

Tomasz TYRALSKI, Alicja BIEL-TYRALSKA

e-mail: tyralski@p.lodz.pl

Instytut Papiernictwa i Poligrafii, Politechnika Łódzka

Urządzenia do przerobu opakowań kartonowych po płynach spożywczych dla przedsiębiorstw recyklingowych

Programy przerobu makulatury z opakowań kartonowych

Makulatura stanowi dla przemysłu papierniczego cenne źródło surowcowe tzw. włókna wtórne. Wiele papierni wykorzystuje to źródło jako jedyny surowiec do produkcji papieru makulaturowego. Możliwość poddania papieru i tektury recyklingowi ma znaczenie nie tylko ekonomiczne, ale także środowiskowe. Ilość odpadów opakowaniowych w postaci opakowań kartonowych po płynnej żywności wzrasta intensywnie z każdym rokiem. Charakterystyczne jest to, że konsumpcja tego typu opakowań rośnie znacznie szybciej aniżeli ich recyrkulacja czyli zbiórka i przetwarzanie. Ocenia się, że w Europie każdego roku wykorzystuje się ok. miliona ton opakowań kartonowych do płynów spożywczych. Ponieważ te wartościowe odpady nie są w dostatecznym stopniu odzyskiwane, więc duża ich część trafia na wysypiska.

W Niemczech roczne zużycie pojemników kartonowych wynosi ok. 240 000 ton. W roku 1999 przykładowo zebrano połowę z tej ilości. Obecnie odzyskuje się już ok. 66% zużytych pojemników. W Finlandii zużywa się rocznie ok. 30 000 ton takich pojemników z czego odzyskuje się i wykorzystuje ok. 7 000 ton (dane z 2000 r.).

W Polsce w ramach programu REKARTON, objętego patronatem Ministerstwa Środowiska, udało się zebrać w 2008 r. zaledwie ok. 3 100 ton opakowań kartonowych po napojach spożywczych. Nie jest to wiele, bo w Polsce powstaje rocznie blisko 74 000 ton tych odpadów. Program REKARTON to dobrowolne porozumienie na rzecz rozwoju systemu zbiórki i przetwarzania opakowań kartonowych po płynach spożywczych. Współpracuje z takimi firmami jak *Mondi Świecie S.A.*, *Pakprofil Sp. z o.o.* w Kolonowskiem, *Fabryka Papieru i Tektury Beskidy S.A.* w Wadowicach. Wraz z przyłączeniem Polski do UE dążono do dopasowania naszego prawodawstwa do wytycznych ekologicznych obowiązujących w Europie (m.in. ustawa „O obowiązkach przedsiębiorców...”). Rzeczywistość jest inna. Poziom obciążenia przedsiębiorców wprowadzających odpady opakowaniowe jest zenująco niski w porównaniu do innych krajów europejskich i wynosi dzisiaj od 5 do 10 PLN za każdą wprowadzoną tonę opakowań papierowych. Szacowane koszty firm, które zajmują się selektywną zbiórką odpadów opakowaniowych z papieru i tektury wynoszą obecnie od 50 PLN z zakładów przemysłowych do 300 PLN w systemach selektywnej zbiórki wg danych *Polskiego Systemu Odzysku – Organizacja Odzysku S.A.* W krajach, gdzie dobrze funkcjonuje system selektywnej zbiórki, obciążenia przedsiębiorców są wielokrotnie większe niż w Polsce [1–4].

Kompleksowa intensyfikacja przerobu opakowań kartonowych po płynnej żywności, uzależniona od racjonalnej selektywnej zbiórki odpadów opakowaniowych, konsekwentnie usprawnianej i wreszcie dofinansowanej, jest warunkiem nie tylko wykorzystania coraz cenniejszej rezerwy surowców włóknistych dotychczas nie zagospodarowanych, ale przede wszystkim wpłynie na znaczne odciążenie środowiska. Spowoduje także zmniejszenie zapotrzebowania na pierwotne surowce energetyczne z źródeł kopalnych, gdyż odrzuty z przerobu w postaci folii PE i Alu są wykorzystywane energetycznie. Produkuje się z nich również paliwa płynne. Ze spalania 150 t·24 h⁻¹ takich odrzutów można uzyskać ok. 180 GWh rocznie, co jest równoważne oszczędności ok. 18 000 ton oleju opałowego w ciągu roku.

