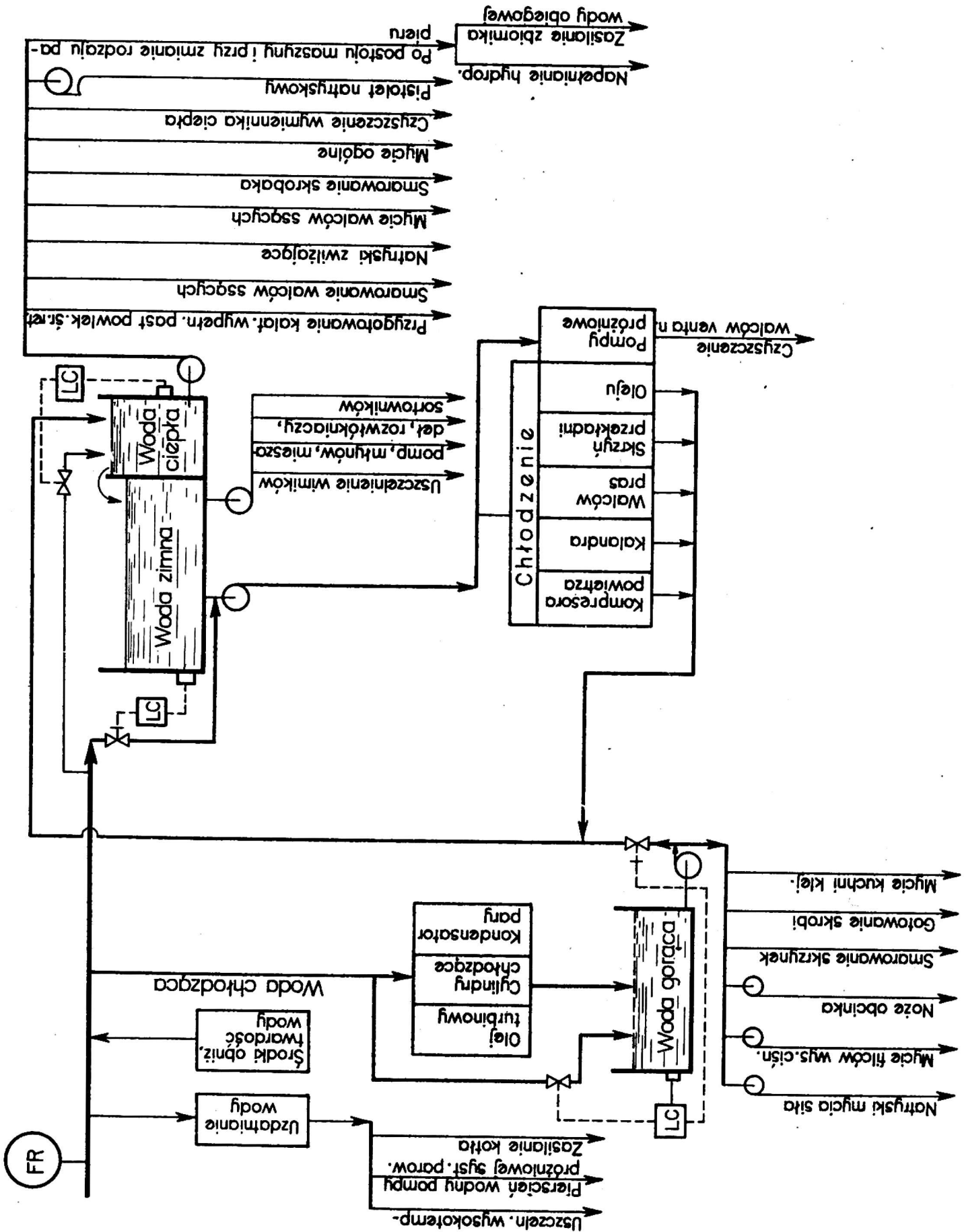
Można rozróżnić trzy podstawowe zasady, których stosowanie pozwala znacznie ograniczyć zużycie wody świeżej w papierniach. Są to: zasada wielokrotnego wykorzystania wody, zasada stosowania urządzeń wodoszczędnych oraz zasada ostrej dyscypliny w gospodarowaniu wodą. Wymienione zasady powinny być stosowane zarówno w fazie projektowania papierni jak i eksploatacji. Możliwość stosowania powyższych zasad i wynikające z tego efekty są uzależnione od aparatury. Ograniczenie zużycia wody świeżej wiąże się prawie zawsze z dość kosztownym dodatkowym uzbrojeniem instalacji technologicznej w specjalne urządzenia, aparaturę pomiarowo-regulacyjną oraz system rurociągów i zbiorników.

W referacie zostaną omówione niektóre możliwości ograniczenia zużycia wody świeżej w papierni oraz podane przykłady aparatury umożliwiającej spełnienie tego celu.

