

MARIAN ŻENKIEWICZ, JANUSZ DZWONKOWSKI

Instytut Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych "Metalchem"  
ul. M. Skłodowskiej-Curie, 87-100 Toruń

## Doświadczalna ocena procesu dekohezji złącz adhezyjnych z folią polimerową

### EXPERIMENTAL EVALUATION OF THE DECOHESION PROCESS OF ADHESIVE JOINTS ON POLYMER FILMS

**Summary** — Acrylic adhesive/PE film joints were prepared by using PE films preactivated by corona discharges. The tear-off work, a measure of strength of the joint, is the sum of several terms; the major terms include the work of adhesion and the work of deformation (here: stretching of film) involved in the tear-off process. The tear-off work ( $P_o$ , Fig. 5) and the stretching work ( $P_r$ , Fig. 6) were determined for films that varied from 50 to 150  $\mu\text{m}$  in thickness, in relation to specific treatment energies ( $E_j$ ) ranging up to 7.5  $\text{kJ}/\text{m}^2$ . Within the interval  $0 < E_j < 3 \text{ kJ}/\text{m}^2$ ,  $P_r$  rises in an approximately linear way. As  $E_j$  is increased, evaluation of the unit adhesion work from tear-off tests becomes more and more burdened with error. Within the range of  $E_j$  adopted in technical preparation of upper layers of PE films ( $E_j = 2 \text{ kJ}/\text{m}^2$ ), the error is kept within 9% and is only slightly related to film thickness.

**Key words:** strength of adhesive joints, polyethylene film, specific treatment energy, experimental evaluation of unit adhesion work.

Dokładne określenie wytrzymałości adhezyjnej złącz, w których jeden z elementów stanowi folia tworzywowa, jest zadaniem dość trudnym. Istotne znaczenie ma tu zarówno wybór metody badania tej wytrzymałości, jak i właściwa interpretacja wyników badań; wyniki te służą nie tylko do oceny właściwości badanego złącza, ale stanowią również podstawę doboru warunków aktywowania folii tworzywowej.

Metody badań wytrzymałości adhezyjnej złącz z folią tworzywową można podzielić na dwie zasadnicze grupy [1]. Metody z pierwszej grupy charakteryzują się tym, że zniszczenie złącza podczas badań następuje jednocześnie i natychmiastowo na całej jego powierzchni, natomiast cechą charakterystyczną metod zaliczanych do drugiej grupy stanowi to, że zniszczenie złącza przebiega stopniowo, w dłuższym okresie czasu wynoszącym najczęściej od kilku do kilkudziesięciu sekund. W badaniach złącz adhezyjnych typu folia tworzywowa/klej/folia tworzywowa lub złącz typu płyta sztywna (najczęściej metalowa lub tworzywowa)/klej/folia tworzywowa zasadnicze znaczenie mają metody badawcze z grupy drugiej, a w szczególności metody odrywania i oddzierania [2—5].

Podczas badań wytrzymałości adhezyjnej złącz typu płyta sztywna/klej/folia tworzywowa powszechnie stosuje się metodę oddzierania pod kątem  $180^\circ$  [3]. Podstawowym warunkiem jej zastosowania jest to, aby w

oddzieranej warstwie giętkiej złącza adhezyjnego (tzn. w folii tworzywowej), poddawanej zginaniu pod kątem  $180^\circ$ , nie występowały pęknięcia lub złamania. Za pomocą tej metody można badać adhezję kleju i folii tworzywowej pod warunkiem, że jest ona mniejsza niż adhezja między tym klejem a płytą sztywną oraz mniejsza niż dekohezja tego kleju w stanie stałym.

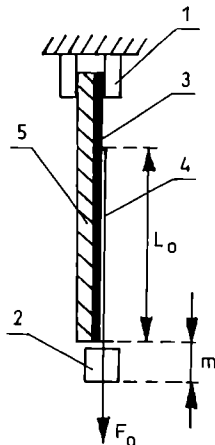
W niniejszym artykule przedstawiamy wyniki badań złącz adhezyjnych typu sztywna płyta aluminiowa/klej akrylowy/folia polietylenowa. Obejmowały one określenie wytrzymałości adhezyjnej złącz klej/folia w zależności od warunków aktywowania folii oraz wyznaczenie pracy adhezji i pracy odkształcenia folii.

