

Z DOŚWIADCZEŃ ZAMYKANIA  
OBIEGÓW WODNYCH W BIELARNIACH

Krystyna Bączyńska, Jerzy Nowakowski, Zofia Skwara

Instytut Celulozowo-Papierniczy, Łódź

Ścieki powstające podczas mycia masy celulozowej w procesie wytwarzania i bielenia ze względu na zawarte w nich ładunki zanieczyszczeń muszą być poddawane oczyszczaniu przed odprowadzeniem ich do naturalnych zbiorników wodnych. Biorąc pod uwagę, że koszty oczyszczania ścieków, zarówno inwestycyjne jak też eksploatacyjne, są proporcjonalne do ilości odprowadzanych ścieków i wielkości ładunków zanieczyszczeń, nieodzownym warunkiem poprawy istniejącej sytuacji w świetle ochrony środowiska jest usprawnienie gospodarki wodno-ściekowej. Wiąże się to przede wszystkim ze zmniejszeniem zużycia wody świeżej w oddziałach mycia masy i w bielarniach.

W bielarniach stosujących konwencjonalną metodę bielenia z zastosowaniem chlorowych środków bielących i prowadzeniem procesu w wieżach przy stężeniu 3-4% - chlorowanie - oraz 10-12% w stopniach dobielających z międzystopniowym myciem masy celulozowej na filtrach zmniejszenie zużycia wody świeżej jest możliwe do osiągnięcia, jak już wspomniano w poprzednim referacie, przez wykorzystanie filtratów. Mogą być one stosowane do rozcieńczania masy przed wejściem na filtr myjący w obiegu krótkim i w stopniach poprzedzających oraz do przeciuprądowego mycia masy.

Ocenę możliwości zmniejszenia zużycia wody świeżej w krajowych bielarniach masy celulozowej poprzedzono badaniami laboratoryjnymi, których wyniki stanowiły podstawę dla proponowanych przez ICP zmian w obiegach wodnych.

Badania dotyczyły procesu bielenia masy celulozowej siarczynowej i siarczanowej. W próbach laboratoryjnych badano jakość masy celulozowej i ścieków po bieleniu przy całkowicie otwartych obiegach wodnych.

## BIELENIE MASY CELULCZOWEJ SIARCZYNOWEJ PAPIERNICZEJ

Stosowany w krajowych celulozowniach siarczynowych schemat bielenia obejmuje chlorowanie, ekstrakcję alkaliczną i dwustopniowe dobielanie podchlorynem. Proces przebiega systemem półciągłym, tj. z ostatnim stopniem bielenia prowadzonym okresowo.

W badaniach, mając na względzie przewidywane przestawienie bielarni na system ciągły, próby laboratoryjne wykonano dla obu wariantów. Sprawdzone następujące wykorzystanie filtratów:

- ścieki po drugim stopniu podchlorynowym - do rozcieńczania masy celulozowej w obiegu krótkim oraz częściowo do mycia (dwa początkowe natryski) i rozcieńczania masy po pierwszym stopniu podchlorynowym;

- ścieki po pierwszym stopniu podchlorynowym - do rozcieńczania masy celulozowej w obiegu krótkim, do rozcieńczania masy celulozowej po ekstrakcji alkalicznej i jako dodatek do ekstrakcji alkalicznej, w ilości odpowiadającej 50% dodawanej wody świeżej;

- ścieki po ekstrakcji alkalicznej - do rozcieńczania masy celulozowej po chlorowaniu.

Zastosowanie filtratów do rozcieńczania i mycia masy celulozowej, przy całkowitym wykorzystaniu filtratów po stopniach podchlorynowych i częściowym po myciu alkalicznym, tj. ok. 75% ogólnej ilości powstającej podczas mycia, pozwoliło w porównaniu z obiegami całkowicie otwartymi na zmniejszenie zużycia wody świeżej dla systemu półciągłego o 65% i ciągłego o 70%, a ilości odprowadzanych ścieków dla systemu półciągłego o 64% i ciągłego o 72%.

Produkt otrzymywany w bieleniu przy częściowo zamkniętych obiegach wodnych charakteryzował się, ogólnie biorąc, białością tego samego rzędu i własnościami wytrzymałościowymi, jak otrzymany przy całkowicie otwartych obiegach wodnych.

