

Joanna KOWALIK¹, Michał KURAS²

e-mail: joanna.kowalik@utp.edu.pl

¹ Zakład Technologii Polimerów i Powłok Ochronnych, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz² WIKA Polska, Włocławek

Wpływ stopnia rozdrobnienia celulozowej masy siarczanowej na parametry wytrzymałościowe papieru

Wstęp

Produkcja papieru jest skomplikowanym procesem składającym się z wielu etapów, które warunkują otrzymanie papieru o odpowiednich właściwościach użytkowych. W zależności od zastosowania papieru należy zapewnić odpowiednie parametry wytrzymałościowe produktów [Przybysz, 2005].

Papier pakowy musi być odporny na zerwanie, przedarcie i przepuklenie oraz powinien wykazywać dobrą przepuszczalność powietrza. Na właściwości jakościowe ostatecznego produktu ma wpływ przebieg całego procesu wytwórczego. Uważa się jednak, że najważniejszym etapem produkcji jest mielenie roślinnych półproduktów włóknistych. Mielenie w zależności od stopnia intensywności, wykorzystanych metod mielenia oraz obciążenia urządzeń odgrywa istotną rolę w całym procesie produkcyjnym [Wandelt i Perlińska-Sipa, 2005]. Na etapie mielenia tworzone są dodatkowe fibryle w procesach fibrylacji wewnętrznej jak i zewnętrznej oraz kryll inaczej nazywany frakcją drobną. Mielenie ma wpływ na strukturę oraz wytrzymałość otrzymanego produktu [Danielewicz i Surma-Ślusarska, 2004].

Do realizacji procesu mielenia w skali przemysłowej wykorzystuje się młyny stożkowe i tarczowe. W skali laboratoryjnej do mielenia mas wykorzystuje się młyn PFI z regulacją liczby obrotów. Dzięki porównaniu pracy młynów przemysłowych z młynem laboratoryjnym można wprowadzić modernizacje w skali makro umożliwiające zmniejszenie zużycia energii, polepszenie efektywności mielenia, co poprawia ekonomikę procesu [Gruszka i Wandelt, 2012].

Celem pracy było porównanie efektów mielenia mas siarczanowych w młynie laboratoryjnym i w przemysłowych stożkowych młynach mielących na właściwości wytrzymałościowe papieru pakowego.

Badania doświadczalne

Aparatura. W badaniach wykorzystywano laboratoryjny młyn PFI i przemysłowe stożkowe młyny mielące [Kuras, 2012].

Materiały. Masy siarczanowe sosnowe niebielone.

Metodyka. Próbki mas pobierano w trzech punktach linii technologicznej wybranej maszyny papierniczej. Pierwszy punkt poboru masy znajdował się bezpośrednio przed młynami, punkt drugi po mieleniu na pierwszym młynie a trzeci – po przemieleniu masy przez pierwszy i drugi młyn na linii technologicznej.

Po procesie obróbki wstępnej masa została poddana procesowi mielenia laboratoryjnego na młynie PFI o zwiększającej się liczby obrotów rotora 4, 6, 8, 10, 12 oraz 14 tysięcy obrotów wg normy [PN EN ISO 5264-2-2002]. Próbka zerowa dla porównania nie była mielona. Z uzyskanych wyników badań wyznaczano krzywe mielenia dla danej masy.

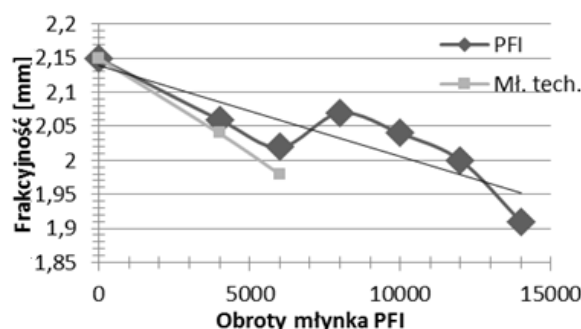
Po rozdrobnieniu masę celulozową poddano rozwłóknianiu zgodnie z normą [PN EN ISO 5263-1-2004]. Rozwłóknioną masę przenoszono do rozdzielacza i dodawano wodę w celu ujednoczenia stężenia zawiesiny.

Następnie prowadzono obróbkę laboratoryjną, a uzyskany w ten sposób papier został poddawany badaniom wytrzymałościowym. Przeprowadzono oznaczenie smarności, stopnia roztworzenia masy (liczba kappa) oraz proces czerpania arkusików zgodnie z [PN EN ISO 5269-2-2004]. Otrzymany arkusik klimatyzowano w zadanych warunkach przez 4 h. Tak przygotowany papier poddawano badaniom wytrzymałościowym na rozciąganie, samozermalność, rozciągłość, przedarcie, zgniatanie, wyznaczono przepuklenie oraz oznaczono przepuszczalność powietrza [Kuras, 2012].

