

## BADANIA MECHANICZNYCH I OPTYCZNYCH WŁASNOŚCI POLIMETAKRYLANU METYLU MODYFIKOWANEGO FTALANEM DWUBUTYLU\*)

BOGDAN MICHAŁSKI (WARSZAWA)

### 1. Uwagi wstępne

Wszystkie znane obecnie przezroczyste tworzywa sztuczne wykazują w mniejszym lub większym stopniu efekt dwójłomności wymuszonej, czyli są czułe optycznie. Czułość optyczna, jaką odznaczają się tworzywa sztuczne, nie stanowi w ogromnej większości przypadków przeszkody w ich użyciu. Istnieją jednak również takie sytuacje, gdy od materiału wymaga się nie tylko określonych własności mechanicznych, dobrej obrabialności i przezroczystości, lecz żąda się ponadto, aby miał on możliwie najmniejszą dwójłomność wymuszoną i pozostawał jednorodny pod względem optycznym nawet przy stosunkowo dużym obciążeniu. Materiały takie są w szczególności potrzebne w pewnych rodzajach badań elastooptycznych. Tak na przykład, pewne elementy urządzeń do obciążania modeli elastooptycznych muszą być wykonywane z materiałów o możliwie niewielkiej czułości optycznej. Materiały takie mogą również okazać się przydatne w niektórych przypadkach do budowy prowizorycznych układów optycznych.

Jeśli wymagania odnośnie braku efektu dwójłomności wymuszonej nie są zbyt wysokie, wówczas użyć można często zwykłego handlowego polimetakrylanu metylu (znanego pod handlowymi nazwami metapleks, plexiglas, perspex i lucite). Jest to bowiem materiał mający czułość optyczną kilkunastokrotnie niższą od czułości optycznej typowych żywic epoksydowych i poliestrowych, a ponadto odznaczający się korzystnymi własnościami mechanicznymi, stosunkowo dużą wytrzymałością ( $\sigma_r = 750\text{—}1200 \text{ kG/cm}^2$ ) i wysoką granicą proporcjonalności, dobrą obrabialnością, zadowalającą przezroczystością i stosunkowo niskim kosztem.

Istnieją jednak przypadki, gdy od materiału żąda się, by wykazywał on w tak niewielkim stopniu efekt dwójłomności wymuszonej, że nie można użyć wówczas zwykłego handlowego polimetakrylanu metylu. Największe wymagania pod względem braku czułości optycznej stawia się materiałom używanym do wykonywania modeli do trójwymiarowych badań elastooptycznych metodą warstwy czynnej optycznie.

Metoda ta, należąca do klasycznych metod trójwymiarowej elastooptyki, polega na wykonaniu modelu z materiału nieczułego optycznie i wklejeniu w miejscu rozpatrywanego przekroju warstwy materiału o identycznych własnościach mechanicznych, lecz wykazującego czułość optyczną. Przy prześwietlaniu tak wykonanego modelu w polaryskopie elastooptycznym rejestrujemy obrazy izochrom i izoklin w analizowanym płas-

\*) Badania prowadzono w Pracowni Doświadczalnej Analizy Naprężeń IPPT — PAN

kim przekroju modelu. Czytelnicy interesujący się tą metodą znaleźć mogą bardziej szczegółowe informacje o niej na przykład w pracy [1].

W metodzie warstwy optycznie czynnej żąda się, aby czułość optyczna materiału modelowego była wielokrotnie (100 lub więcej razy) mniejsza niż czułość optyczna typowych żywic epoksydowych i co najmniej dziesięciokrotnie mniejsza od czułości optycznej zwykłego handlowego polimetakrylanu metylu.

Jak wiadomo z literatury, zmniejszenie czułości optycznej polimetakrylanu metylu osiągnąć można modyfikując go ftalanem dwubutyłu. Zwiększając stopniowo zawartość ftalanu dwubutyłu otrzymujemy materiał o coraz to mniejszej czułości optycznej aż wreszcie, po przekroczeniu pewnej granicznej wartości, materiał o przeciwnym znaku efektu optycznego<sup>1)</sup>.

