

BOHDAN CZERNIAWSKI

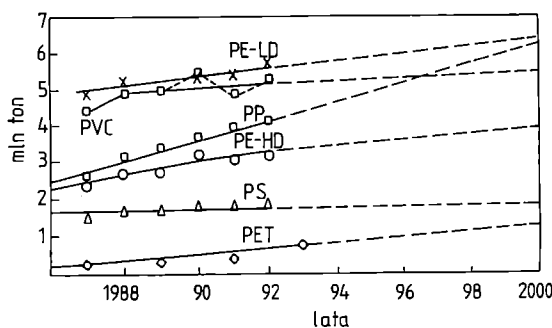
Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Opakowań
ul. Konstancińska 11, 02-942 Warszawa

Znaczenie orientowanych folii polipropylenowych i laminatów z ich udziałem w technice opakowaniowej

IMPORTANCE OF ORIENTED POLYPROPYLENE (OPP) FILMS AND LAMINATES FOR THE PACKAGING TECHNOLOGY

Summary — General characteristics and applications of OPP films have been described with particular reference to packaging properties. OPP film application areas in Poland have been outlined. Solventless lamination of OPP films and its commercial application in Poland has been described. Varieties of sandwich-printed OPP laminates produced by the solventless technique have been presented. Metallization of OPP films and its effect on the barrier properties of laminated films has been described.

Polipropylen (PP) wykazuje w porównaniu z innymi polimerami najwyższą dynamikę wzrostu produkcji, co w odniesieniu do krajów zachodnioeuropejskich przedstawia rys. 1 [1]. Analiza tego wykresu wskazuje również na fakt, że produkcja tego tworzywa do roku 2000 powinna osiągnąć poziom zbliżony do ilości wytwarzanego w tym czasie polietylenu małej gęstości (PE-LD).

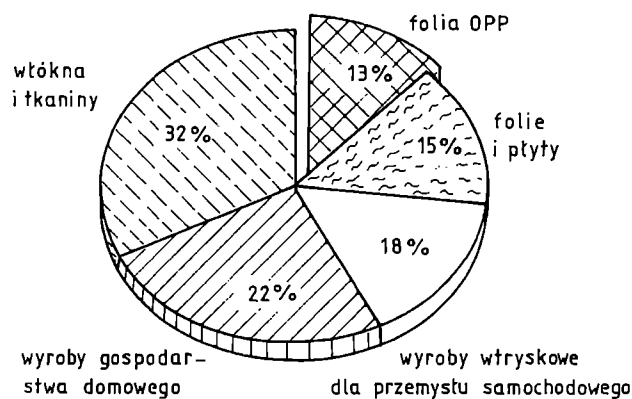


Rys. 1. Produkcja podstawowych polimerów termoplastycznych w krajach zachodnioeuropejskich

Fig. 1. Major thermoplastics produced in West European countries

PP z pewnością zalicza się do grupy polimerów o największej wszechstronności zastosowań, wśród których użycie do opakowań, chociaż najbardziej dynamicznie rozwijające się, nie jest jednak dominujące. Kierunki zastosowań PP w produkcji różnych wyrobów przedstawia rys. 2.

W ogólnoswiatowej skali produkcji PP, szacowanej obecnie na ok. 20 mln ton, 13-proc. udział orientowanych folii polipropylenowych (folii OPP) stanowi jednak wartość znaczącą, tym bardziej, jeśli weźmie się pod



Rys. 2. Dziedziny zastosowań polipropylenu

Fig. 2. PP application areas

uwagę bardzo małą grubość tej folii — w praktyce zaczynając od 15 μm , a w krańcowych przypadkach nawet od 10 μm .

W pozycji określonej na rys. 2 jako folie i płyty, stanowiącej 15% ogólnego zużycia PP, są zawarte zarówno giętkie folie nie orientowane, stosowane np. do pakowania konfekcji, jak i znacznie grubsze, sztywne folie do termoformowania, które wykorzystuje się do opakowań produktów spożywczych.

CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA I WŁAŚCIWOŚCI UŻYTKOWE ORIENTOWANYCH FOLII POLIPROPYLENOWYCH

Folię polipropylenową orientuje się w celu osiągnięcia dobrych jej właściwości przetwórczych (a przede wszystkim podatności na przetwórstwo w maszynach pakujących), które byłyby zbliżone do właściwości celofanu, już wcześniej bardzo rozpowszechnionego w technice

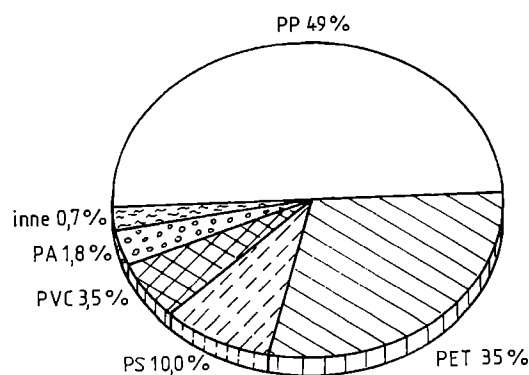
opakowaniowej. W przypadku folii OPP stosuje się orientację dwuosiową, ponieważ tylko tak orientowana folia ma znaczenie w praktyce.