Zmniejszenie zużycia wody świeżej oraz wielokrotne wykorzystanie filtratów w badaniach laboratoryjnych spowodowało, w momencie osiągnięcia przez układ stanu równowagi, następujący wzrost stężenia poszczególnych wskaźników zanieczyszczeń:

- ChZT z 160 do 425 mg  $O_2/dm^3$ ,
- BZT<sub>5</sub> z 42 do 78 mg  $O_2/dm^3$ ,
- Barwy z 400 do 1260 mg Pt/ $dm^3$ ,
- Chlorków z 160 do 320 mg Cl/ $dm^3$ .

Jednocześnie stwierdzono obniżenie wielkości ładunków zanieczyszczeń w porównaniu z obiegami otwartymi:

- ChZT o ok. 8%, tj. z 80,8 do 74,2 kg O<sub>2</sub>/t,
- BZT<sub>5</sub> o ok. 35%, tj. z 20,9 do 13,6 kg O<sub>2</sub>/t,
- Chlorków o ok. 30%, tj. z 79,8 do 55,9 kg/t.

W przypadku barwy ładunek utrzymywał się na tym samym poziomie.

Zużycie wody w bielarniach masy celulozowej siarczynowej wg obliczeń bilansu wodno-masowego wynosi obecnie: we Włocławku - 278 m<sup>3</sup>/t masy bielonej, w Niedomicach, gdzie istnieją dwa ciągi bielarskie - 177 m<sup>3</sup>/t masy bielonej. Ilości odprowadzanych z bielarni ścieków wynoszą odpowiednio 338 i 174 m<sup>3</sup>/t. Stopień wykorzystania filtratów z mycia masy celulozowej w obrębie bielarni jest obecnie w obu fabrykach stosunkowo niski i wynosi we Włocławku 10%, a w Niedomicach 22%.

Opierając się na wynikach przeprowadzonych badań opracowano dla obu fabryk propozycje zamknięcia obiegów wodnych, uwzględniając całkowite wykorzystanie filtratów po obu stopniach podchlorynowych, do rozcieńczania masy w obiegach krótkich i w stopniach poprzedzających oraz częściowe wykorzystanie filtratów po ekstrakcji alkalicznej do rozcieńczania masy po chlorowaniu. Powyższy sposób zagospodarowania filtratów pozwoli na zmniejszenie zużycia świeżej wody w bielarni włocławskiej do ok. 100 m<sup>3</sup>/t, tj. o ok. 65%, w niedomickiej bielarni natomiast do 63 m<sup>3</sup>/t, tj. również o ok. 65%. Jednocześnie, biorąc pod uwagę wyniki badań laboratoryjnych, należy się liczyć z obniżeniem ładunków zanieczyszczeń w ściekach odprowadzanych z bielarni.

Proponowany przez ICP sposób zamknięcia obiegów wodnych został zaakceptowany przez obydwie wytwórnie masy celulozowej papierniczej i prace związane ze zmianą obiegów będą w najbliższym czasie zakończone, co pozwoli na wdrożenie wyników badań naszego Instytutu.

#### BIELENIE MASY CELULOZOWEJ SIARCZYNOWEJ, PRZEZNACZONEJ DO PRZEROBU CHEMICZNEGO

Masa celulozowa siarczynowa przeznaczona do przerobu chemicznego wytwarzana jest okresowo w celulozowni niedomickiej. Proces bielenia prowadzi się na jednym z ciągów bielarni, wyposażonym dodatkowo w wieżę do uszlachetniania masy, według schematu: chloro-

wanie, uszlachetnianie, mycie dyfuzyjne i dwustopniowe dobielanie podchlorynem. W badaniach laboratoryjnych sprawdzono możliwość analogicznego zagospodarowania filtratów, jak w procesie bielenia masy celulozowej papierniczej, tj.:

- ścieki po drugim stopniu podchlorynowym - do rozcieńczania masy celulozowej w obiegu krótkim i po pierwszym stopniu podchlorynowym;

- ścieki po pierwszym stopniu podchlorynowym do rozcieńczania masy celulozowej w obiegu krótkim i po uszlachetnianiu i myciu alkalicznym;

- ścieki po uszlachetnianiu i myciu alkalicznym, w oparciu o dane literaturowe - do rozcieńczania masy po chlorowaniu, nadmiar do kanału;

- ścieki po chlorowaniu w całości do kanału.