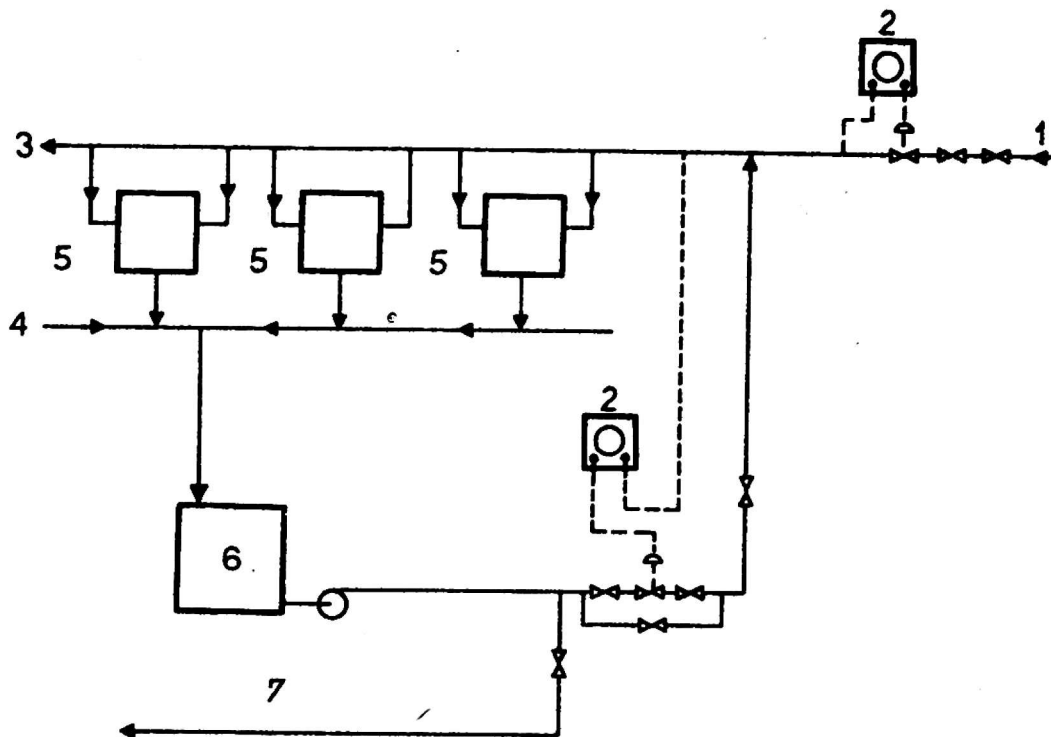
ZASADA WIELOKROTNEGO WYKORZYSTANIA WODY

W papierni można rozróżnić następujące rodzaje wody: świeżą, zawłóknioną, odwłóknioną, sklarowaną i pochłodniczą. Możliwość wykorzystania określonego rodzaju wody zależy od funkcji, którą ma spełnić oraz pewnych uwarunkowań aparaturowych. I tak woda świeża, posiadająca temperaturę najniższą z wymienionych rodzajów wód oraz wysoki stopień czystości, powinna być stosowana wyłącznie do chłodzenia oraz do uzupełnienia ewentualnych niedoborów wody w układzie technologicznym.

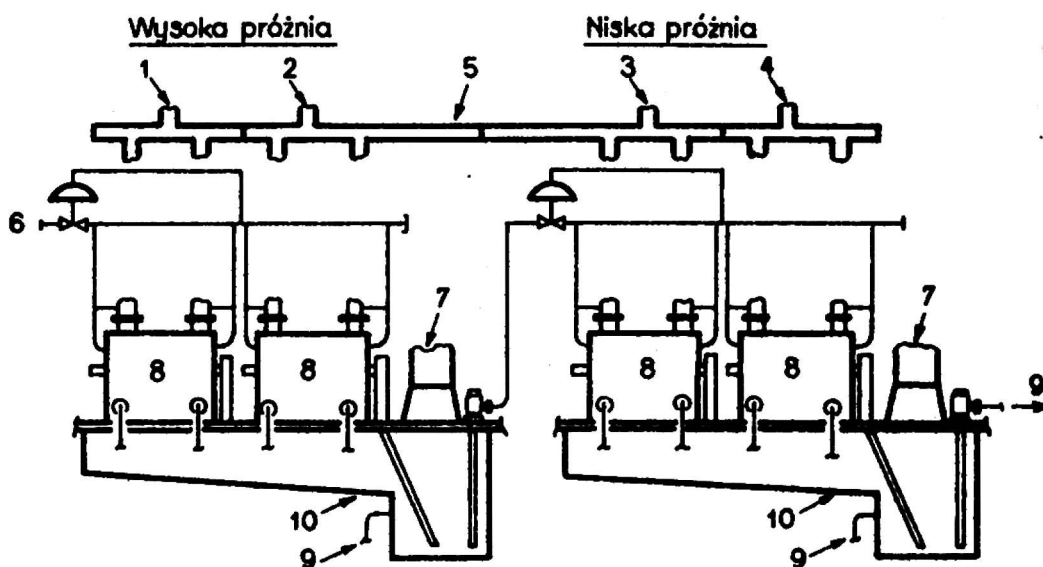
Wody pochłodnicze powinny być wykorzystane wszędzie tam, gdzie wymaga się wysokiego stopnia jej czystości, natomiast nie ma wymagań odnośnie jej temperatury. W większości starszych papierni



Rys. 1. Przykład racjonalnego wykorzystania wody świeżej na maszynie papierniowej, wytwarzającej papiery białe wysokiej jakości [6]



Rys. 2. System obiegu wody uszczelniającej w pompach próżniowych z częściową recyrkulacją [2]: 1 - woda świeża, 2 - regulatory ciśnienia, 3 - kolektor wody uszczelniającej, 4 - powrotny kolektor wody uszczelniającej, 5 - pompy próżniowe, 6 - zbiornik wody uszczelniającej, 7 - odprowadzenie wody do kanału



Rys. 3. Kaskadowy przepływ wody przez pompy próżniowe [2]: 1 - wyżymak, 2 - prasy, 3 - skrzynki ssące, 4 - pralki filcu, 5 - kolektor próżniowy, 6 - woda świeża, 7 - wylot powietrza, 8 - pompy próżniowe, 9 - odprowadzenie wody do kanału, 10 - zbiornik wody uszczelniającej