Proces orientacji dwuosiowej polega na rozciąganiu wytłoczonej taśmy najpierw w kierunku podłużnym w stosunku do kierunku wytłaczania, a następnie poprzecznym. Orientacja przebiega w temperaturze niższej od temperatury mięknięcia PP; folia jest wówczas w stanie elastycznym, a przenoszone przez nią siły rozciągania, większe niż miałyby to miejsce w stanie plastycznym, umożliwiają równoległe ułożenie makrocząsteczek polimeru. Takie właśnie ułożenie makrocząsteczek wpływa na wzrost ich wzajemnego oddziaływania, które decyduje o zmianie właściwości folii. Do najistotniejszych zmian należy wzrost sztywności (zwiększenie modułu sprężystości) i naprężenia zrywającego a także pewna poprawa właściwości barierowych w stosunku do gazów.

Wzrost sztywności w stosunku do poliolefinowych folii nieorientowanych zmienia charakterystykę folii polipropylenowej tak, że folia OPP przypomina znacznie sztywniejszy celofan, co umożliwia przetwórstwo folii OPP za pomocą już rozpowszechnionych w technice opakowaniowej typów maszyn, stosowanych uprzednio w przetwórstwie celofanu.

Jakkolwiek folia OPP po orientacji pozostaje nadal tworzywem termoplastycznym, to jednak właściwości jej zmieniają się na tyle, że łączenie folii na gorąco wymaga na ogół stosowania cienkich warstw zgrzewalnych. W przypadku folii współwytłaczanych warstwy te, grubości rzędu 1 μm , powstają w procesie wytwarzania folii.

W skali przemysłowej folia OPP po raz pierwszy została otrzymana przez włoską firmę „Montecatini” w 1960 r. Od tego czasu rozwój produkcji folii OPP następował niezwykle dynamicznie, przekraczając wszelkie prognozy. Obecnie wśród folii orientowanych otrzymywanych z różnych polimerów, folia OPP należy do grupy folii wytwarzanych na największą skalę; ilustruje to rys. 3 przedstawiający udział różnych tworzyw wykorzystywanych w produkcji tych folii.



Rys. 3. Udział różnych polimerów w produkcji folii dwukierunkowo orientowanej

Fig. 3. Polymers used in the production of biaxial oriented films

Folie OPP produkuje się zarówno w krajach rozwiniętych, jak i w licznych krajach rozwijających się, tj. azjatyckich, południowoamerykańskich, a nawet afrykańskich, a także w niektórych krajach byłego Związku Radzieckiego oraz w większości krajów Europy Środkowowschodniej.

Dynamika rozwoju produkcji folii OPP jest wynikiem systematycznego ograniczania wykorzystania celofanu, który do chwili utrwalenia na rynku pozycji folii OPP był bardzo rozpowszechniony w technice opakowaniowej. Ponadto jest to skutek dalszego uszlachetniania folii OPP (powlekanie, laminowanie, metalizacja), znacznie rozszerzającego zakres zastosowań w porównaniu z celofanem.

Przewiduje się, że w warunkach utrzymania dotychczasowego tempa wzrostu zastosowań folii OPP, a także utrzymania obecnego poziomu zużycia celofanu, w roku 2000 celofan będzie stanowił już tylko ok. 5% łącznego zużycia obydwu omawianych rodzajów folii [1].

Spośród czynników technicznych decydujących o dynamice wzrostu produkcji i zużycia folii OPP należy wymienić:

- odporność folii OPP na zmienne warunki atmosferyczne (w odróżnieniu od celofanu);
- możliwość produkcji wielu odmian folii OPP z dostosowaniem do wymagań maszyn pakujących i pakowanych produktów;
- odporność na działanie wody, substancji chemicznych, olejów i tłuszczów;
- przydatność do pakowania żywności z zachowaniem ograniczeń w zakresie rodzajów, zawartości i migracji substancji pomocniczych;
- korzyści wynikające z wykorzystania folii OPP do laminowania, zwłaszcza w postaci folii metalizowanych.