Badany sposób wykorzystania filtratów wykazał możliwość zmniejszenia zużycia wody świeżej w stosunku do bielenia przy całkowicie otwartym obiegu wodnym o ok. 72%.

Ilość niezagospodarowanych ścieków w porównaniu do bieleń przy całkowicie otwartych obiegach wodnych zmniejszyła się o ok. 67%, a jednostkowy ładunek zanieczyszczeń wyrażonych w postaci ChZT uległ redukcji o ok. 16% (ze 159 do 134 kg O<sub>2</sub>/t). Uzyskane wyniki badań laboratoryjnych zostaną sprawdzone w skali fabrycznej po dokonaniu zmian w obiegach wodnych.

#### BIELENIE MASY CELULOZOWEJ SIARCZANOWEJ PAPIERNICZEJ

Bielenie masy celulozowej siarczanowej prowadzi się wg schematu: chlorowanie, alkalizacja, stopień podchlorynowy oraz dwustopniowe dobielanie dwutlenkiem chloru z międzystopniową alkalizacją. W badaniach laboratoryjnych bielenie prowadzono przy całkowicie otwartych obiegach wodnych oraz częściowo zamkniętych z następującym wykorzystaniem filtratów.

- ścieki po drugim stopniu dwutlenku chloru - do rozcieńczania masy w obiegu krótkim i po pierwszym stopniu dwutlenku chloru oraz po stopniu podchlorynowym;

- ścieki po II ekstrakcji alkalicznej - do rozcieńczania masy w obiegu krótkim i po I ekstrakcji alkalicznej;

- ścieki po pierwszym stopniu dwutlenku chloru - do rozcieńczania masy w obiegu krótkim i przed wieżą chlorową;

- ścieki po stopniu podchlorynowym - do rozcieńczania masy w obiegu krótkim i po I ekstrakcji alkalicznej;
- ścieki po I ekstrakcji alkalicznej częściowo do rozcieńczania masy w obiegu krótkim;
- ścieki po chlorowaniu częściowo do rozcieńczania masy w obiegu krótkim.

Przy tak zamkniętych obiegach wodnych osiągnięto zmniejszenie zużycia wody w stosunku do zużycia przy całkowicie otwartych obiegach o ok. 85%, przy czym filtraty przewidziane do odprowadzenia z bielarni pochodzą wyłącznie z mycia po chlorowaniu i ekstrakcji alkalicznej, a ich ilość stanowi tylko 15% ogólnej ilości powstających filtratów. Produkt otrzymany w wyniku bielenia charakteryzował się wyższą o ok. 2% wydajnością, nieco niższą białością oraz tego samego rzędu własnościami wytrzymałościowymi, jakie uzyskano w bieleniach z całkowicie otwartymi obiegami wodnymi.

Na skutek zamknięcia obiegów wodnych stężenie zanieczyszczeń w ściekach przewidzianych do odprowadzania z bielarni wzrosły:

- ChZT	z	126 mg/dm <sup>3</sup>	do	586 mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>
- BZT <sub>5</sub>	z	25 "	do	107 "
- barwa	z	850 "	do	4400 "
- chlorki		140 "	do	730 "

Ładunki zanieczyszczeń uległy przy tym redukcji, wynoszącej w przypadku ChZT ok. 32%, BZT<sub>5</sub> - 35%, barwy - 27%, chlorków - 24%.

Przed wprowadzeniem zmian zużycie świeżej wody w bielarni KZP, wg obliczeń bilansowych przeprowadzonych przez ICP, wynosiło 208 m<sup>3</sup>/t. Z ogólnej ilości powstających filtratów (710 m<sup>3</sup>/t) w bielarni wykorzystywano ok. 60%, w sortowni i dyfuzorowni 16%, a do kanału odprowadzono pozostałe 24%, tj. ok. 174 m<sup>3</sup>/t. Ładunek zanieczyszczeń odprowadzany z bielarni wynosił jako ChZT 62 kg/t.