### ANALIZA PROBLEMU

W procesie analizy wyników badań uzyskanych podczas stosowania metody oddzierania pod kątem  $180^\circ$  należy uwzględnić zasadnicze różnice, jakie występują między wzajemną adhezją kleju i folii tworzywowej a wytrzymałością adhezyjną badanego złącza. Miarę liczbową adhezji stanowi praca adhezji ( $P_a$ ), będąca pracą wykonywaną przeciwko siłom adhezji (stanowiącym sumę wszystkich oddziaływań międzycząsteczkowych), konieczną do utworzenia jednostki powierzchni rozdziału dwóch znajdujących się w równowadze faz pod-

czas odwracalnego procesu izotermicznego. Natomiast miarą wytrzymałości adhezyjnej danego złącza określanej za pomocą oddzierania jest praca oddzierania ( $P_o$ ), będąca sumą następujących prac: adhezji, odkształcania próbki podczas oddzierania oraz prac związanych z pokonaniem sił oddziaływania ładunków elektrycznych powstających w warstwach wierzchnich rozdzielanych materiałów i sił tarcia występującego podczas oddzierania. Podstawowe znaczenie mają tu dwie pierwsze składowe, a udział pozostałych składowych można pominąć podczas większości analiz technicznych.

Pomiary wytrzymałości adhezyjnej metodą oddzierania pod kątem  $180^\circ$  powinny być wykonane w sposób przedstawiony na rys. 1.



Rys. 1. Schemat obrazujący próbę oddzierania pod kątem  $180^\circ$ : 1 — uchwyt nieruchomy maszyny wytrzymałościowej wraz z czujnikiem siły, 2 — uchwyt ruchomy maszyny wytrzymałościowej, 3 — taśma dwustronnie klejąca, 4 — folia oddzierana, 5 — płytka sztywna,  $L_o$  — długość oddzierania,  $F_o$  — siła oddzierania,  $m$  — długość zamocowania swobodnego końca folii (szczegółowe objaśnienia w tekście)

Fig. 1. A scheme presenting the tearing-off test carried out through an angle of  $180^\circ$ : 1 — tear tester's immobile holder and force sensor, 2 — tear tester's mobile holder, 3 — two-side adhesive tape, 4 — film being torn off, 5 — rigid plate,  $L_o$  — torn-off length,  $m$  — length of fixing the free end of film (for details see main text)

Badane złącze, składające się z płytki sztywnej (5) z przyklejoną do niej taśmą dwustronnie klejącą (3), która jest połączona adhezyjnie na odcinku o długości  $L_o$  z oddzieraną folią (4), zostaje zamocowane w nieruchomym uchwycie (1) maszyny wytrzymałościowej, wyposażonym w układ do pomiaru siły oddzierania ( $F_o$ ). Swobodny koniec folii długości  $L_o + m$  jest zamocowany na odcinku długości  $m$  w ruchomym uchwycie (2) maszyny wytrzymałościowej. Górna płaszczyzna tego uchwytu w położeniu początkowym styka się z dolną krawędzią płytki sztywnej. Po uruchomieniu maszyny uchwyt ten porusza się w dół ze stałą prędkością, działając na swobodny koniec folii siłą  $F_o$ . Siła  $F_o$  powo-

duje oddzieranie folii od taśmy dwustronnie klejącej, a tym samym niszczenie złącza adhezyjnego. Zakończenie tego procesu następuje w chwili, gdy odległość uchwytu ruchomego od dolnej krawędzi płytki sztywnej wynosi  $2L_o + \Delta L$ , gdzie  $\Delta L$  stanowi wydłużenie odcinka folii zachodzące pod wpływem działania siły  $F_o$ . Zatem praca  $P_o$  może być obliczona na podstawie zależności:

$$P_o = \int_0^{2L_o + \Delta L} F_o(l) dl \quad (1)$$

gdzie:  $l$  — droga oddzierania folii ( $0 \leq l \leq 2L_o + \Delta L$ ).

Stąd praca oddzierania przypadająca na jednostkę pola powierzchni badanego złącza, zwana jednostkową pracą oddzierania ( $P_{oj}$ ), wynosi:

$$P_{oj} = \frac{P_o}{sL_o} = \frac{1}{sL_o} \int_0^{2L_o + \Delta L} F_o(l) dl \quad (2)$$

gdzie:  $s$  — szerokość badanej próbki.