Natomiast czynniki ekonomiczne i ekologiczne [2], przyczyniające się do dużej dynamiki wzrostu produkcji zużycia folii OPP, to:

- niższa cena folii OPP w porównaniu z ceną celofanu, co wynika z charakteru procesu technologicznego wytwarzania folii oraz z mniejszego ciężaru właściwego ($0,90 \text{ g/cm}^3$ — folie przezroczyste OPP, ok. $0,75 \text{ g/cm}^3$ — folie perliste, ok. $1,35 \text{ g/cm}^3$ — celofan);
- możliwość wytwarzania folii bardzo cienkich (nawet do $10 \mu\text{m}$) w wyniku wzrostu wytrzymałości w procesie orientacji;
- spełnienie podstawowego wymogu ekologicznego — zmniejszenia zużycia materiału na jednostkę pakowanego produktu;
- w przypadku folii współwytłaczanych produkcja, praktycznie biorąc, bezodpadowa, brak emisji substancji szkodliwych;
- znacznie mniejsze w porównaniu z produkcją celofanu zapotrzebowanie na czynniki energetyczne w procesie wytwarzania ($4,3 \text{ TOE}$ w przypadku celofanu i $2,6 \text{ TOE}$ w przypadku folii OPP, gdzie TOE — ekwiwalent ton ropy naftowej).

Wydażność folii OPP w zastosowaniu na opakowania w zależności od ich grubości podaje tabela 1. Tabela 2

Tabela 1. WYDAJNOŚĆ FOLII PP W ZASTOSOWANIU NA OPAKOWANIA

Grubość folii			Folia PP			
			nie orientowana gęstość = 0,89 g/cm ³		orientowana gęstość = 0,90 g/cm ³	
mm	cal·10 ⁻³ (mil)	Gauge ^{*)}	gramatura g/m ²	wydajność m ² /kg	gramatura g/m ²	wydajność m ² /kg
0,0125	0,492	50	—	—	11,2	92,6
0,015	0,591	60	13,4	74,5	13,5	74,0
0,020	0,788	80	17,8	56,2	18,0	55,6
0,025	0,958	100	22,2	45,0	22,5	44,5
0,030	1,180	120	26,7	37,5	27,7	37,0
0,040	1,580	160	35,6	28,1	36,0	27,8
0,050	1,970	200	44,5	22,5	45,0	22,3
0,100	3,940	400	89,0	11,2	—	—

^{*)} W krajach anglosaskich są produkowane folie grubości 50, 60, 80, 100 itd. tzw. Gauge, przy czym 100 Gauge = 0,001 cala = 0,025 mm.

zawiera zestawienie wydajności różnych folii opakowaniowych takiej samej grubości.

Spośród znanych i stosowanych odmian folii OPP można wyróżnić:

— folie bez warstw zgrzewalnych (ang. *plain*), obecnie coraz częściej wytwarzane w wyniku współwytłaczania (wszystkie warstwy z takiego samego polimeru);

— folie z warstwami zgrzewalnymi (1–2 µm) najczęściej z kopolimeru etylen/propylen, uzyskiwanymi na drodze współwytłaczania z warstwą podstawową;

Tabela 2. WYDAJNOŚĆ RÓŻNYCH FOLII OPAKOWANIO- WYCH GRUBOŚCI 0,025 mm

Polimer wykorzystywany do produkcji folii	Gęstość, g/cm ³	Wydajność, m ² /kg
Polipropylen	0,89	45,0
Polietylen małej gęstości	0,92	43,5
Polietylen dużej gęstości	0,94	42,4
Polistyren	1,05	38,0
Poli(chlorek winylu)	1,23–1,40	32,5–28,5
Octan celulozy	1,25–1,35	32,0–29,6
Poli(tereftalan etylenu)	1,38	29,0
Celofan	1,40–1,50	28,5–26,7
Kopolimer chlorek winylidenu/ /chlorek winylu	1,68	23,8

— folie, w których właściwości zgrzewalne uzyskuje się dzięki powlekaniu rozpuszczalnikowemu lub dyspersyjnemu polimerami lub kopolimerami akrylowymi, winylowymi i winylidenowymi;

— folie spienione, tzw. „perliste”, o zmniejszonym ciężarze właściwym (w odróżnieniu od poprzednio wymienionych folie te są nieprzezroczyste), bez warstw zgrzewalnych (np. na etykiety) lub z warstwami zgrzewalnymi, uzyskiwanymi najczęściej metodą współwytłaczania, ale również i w wyniku powlekania.

Tabela 3 zawiera porównanie właściwości zgrzewalnej folii OPP współwytłaczanej z powłoką poli(chloroku winylidenu) (PVDC) oraz współwytłaczanej folii metalizowanej, wytwarzanych przez tego samego producen-