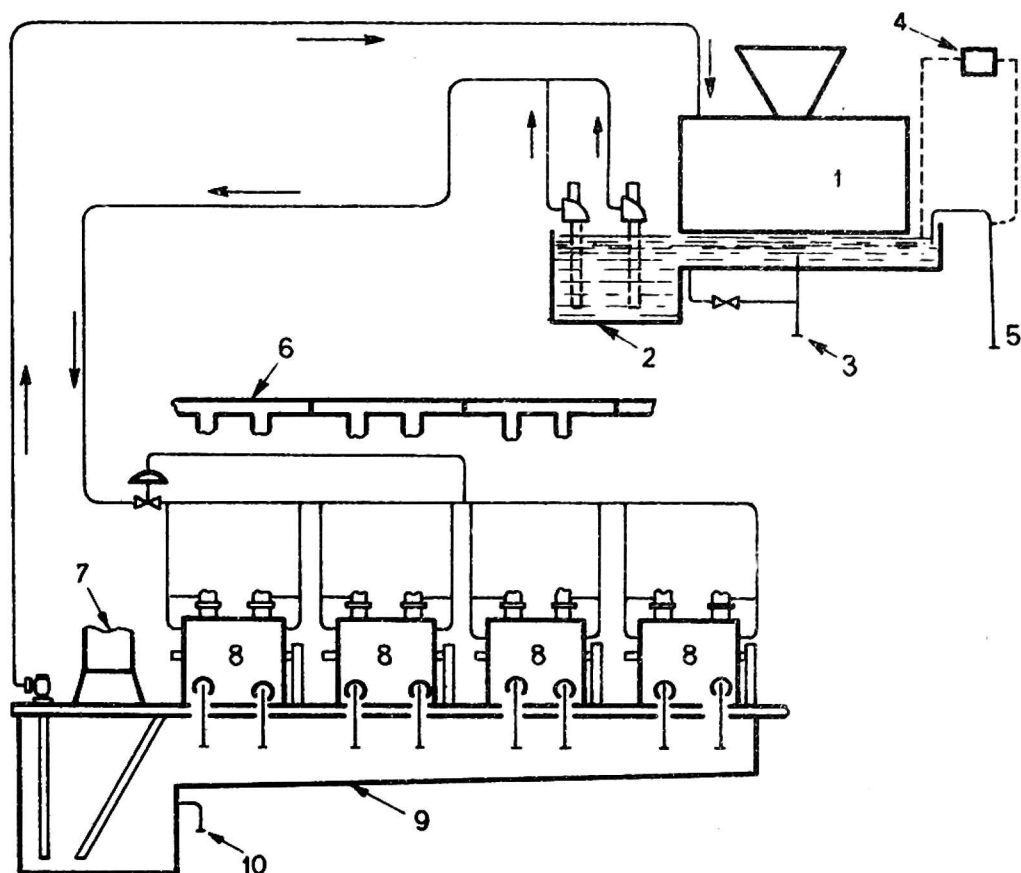
wody pochłódnicze są kierowane do kanału i dalej do oczyszczalni ścieków lub jako wody umownie czyste bezpośrednio do rzeki. Przykład racjonalnego wykorzystania wody świeżej i pochłódniczej przedstawiono schematycznie na rysunku 1.

Wody zawłóknione stosuje się powszechnie do rozcieńczania masy, natomiast woda odwłókniona lub sklarowana może być z powodzeniem stosowana do natrysków w powrotnej części sita maszyny papierniczej, do natrysków na bębny sitowe zagęszczarek oraz na sita sortowników wibracyjnych.

Rozdział wody na kilka rodzajów wymaga odpowiednio rozbudowanej instalacji wodnej, tj. pomp, systemu rurociągów, zaworów, zbiorników, układów regulacji poziomu i przepływu itp.

Bardzo duże ilości wody świeżej, stanowiące kilkadziesiąt procent ogólnego jej zużycia w papierni, kieruje się do uszczelniania pomp próżniowych wodno-pierścieniowych. Przykładowo, pompy typu WP produkowane przez Fabrykę Maszyn Papierniczych wymagają 100-500 dm³/min wody uszczelniającej. Pomp tego typu w instalacji maszyny papierniczej jest zazwyczaj kilka.

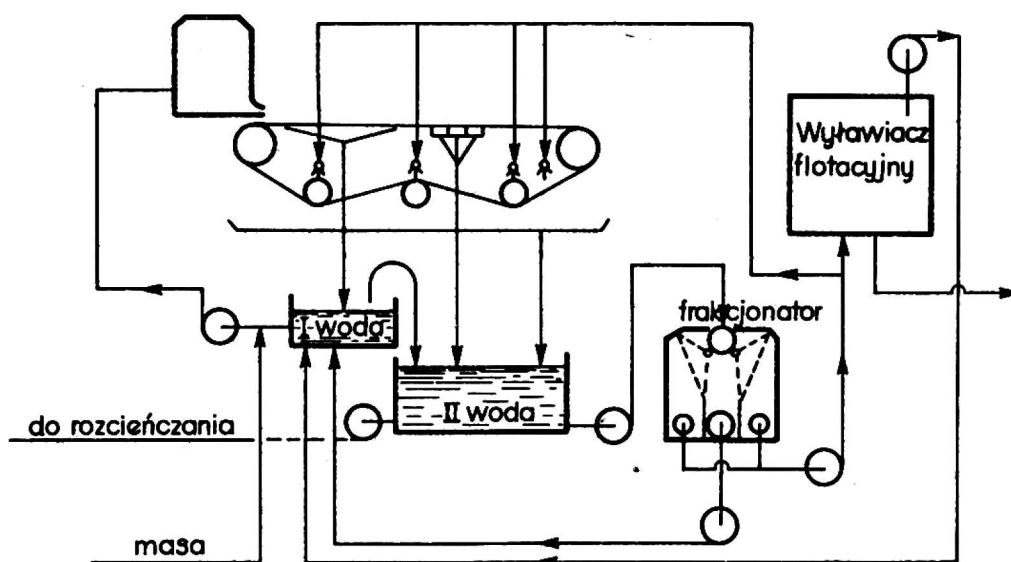
Niektóre możliwości znacznego ograniczenia zużycia wody do uszczelniania pomp próżniowych przedstawiono na rysunkach 2-4. System obiegu wody uszczelniającej z częściową recyrkulacją, przed-