Właściwe przygotowanie folii tworzywowej przed zadrukowywaniem, klejeniem, metalizowaniem lub laminowaniem polega na spowodowaniu w jej warstwie wierzchniej takich zmian fizycznych i chemicznych, które zwiększają przyczepność kleju lub farby do tej folii, a tym samym zwiększają adhezję między nimi. Jedną z podstawowych metod takiego przygotowania warstwy wierzchniej folii polietylenowej jest aktywowanie jej za pomocą plazmy niskotemperaturowej, powstającej podczas wyładowań koronowych w powietrzu [6]. Zatem praca  $P_a$  niezależnie od tego, że stanowi miarę jakości złącza adhezyjnego, służy również jako kryterium oceny doboru odpowiednich warunków aktywowania folii.

Brakuje wprowadzić metod bezpośredniego wyznaczenia pracy  $P_a$  podczas próby oddzierania złącza adhezyjnego typu klej/folia tworzywowa, można jednak z przybliżeniem wystarczającym dla potrzeb technologicznych określić wartość tej pracy na podstawie wyników prób oddzierania i rozciągania [7]. Przybliżenie to polega na przyjęciu założenia, że praca  $P_o$  jest sumą tylko pracy  $P_a$  i pracy rozciągania ( $P_r$ ) próbki o długość  $\Delta L$ . Wówczas na podstawie wyników prób oddzierania i rozciągania folii można wyznaczyć pracę  $P_a$  z zależności:

$$P_o \approx P_a - P_r \quad (3)$$

W celu porównywania wyników badań różnych złączeń adhezyjnych należy oceniać wartości pracy oddzierania, rozciągania oraz adhezji przypadające na jednostkę pola powierzchni badanego złącza, czyli odpowiednie prace jednostkowe. Wartości te oblicza się w sposób opisany zależnością (2). Wówczas jednostkową pracą adhezji ( $P_{aj}$ ) oblicza się z zależności:

$$P_{aj} \approx P_{oj} - P_{rj} \quad (4)$$

gdzie:  $P_{rj}$  — jednostkowa praca rozciągania.

Procentowy udział ( $u$ ) pracy  $P_{nj}$  w pracy  $P_{oj}$  określa wzór:

$$u(\%) = \frac{P_{nj}}{P_{oj}} \cdot 100 = \frac{P_{oj} - P_{rj}}{P_{oj}} \cdot 100 \quad (5)$$

Rozciąganie folii podczas próby oddzierania odbywa się w innych warunkach niż podczas zwykłej próby rozciągania. Powodem tego jest m.in. fakt, że folia oddzierana jest poddawana zginaniu, a długość odcinka rozciąganego wzrasta wraz z postępującym oddzieraniem folii. Ze względu na małe wymiary próbki, a zwłaszcza na małe pole powierzchni przekroju poprzecznego i małą wartość współczynnika sprężystości wzdłużnej polietylenu [8], wartość siły zginającej próbkę podczas oddzierania jest znikoma i nie przekracza  $10^{-5}$  N. Stanowi to podstawę do pominięcia wpływu tej siły na wartość siły  $F_o$ .

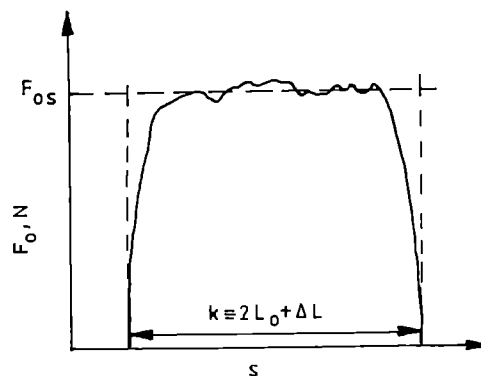
W celu odpowiedniego symulowania warunków rozciągania folii, jakie występują podczas próby oddzierania, opracowano konstrukcję specjalnego urządzenia [9], umożliwiającego ciągłą zmianę długości badanej próbki folii podczas próby jej rozciągania.