Tabela 3. ZESTAWIENIE WŁAŚCIWOŚCI ZGRZEWALNYCH FOLII OPP PRODUKCJI FIRMY ICI, WYTWARZANYCH RÓŻNYMI METODAMI

Właściwość	Warunki pomiaru	Jednostka	Rodzaj folii		
			współwytłaczana	z powłoką PVDC	metalizowana (współwytłaczana)
Grubość		µm	25	26	20
Gramatura		g/m ²	22,8	24,7	18,2
Wydajność		m ² /kg	44,0	40,5	54,9
Napężenie zrywające	KM ^{*)}	N/mm ²	220	200	220
	KP ^{*)}	N/mm ²	180	170	180
Wydłużenie przy zerwaniu	KM	%	80	80	80
	KP	%	110	90	110
Przepuszczalność: pary wodnej	38°C, 90% wilg. względnej	g/(m ² ·24 h)	6,0	4,5	1,0
	tłenu		2100	27	100
	dwutlenku węgla		8700	100	700
	azotu		380	10	50
Zmętnienie	25°C	%	2,1	2,7	—
Gęstość optyczna		—	—	—	2,3
Połysk		%	95	110 ^{**)}	—
Kinetyczny współczynnik tarcia			0,23	0,19	0,60
Wytrzymałość połączeń zgrzewanych	125°C, 2 s, 0,1 MPa	N/25 mm	4,5	3,4	4,5
Optymalna temperatura zgrzewania	2 s, 0,1 MPa	°C	120	110	120
Stabilność wymiarowa (skurcz termiczny)	130°C, 1 min, KM	%	7	3	6
	KP	%	-2,0	1,0	-0,1
Górna granica temperatury		°C	145	145	145
Temperatura zaniku giętkości		°C	-70	-70	-70
Poziom aktywacji		mN/m	38	—	—

^{*)} KM — w kierunku orientacji, KP — w kierunku poprzecznym do kierunku orientacji.

^{**)} Liczba jednostek.

ta (ICI) [3]; w ocenie tych folii wykorzystano te same metody badań i warunki pomiarów. Istotna różnica pomiędzy typową folią współwytłaczaną a folią z powłoką PVDC występuje w zakresie ich właściwości barierowych w stosunku do gazów; metalizacja wydatnie poprawia tę cechę folii współwytłaczanej. Jakkolwiek w stosunku do tlenu, dwutlenku węgla i azotu barierowość folii metalizowanej nie osiąga jeszcze poziomu folii z powłoką PVDC, to jednak w stosunku do pary wodnej jest kilkakrotnie większa.

W 1994 r. zużycie folii OPP w krajach Europy Zachodniej wyniosło 460 tys. ton, co stanowi ok. 12% wszystkich zużywanych w tych krajach folii z tworzyw sztucznych. Udział ten byłby znacznie większy, gdyby uwzględnić fakt niemal z reguły mniejszych grubości stosowanych folii OPP w porównaniu z większością innych rodzajów folii opakowaniowych [4].

W latach osiemdziesiątych przeciętne roczne tempo wzrostu kształtowało się na poziomie 13%, na początku recesyjnych lat dziewięćdziesiątych wynosiło ono ok. 8%, aby w roku 1994 ponownie wzrosnąć do ok. 15%.

Tabela 4. ZUŻYCIE ORAZ PRZEWIDYWANY WÓWCZAS WZROST ZUŻYCIA RÓŻNYCH ODMIAN FOLII OPP W KRAJACH ZACHODNIOEUROPEJSKICH W 1994 r.

Odmiana folii OPP	Zużycie		Prognozowane roczne tempo wzrostu w latach 1995—1997, %
	tys. ton	udział w %	
Bez warstw zgrzewalnych	125	27	8
Współwytłaczana z warstwami zgrzewalnymi	215	47	10
Z powłokami zgrzewalnymi	55	12	5
Nieprzezroczysta, głównie perlita (spieniona)	40	9	12—15
Metalizowana	25	5	12—15

Tabela 4 przedstawia udział podstawowych odmian folii OPP w ogólnym zużyciu tych folii w 1994 r., a także przewidywane wtedy roczne tempo wzrostu ich zużycia w krajach zachodnioeuropejskich.

KIERUNKI ZASTOSOWANIA FOLII OPP W POLSCE

Jak wiadomo, w Polsce brak jest oficjalnych statystyk w zakresie materiałów opakowaniowych i opakowań, dzięki jednak danym gromadzonym przez Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Opakowań, roczne zużycie folii OPP w Polsce szacuje się na poziomie ok. 12 tys. ton; można przy tym przyjąć, że ok. 50% tej ilości zużywa się w postaci laminatów folii OPP, w tym również z udziałem folii metalizowanych.

W Polsce, podobnie jak w innych krajach, folie OPP znalazły zastosowanie do pakowania takich produktów, jak:

— wyroby cukiernicze, w szerokim asortymencie trwałe pieczywo cukiernicze (herbatniki, wafle, krakersy

itp.), bezpośrednio owijane batony i tabliczki czekolady (zwykle z powłoką typu *cold seal* — do łączenia na zimno pod dociskiem), cukierki owijane i nie owijane pakowane w torebki formowane z taśmy, przy czym w przypadku produktów cukierniczych istotny jest udział laminatów folii OPP (w tym również z folią metalizowaną), a także folii OPP spienionej, tzw. perlistej;

— makarony pakowane najczęściej w laminaty folii OPP;

— przekąski znane pod nazwą *snack food*, w tym chipsy ziemniaczane, przetwory kukurydziane, orzeszki ziemne i laskowe;

— suszone owoce i warzywa;

— lody (najczęściej w foliach z powłoką do łączenia na zimno pod ciśnieniem);

— kasety magnetofonowe i wideo (owinięcia pojedynczych sztuk);

— pudełka tekturowe z różnymi produktami (np. kosmetykami, papierosami, herbatą) — folia stanowi tu estetyczne opakowanie zewnętrzne;

— wiązanki kwiatów.