Opierając się na wynikach uzyskanych w skali laboratoryjnej opracowano propozycje zamknięcia obiegów wodnych w bielarni Kostrzyńskich Zakładów Papierniczych. Przewidywane zużycie wody świeżej wg propozycji ICP wynosiło ok. 90 m<sup>3</sup>/t.

W przeprowadzanych próbach rozwojowych zamykanie obiegów wodnych realizowano stopniowo. W toku badań okazało się, że rozcieńczanie masy w wieży podchlorynowej i w wieży chlorowej wyłącznie za pomocą filtratów z mycia po tych stopniach powoduje trudności ruchowe na skutek występowania piany. Zmniejszono więc ilości wykorzystywanych w tych stopniach filtratów i uzupełniono je świeżą

wodą w ilości ok. 50%. Jednocześnie stwierdzono nadmiar filtratu po I stopniu dwutlenku chloru. Sprawdzone więc możliwość wykorzystania go do mycia masy po stopniu podchlorynowym. Pozwoliło to na zmniejszenie zużycia stosowanej tu wody świeżej oraz wpłynęło na obniżenie pH wchodzącej do wieży  $\text{ClO}_2$  masy celulozowej, co jest korzystne ze względów technologicznych. Ponadto zastosowanie do mycia kwaśnego filtratu znacznie ograniczyło zarastanie sita filtru, a więc było korzystne z punktu widzenia operacji ruchowych.

W wyniku przeprowadzonych prób fabrycznych w obrębie bielarni zagospodarowano całkowicie filtraty po stopniach dobielających, tj.  $\text{HD}_1\text{E}_2\text{D}_2$  oraz częściowo filtrat po chlorowaniu. Dla zrealizowania tego konieczne było pobudowanie dodatkowego zbiornika na nadmiary filtratów z  $\text{D}_1\text{E}_2\text{D}_2$ . Budowę zbiornika finansował Instytut Kształtowania Środowiska. Ostatecznie zużycie świeżej wody wg obliczeń bilansowych zmniejszono z  $208 \text{ m}^3/\text{t}$  do  $93 \text{ m}^3/\text{t}$ , tj. o ok. 55%. Ilość odprowadzanych do kanału ścieków zmniejszyła się z  $174 \text{ m}^3/\text{t}$  do  $99 \text{ m}^3/\text{t}$ , tj. o ok. 43%. Stopień wykorzystania filtratów w obrębie bielarni wzrósł z 60 do 76%.

Otrzymywany podczas badań fabrycznych produkt w porównaniu do uzyskiwanego przed zamknięciem obiegów wykazywał tego samego rzędu własności wytrzymałościowe, odpowiadające wymaganiom normy branżowej. W przypadku białości jednakże stwierdzono jej spadek z 82 do 81%, którego jednak można uniknąć przez niewielką zmianę w dozowaniu chemikaliów bielących.

Ładunek zanieczyszczeń ścieków, odprowadzanych z bielarni w postaci ChZT, uległ redukcji z 62 do 26 kg/t, tj. o ok. 42%. Osiągnięcie powyższych efektów jest jednakże uwarunkowane:

- dobrym myciem masy celulozowej niebielonej,
- zapewnieniem równomiernego podawania masy do bielarni,
- pracy bielarni przy pełnym obciążeniu.

Przeprowadzone przez ICP badania wykazały więc możliwość znacznego zmniejszenia zużycia świeżej wody i obniżenia ładunków zanieczyszczeń odprowadzanych z bielarni, zarówno dla wytwórni masy celulozowej siarczynowej, jak i siarczanowej.