Rys. 4. Zamknięty system obiegu wody uszczelniającej w pompach próżniowych [2]: 1 - wieża chłodząca, 2 - studzienka, 3 - odprowadzenie wody do kanału, 4 - regulator poziomu, 5 - dopływ wody świeżej, 6 - kolektor próżniowy, 7 - wylot powietrza, 8 - pompy próżniowe, 9 - zbiornik wody uszczelniającej, 10 - odprowadzenie wody do kanału

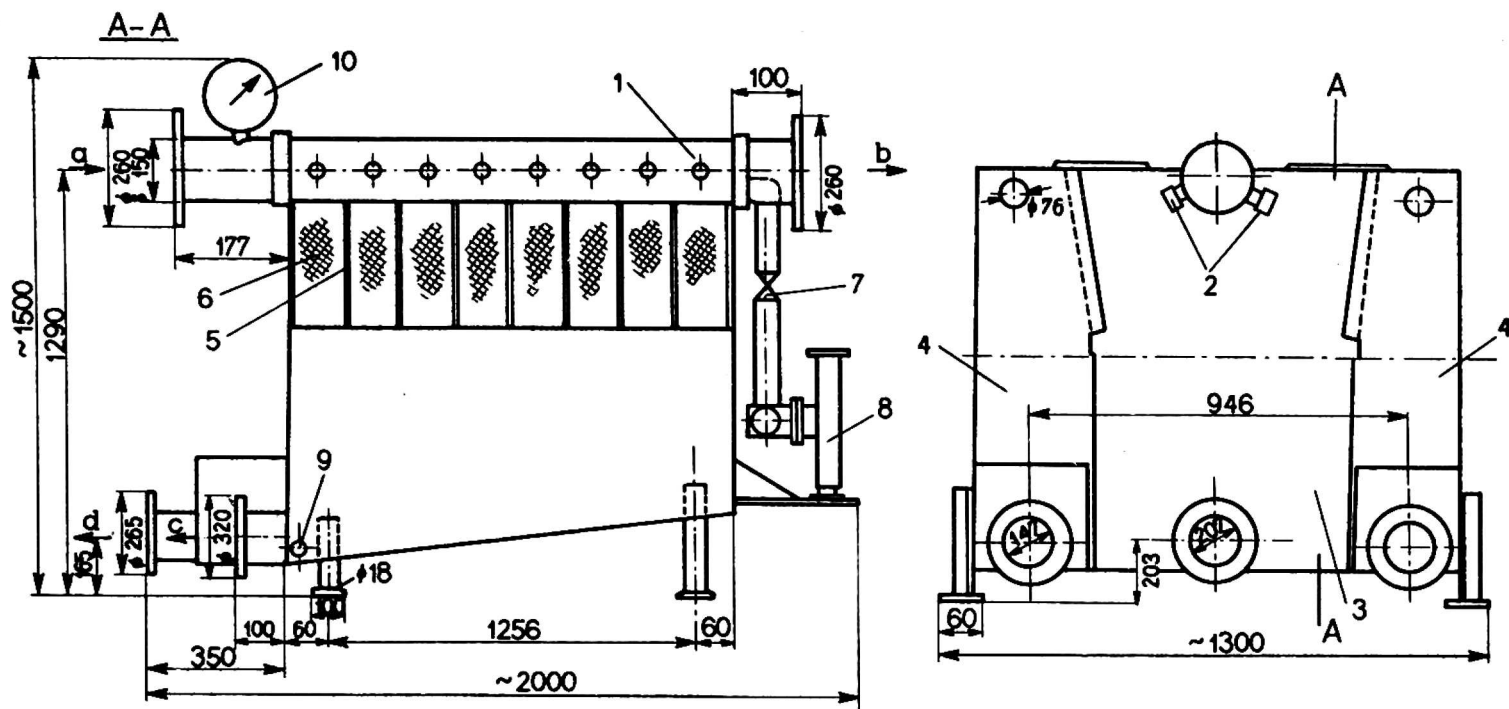
stawiony na rysunku 2, oraz system kaskadowego przepływu wody (rys. 3) pozwala na zmniejszenie zużycia wody świeżej do uszczelniania pomp próżniowych o kilkadziesiąt procent przy minimalnych nakładach inwestycyjnych. Zamknięty system obiegu wody, przedstawiony na rysunku 4, jest znacznie bardziej kosztowny, gdyż wymaga zabudowy wieży chłodniczej.

Ponieważ ilość wód pochłodniczych jest ograniczona i zazwyczaj nie wystarcza jej do zasilenia wszystkich punktów pobory wody, celowe jest wykorzystanie w niektórych miejscach maszyny papierniczej wody odwłóknionej oraz sklarowanej [5]. Przykład wykorzystania wody odwłóknionej do natrysków w części sitowej maszyny papierniczej przedstawiono na rysunku 5. Część II wody obiegowej kieruje się do frakcjonatora (wyławiacza włókien) w celu usunięcia z niej włókien, a następnie do rur natryskowych w powrotnej części sita.