Wyniki badań i dyskusja

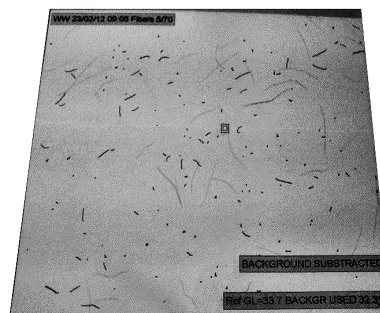
Frakcyjność. Długość włókien ma bardzo duże znaczenie dla właściwości dynamicznych. Aby było możliwe uzyskanie maksymalnych wskaźników oporu przedarcia konieczne jest tylko niewielkie związanie włókien w papierze. Korzystny wpływ na wskaźnik oporu przedarcia ma fibrylacja włókna tylko w początkowym etapie mielenia. Mielenie w kolejnych etapach może spowodować tylko pogorszenie wskaźnika oporu przedarcia oraz pozostałych właściwości wytrzymałościowych.

Młynec PFI wykazuje korzystniejszy wpływ mielenia na frakcyjność włókien masy w porównaniu z długością masy zbadaną po mieleniu na młynach technologicznych; różnica wartości średnio wynosi 0,04 mm dla włókien po mieleniu w odniesieniu do charakterystyki pracy młynka PFI (Rys. 1).



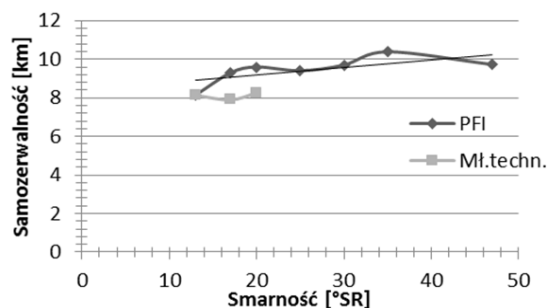
Rys.1. Zależność frakcyjności włókien masy celulozowej od wielkości obrotów młynka PFI [Kuras, 2012]

Długość włókna ma kluczowe znaczenie dla parametrów wytrzymałościowych papieru, więc włókno poddane procesowi mielenia nie powinno być zbyt krótkie (Rys. 2).



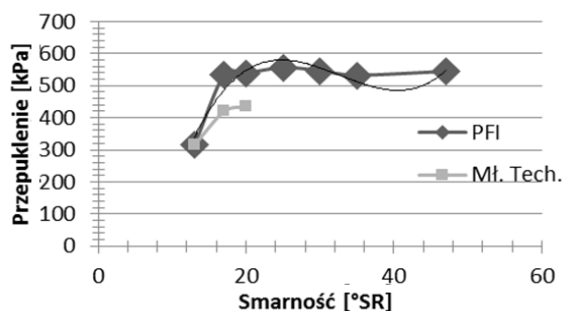
Rys.2. Przykładowy obraz pomiaru długości włókien w próbce masy po mieleniu

Samozermalność to graniczna długość paska papieru lub tektury o jednakowej szerokości, powyżej której pasek zamocowany na jednym końcu ulegnie zerwaniu pod własnym ciężarem. Samozermalność jest wskaźnikiem szeroko stosowanym, ponieważ pozwala ocenić własności użytkowe wielu wytworów. Rozciągłość jest miarą odkształcenia arkusika papierniczego pod wpływem naprężenia rozciągającego, powodującego jego zerwanie. Parametry te oznaczono (Rys. 3) wg normy [PN EN ISO 1924-1]. Dynamiczne właściwości wytrzymałościowe zależą przede wszystkim od długości i wytrzymałości włókien, a także od zawartości struktury wyrobu.



Rys. 3. Zależność samozerwalności od smarności masy [Kuras, 2012]

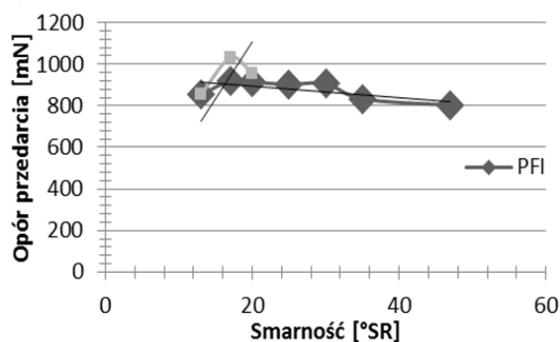
Przepuklenie. Zasada badania odporności na przepuklenie polega na umieszczeniu próbki do badań nad elastyczną okrągłą membraną. Następnie próbka zostaje sztywno zaciśnięta na obrzeżach ale jest wolna w swej środkowej części. W tym miejscu następuje wyrzucenie membrany. Wytrzymałość na przepuklenie odpowiada maksymalnej wartości zastosowanego ciśnienia hydraulicznego powodującego pęknięcie próbki papieru. Parametr ten jest używany do oceny jakości papierów pakowych, workowych itp. Oznaczenie wykonano (Rys. 4) wg normy [PN EN ISO 2758:2003]. Wskaźnik odporności wytworu papierniczego na przepuklenie daje możliwość oceny przydatności wytworu i jego zachowania się przy działaniu na niego sił prostopadłych do powierzchni.