Jednak pomimo tego, że polimetakrylan metylu modyfikowany ftalanem dwubutyłu wykorzystywany był przez wielu autorów do wykonywania modeli elastoptycznych z warstwą czynną optycznie, autorzy posługujący się tym materiałem w badaniach elastoptycznych nie przeprowadzali na ogół jego dokładnego wzorcowania i w publikacjach ich brak jest nie tylko dokładniejszych danych odnośnie technologii wykonania i własności użytego materiału, lecz najczęściej nie podają oni nawet dokładnego składu tego materiału.

W tej sytuacji autor artykułu, przystępując do trójwymiarowych badań elastoptycznych na modelach z warstwą czynną optycznie, uznał za celowe i wskazane przeprowadzenie dokładnych badań wzorcujących materiału modelowego, mających na celu nie tylko wyznaczenie doraźnych własności optycznych, jak i mechanicznych, lecz również własności reologicznych w praktycznie interesującym przedziale czasu.

Rezultaty tych badań opisano w niniejszej pracy.

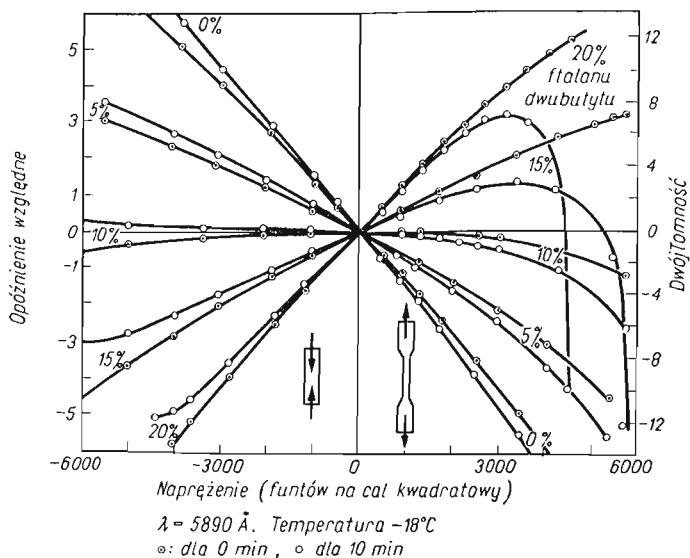
## 2. Własności modyfikowanego polimetakrylanu metylu

Cechy specjalnego polimetakrylanu metylu modyfikowanego ftalanem dwubutyłu nie są jeszcze dobrze znane, w przeciwieństwie do zwykłego polimetakrylanu metylu, którego własności zbadano przy różnych zakresach obciążeń i dla którego zaproponowano kilka sposobów opisu cech mechanicznych i optycznych [2, 3, 4, 5, 6]. Jedną z nielicznych publikacji, zawierających nieco więcej danych o optycznych i mechanicznych własnościach tego materiału, jest praca [7], której autorzy przeprowadzili badania kilku składów polimetakrylanu metylu o różnej zawartości ftalanu dwubutyłu.

Jednym z ważniejszych praktycznie spostrzeżeń zawartych w powyższej pracy jest stwierdzenie, że polimetakrylan metylu o znacznej zawartości ftalanu dwubutyłu wykazuje

<sup>1)</sup> Zazwyczaj przyjmuje się, że dwójłomność ma znak dodatni, gdy materiał ma cechy dodatniego kryształu jednoosiowego i znak ujemny — gdy materiał ma cechy ujemnego kryształu. W pracy przyjęto odwrotną konwencję znaków w celu uzyskania lepszej czytelności otrzymanych wykresów pełzania. Przy przyjęciu normalnej konwencji znaków zarejestrowane efekty optyczne miałyby w większości znak ujemny i krzywe pełzania musiałyby wówczas znajdować się po stronie ujemnych wartości.

inną dwójłomność przy ściskaniu, aniżeli przy rozciąganiu w przeciwieństwie do zwykłego polimetakrylanu metylu, który zachowuje się podobnie przy rozciąganiu i ściskaniu. Modyfikowany polimetakrylan odznacza się liniową zależnością efektu optycznego od naprężenia w dosyć szerokim zakresie przy naprężeniach ściskających i wyraźnie nieliniową przy naprężeniach rozciągających (rys. 1).