Rys. 5. Przykład wykorzystania wody odwłóknionej do natrysków w części sitowej maszyny papierniczej dzięki zastosowaniu frakcjonatora

W ramach wątku programu PR-7, realizowanego w Instytucie Papiernictwa i Maszyn Papierniczych Politechniki Łódzkiej, opracowano i opatentowano konstrukcję frakcjonatora do wyławiania włókien z wód obiegowych [3, 4], którą przedstawiono na rysunku 6. Wodę zawłóknioną natryskuje się za pomocą dysz (2) na wklęsłe sito (6). Włókna zatrzymują się na sicie i spływają do komory (3), natomiast woda zawierająca duże ilości frakcji drobnej przechodzi przez sito i zbiera się w komorach (4) skąd kieruje się ją bezpośrednio do natrysków. Przepływ przez sito jest dodatkowo wspomagany niewielkim podciśnieniem w komorach (4) wytwarzanym przez wen-

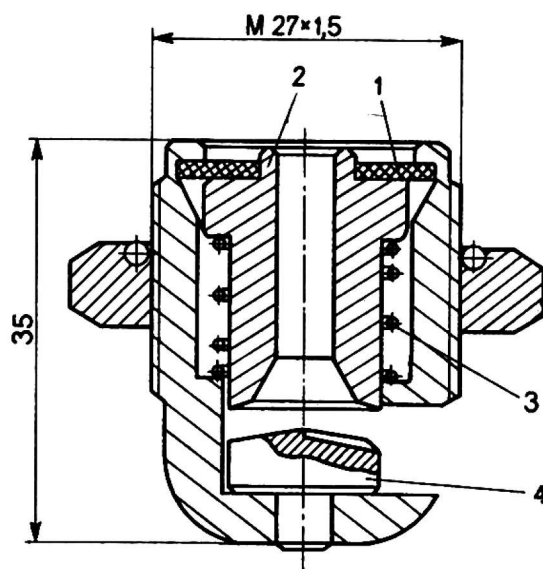


Rys. 6. Frakcjonator systemu IPiMP: 1 - rura natryskowa, 2 - dysze, 3 - komora masy łapanej, 4 - komory wody odwłóknionej, 5 - rama, 6 - sito, 7 - zawór odcinający, 8 - wentylator, 9 - otwór spustowy; a - wlot wody odwłóknionej, b - recyrkulacja wody zawłóknionej. c - wylot masy łapanej, d - wylot wody zawłóknionej

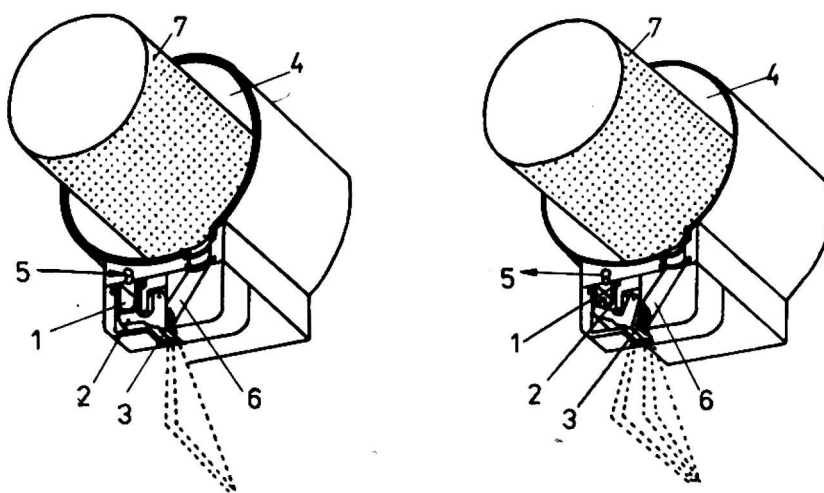
tylator (8). Frakcjonator posiada gęste sito nr 80-100, które gwarantuje sprawną pracę dysz natryskowych. Urządzenie przeszło pomyślnie próby w skali półtechnicznej, a dokumentacja techniczna frakcjonatora w skali przemysłowej została przekazana do Fabryki Maszyn Papierniczych. Próby przemysłowe frakcjonatora są przewidziane w papierni w Kluczach w przyszłym roku. Urządzenia o podobnym działaniu i funkcji stosuje się coraz szerzej, szczególnie w krajach skandynawskich i USA [5]. Frakcjonatory tego typu charakteryzuje prosta konstrukcja, niskie koszty inwestycyjne i eksploatacyjne oraz duża pewność w działaniu. Zastosowanie frakcjonatora umożliwia prawie całkowite zredukowanie wody świeżej w części sitowej maszyny papierniczej oraz wpływa na poprawę efektywności pracy klasycznych wyławiaczy włókien.

Zastosowanie frakcjonatora systemu IPiMP jest możliwe również w części prasowej maszyny papierniczej w celu usunięcia z wody włosów z filców, co umożliwia powtórne jej wykorzystanie. Możliwość wykorzystania do natrysków wody zawłóknionej, odwłóknionej lub sklarowanej wiąże się często z koniecznością zastosowania łatwo oczyszczających dysz natryskowych. Istnieje duża liczba rozwiązań konstrukcyjnych dysz i rur natryskowych, przystosowanych do pracy z wodą zawierającą zawiesinę. W kraju wykonuje się jedy-

nie dysze syst. Loddinga, której konstrukcję przedstawiono na rysunku 7. W warunkach pracy pod wpływem ciśnienia wody w rurze natryskowej, działającego na membranę (1), tłok (2) jest dociskany do rozpylacza (4). W przypadku zatkania się otworu dyszy (szczeliny pomiędzy powierzchniami tłoka a rozpylacza) należy obniżyć wartość ciśnienia wody w rurze natryskowej, np. poprzez domknięcie zaworu na dopływie, dzięki czemu sprężyna (3) odpycha tłok od rozpylacza i zanieczyszczenia są usuwane na zewnątrz.