Jak duże możliwości są w naszym społeczeństwie w zakresie zbiórki zużytych opakowań kartonowych po płynnej żywności pokazali przy-

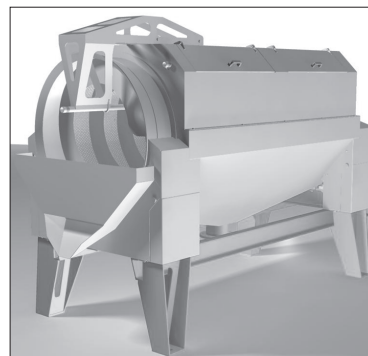
kładowo studenci *Instytutu Papiernictwa i Poligrafii*, którzy zorganizowali wzorcowo akcję ich zbiórki do badań.

W trosce o środowisko naturalne, jak również ze względów ekonomicznych powinno się stosować wyłącznie urządzenia energooszczędne. Już na etapie transportu bel makulatury do urządzeń rozwałkujących realizuje się ważne operacje mające istotny wpływ na ich efektywność i niezawodną eksploatację. W zależności od zastosowanej technologii rozwałkowania (niskostężeniowe LC, wysokostężeniowe HC) stosuje się urządzenia do automatycznego otwierania bel makulatury tylko z rozcinaniem lub z rozcinaniem i usuwaniem drutów opasujących belę. Każde z tych rozwiązań ma znaczenie w procesie rozwałkowania makulatury i oczyszczania urządzeń rozwałkujących [5].

Rozwałkniacze wirowe niskostężeniowe

W najczęściej stosowanych rozwałkniaczach niskostężeniowych druty z rozcinania bel makulatury spełniają funkcję nośnika większych smukłych zanieczyszczeń np. taśm różnego rodzaju. Tworzą one spleciony warkocz, który jest stopniowo wyciągany z wanny rozwałkniacza. W ten sposób przeciwdziała się niebezpiecznemu zjawisku opłatania wirnika przez zanieczyszczenia tego rodzaju. Inaczej jest w przypadku zastosowania wysokostężeniowych rozwałkniaczy bębnowych lub z wirnikiem helikoidalnym. Wówczas wszystkie druty i taśmy spinające belę muszą być dokładnie usunięte przed ich podaniem do wanny rozwałkniacza wirowego lub do bębna rozwałkniaczego.

Rozwałkniacze niskostężeniowe z szybkoobrotowym wirnikiem wykazują wyraźną tendencję do nadmiernego rozdrabniania zanieczyszczeń gromadzących się w wannie rozwałkniacza. Przy stosunkowo dużych otworach w sicie rozwałkniacza rozdrobnione zanieczyszczenia przedostają się z łatwością do dalszych etapów sortowania i oczyszczania masy makulaturowej. Większe zanieczyszczenia zatrzymywane w wannie mogą być odprowadzane bezpośrednio do sortownika bębnowego z otworami o średnicy 16 mm, gdzie zostają oddzielone i stanowią odrzut (Rys. 1). Natomiast masa, która przepływa przez otwory sortownika bębnowego jest skierowana do wanny rozwałkniacza. W celu ograniczenia ilości włókien trafiających do odrzutu z sortownika bębnowego stosuje się często rozwałkniacze wtórne typu zamkniętego. Oprócz głównej funkcji sortowania cechuje je także pewna zdolność do rozwałkowania. Ponadto mogą one samodzielnie pompować masę (wyplukane z włókien folie i cząstki nierozwałknione) do sortownika bębnowego.



Rys. 1. Sortownik bębnowy wg projektu *Instytutu Papiernictwa i Poligrafii*

Rozwłókniacze niskostężeniowe nie sprawdzają się najlepiej w przypadku wyłącznego przerobu makulatury z opakowań kartonowych po płynach spożywczych z uwagi na znaczny efekt rozdrabniania folii PE i Alu. Jednakże makulatura tego rodzaju stanowi najczęściej tylko dodatek do makulatury mieszanej i wówczas stosuje się rozwłókniacze niskostężeniowe będące sprawdzoną eksploatacyjnie metodą w odniesieniu do obróbki makulatury mieszanej.