#### METODYKA I ZAKRES BADAŃ

Złącza adhezyjne badaliśmy w sposób przedstawiony na rys. 1. Sztywna płytką (5) (długość — 250 mm, szerokość — 25 mm, grubość — 5 mm) została wykonana z blachy aluminiowej. Dwustronnie klejąca taśma (3) typu Z 2139 składa się ze spienionego kopolimeru polietylenu, pokrytego warstwą kleju akrylowego. Folię (4) wytłaczano z polietylenu typu "Bralen FB 08-64", wytwarzanego w firmie Slovnaft Bratysława. Badano złącza z folią grubości 50  $\mu\text{m}$ , 70  $\mu\text{m}$  i 150  $\mu\text{m}$ . Folię tę aktywowano metodą wyładowań koronowych na stanowisku badawczym za pomocą aktywatora AGT-2, skonstruowanego i wykonanego w Instytucie Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych "Metalchem" w Toruniu. Próbkę folii aktywowano z różną jednostkową energią aktywowania ( $E_j$ ), której górna wartość wynosiła 7,5 kJ/m<sup>2</sup>.

Przeprowadzono dwa rodzaje badań: próby oddzierania wykonywane zgodnie z normą [3] i próby rozciągania według procedury opisanej w normie [10]. W próbach tych posługiwano się maszyną wytrzymałościową typu "Tiratest 2160". Oddzierane złącza adhezyjne klej akrylowy/folia polietylenowa miały długość  $L_o = 50$  mm. Całkowita długość odcinka folii rozciąganego podczas próby oddzierania wynosiła więc  $2L_o = 100$  mm. Przesuw uchwytu ruchomego maszyny wytrzymałościowej podczas próby oddzierania odbywał się z prędkością 5 mm/s.

Do obliczeń pracy oddzierania wykonywanych na podstawie zależności (1), przyjmowano średnią siłę oddzierania ( $F_{os}$ ), jaką obliczano na podstawie wykresu  $F_o = f(l)$  rejestrowanego podczas próby oddzierania (rys. 2). Na podstawie wskazań integratora współpra-



Rys. 2. Przykład wykresu obrazującego przebieg siły oddzierania ( $F_o$ ), rejestrowanej podczas próby oddzierania:  $F_{os}$  — średnia siła oddzierania,  $k$  — odcinek proporcjonalny do drogi ruchomego uchwytu maszyny wytrzymałościowej,  $s$  — droga pisaka

Fig. 2. Representative course of the force ( $F_o$ ) used to tear off registered in the test:  $F_{os}$  — average force to tear off,  $k$  — section proportional to the pathway of the mobile holder of tear tester,  $s$  — recorder's pathway

cującego z pisakiem rejestrującym ten wykres, obliczano pole powierzchni ograniczonej wykreśloną krzywą i osią odciętych; pole to jest wprost proporcjonalne do wartości pracy  $P_o$ . Dzieliąc tak otrzymaną wartość przez długość odcinka  $k$  leżącego na osi odciętych, a odpowiadającego w pewnej skali drodze uchwytu ruchomego maszyny wytrzymałościowej podczas próby oddzierania, otrzymuje się siłę  $F_{os}$ . Zatem praca oddzierania określona zależnością (1) jest równa iloczynowi  $F_{os}(2L_o + \Delta L)$ . Za wynik badań pracy oddzierania złącza adhezyjnego zawierającego folię o danym poziomie aktywowania przyjmowano średnią arytmetyczną z pięciu prób oddzierania.

Próbnom rozciągania poddano po pięć próbek folii różniących się długością:  $L_o$ ,  $1,5L_o$  i  $2L_o$ . Do dalszych obliczeń przyjmowano średnią arytmetyczną z tych wszystkich pomiarów. Aby zapewnić warunki rozciągania podobne do tych, jakie występują podczas próby oddzierania, przyjęto w obu przypadkach taki sam czas przyrostu długości próbki o wartość  $\Delta L$ , co odpowiada takiej samej prędkości rozciągania. Na podstawie tego warunku, prędkość ( $v_r$ ) uchwytu ruchomego maszyny wytrzymałościowej podczas próby rozciągania obliczano w następujący sposób:

$$v_r = \frac{\Delta L}{2L_o + \Delta L} v_o \quad (6)$$

gdzie:  $v_o$  — prędkość oddzierania ( $v_o = 5$  mm/s),  $\Delta L$  — przyrost długości folii podczas próby oddzierania (średnia arytmetyczna z pięciu pomiarów).