Rys. 7. Dysza natryskowa systemu Loddinga: 1 - membrana, 2 - tłok, 3 - sprężyna, 4 - rozpylacz



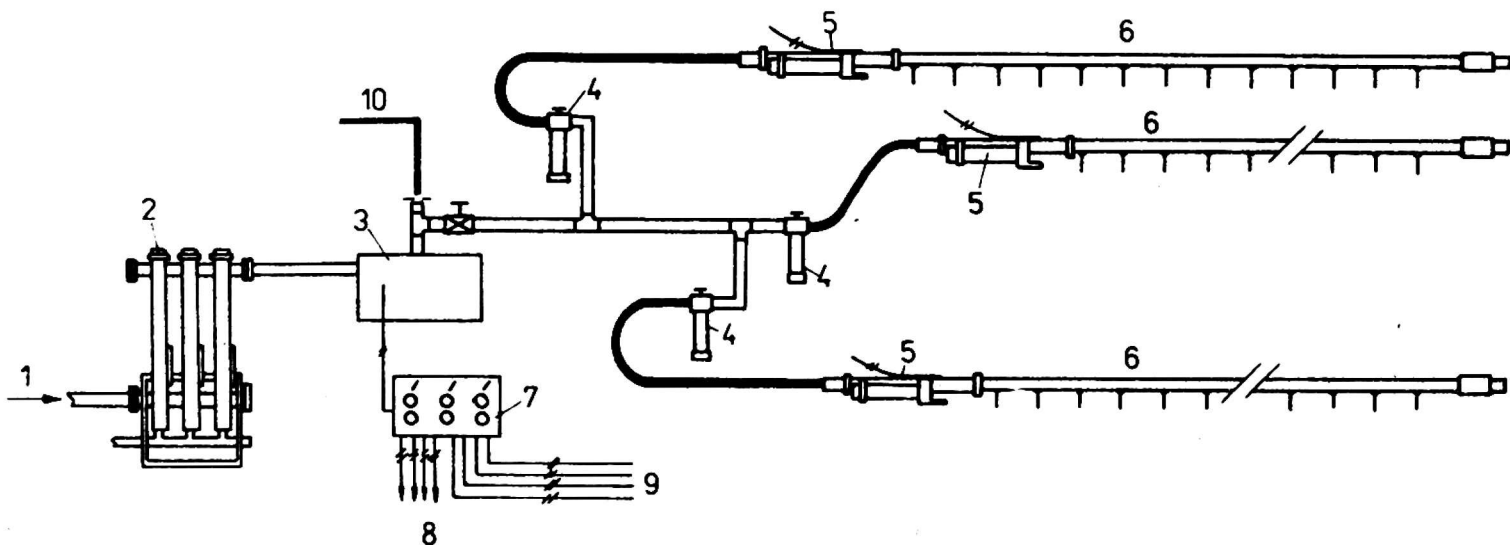
Rys. 8. Rura natryskowa systemu Broughtona: 1 - mieszek, 2 - dźwignia, 3 - otwór wypływowy dyszy, 4 - woda natryskowa, 5 - sprężone powietrze, 6 - kanał dopływowy, 7 - rura perforowana

Na rysunku 8 przedstawiono rurę natryskową syst. Broughtona [1] przystosowaną do pracy na zawłóknionej wodzie obiegowej. Zanieczyszczenia dużych rozmiarów zatrzymują się wewnątrz perforowanej rury (7) skąd odprowadza się je na zewnątrz, natomiast woda

zawierająca cząstki drobne wypływa przez specjalne dysze natryskowe. Dysza natryskowa składa się z kanału (6) doprowadzającego wodę z rury (4) oraz elementów regulacji powierzchni otworu wypływowego, tj. mieszka (1) i dźwigni (2). Zmianę powierzchni otworu dyszy, a tym samym możliwość zmiany objętości przepływu wody oraz oczyszczenia dyszy, uzyskuje się poprzez zmianę ciśnienia powietrza w mieszku (1). Rura natryskowa syst. Broughtona jest jednym z przykładów wielu istniejących rozwiązań konstrukcyjnych rur natryskowych, przystosowanych do pracy z wodą zawłóknioną [5].

ZASADA STOSOWANIA URZĄDZEŃ WODOOSZCZĘDNYCH

Znaczne ograniczenie zużycia wody świeżej do mycia sit i filtrów umożliwia zastosowanie wysokociśnieniowych (2,5–8 MPa) oscylacyjnych rur natryskowych, wyposażonych w dysze igłowe o średnicy otworów od 0,35 do około 3 mm. Przykład instalacji natryskowej wysokociśnieniowej syst. Broughtona [1] jest przedstawiony na rysunku 9. Składa się ona z filtrów niskiego ciśnienia, pompy wyso-

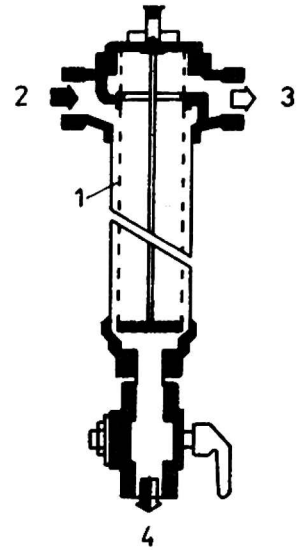


Rys. 9. Instalacja natryskowa wysokociśnieniowa systemu Broughtona: 1 - wlot wody świeżej, 2 - filtry niskociśnieniowe, 3 - pompa, 4 - filtry wysokociśnieniowe, 5 - oscylatory, 6 - rury natryskowe z dyszami igłowymi, 7 - układ automatycznego sterowania, 8 - sygnały sterowania czasem pracy rur natryskowych i oscylatorów, 9 - sygnały o ruchu oscylatorów i biegu maszyny papierniczej, 10 - przewód recyrkulacyjny

kociśnieniowej, filtrów wysokociśnieniowych, oscylatorów oraz rur natryskowych, wyposażonych w specjalne odporne na zużycie dysze igłowe. Ponadto pracą rur natryskowych steruje się automatycznie (załączenie pompy i oscylatorów oraz czas pracy). Insta-

lacja taka jest oczywiście wielokrotnie droższa od niskociśnieniowej (do około 1M Pa) ciągłego działania.