LAMINATY Z UDZIAŁEM FOLII OPP

Zalety folii OPP oraz laminatów z jej udziałem są już dobrze znane wielu krajowym użytkownikom. W szerszej skali opakowania z folii OPP pojawiły się wraz z towarami importowanymi; kolejno rozszerzał się import zadrukowanych folii OPP oraz laminatów tych folii, najczęściej z nadrukiem międzywarstwowym, a ponadto laminatów z udziałem metalizowanej folii OPP.

W ostatnim czasie, zwłaszcza od roku 1994, należy odnotować nadspodziewanie szybki wzrost zainteresowania krajowym przetwórstwem folii OPP. Obecnie coraz większe ilości folii OPP są zadrukowywane, a również i laminowane w kraju.

Laminowanie bezrozpuszczalnikowe

Zasadniczą rolę w rozwoju produkcji laminatów folii OPP odgrywa technika laminowania bezrozpuszczalnikowego. Wśród znanych autorowi przedsiębiorstw, laminarki wykorzystujące tę technikę uruchomiono w następujących zakładach:

— Łódzkiej Drukarni Akcydensowej w Łodzi,

— Przedsiębiorstwie Produkcji Opakowań „Opako” we Wrocławiu,

— Drukarni „Wodamex” w Brzezinach,

— Zakładzie Metali Lekkich w Kętach,

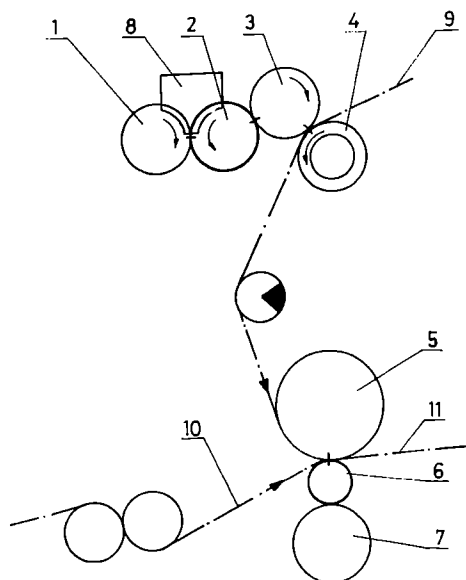
— Przedsiębiorstwie Opakowań „Pakpol” S.A. w Białymstoku,

— Zakładach „Rotodruk” Sp. z o.o. w Toruniu,

— „Cofinec-Polska”, Solec (gmina Góra Kalwaria).

Schemat procesu laminowania techniką bezrozpuszczalnikową przedstawia rys. 4. W największym stopniu za jakość laminatu odpowiada sekcja nakładania kleju; klej mający dużą lepkość musi być nałożony równomier-

nie, zwłaszcza wobec niewielkiej gramatury warstwy, nawet rzędu 1 g/m^2 . Wymaganą gramaturę warstwy kleju podawanego z zasobnika 8 na przeciwbieżnie obracającą się parę wałków 1 oraz 2, uzyskuje się wstępnie na drodze odpowiedniego ustalenia stosunku szybkości gumowanego wałka 2 do szybkości stalowego wałka 3.



Rys. 4. Schemat laminowania bezrozpuszczalnikowego: 1, 3 — wałki stalowe; 2, 4 — wałki gumowane; 5, 6, 7 — trójrolkowy układ wałków laminujących; 8 — zasobnik na klej; 9 — folia powlekana klejem; 10 — folia dolotowa do laminowania; 11 — laminat; dalsze objaśnienia w tekście

Fig. 4. Solventless lamination: 1, 3 — steel rolls, 2, 4 — rubber rolls, 5, 6, 7 — three-roll laminating system, 8 — adhesive container, 9 — adhesive-coated film, 10 — "feed" film to be laminated, 11 — laminate (see text for more explanations)

Szybkości obrotowe wałka 3 oraz gumowanego wałka 4 są w zasadzie zgodne z szybkością przemieszczania taśmy na maszynie; wałki te dokładnie ustalają gramaturę kleju. Laminowanie folii z naniesioną warstwą kleju z tzw. folią dolotową następuje w trójrolkowym układzie wałków laminujących 5, 6 i 7 [5].

Zainstalowane w kraju laminarki są urządzeniami nowoczesnymi o wydajnościach przekraczających nawet 2,5 tys. ton/rok. Oczywiście jest to wydajność teoretyczna, a produkcja zmiennego asortymentu wymagająca częstego przezbierania maszyn, wpływa na częściowe tylko wykorzystanie zdolności produkcyjnej.