Utrzymanie jednakowej prędkości rozciągania folii podczas próby oddzierania i podczas próby rozciągania stanowi podstawowy warunek umożliwiający stosowanie zależności (3). Wynika to stąd, że wraz ze zmianami

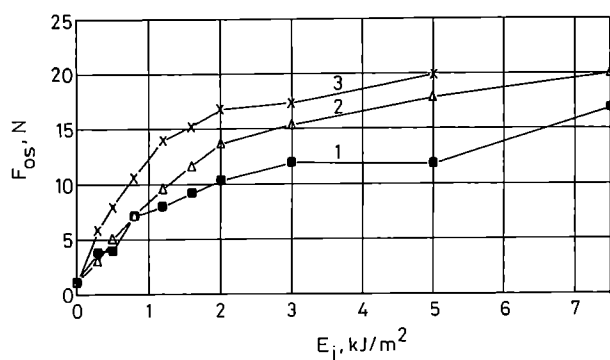
prędkości rozciągania folii polimerowej zmienia się w sposób istotny praca  $P_o$  [11].

Średnią siłę rozciągania ( $F_{rs}$ ), pracę  $P_r$  oraz pracę  $P_{rj}$  obliczano w sposób podobny jak siłę  $F_{os}$ , pracę  $P_o$  oraz pracę  $P_{oj}$ . Pracę  $P_{rj}$  oszacowano na podstawie zależności (4).

#### WYNIKI BADAŃ I ICH OMÓWIENIE

Graficzną ilustrację wyników pomiarów i obliczeń wykonanych podczas prób oddzierania stanowią wykresy przedstawione na rys. 3—5.

Niezależnie od grubości folii, wraz ze zwiększeniem energii  $E_j$  w przedziale  $0 < E_j \leq 2 \text{ kJ/m}^2$  wzrasta siła  $F_{os}$  (rys. 3). Wzrost ten jest w przybliżeniu wprost propor-

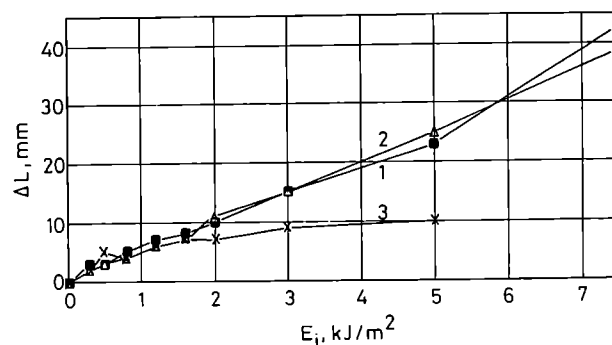


Rys. 3. Zależność średniej siły oddzierania ( $F_{os}$ ) próbek folii od jednostkowej energii ich aktywowania ( $E_j$ ); grubość folii: 1—50  $\mu\text{m}$ , 2—70  $\mu\text{m}$ , 3—150  $\mu\text{m}$

Fig. 3. The average force ( $F_{os}$ ) used to tear off film samples in relation to film's specific treatment energy ( $E_j$ ); film thickness ( $\mu\text{m}$ ): 1 — 50, 2 — 70, 3 — 150.

cjonalny do wzrostu wartości  $E_j$ , natomiast w przypadku  $E_j > 2 \text{ kJ/m}^2$  dalszy wzrost siły  $F_{os}$  jest już znacznie mniejszy. Charakterystyczne jest to, że w miarę zwiększania grubości folii rośnie wartość siły  $F_{os}$ . Procentowe różnice wartości tej siły w odniesieniu do próbek folii grubości 50  $\mu\text{m}$  i 150  $\mu\text{m}$  (odpowiednio, krzywe 1 i 3) wynoszą od 45,4% (próbki aktywowane w warunkach  $E_j = 3 \text{ kJ/m}^2$ ) do 99,7% (próbki aktywowane w warunkach  $E_j = 0,5 \text{ kJ/m}^2$ ). Średnia wartość tych różnic wynosi ok. 65%. Podczas prób oddzierania próbek folii grubości 150  $\mu\text{m}$ , aktywowanych w warunkach  $E_j = 7,5 \text{ kJ/m}^2$ , następowało pękanie złącz adhezyjnych na granicy faz: taśma dwustronnie klejąca/płytko aluminiowa. Dlatego na rys. 3—5 brakuje wyników badań tych próbek.