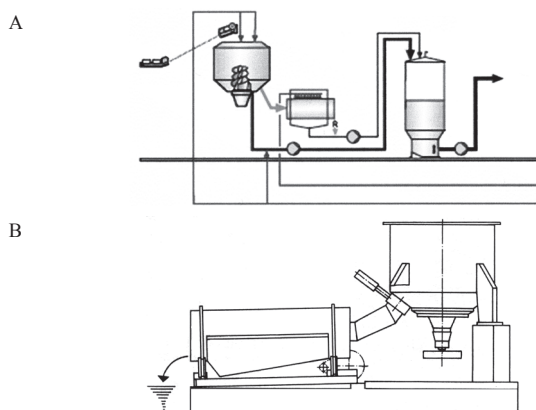
Rozwłókniacze wysokostężeniowe

Alternatywą dla niskostężeniowej technologii jest zastosowanie rozwłókniaczy bębnowych, opłacalnych tylko przy dużych wydajnościach lub rozwłókniaczy z wirnikiem helikoidalnym. Urządzenia te pracują przy wysokim stężeniu i nie rozdrabniają zanieczyszczeń, które muszą być usunięte już w pierwszym etapie procesu produkcyjnego. Wpływa to w sposób zasadniczy na możliwość uzyskania wysokiej efektywności usuwania zanieczyszczeń w całej instalacji przerobu makulatury. Jest to szczególnie ważne w przerobie makulatury z opakowań kartonowych po płynach spożywczych.

Innowacyjne przedsiębiorstwo recyklingowe

Dodawanie do makulatury mieszanej makulatury z opakowań po płynach spożywczych nie jest właściwym rozwiązaniem, gdyż obniża efektywność technologiczną całej instalacji. Taka sytuacja stwarza szansę dla innowacyjnych przedsiębiorstw recyklingowych, najlepiej funkcjonujących przy papierniach. Mogą one produkować wstępnie przesortowaną makulaturę rynkową wysokiej jakości i wartości, gdyż włókna uzyskane z opakowań kartonowych po płynach spożywczych cechują wysokie właściwości wytrzymałościowe potwierdzone w przeprowadzonych badaniach. Funkcjonowanie przy papierni może ułatwić także rozwiązanie problemów związanych z oczyszczaniem wody wykorzystywanej w instalacji. Makulatura z opakowań po płynach spożywczych może być w tych przedsiębiorstwach poddana tylko wstępnej obróbce w celu oddzielenia folii PE i Alu w postaci dużych nierozdrobnionych cząstek łatwych do usunięcia techniką sitową.

Można to zrealizować z wykorzystaniem zaledwie kilku urządzeń najlepiej do tego celu przystosowanych. Najważniejszymi urządzeniami są rozwłókniacz wysokostężeniowy z wirnikiem helikoidalnym (śrubowym) oraz sortownik bębnowy z otworami o średnicy 16 lub 12 mm (Rys. 2A i B). Wanna rozwłókniacza powinna być odpowiednio wysoka.



Rys. 2. Instalacje rozwłókniania i sortowania wstępnej makulatury z opakowań kartonowych po płynach spożywczych (A – rozwłókniacz wysokostężeniowy z sitem, B – bez sita)

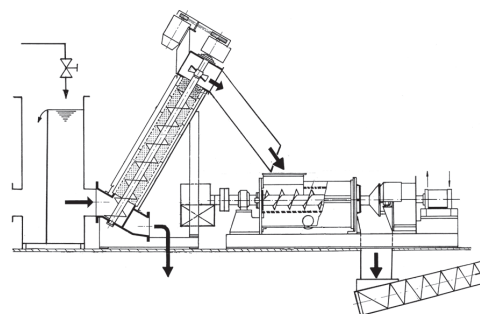
Rozwłóknianie jest przeprowadzane przy wysokim stężeniu (12–18%) i w tej fazie obróbki makulatury wanna jest wypełniona w przybliżeniu tylko do wysokości wirnika śrubowego. Następnie dodaje się wodę obrotową (m.in. zmagazynowaną w zbiorniku zawieszoną przyjętą z sortownika bębnowego) i rozcieńcza się gęstą masę do stężenia

(ok. 5%) umożliwiającego jej przesortowanie przez sito rozwłókniacza w wariancie przedstawionym na rys. 2A.