Rys. 1. Zależność efektu optycznego od naprężenia dla polimetakrylanu metylu o różnej zawartości ftalanu dwubutylny, według badań Lamble'a i Dahmoucha [7]

Ze stwierdzenia nieliniowej zależności efektu optycznego modyfikowanego polimetakrylanu metylu od naprężenia wyływają ważne wnioski natury praktycznej.

Tak więc w przypadku użycia tego materiału do wykonania modeli elastoptycznych lub elementów urządzeń obciążających nie jest możliwe dobranie bezwzględnie optymalnego składu i przy ustalaniu najodpowiedniejszej zawartości modyfikatora należy brać pod uwagę konkretne warunki badania: średnią wartość i znak naprężenia w analizowanej strefie (inna będzie optymalna zawartość modyfikatora w przypadku przewagi naprężeń rozciągających, a inna w przypadku dominujących naprężeń ściskających), przewidywany czas badania itd.

Badania przeprowadzone przez LAMBLE'A i DAHMOUCHA [7] rzuciły ciekawe światło na własności optyczne modyfikowanego polimetakrylanu metylu i wyniki ich są cenne z praktycznego punktu widzenia, nie wyjaśniły one jednak w pełni cech tego materiału. Autorzy pracy ograniczyli się zasadniczo do stwierdzenia faktu optycznej nieliniowości i nie pokusili się o dokładniejsze wyjaśnienie reologicznych własności optycznych zbadanego materiału. Autorzy przeprowadzali pomiary jedynie bezpośrednio po obciążeniu i po upływie 10 minut od chwili przyłożenia obciążenia, co stanowi zbyt krótki okres czasu jak na potrzeby typowego badania elastoptycznego.

### 3. Przedmiot i opis badań

Przeprowadzone badania miały na celu:

1. Ustalenie wpływu zawartości ftalanu dwubutyłu na własności optyczne i mechaniczne zmodyfikowanego polimetakrylanu metylu przy krótkotrwałym obciążeniu oraz ustalenie optymalnej zawartości modyfikatora dla określonego poziomu naprężeń i warunków badania.

2. Poznanie aktywnego pełzania optycznego zmodyfikowanego polimetakrylanu metylu przy stałym obciążeniu i pełzania odwrotnego. Ustalenie dopuszczalnego czasu badania modelu elastoptycznego wykonanego ze zmodyfikowanego polimetakrylanu metylu przy założonej dokładności wyników.

3. Stwierdzenie, czy zmodyfikowany polimetakrylan metylu może być uważany za materiał o liniowej charakterystyce.

4. Stwierdzenie, czy w zmodyfikowanym polimetakrylanie metylu istnieje wprost proporcjonalna zależność pomiędzy odkształceniem a dwójłomnością, podobnie jak w zwykłym polimetakrylanie metylu.

Badania wpływu zawartości ftalanu dwubutyłu na własności optyczne i mechaniczne zmodyfikowanego polimetakrylanu metylu podzielonego na trzy etapy. Pierwszy etap obejmował badania, mające na celu wstępne poznanie cech różnych materiałów o zawartości modyfikatora różniącej się w dość szerokim zakresie<sup>2)</sup>. W drugim etapie zawężono zakres badań do kilku składów, w obrębie których spodziewano się składu optymalnego i wytypowano dwa optymalne składy polimetakrylanu metylu: materiał najodpowiedniejszy do badania modeli z przewagą naprężeń rozciągających i materiał najwłaściwszy dla naprężeń ściskających. Trzeci etap badań obejmował dokładne badania reologicznych własności optycznych materiałów uznanych za najlepsze.

