



# INSTYTUT BIOPOLIMERÓW I WŁÓKIEN CHEMICZNYCH INSTITUTE OF BIOPOLYMERS AND CHEMICAL FIBRES

ul. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź, e-mail: [ibwch@ibwch.lodz.pl](mailto:ibwch@ibwch.lodz.pl), <http://www.ibwch.lodz.pl>,  
tel sekret. +42 6376744, fax sekret. +42 6376214 tel centr. +42 6376510, fax centr.+42 6376501



Laboratorium Ochrony Środowiska

tel. 042 6380351, e-mail: [michniewicz@ibwch.lodz.pl](mailto:michniewicz@ibwch.lodz.pl), [nls@ibwch.lodz.pl](mailto:nls@ibwch.lodz.pl)

Umowa/Zlecenie Nr:  
3/BAT/2010 z dnia 02.02.2010r.

Zleceniodawca:  
Ministerstwo Środowiska  
ul. Wawelska 52/54  
00-922 Warszawa

Kierownik tematu:  
dr inż. Małgorzata Michniewicz

## **SPRAWOZDANIE** z pracy: „Analiza stanu techniki w zakresie Najlepszych Dostępnych Technik dla branży celulozowo-papierniczej”

**Etap: IV/2010**

**Optymalizacja procesu mielenia masy papierniczej**



Sfinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska  
i Gospodarki Wodnej, pochodzących z opłat rejestracyjnych,  
na zlecenie Ministra Środowiska



dr inż. Danuta Ciechańska  
Dyrektor

Autorzy pracy:

mgr inż. Michał Janiga

dr inż. Małgorzata Michniewicz

## Spis treści

	Strona
1. Wprowadzenie .....	3
2. Możliwości zmniejszenia zużycia energii w systemach mielących masę papierniczą . . .	4
3. Wpływ na środowisko - przykłady .....	6
4. Źródła informacji .....	6

Praca pt.: *Analiza stanu techniki w zakresie Najlepszych Dostępnych Technik dla branży celulozowo-papierniczej*, realizowana na zlecenie Skarbu Państwa – Ministra Środowiska, stosownie do umowy nr 3/BAT/2010, jest kontynuacją pracy na ten sam temat wykonywanej w latach 2006 ÷ 2009 w związku z obowiązkiem krajów członkowskich UE systematycznego śledzenia kierunków rozwoju technik i technologii w poszczególnych sektorach przemysłu. Obowiązek taki wynika z §16 dyrektywy Rady 96/61/WE o zintegrowanym zapobieganiu i ograniczaniu zanieczyszczeń (IPPC).

## 1. Wprowadzenie<sup>1,2,3,4,5,6)</sup>

Włókna celulozowe będące półproduktami wykorzystywanymi w produkcji papieru są mało elastyczne i bardzo często zbyt długie. Uniemożliwia to, w większości przypadków, uzyskanie wytworu o żądanych własnościach. Przygotowanie odpowiedniej jakości włókien (a właściwie nadanie im odpowiednich właściwości mechanicznych) wymaga by zostały one poddane odpowiedniej obróbce. Obróbka ta polega zwykle na mechanicznym oddziaływaniu elementów tnących na włókno, etap ten zwany jest mieleniem. Jest on jednym z etapów przygotowania masy papierniczej przed jej wylaniem na sito maszyny formującej.

W etapie mielenia stosowane są urządzenia mielące - tzw. młyny papiernicze tarczowe lub stożkowe oraz (obecnie rzadziej) mielenie w holendrach. Sposób i intensywność wykorzystania tych urządzeń wynika głównie z pożądanymi własności wytwarzanego papieru.

Dzięki zastosowaniu mielenia uzyskuje się np. poprawę gładkości i drukowności papieru, jego przezroczystości, chłonności, wytrzymałości, itp.<sup>1,2)</sup>

Uważa się, że proces mielenia włókien celulozowych jest najbardziej energochłonnym etapem przygotowania masy papierniczej. Jednostkowe zużycia energii na mielenie masy, w holendrach, dla niektórych grup wytworów papierniczych wynoszą<sup>1)</sup>:

Rodzaj wytworu papierniczego	Gramatura, g/m <sup>2</sup>	Stężenie masy, %	Turnus mielenia, godz.	Jednostkowe zużycie energii, kWh/t
Wytwory z zawartością masy długowłóknistej	15 - 500	4 - 7	2 - 21	450 - 3500
Wytwory z masy celulozowej siarczanowej	7 - 75	5 - 6	2 - 12	400 - 2400
Wytwory z zawartością ścieru	51 - 150	5 - 7	1 - 2	50 - 250

Pomimo znacznego postępu technologii mielenia, w dalszym ciągu, spotykane jest zużycie energii potrzebnej do zwiększenia stopnia odwadnialności masy o 1<sup>0</sup>SR wynosi około 15 kWh/t<sup>6)</sup>. Całkowita energia potrzebna do zwiększenia odwadnialności zależy od włókna, w przypadku niskich odwadnialności wynosi ona 500 - 800 kWh/t masy.