Wydłużenie  $\Delta L$  podczas prób oddzierania również zależy od grubości folii (rys. 4). W przypadku próbek folii grubości 50  $\mu\text{m}$  i 70  $\mu\text{m}$  wydłużenie to jest proporcjonalne do wartości  $E_j$  w całym badanym zakresie jednostkowej energii aktywowania, a jego wartości w odniesieniu do obu rodzajów folii są zbliżone (krzywe 1 i



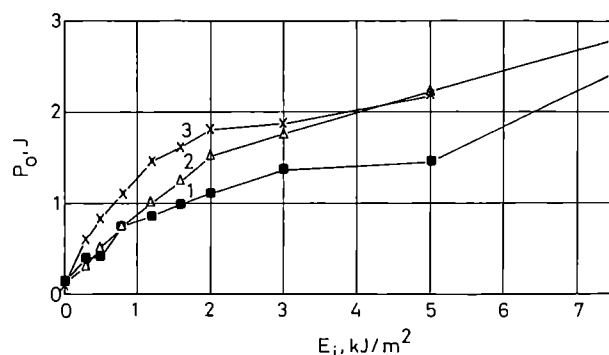
Rys. 4. Zależność wydłużenia ( $\Delta L$ ) próbek folii podczas próby oddzierania od jednostkowej energii ich aktywowania ( $E_j$ ); grubość folii jak na rys. 3

Fig. 4. Film's elongation ( $\Delta L$ ) in tearing test in relation to film's specific treatment energy ( $E_j$ ); film thickness as in Fig. 3

2). Natomiast przyrost długości rozciąganej folii grubości 150  $\mu\text{m}$  jest podobny do poprzednich tylko w zakresie  $E_j \leq 1,6 \text{ kJ/m}^2$  (krzywa 3), a po przekroczeniu tej wartości staje się znacznie mniejszy. Wydłużenia względne wszystkich próbek w przedziale  $E_j \leq 1,6 \text{ kJ/m}^2$  nie przekraczają 7—8% a więc są na granicy odkształceń sprężystych polietylenu małej gęstości [8].

Przebiegi zależności pracy  $P_o$  od energii  $E_j$  (rys. 5) są podobne do zależności przedstawionych na rys. 3. Pewne różnice występują tu tylko w odniesieniu do próbek folii grubości 150  $\mu\text{m}$  (krzywa 3) w zakresie wartości  $E_j > 2 \text{ kJ/m}^2$ . Jest to spowodowane znacznie mniejszym, widocznym z rys. 4, wydłużeniem tych próbek, co ogranicza wzrost wartości  $P_o$ .

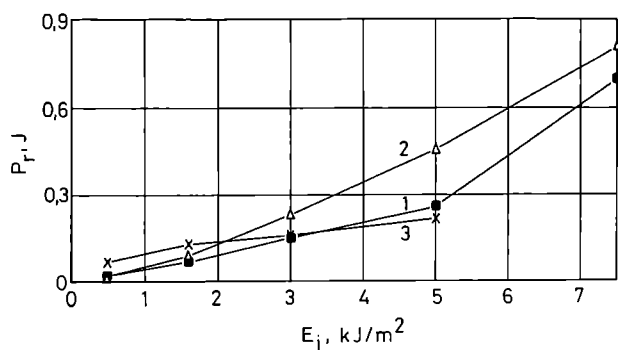
Zależności pracy  $P_{oj}$  od energii  $E_j$  są podobne do zależności przedstawionych na rys. 5.



Rys. 5. Zależność pracy oddzierania ( $P_o$ ) próbek folii od jednostkowej energii ich aktywowania ( $E_j$ ); grubość folii jak na rys. 3

Fig. 5. The tear-off work ( $P_o$ ) in relation to film's specific treatment energy ( $E_j$ ); film thickness as in Fig. 3

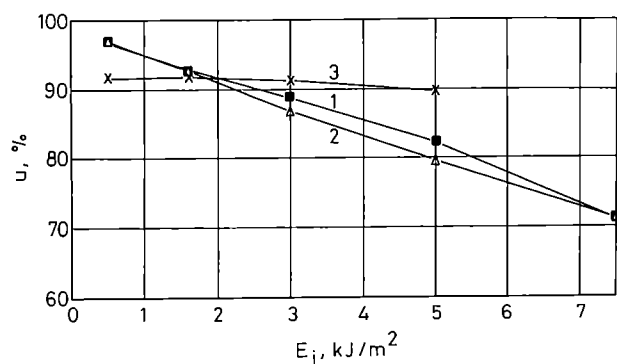
Wyniki pomiarów i obliczeń wykonanych na podstawie prób rozciągania próbek folii ilustruje rys. 6. Próby te dotyczą pięciu różnych wartości  $E_j$ , czyli mniejszej liczby próbek niż podczas prób oddzierania z rys. 3—5.