Istotną zaletę laminowania bezrozpuszczalnikowego stanowi zmniejszenie nakładów energetycznych (wyeliminowanie tunelu grzejnego występującego w laminarkach dostosowanych do klejów rozpuszczalnikowych) oraz pewność całkowitego braku rozpuszczalników w gotowym laminacie.

W technice laminowania bezrozpuszczalnikowego stosuje się poliuretanowe kleje jedno-, a częściej dwuskładnikowe. W przypadku klejów jednoskładnikowych

czynnikiem sieciującym jest para wodna, dlatego też zazwyczaj niezbędne jest dodatkowe nawilżanie powierzchni w obrębie układu laminującego. W klejach dwuskładnikowych sieciowanie poliuretanów następuje poprzez reakcję hydroksylowych grup końcowych jednego ze składników z izocyjanianowymi grupami końcowymi składnika drugiego.

Typowymi składnikami do produkcji klejów są prepolimery typu poliestrów, polieterów oraz poliizocyjanianów. Na rynku dostępne są obecnie kleje dwuskładnikowe do nanoszenia w temperaturze pokojowej, a także w temp. do 80°C .

Laminaty z nadrukiem międzywarstwowym

Wszystkie wcześniej wymienione zakłady drukują folie techniką rotograviurową, bądź fleksograficzną. Dzięki wyposażeniu w laminarki bezrozpuszczalnikowe zakłady te rozpoczęły już wprowadzanie na rynek laminatów z nadrukiem międzywarstwowym.

Drukowanie międzywarstwowe pozwala na uzyskanie laminatów o wysokiej jakości. Nadruk międzywarstwowy zapewnia bowiem walory estetyczne (widoczny przez warstwę folii nadruk ma wysoki połysk), funkcjonalne (nadruku nie można zetrzeć) i higieniczne (kontakt nadruku z produktem jest całkowicie wykluczony) otrzymywanych laminatów; dotychczas laminaty z nadrukiem międzywarstwowym były importowane.

Wersje laminatów z nadrukiem, możliwych do uzyskania metodą laminowania bezrozpuszczalnikowego i wytwarzanych z udziałem folii OPP, przedstawia podane niżej zestawienie [6] (met — folia metalizowana, perl — folia perlsta):

OPP druk/OPP,
OPP druk/met OPP,
OPP druk/PE,
druk OPP/OPP,
OPP druk/OPP perl,
druk OPP/met OPP,
OPP druk/OPP/cold seal*),
OPP druk/Al/PE,
druk OPP perl/OPP perl,
OPP druk/OPP perl/cold seal*),
druk OPP met/PE,
OPP druk/Al/PP,
OPP druk papier/PE**),
OPP/druk papier,
OPP druk/tektura,
PET druk/met OPP,
PET druk/OPP.

W wyżej wymienionych laminatach najczęściej stosuje się następujące grubości folii: OPP — $20 \mu\text{m}$, PE — $30\text{--}50 \mu\text{m}$, PP — $50\text{--}80 \mu\text{m}$, Al — $7\text{--}9 \mu\text{m}$.

Uwzględniony w tym wykazie laminat folii OPP z

*) Odwrotna strona laminatów z powłoką typu cold seal jest powlekana lakierem antyadhezyjnym.

**) Laminowanie papieru powlekanego.

papierem lub tekturą jest w większym stopniu wykorzystywany do laminowania druków w przemyśle poligraficznym, niż w technice opakowaniowej.

Laminowanie folii OPP, podobnie jak i innych rodzajów folii, zapewnia korzyści, których w przypadku stosowania warstwy pojedynczej nie można by było osiągnąć, nawet zwiększając jej grubość.

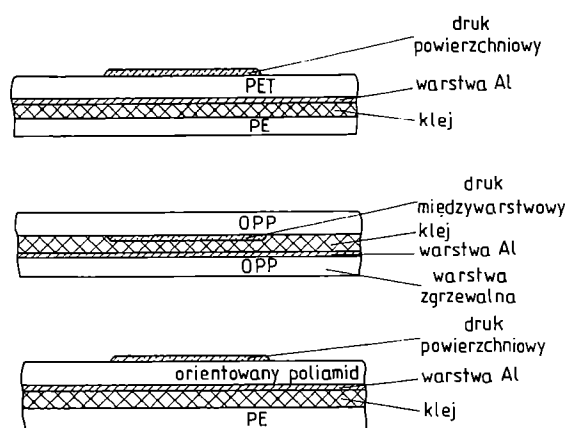
Laminowanie jako metoda modyfikacji właściwości folii OPP

Głównym celem laminowania folii OPP z folią PE jest uzyskanie kilkakrotnie większej wytrzymałości połączeń zgrzewanych, w porównaniu z folią OPP z cienką powłoką z kopolimerem lub terpolimerem uczestniczącą w zgrzewaniu. Ponadto w laminatach takich występuje wzajemne uzupełnianie się właściwości mechanicznych: folia OPP charakteryzuje się względnie dużą odpornością na naddarcia oraz małą wytrzymałością na przedzieranie, podczas gdy folia PE odznacza się szczególnie dużą odpornością na przedzieranie, po łatwo następującym naddarciu.