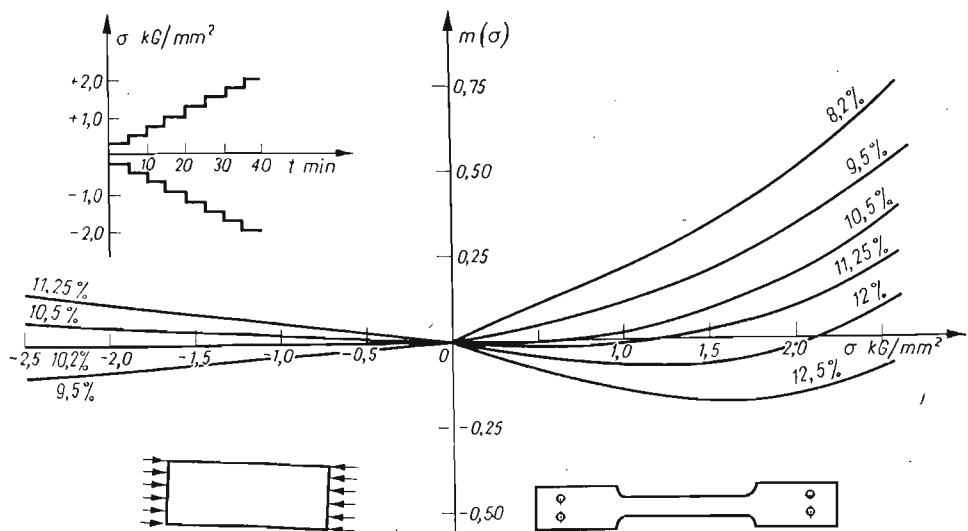
Badania pierwszego etapu przeprowadzono na dwóch rodzajach próbek. Zachowanie się materiału przy naprężeniach rozciągających badano na próbkach o kształcie «wioselka»; długość części prostokątnej próbki wynosiła 120 mm, zaś jej przekrój 10 × 5 mm. Do badania własności materiału przy naprężeniach ściskających użyto próbek o kształcie prostopadłościennym o wymiarach 40 × 40 × 90 mm.

Badane próbki były umieszczone w przestrzeni pomiarowej polaryskopu o rozproszonym źródle monochromatycznego światła sodowego. Żądany program jednoosiowego rozciągania realizowano za pośrednictwem układu dźwigniowego, zapewniającego płynne przykładanie i zdejmowanie obciążenia. Badania prowadzono w temperaturze pokojowej.

Osiowe wydłużenie próbek mierzono za pośrednictwem ekstensometru zegarowego Schoppera o bazie pomiarowej 50 mm i działce elementarnej 1/100 mm. Dwójłomność wymuszoną w płaszczyźnie próbki mierzono metodą kompensacji goniometrycznej SENARMONTA. Dokładność zastosowanej metody pomiaru efektów optycznych wynosząca około  $\pm 0,01$  rzędu iz. uważana być może za wystarczającą, nawet jeśli zważyć, że wartości rejestrowanych efektów optycznych były niewielkie i nie przekraczały zasadniczo wartości 0,5 rzędu iz.

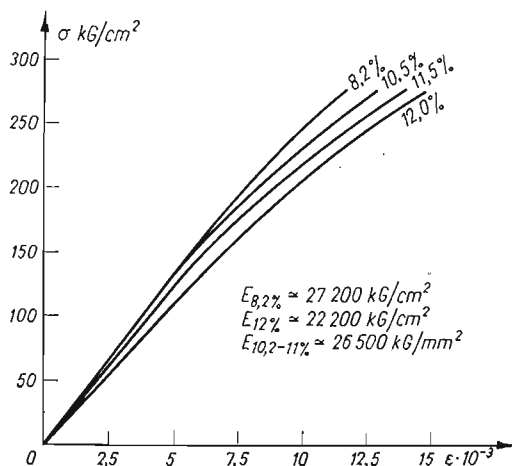
<sup>2)</sup> Próbki polimetakrylanu metylu o różnej zawartości ftalanu dwubutyłu wykonane były w Zakładach Chemicznych w Oświęcimiu przez p. Tadeusza Krawczyka pod kierunkiem mgr inż. Grzegorzewicza.