Wysokie zużycie energii podczas mielenia motywuje do poszukiwania rozwiązań, których zadaniem jest poprawienie ekonomiki procesu oraz ograniczenie wpływu na środowisko (bezpośredniego) jak i wnoszonego przez procesy wytwarzania energii elektrycznej (pośredniego). Rozwiązania te realizowane są głównie poprzez:

- bezpośrednie oddziaływanie na urządzenia mielące poprzez zastępowanie urządzeń przestarzałych (energochłonnych i niewydajnych) urządzeniami nowoczesnymi,
- optymalizację zużycia energii przez eksploatowane urządzenia poprzez instalację elektronicznych systemów kontrolno-sterujących sprzężonych z systemem zarządzania produkcją,
- wprowadzanie substancji poprawiających mielenie - np. enzymów,
- połączenie ww. sposobów w jedno zintegrowane działanie.

## **2. Możliwości zmniejszenia zużycia energii w systemach mielących masę papierniczą<sup>3,4,5)</sup>**

Najprostszą i zarazem najskuteczniejszą metodą zmniejszenia zużycia energii w operacji mielenia masy było zastępowanie bardzo energochłonnych holendrów młynami stożkowymi i tarczowymi. Obecnie holendry używane są w papierniach starych lub do produkcji papierów, które wymagają specjalnych właściwości. Wszędzie tam gdzie jest to możliwe powinny one zostać zastąpione urządzeniami ciągłego działania (młynami).

Wiele papierni użytkujących młyny wprowadza elektroniczne systemy kontrolne, których zadaniem jest sterowanie procesem mielenia. Daje to wymierne korzyści w postaci zmniejszenia częstotliwości awarii młynów spowodowanych ich przeciążeniem i skutkujących produkcją tzw. braku. Następnym krokiem w podejmowanych działaniach jest wymiana starszych urządzeń mielących lub napędowych (silniki elektryczne) na urządzenia nowej generacji. I tak, dzięki zmodernizowaniu układów sterujących pracą młynów papierniczych oraz napędzających je silników elektrycznych, która będzie wykonana w jednej z papierni w Polsce<sup>3)</sup>, planuje się uzyskanie około 4% zmniejszenia zużycia energii elektrycznej wykorzystywanej podczas mielenia masy. Oszacowany na tej podstawie czas zwrotu inwestycji wynosi około 6 lat.

Nowoczesne techniki mielenia masy umożliwiają oszczędzanie energii elektrycznej będąc jednocześnie jednym z ogniw systemu sterowania procesem wytwarzania papieru. Ostatnio wdrożona do praktyki przemysłowej technika sterowania młynami papierniczymi Experion MX<sup>4</sup> firmy Honeywell jest systemem kompleksowego sterowania produkcją. System kontroli jakości (QMS) tej firmy umożliwia wgląd operatora maszyny papierniczej m.in. w przebieg procesu mielenia masy, dostosowanie parametrów mielenia do aktualnych potrzeb. System ten został wdrożony w jednej z chińskich papierni.

Dzięki integracji modułu Experion XM i systemem QMS umożliwiono operatorom korzystanie z funkcji sterowania i kontroli wszystkich krytycznych parametrów młynów (w tym: kontroli procesu, bezpieczeństwa, i innych). Dzięki temu ograniczono m.in. zapotrzebowanie na szkolenia, uproszczono dostęp do poszczególnych pętli sterowania młynami jak i całą planowaną produkcją.

Wprowadzenie sterowania młynami Experion MX umożliwiło zmniejszenie kosztów obsługi, konserwacji, naprawy oraz zmniejszyło częstotliwość przestojów. W ten sposób uzyskano 5% zwiększenie wydajności młynów i około 10% zwiększenie produkcji.