Różnice w zużyciu wody świeżej są jednak znaczne. Przykładowo, natrysk wysokociśnieniowy pracujący okresowo 4 godz na dobę przy ciśnieniu około 3MPa o dyszach igłowych o średnicy otworów 1 mm, rozmieszczonych co 200 mm zużywa tylko 2,2 dm³/min/m szerokości

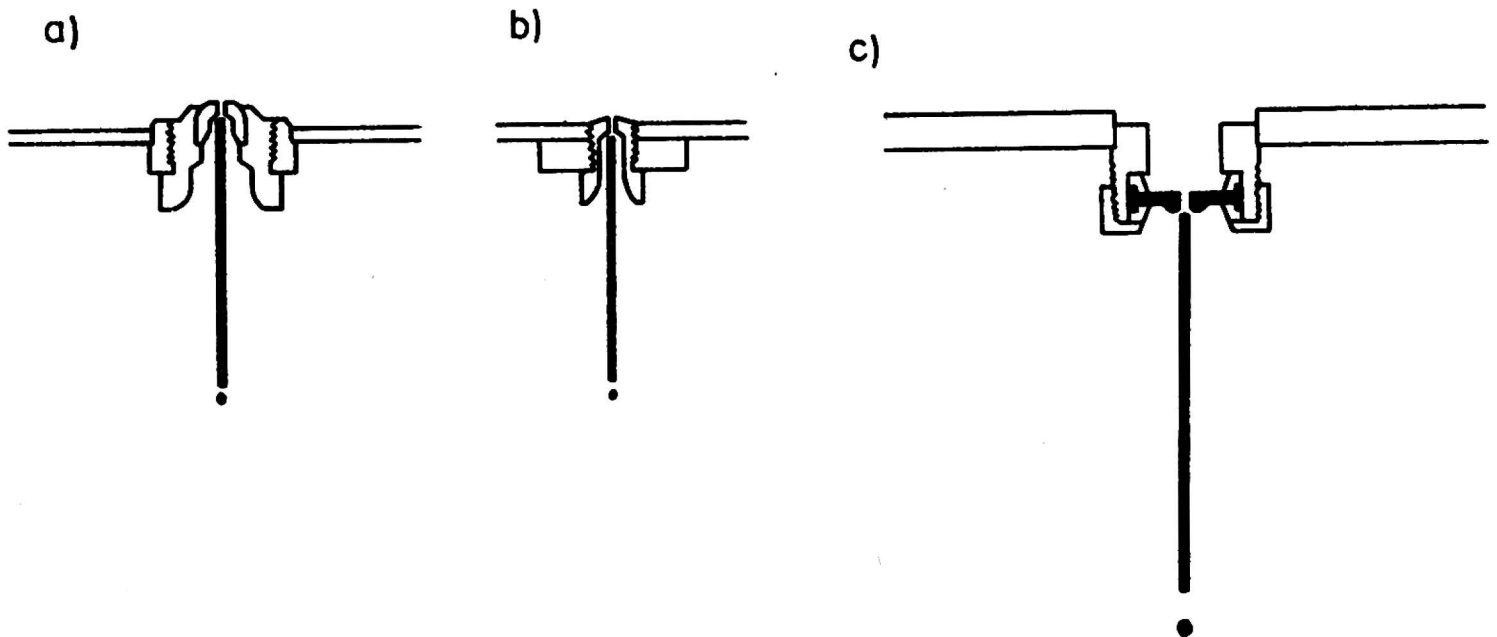


Rys. 10. Filtr do wody świeżej: 1 - sito, 2 - wlot wody świeżej, 3 - odpływ wody oczyszczonej, 4 - odpływ zanieczyszczeń

sita, podczas gdy tradycyjny natrysk ciągłego działania o ciśnieniu 0,8-1,0 MPa zużywa aż około 40 dm³/min/m.

Na rysunku 10 przedstawiono schematycznie budowę filtra stosowanego w wysokociśnieniowych instalacjach natryskowych. Przegrodą filtracyjną są zazwyczaj sita stalowe lub polipropylenowe o gęstości od 5 do 125 oczek na centymetr bieżący oraz przegrody wykonane z drutu nawiniętego spiralnie i tworzącego szczeliny o wymiarach od 0,08 do kilku mm.

Na rysunku 11 przedstawiono trzy dysze igłowe syst. Broughtona. Elementy dysz, przez które wypływa woda, są wykonywane z ce-



Rys. 11. Dysze natryskowe igłowe systemu Broughtona: a - z elementem wypływowym ceramicznym, b - z elementem wypływowym stalowym, c - z elementem wypływowym ze specjalnego kauczuku syntetycznego

ramiki, stali wysokojakościowej typu 316 lub ze specjalnego syntetycznego kauczuku. Element dyszy wykonany z kauczuku drga pod

wpływem pulsacji ciśnienia, wywoływanej przez pompę, co przeciwdziała zatykaniu się otworu. Rozwiązanie to łagodzi nieco wymagania dotyczące oczyszczania wody świeżej w filtrach.