Pomiary prowadzono przy skokowo wzrastającym obciążeniu. Program obciążenia przyjęto taki sam przy badaniu próbek rozciąganych, jak i przy badaniu próbek ściskanych. Na rys. 2 przedstawiono otrzymane wykresy  $m(\sigma)$ . Wartości  $m(\sigma)$  na rys. 2 i następujących



Rys. 2. Zależność dwójmowności od naprężenia dla polimetakrylanu metyłu o różnej zawartości ftalanu dwubutyłu przy schodkowym wzroście naprężenia, według badań autora

srowadzono do jednostkowej grubości modelu, co pozwala na ich porównywalność. Na rys. 3 widoczne są krzywe zależności  $\epsilon(\sigma)$  dla czterech spośród zbadanych materiałów, wyznaczone przy naprężeniach rozciągających.



Rys. 3. Zależność odkształcenia od naprężenia dla polimetakrylanu metyłu o różnej zawartości ftalanu dwubutyłu przy naprężeniach rozciągających

Analiza uzyskanych wyników pozwala na wyciągnięcie dwóch wniosków:

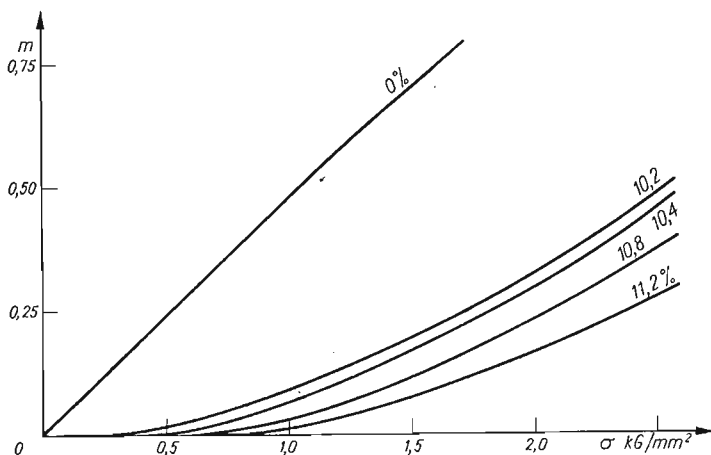
a) Polimetakrylan metylu o znacznej zawartości ftalanu dwubutyłu (w granicach od 8 do 12%) wykazuje zasadniczo w dość dużym zakresie liniową zależność  $\varepsilon(\sigma)$ , tak przy naprężeniach ściskających, jak i rozciągających. Pozostaje to w widocznej sprzeczności z efektami optycznymi tego materiału (zależność  $m(\sigma)$  w przypadku naprężeń rozciągających jest wyraźnie nieliniowa).

b) Jak widać z wykresu  $\varepsilon(\sigma)$ , zawartość ftalanu dwubutyłu ma tylko nieznaczny wpływ na cechy mechaniczne materiału. Tak na przykład, zmiana ilości modyfikatora w granicach od 10,2 do 11,2% towarzyszy zmiana «umownego modułu sprężystości» o około 5%. Jest to istotne spostrzeżenie. Opierając się na nim można było bowiem w dalszym ciągu poniechać pomiarów odkształceń i ograniczyć się wyłącznie do pomiaru efektów optycznych. Pozwoliło to na uproszczenie techniki laboratoryjnej badania.