Rys. 4. Zależność przepuklenia od smarności masy [Kuras, 2012]

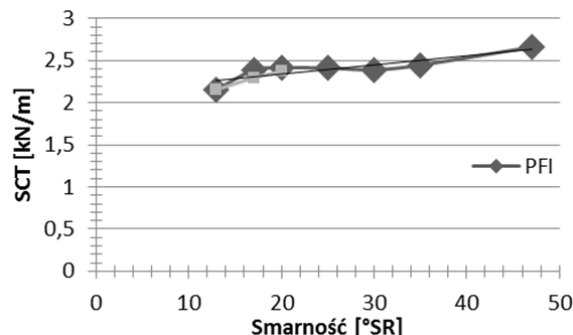
Wartość przepuklenia zależy od elastyczności włókien będących w papierze i podobnie jak wskaźnik samozerwalności od ich długości.

Odporność na przedarcie oznaczono za pomocą aparatu *Elmendorfa*. Zasada oznaczania opierała się na normie [PN EN ISO 21974:1994]. Próbkę do badań złożoną z czterech arkusików z określonym wstępnym nacięciem była przedzierana na ustalonej długości w wyniku działania siły wywołanej ruchem wahadła w płaszczyźnie prostopadłej do początkowej płaszczyzny badanej próbki. Pracę wykonaną podczas przedzierania badanej próbki mierzono jako utratę energii potencjalnej wahadła. Odporność papieru na przedarcie była oznaczana ze średniej siły przedarcia i liczby arkusików w badanej próbce (Rys. 5).



Rys. 5. Zależność oporu przedarcia od smarności masy [Kuras, 2012]

Odporność na zgniatanie w dużym stopniu zależy od giętkości włókien. Wpływa ona w istotny sposób na ogólną moc wiązań między włóknami w papierze. Podczas suszenia w punktach styku włókien tworzą się trwałe wiązania, rośnie zatem ogólna moc wiązań i wzrastają właściwości wytrzymałościowe. Wyniki oznaczenia podano na rys. 6.



Rys. 6. Zależność odporności na zgniatanie od smarności masy [Kuras, 2012]

Podsumowanie i wnioski

Stwierdzono korzystniejszy wpływ mielenia w młynku laboratoryjnym PFI na frakcyjność włókien masy w porównaniu z ich długością zbadaną po mieleniu na młynach technologicznych. Różnica wartości wynosi średnio 0,04 mm.

Przenikalność powietrza przez arkusiki czerpane z zawiesiny pochodzącej z młynów technologicznych nie odbiega od wartości uzyskanych w trakcie badania na arkusikach otrzymanych z mas celulozowych mielonych laboratoryjnie.

Odporność na zgniatanie w przypadku uzyskania produktów pochodzących z mielenia młynkiem PFI jest porównywalna z mieleniem na młynach stożkowych.

Wskaźnik przedarcia dla arkusików po mieleniu na młynach technologicznych jest wyższy niż dla tych pochodzących z mas po mieleniu na młynku PFI.

Wskaźnik przepuklenia dla wytworów po mieleniu na młynach technologicznych (stożkowych) podobnie jak samozerwalność i rozciągłość osiąga niższe wartości.

Biorąc pod uwagę powyższe porównania należałoby zoptymalizować metodę mielenia technologicznego w celu uniknięcia obniżania parametrów wytrzymałościowych papieru.

LITERATURA

- Danielewicz D., Surma-Ślusarska B., (2004). Effect of birch and pine fibre content and degree of beating on the properties of bleached sulphate pulps. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 4(48), 73-77
- Gruszka H., Wandelt P., (2012). Wytwarzanie papieru z przemieszczeniem frakcji drobnej. Wpływ podmielenia i następczego odkrywania wysokowydajnej masy celulozowej siarczanowej sosnowej na jej odwadniałość i jakość papierów opakowaniowych. *Fibre s& Textiles in Eastern Europe*, 9(68), 565-572
- Kuras M., (2012). Wpływ stopnia rozтворzenia masy wysokowydajnej siarczanowej na parametry wytrzymałościowe papieru. Praca inżynierska, Wyd. Technol. i Inż. Chemicznej, UTP, Bydgoszcz
- PN-ISO 1924-1:1998. *Papier i tektura. Oznaczanie właściwości przy działaniu sił rozciągających. Badanie przy stałym przyroście obciążenia.*
- PN EN ISO 21974:1994. *Papier - Oznaczanie odporności na przedarcie (metoda Elmendorfa)*
- PN EN ISO 2758:2003. *Papier - Oznaczanie wytrzymałości na przepuklenie*
- PN EN ISO 5264-2-2002. *Podano metodę użycia młynka PFI do laboratoryjnego mielenia masy włóknistej.*
- Przybysz K.,(2005). System kontroli jakości masy włóknistej. Cz.II. Wymiary i kształt włókien. *Przegl.Papiern.*, 61(4), 212-216
- Wandelt P., Perlińska-Sipa K., (2005). Monitorowanie wytrzymałości włókien w ciągu produkcji masy celulozowej. *Przegl.Papiern.*, 61(5), 273-278