Rys. 6. Zależność pracy rozciągania ( $P_r$ ) próbek folii od jednostkowej energii ich aktywowania ( $E_j$ ); grubość folii jak na rys. 3

Fig. 6. The stretching work ( $P_r$ ) in relation to film's specific treatment energy ( $E_j$ ); film thickness as in Fig. 3

Niezależnie od tego, badaniem objęto cały rozważany uprzednio przedział wartości  $E_j$  (0,5—7,5 kJ/m<sup>2</sup>). W całym tym zakresie, niezależnie od grubości folii, wraz ze wzrostem  $E_j$  następuje wzrost pracy  $P_r$ . Najmniejsze zmiany wartości  $P_r$  występują w przypadku folii grubości 150 μm (krzywa 3) i mają one w przybliżeniu charakter liniowy. Różnice wartości  $P_r$ , odnoszące się do grubości 50 μm i 70 μm nie znajdują prostego wytłumaczenia. Można jedynie przypuszczać, że wynikają one z różnych właściwości fizycznych tych folii, związanych z innymi warunkami wytłaczania.



Rys. 7. Wpływ jednostkowej energii aktywowania ( $E_j$ ) na zależność między  $P_{aj}$  i  $P_{oj}$  [wartość  $u$  z zależności (5)]; grubość folii jak na rys. 3

Fig. 7.  $P_{aj}$  vs  $P_{oj}$  (cf. eqn. 5) in relation to film's specific treatment energy ( $E_j$ ); film thickness as in Fig. 3

Rysunek 7 stanowi graficzne przedstawienie wyników obliczeń procentowego udziału pracy  $P_{aj}$  w pracy  $P_{oj}$ , przeprowadzonych na podstawie zależności (5). Można więc zauważyć, że wraz ze wzrostem jednostkowej energii aktywowania maleje udział  $P_{aj}$  w  $P_{oj}$ . Jest to spowodowane wzrostem wytrzymałości złącz adhezyjnych i tym samym zwiększeniem wartości  $P_r$  [czyli

zmniejszeniem licznika w ułamkowej zależności (5)] podczas próby oddzierania. Przebiegi tej zależności w odniesieniu do wszystkich badanych folii mają w przybliżeniu charakter liniowy, przy czym w przypadku folii grubości 50 μm i 70 μm (krzywe 1 i 2) są one zbliżone do siebie, natomiast folia grubości 150 μm (krzywa 3) charakteryzuje się znacznie powolniejszym spadkiem udziału  $P_{aj}$  w  $P_{oj}$  wraz ze wzrostem  $E_j$ .

## WNIOSKI

— Wraz ze wzrostem jednostkowej energii aktywowania  $E_j$  folii polietylenowej znacznie wzrasta wytrzymałość adhezyjna złącz zawierających tę folię.

— Jednostkowa praca oddzierania złącza adhezyjnego folii aktywowanej i kleju akrylowego w przypadku największej badanej przez nas wartości  $E_j = 7,5$  kJ/m<sup>2</sup> i folii grubości 70 μm jest prawie dwudziestoczekrotnie większa niż praca oddzierania odpowiedniego złącza zawierającego folię nieaktywowaną. Zwłaszcza szybki wzrost wartości jednostkowej pracy oddzierania występuje w przedziale:  $0 \leq E_j \leq 2$  kJ/m<sup>2</sup>. Procentowe zwiększenie tej wartości dotyczące  $E_j = 2$  kJ/m<sup>2</sup> w przypadku złącz adhezyjnych z folią grubości 50 μm, 70 μm i 150 μm wynosi odpowiednio 793%, 1187% i 1662%.

— Wraz ze wzrostem jednostkowej energii aktywowania rośnie praca rozciągania, związana z oddzieleniem badanych złącz adhezyjnych, przy czym wzrost ten w przedziale wartości  $0 \leq E_j \leq 3$  kJ/m<sup>2</sup> ma w przybliżeniu charakter liniowy.