Laminowanie dwu warstw folii OPP, poza zwiększeniem wytrzymałości w porównaniu z pojedynczą warstwą umożliwia wykonanie druku międzywarstwowego.

METALIZACJA I JEJ WPŁYW NA WŁAŚCIWOŚCI BARIEROWE LAMINOWANYCH FOLII

Metalizacja jednej z dwu laminowanych folii OPP znacznie poprawia właściwości barierowe laminatu w stosunku do pary wodnej i gazów. W odróżnieniu od innych laminatów, istnieje możliwość łączenia dwu folii OPP, z których jedna jest metalizowana, a druga zadrukowana drukiem odwróconym; rys. 5 przedstawia układ warstw w takich laminatach. W przypadku ww. laminatów właściwości barierowe nie zmniejszają się, co



Rys. 5. Układ warstw w laminatach z nadrukiem międzywarstwowym, z udziałem folii metalizowanej

Fig. 5. The laminate layers system with sandwich printed, involving metallized films

z reguły obserwuje się w przypadku metalizacji po stronie uprzednio zadrukowanej folii, czemu towarzyszy przebicie bardzo cienkiej warstwy Al na konturach druku.

Wpływ metalizacji folii na ich właściwości barierowe przedstawiają dane zestawione w tabeli 5.

Tabela 5. WŁAŚCIWOŚCI BARIEROWE FOLII METALIZOWANYCH I ODPOWIEDNICH FOLII PODŁOŻOWYCH

Typ folii i jej grubość	Przepuszczalność			
	tlen		pary wodnej	
	cm ³ /(m ² ·24 h·0,1 MPa)		g/(m ² ·24 h)	
	folia zwykła	folia metalizowana	folia zwykła	folia metalizowana
PET, 12 μm	110—140	1,2	43	<1
Orientowany poliamid, 12 μm	40—50	0,8	310—320	3,1
OPP, 21 μm	1240	50—80	7	<1
PE-LD, 50 μm	4260	35	9,3	<1

W składzie laminatu warstwa stanowiąca folię Al zapewnia oczywiście największą barierowość, co wcale nie jest równoznaczne z zachowaniem tej barierowości w warunkach każdego składu warstw. Powyższe stwierdzenie dobrze ilustrują dane z tabeli 6.

Tabela 6. WPŁYW NARAŻEŃ MECHANICZNYCH WYSTĘPUJĄCYCH W PRÓBIE „Gelbo-tester” (20 cykli) NA ZACHOWANIE WŁAŚCIWOŚCI BARIEROWYCH W STOSUNKU DO PARY WODNEJ RÓŻNYCH TYPÓW LAMINATÓW

Rodzaj laminatu	Przepuszczalność pary wodnej (temp. 38°C, wilgotność wzgl. 90%), g/(m ² ·24h)	
	przed próbą „Gelbo-tester”	po próbie „Gelbo-tester”
PET _{met} /PE, 12/50 ¹⁾	1,00	1,95
PE/PET/PE, 40/12/50	0,25	0,18
OPP _{met} /PE, 20/50	0,94	1,04
OPP _{met} /OPP, 20/30	0,53	0,53
celofan/Al/PE	0,05	0,05
papier/Al/PE	0,21	3,69
Al/papier/PE	1,50	7,36

¹⁾ Liczby oznaczają grubość poszczególnych warstw w μm.

Tabela 6 zawiera porównanie przepuszczalności pary wodnej kilku rodzajów laminatów przed i po próbie „Gelbo-tester” (drastyczne działanie sił skręcająco-zgniatających). Wyniki te wskazują, że właściwości barierowe laminatów z udziałem metalizowanej folii OPP, praktycznie biorąc, nie uległy zmianie pod wpływem silnych oddziaływań mechanicznych.

Należy więc stwierdzić, że laminaty z udziałem metalizowanych folii odgrywają szczególnie istotną rolę w technice opakowaniowej. Wynika to nie tylko z opisa-

nych możliwości znaczącej poprawy właściwości barierowych folii (zwykle o jeden, a nawet dwa rzędy wartości), ale przede wszystkim z osiągnięcia tego efektu kosztem minimalnego zużycia aluminium. Grubość warstwy Al na folii metalizowanej nie przekracza na ogół 0,03 μm . Jest to istotne zwłaszcza z tego względu, że jak wiadomo, aluminium należy do grona surowców, których wytwarzanie wymaga szczególnie dużych nakładów energetycznych i stanowi poważne zagrożenie dla środowiska naturalnego.

LITERATURA

1. "Przegląd sytuacji w dziedzinie materiałów opakowaniowych" — opracowanie Brytyjskiego Zrzeszenia Badawczego Przemysłu Papierniczego, Poligra-

ficznego oraz Opakowaniowego PIRA International—1994 r.