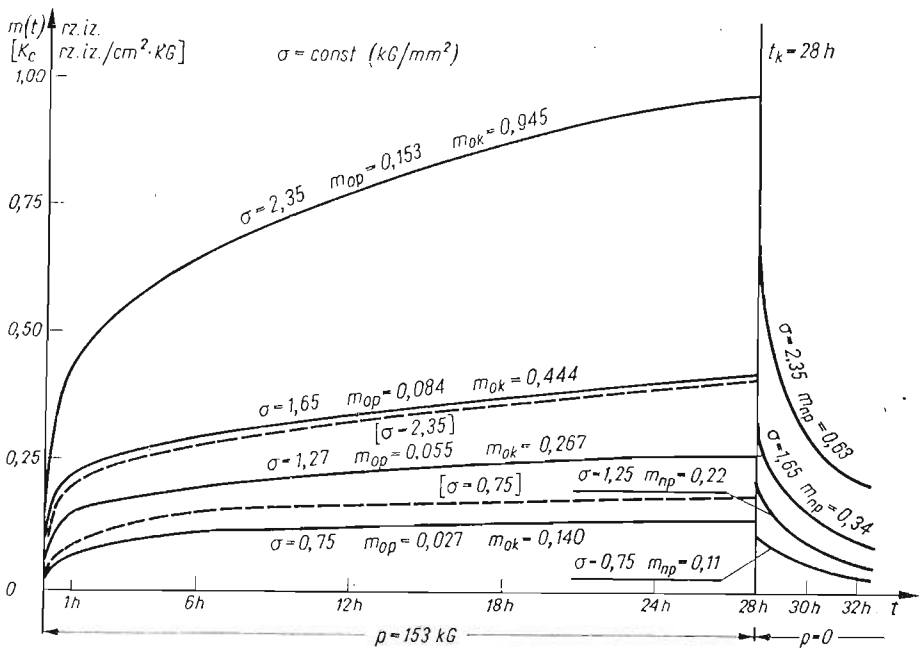
Badania drugiego etapu dotyczyły materiałów wyselekcjonowanych w poprzednim etapie. Badania przy naprężeniach ściskających prowadzono, podobnie jak poprzednio, na próbkach o kształcie prostokątnym o wymiarach  $40 \times 40 \times 90$  cm. W etapie tym zbadano własności optyczne materiałów o trzech różnych zawartościach ftalanu dwubutyłu równych: 10,4%, 10,2% i 10,0%. Otrzymane wyniki doprowadziły do ustalenia składu materiału o minimalnej czułości optycznej przy naprężeniach ściskających. Za optymalny uznano materiał zawierający 10,2% ftalanu dwubutyłu. Stwierdzono, że materiał o tym składzie ma bardzo wysoką stałą materiałową ( $K_1 \approx 10\,000$  kG/cm rząd).

Badania materiałów przy naprężeniach rozciągających prowadzono na próbkach o zbieżnym kształcie strefy pomiarowej. Zastosowanie tych próbek przyczyniło się do znacznego uproszczenia i przyspieszenia badań, gdyż przy tym sposobie można otrzymać wykresy pełzania przy różnych poziomach obciążenia analizując poszczególne przekroje jednej próbki.

Na rys. 4 przedstawiono otrzymane wykresy zależności  $m(\sigma)$  dla materiałów o różnych składach. Na rysunku tym naniesiono ponadto wykres  $m(\sigma)$  dla handlowego polimeta-