Realizacja propozycji ICP zapewni zakładom efekty ekonomiczne, wyrażające się zmniejszeniem opłat za wodę oraz za odprowadzany ładunek zanieczyszczeń. W przypadku celulozowni siarczynowych przewidziane korzyści ekonomiczne są następujące:

- dla Włocławskich Zakładów Celulozowo-Papierniczych, wytwarzających rocznie ok. 30 tys. t masy celulozowej bielonej, zmniejsz-

szenie zużycia wody o  $178 \text{ m}^3/\text{t}$  da w skali rocznej oszczędności wody wynoszące  $5,3 \text{ mln m}^3$ , co obniży opłaty za pobieraną wodę o ok.  $1,1 \text{ mln zł/rok}$ ;

- dla Niedomickiej Fabryki Celulozy, wytwarzającej rocznie ok. 45 tys. ton, zmniejszenie zużycia wody ze  $177$  do  $63 \text{ m}^3/\text{t}$  pozwoli na zaoszczędzenie  $4,8 \text{ mln m}^3$  wody/rok i obniży opłaty za jej zużywanie o  $2,4 \text{ mln zł/rok}$ .

Efekty ekonomiczne związane ze zmniejszeniem ładunku zanieczyszczeń w odprowadzanych ściekach będą ocenione po przeprowadzeniu badań w skali fabrycznej.

Próby rozwojowe przeprowadzone w bielarni masy celulozowej siarczanowej Kostrzyńskich Zakładów Papierniczych wykazały zmniejszenie zużycia wody świeżej o  $130 \text{ m}^3/\text{t}$ , tj. z  $272 \text{ m}^3/\text{t}$  średnio z okresu jednego roku przed wprowadzeniem zmian w obiegach wodnych do  $142 \text{ m}^3/\text{t}$  średnio z okresu jednego miesiąca po zamknięciu obiegów. Przy planowanej produkcji  $30 \text{ tys. t/rok}$  oszczędność wody wyniesie więc  $3,4 \text{ mln m}^3$ . Uzyskane z tego tytułu efekty ekonomiczne wyniosą  $700 \text{ tys. zł}$  rocznie.

Stwierdzone w toku badań fabrycznych zmniejszenie ładunku zanieczyszczeń w postaci ChZT wynosiło ok.  $14 \text{ kg/t}$ , tj. z  $62$  do ok.  $48 \text{ kg/t}$ . Oszczędności ekonomiczne związane z powyższą redukcją wyniosą ok.  $1,4 \text{ mln zł/rok}$ .

Wdrożenie wyników badań ICP w podanych zakładach pozwoli na zmniejszenie zużycia wody świeżej o ok.  $13,5 \text{ mln m}^3$  rocznie, co wyrazi się ogólną kwotą oszczędności ok.  $4,2 \text{ mln zł}$ .

W porównaniu do zużycia wody w bielarniach, podawanego w poprzednim referacie, proponowane przez ICP zmniejszenie zużycia wody w bielarniach do ok.  $100 \text{ m}^3/\text{t}$  stanowi pierwszy krok w postępie. W stosunku do stanu istniejącego jest to jednak redukcja w zużyciu wody o ok.  $60\%$ . Jednocześnie chcielibyśmy podkreślić, że badania nasze dotyczyły starych zakładów, posiadających w wysokim stopniu wyeksploatowany park maszynowy.

К. Бончиньска, Э. Новаковски, З. Сквара  
ИЗ ОПЫТОВ ЗАКРЫВАНИЯ ВОДООБОРОТА НА ОТБЕЛЬНЫХ ЦЕХАХ

Р е з ю м е

Представлено результаты исследования последствий применения замкнутого водооборота в процессе отбелики сульфитной и сульфатной целлюлозы. Установлено, что использование фильтратов из промывки целлюлозы в отдельных ступенях отбелики для разбавления массы в малом обороте и в предыдущих ступенях, как и для противочной промывки, не влияет на качество продукта.

Производственные опыты подтверждают результаты лабораторных исследований: снижение расхода свежей воды составляло 50-70%, с одновременным уменьшением количества сбрасываемых стоков и нагрузки загрязнений.

K. Bączyńska, J. Nowakowski, Z. Skwara

EXPERIENCES IN CLOSING THE WATER SYSTEM IN BLEACHING PLANTS

S u m m a r y

The results of investigation on the effects of water system closure in sulphate and sulphite pulp bleaching were presented. It was found that utilization of filtrates from pulp washings after individual bleaching stages to dilute pulp in short circulations and in preceding stages as well as to countercurrent washing does not affect quality of the final product.

Mill trials confirmed results of laboratory investigation: 50-70% reduction of fresh water consumption was achieved with simultaneous reduction of discharged effluents and their specific pollution load.