Do pozostałych w wannie zanieczyszczeń, głównie folii, dodaje się wodę obrotową i spuszcza się je do sortownika bębnowego, w celu ich odseparowania. Ponieważ folie są nie rozdrobnione efektywność ich separacji jest bardzo wysoka. Szczególnie w nieco mniejszych instalacjach można z powodzeniem zastosować prostszą i najczęściej stosowaną konstrukcję wysokostężeniowego rozwłókniacza z wirnikiem śrubowym bez sita w dnie wanny (Rys. 2B). Wówczas po rozwłóknieniu masę spuszcza się grawitacyjnie do poziomej kadzi buforowej z wielokrotnymi mieszadłami śmigłowymi (podobnej do dołu podwyżymakowego m.p.) i następnie po rozcieńczeniu do stężenia ok. 5% taka masa może zasilać grawitacyjnie sortownik z płaskim sitem tarczowym (*disc screen*) albo sortownik bębnowy lub inne urządzenie klasyfikujące przystosowane do separacji folii.

Możliwy jest również bezpośredni spust grawitacyjny rozwłóknionej masy do sortownika bębnowego, po uprzednim rozcieńczeniu masy w wannie rozwłókniacza do stężenia ok. 5%. W ten sposób otrzymuje się układ najprostsz (Rys. 2B), a więc energooszczędny, odpowiedni dla przedsiębiorstw recyklingowych.

Otrzymana w powyższy sposób wstępnie przesortowana (pozbawiona folii PE i Alu) masa makulaturowa może być odwodniona początkowo na zagęszczarkach ślimakowych ukośnych do stężenia 12–14%, a następnie na prasie śrubowej do suchości ok. 40% (Rys. 3). Taką masę makulaturową można z powodzeniem oferować na rynku, na którym coraz bardziej odczuwa się brak surowców makulaturowych, szczególnie dobrej jakości.



Rys. 3. Instalacja odwadniania masy makulaturowej z opakowań kartonowych po płynach spożywczych do zaoferowania na rynku

Technika projektowania wirników śrubowych dla rozwłókniaczy wysokostężeniowych została szczegółowo przedstawiona przez autorów pracy [8]. Opracowano również konstrukcję sortowników bębnowych do zastosowań przemysłowych (Rys. 1). Półtechniczna instalacja tego rodzaju została zaprojektowana i zbudowana w metalu (stal kwasoodporna) i jest wykorzystywana w badaniach prowadzonych w hali technologicznej *Instytutu Papiernictwa i Poligrafii* oraz służy również do prezentacji m.in. dla zainteresowanych przedstawicieli z przemysłu. Była także prezentowana w programie telewizyjnym „ECHO EKO” TVP3 (15.04.2009) poświęconym wykorzystaniu zużytych opakowań kartonowych po płynnej żywności.

LITERATURA

- [1] K. Kawczyński: *Przegląd Papierniczy*, **65**, nr 11, 642 (2009).
- [2] M. Doliwa: *Przegląd Papierniczy*, **65**, nr 11, 660 (2009).
- [3] T. Tyrański, A. Biel-Tyrańska: *Inż. Ap. Chem.*, **48**, nr 2, 139 (2009).
- [4] A. Zacharewicz: *Przegląd Papierniczy*, **65**, nr 11, 664 (2009).
- [5] A. Błażejewicz: *Przegląd Papierniczy*, **65**, nr 11, 658 (2009).
- [6] Z. Fornalski: *Przegląd Papierniczy*, **65**, nr 11, 655 (2009).
- [7] T. Tyrański, A. Biel-Tyrańska: *Przegląd Papierniczy*, **64**, nr 7, 379 (2008).
- [8] T. Tyrański, A. Biel-Tyrańska: *Materiały Międzynarodowej Konferencji Procesorów Energii*, 165, Bydgoszcz, 26-27 czerwca 2007.
- [9] T. Tyrański, A. Biel-Tyrańska: *Professional Papermaking*, **6**, nr 1, 6 (2009).

Praca zrealizowana w ramach projektu badawczego rozwojowego Nr R08 003 02 finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.