Stosunkowo dobre rezultaty, w odniesieniu do kosztów, daje połączenie mielenia mechanicznego masy z jej degradacją enzymatyczną<sup>5</sup>. W wyniku zastosowania enzymów uzyskano nawet 14% - 40% oszczędność energii elektrycznej zużywanej w procesie mielenia. Uważa się, że enzymy umożliwią zmniejszenie intensywności mielenia. Dzięki temu, oprócz zwiększenia efektywności energetycznej uzyskuje się poprawę własności wytrzymałościowych papieru, gdyż zmielona masa składa się z włókien o większej długości (mniej pociętych). Z drugiej strony nadmierny dodatek enzymów może okazać się niekorzystny z uwagi na degradację powierzchni włókna i wynikające z tego straty masy. W wyniku badań i prób uznano, że optymalna dawka enzymów, wprowadzonych do wstępnej obróbki wynosi ok. 200 g/t celulozy. Umożliwia ona poniesienie akceptowalnych kosztów oraz uzyskanie efektu obniżonej intensywności mielenia o ok. 33%. Dodatkowym, niejako ubocznym, korzystnym aspektem tej technologii może być wydłużenie czasu eksploatacji tarcz tnących urządzeń mielących.

### **3. Wpływ na środowisko - przykłady<sup>3,4)</sup>**

Oprócz korzyści finansowych, który poprawiają ekonomiczną stronę produkcji, wdrażanie nowych technik i systemów mielenia masy papierniczej przynosi wymierne zyski ekologiczne, które powstają w samej papierni (bezpośrednie - zmniejszenie ilości powstających odpadów) jak i u wytwórców zewnętrznych (pośrednie - zmniejszenie emisji zanieczyszczeń w gazach odprowadzanych z energetyki: CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, pył).

#### Przykład 1.

Instalacja nowych systemów napędu młynów i powiązanie ich z systemem kontroli i sterowania<sup>3)</sup> w jednej z papierni w Polsce przyniesie zmniejszenie zużycia energii elektrycznej. Wpłynie to z kolei na zmniejszenie emisji zanieczyszczeń wprowadzanych do powietrza przez wytwórców energii elektrycznej. Oszacowany na podstawie zmniejszenia zużycia energii elektrycznej zysk ekologiczny wyniesie około 4% redukcji zanieczyszczeń wprowadzanych do powietrza.

#### Przykład 2

Uruchomienie i włączenie w system sterowania jakością (QMS) modułu sterowania Experion MX<sup>4)</sup>, w papierni w Chinach, przyniesie blisko 3% zmniejszenie strat surowca, który był odprowadzany w postaci odpadów. Zmniejszy się również zużycie energii elektrycznej. Przyczyni się to w sposób bezpośredni do zmniejszenia ilości powstających odpadów oraz pośredni do zmniejszenia emisji zanieczyszczeń wprowadzanych do powietrza przez wytwórców energii elektrycznej.

### **4. Źródła informacji**

1. Przybysz K.: „Technologia celulozy i papieru. Technologia papieru 2”, WSiP, Warszawa, 1983.
2. „Zintegrowane zapobieganie i ograniczanie zanieczyszczeń (IPPC). Dokument referencyjny BAT dla najlepszych dostępnych technik w przemyśle celulozowo-papierniczym”, Sevilla, grudzień 2001.

3. Rozmarynowski A., Malenki R., Piszczek J.: „Modernizacja napędów elektrycznych młynów celulozy w Arctic Paper Kostrzyn S.A.”, s. 152, Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne Nr 78/2007.
4. „Honeywell's Newest Paper Industry Offering Simplifies Operations And Reduces Costs With An Integrated Quality Control System”, November 1, 2010, Pulp and Paper Online (<http://www.pulpandpaperonline.com/article.mvc/Honeywells-Newest-Paper-Industry-Offering-0001?VNETCOOKIE=NO>).
5. Lecourt M, Sigoillot J.C., Petit-Coni M.: „Cellulase-assisted refining of chemical pulps: Impact of enzymatic charge and refining intensity on energy consumption and pulp quality”, *Process Biochemistry*, 45, 1274–1278 (2010).
6. De Lhoneux B., Alderweireldt L., Boersma A., Bordin R., Saenen W., van der Heyden, L., Verleene, D. „Selected issues of fibre-cement sustainability: Wood Pulp refining energy and accelerated ageing of Fibres and composites”, IIBCC 11<sup>th</sup> Int. Inorganic-Bonded Fiber Composites Conference, November 5-6, 2008, Spain.