— Błąd oszacowania jednostkowej pracy adhezji na podstawie wyników próby oddzierania wzrasta wraz ze wzrostem jednostkowej energii aktywowania badanej folii. Jest to związane ze zwiększeniem wzajemnej adhezji folii polietylenowej i kleju akrylowego, co powoduje wzrost wydłużenia próbek tej folii podczas próby oddzierania. Błąd ten w zakresie  $E_j$  przyjmowanym w procesach technologicznego przygotowania warstwy wierzchniej folii polietylenowej ( $E_j \leq 2$  kJ/m<sup>2</sup>) nie przekracza 9% i nieznacznie różni się w przypadku poszczególnych folii różnej grubości. Maksymalna wartość tego błędu w badanym przez nas przedziale wartości  $E_j$  dochodzi do 29% (gdy  $E_j = 7,5$  kJ/m<sup>2</sup>).

## LITERATURA

1. Gołębiewski J.: *Polimery* 1998, **43**, 59.
2. Norma PN ISO 11339.
3. Norma ASTM D 903.
4. Norma ASTM D 3167.
5. Norma ASTM D 1791.
6. Żenkiewicz M.: *Zesz. Nauk. Pol. Śląskiej* nr 1052, *Mechanika*, z. 98, Gliwice 1990.
7. Żenkiewicz M., Gołębiewski J.: "Ocena energii plenok vo vremya issledovaniya adgezionnykh so-

- edinienii", The International Research Conference: "Modern Problems of Mechanics and Mathematics", Ukrainian National Academy of Science, Lwów, 25—29 maja 1998 r.
8. Saechtling J.: "Tworzywa sztuczne — Poradnik", WNT, Warszawa 2000.
  9. *Polskie zgłosz. pat.* nr P 329 247 (1998).
  10. Norma PN-81/C-89092.
  11. Gołębiewski J., Żenkiewicz M.: "Polimery i kompozyty konstrukcyjne", *Prace Nauk. Katedry Budowy Maszyn* nr 1/98, 203, Politechnika Śląska, Gliwice 1998.

Otrzymano 10 V 2000 r.

## Z PRAC KOMISJI NOMENKLATURY MAKROMOLEKULARNEJ IUPAC

### IUPAC RECOMMENDATIONS ON NOMENCLATURE AND SYMBOLS

#### Macromolecular Division

#### Commission on Macromolecular Nomenclature

#### GENERIC SOURCE-BASED NOMENCLATURE FOR POLYMERS

#### Provisional Recommendations

#### SYNOPSIS

The commission has already published two documents on the source-based names of linear copolymers and nonlinear polymers; however, in some cases this nomenclature leads to ambiguous names. The present document proposes a generic source-based nomenclature that solves these problems and yields clearer source-based names. A generic source-based name comprises two parts:

1. a polymer class (generic) name followed by a colon; and
2. the actual or hypothetical monomer name(s), parenthesized in the case of a copolymer.

The formula, the structure-based name, the source-based name, and the generic source-based name are given for each example in the document. In some cases, only generic source-based nomenclature gives unambiguous names — for example, when a polymer has more than one name or when it is obtained through a series of intermediate structures. The rules concern mostly polymers with one or more types of functional group or heterocyclic system in the main chain, but to some extent

they are also applicable to polymers with side-groups, carbon-chain polymers such as vinyl or diene polymers, spiro and cyclic polymers, and networks.

#### Comments by 28 February 2001

To Prof. Ernest Maréchal  
Laboratoire de Synthèse Macromoléculaire  
Université Pierre et Marie Curie (Paris VI)  
Boîte 184 — Tour 54  
4e étage, 4 place Jussieu  
F-75252 Paris Cédex 05  
France  
Tel.: +33-1-44-27-38-04  
Fax: +33-1-44-27-70-54  
E-mail: [marechal@ccr.jussieu.fr](mailto:marechal@ccr.jussieu.fr)

All Provisional Recommendations available for comments are disseminated through the IUPAC website: <http://www.iupac.org/reports/provisional/index.html>.

The full text of "Generic Source-Based Nomenclature for Polymers" is accessible directly: [http://www.iupac.org/reports/provisional/abstract00/marechal\\_280201.htm1](http://www.iupac.org/reports/provisional/abstract00/marechal_280201.htm1)