Do wytwarzania próżni można zastosować w miejsce wodochłonnych pomp wodno-pierścieniowych wodooszczędne turbossawy. Dotyczy to głównie dużych, wydajnych maszyn papierniczych, produkujących ograniczony asortyment papierów.

Ograniczenie zużycia wody świeżej na uszczelnienia wałów wirników pozwalają osiągnąć uszczelnienia mechaniczne [5], które zużywają około $1-2 \text{ dm}^3$ wody w ciągu minuty, a więc 5-krotnie mniej niż powszechnie stosowane uszczelnienia dławicowe.

Do mycia ogólnego, tj. posadzek, kadzi, elementów maszyn itp., stosuje się węże o znacznej średnicy. Zastosowanie do tego celu końcówek pistoletowych o małej średnicy otworu dyszy i ciśnieniu rzędu 3MPa pozwala nie tylko na znaczne obniżenie zużycia wody, ale również na skuteczniejsze mycie.

ZASADA PRZESTRZEGANIA OSTREJ DYSCYPLINY W GOSPODAROWANIU WODĄ

Ostra dyscyplina w gospodarowaniu wodą powinna obowiązywać nie tylko obsługę, ale również projektantów, którzy w fazie projektowania papierni mają możliwość stworzenia warunków dla obsługi do racjonalnej gospodarki wodą. Aby umożliwić obsłudze racjonalną gospodarkę wodą, instalacja powinna być odpowiednio masywna w aparaturę kontrolno-pomiarową i regulacyjną oraz odpowiednie urządzenia i systemy obiegu wody. Instalacje chłodzenia i uszczelniania wyposażone w układy regulacji przepływu wody pozwalają na jej racjonalne zużycie. Utrzymywanie pełnej sprawności technicznej mierników przepływu na głównych kolektorach wodnych pozwala na bieżącą kontrolę i analizę przyczyn zbyt dużego zużycia wody. Sprawne regulatory poziomu w zbiornikach i kadziach pozwalają ograniczyć niepotrzebne przelewy wody lub masy do kanału. Należy jednak pamiętać, że aparatura ułatwia racjonalne gospodarowanie wodą, ale problemu nie rozwiązuje bez jednoczesnej, dużej dyscypliny i kultury technicznej w tym zakresie.

WNIOSKI KOŃCOWE

W referacie przedstawiono bardzo skrótowo podstawowe możliwości i sposoby ograniczania zużycia wody świeżej w papierni. Do znacznego zmniejszenia zużycia wody świeżej wystarcza zazwyczaj zastosowanie niektórych z wyżej omówionych sposobów. Wybór sposobów racjonalizacji gospodarki wodno-ściekowej powinien wynikać z lokalnych warunków oraz z rachunku ekonomicznego. Modernizacji gospodarki wodno-ściekowej powinna być poddana większość krajowych papierni, gdyż jej obecny stan pozostawia bardzo wiele do życzenia. Przystąpienie do kompleksowej modernizacji gospodarki wodno-ściekowej w krajowych papierniach wymaga określonych decyzji administracyjnych w stosunku do zaplecza technicznego przemysłu papierniczego, dotyczących podjęcia seryjnej produkcji niezbędnych urządzeń i aparatury, jak: rury i dysze natryskowe, przy stosowane do pracy przy wysokich ciśnieniach, oscylatory, wyławniacze włókien, regulatory poziomu, przepływu i temperatury itp.

LITERATURA

1. Materiały firmy Broughton - Biuletyn B-4.
2. Reeves J. R., Ritter L. B.: Tappi 51, 11, A67, 1968.
3. Stanisławczyk P., Szewczyk R., Szwarcsztajn E., Pachniewski J.: Urządzenie do wydzielania drobnych cząstek z wodnych zawiesin mas włóknistych, patent tymczasowy PRL Nr P200 759, zgłoszony 8, 09, 1977.
4. Stanisławczyk P., Szewczyk R.: Frakcjonator systemu IPiMP i możliwości jego zastosowania w przemyśle papierniczym. Materiały z Sympozjum Naukowego „Instytut Papiernictwa i Maszyn Papierniczych gospodarce narodowej”, Łódź, 1979, s. 88.
5. Szwarcsztajn E., Stanisławczyk P., Szewczyk R.: Przegląd urządzeń stosowanych w świecie do oczyszczania wody obiegowej w papierniach, praca niepublikowana, IPiMP PŁ, Łódź 1977 r.
6. Wilkinson J. J.: Pulp and Paper International, 15, 5, 1973, 59.

П. Станиславчик

ОБОРУДОВАНИЯ НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ РАСХОДА
СВЕЖЕЙ ВОДЫ НА БУМАЖНЫХ ЗАВОДАХ

Р е з ю м е

Исходя из трех основных предпосылок: многократного использования воды, применения водосэкономных установок и строгого режима

В ВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ ОБСУЖДЕНО СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ РАСХОДА СВЕЖЕЙ ВОДЫ НА БУМАЖНЫХ ЗАВОДАХ. ПРИВЕДЕНЫ ПРИМЕРЫ ОБОРУДОВАНИЯ И АППАРАТУРЫ НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ ЭТОЙ ЦЕЛИ.

P. Stanisławczyk

RESTRICTIONS IN FRESH WATER CONSUMPTION CONDITIONED
BY THE APPLIED EQUIPMENT

S u m m a r y

Basing on three essential principles: multiple water reuse, water-saving equipment and discipline in water management, some possibilities and restriction methods of fresh water consumption were discussed. The examples of equipment and instrumentation enabling the achievement of this aim were given.