2. Projekt BOPP — Analiza produkcji orientowanej folii polipropylenowej, wykonana przez ZWCH „Wistom”, Tomaszów Mazowiecki 1988 r.
3. Techniczne materiały informacyjne dotyczące folii OPP firmy ICI (Wielka Brytania) (1993).
4. *Pack Mech. Handling News Letter*, nr 25, 30.06.1995 r.
5. Rüdger T.: *Papier + Kunststoff Verarbeiter* 1991, nr 9, 31.
6. Czerniawski B.: „Uszlachetnione opakowaniowe materiały giętkie — sytuacja krajowa i perspektywy rozwojowe”, referat wygłoszony dla Sekcji Producentów Opakowań z Tworzyw Sztucznych Krajowej Izby Opakowań, marzec 1996 r.

Otrzymano 12 VII 1996 r.

NOWOŚCI TECHNICZNE

c.d. ze str. 275

Firma „ICI Acrylics” (USA) opracowała **polimer akrylowy o dużej odporności termicznej Lucite Acritherm**. Nadaje się on do wtryskiwania i wytłaczania; ma lepszą przezroczystość i odporność cieplną niż tradycyjne tworzywa akrylowe oraz lepszą odporność na starzenie niż poliwęglan stabilizowany świetlnie. Przewiduje się zastosowanie go na klosze do źródeł światła o dużej intensywności.

Plastics Technology 1996, 42, nr 9, 14.

Firma „Westlake Plastics” (USA) rozpoczęła produkcję **folii z PA46** — Stanylu (DSM). Folia ma szerokość 660 mm, grubość 50—500 μm i charakteryzuje się dobrymi właściwościami mechanicznymi (naprężenie zrywające 77 MPa, wydłużenie przy zerwaniu 350%, moduł Younga 2620 MPa), termicznymi (zakres użytkowania do 260°C, HDT — 88°C, temperatura topnienia 284°C), odpornością na starzenie cieplne oraz odpornością na zmęczenie. Wypełniając lukę między foliami z tworzyw popularnych (PA66, PET) a tworzyw drogiej (np. poliimidów), folie z PA46 nadają się do stosowania jako izolacje dielektryczne, uszczelki, wysokotemperaturowe taśmy samoprzylepne, opakowania (także spożywcze) itp.

DSM Press Release, 14.6.1996 r.

Firmy „Ampacet” (USA) i „Kafrit Industries” (Izrael) opracowują wspólnie **przedmieszki używane do produkcji folii** do zastosowań agrotechnicznych. Prace mają na celu uzyskanie folii zatrzymujących promienie ultrafioletowe, folii termoizolacyjnych, folii nie ulegających zamgleniu kondensującą wodą oraz folii zapobiegających rozwojowi owadów i chwastów. Działanie tych ostatnich ma polegać na opóźnionym, stopniowym wydzielaniu pestycydów oraz stosowaniu zabarwień korzystnych dla rozwoju hodowanych roślin lub pochłaniających promieniowanie o długości fali sprzyjającej

rozwojowi grzybów i chwastów, bądź wreszcie przyciągających owady przenoszące wirusy niszczące szkodniki. Innym celem opracowywanych przedmieszek jest uzyskanie folii o tak dobranej przepuszczalności gazów, by pod folią stworzyć atmosferę sprzyjającą rozwojowi roślin.

Plastics Technology 1996, 42, nr 9, 14.

Firma „Willow Ridge Plastics” oferuje **przedmieszkę do PE wywołującą fotodegradację**. Przedmieszka UV-H dodaje się w ilości 2% do PE stosowanego do wytłaczania folii i pojemników lub do formowania wtryskowego. Przedmieszka nie jest toksyczna; może być stosowana do produkcji toreb opakowaniowych i na śmieci, opakowań kurczliwych, butelek, łusek amunicyjnych itp.

Plastics Technology 1996, 42, nr 9, 63.

Firma „Elkem Materials” (USA) produkuje **amorficzną bardzo drobnoziarnistą (0,1—0,5 μm) krzemionkę** jako dodatek do PVC. Krzemionka zwiększa uduchność i sztywność rur z PVC oraz poprawia syppkość mieszanek *dry blend*. Umożliwia ona także wprowadzenie do PVC większej ilości kredy, co prowadzi do zmniejszenia kosztów materiałowych w produkcji wykładzin ściennych i podłogowych. Krzemionka ta daje podobne efekty także w produkcji rur z ABS.

Plastics Technology 1996, 42, nr 9, 63.

Firma „Ampacet” (USA) poleca **przedmieszkę nadającą matową powierzchnię** folii polietylenowej. Koncentrat 110594 PE-LLD dodawany w ilości 10% do PE zapewnia uzyskanie folii o powierzchni przypominającej papier; folia ta może być stosowana w kontakcie z żywnością.

Plastics Technology 1996, 42, nr 9, 64.

B. M.