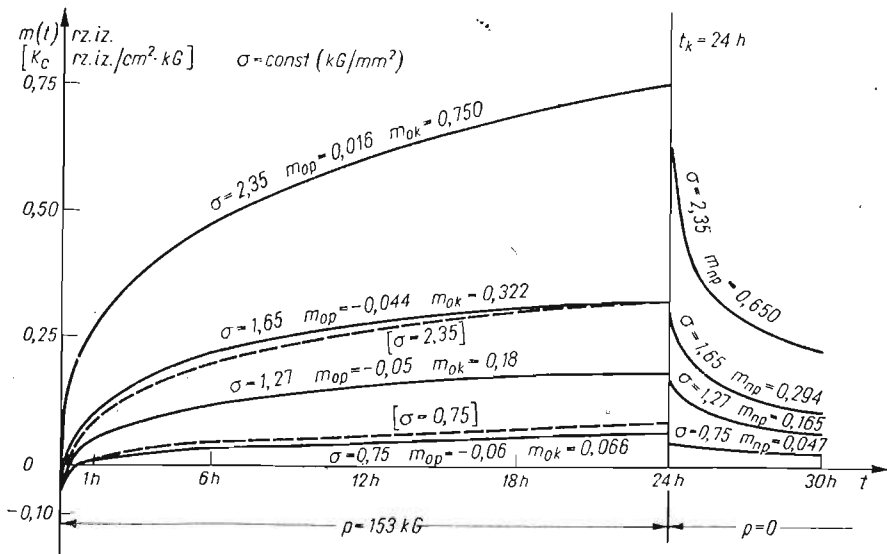


Rys. 4. Zależność  $m(\sigma)$  dla polimetakrylanu metylu o różnej zawartości ftalanu dwubutyłu przy stałych naprężeniach rozciągających ( $t = 1$  godz)



Rys. 5. Pełzanie optyczne polimetakrylanu metylu zawierającego 10,2% ftalanu dwubutyly; czas badania — 32 godziny

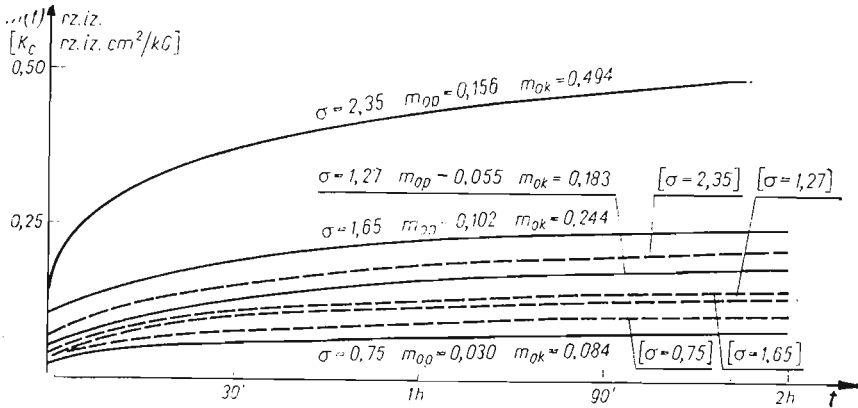
$m_{op}$  — efekt elastoopptyczny zmierzony bezpośrednio po przyłożeniu obciążenia,  $m_{ok}$  — efekt elastoopptyczny zmierzony po upływie 28 godz. od chwili przyłożenia obciążenia,  $m_{np}$  — efekt elastoopptyczny zmierzony po upływie 4 godz. od chwili odciążenia



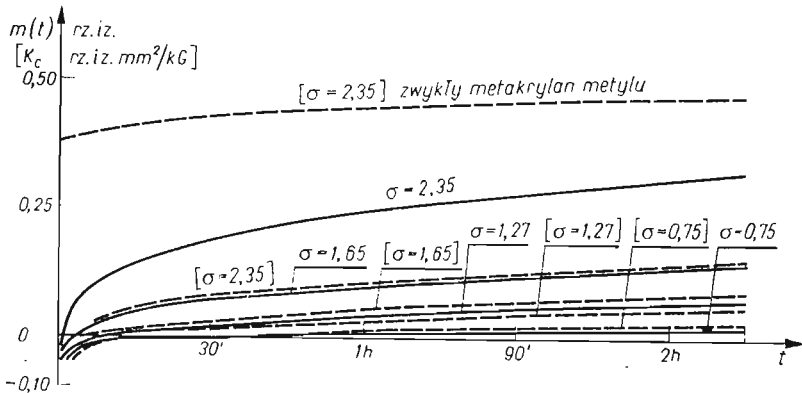
Rys. 6. Pełzanie optyczne polimetakrylanu metylu zawierającego 11,2% ftalanu dwubutyly; czas badania — 32 godziny

$m_{op}$  — efekt elastoopptyczny zmierzony bezpośrednio po przyłożeniu obciążenia,  $m_{ok}$  — efekt elastoopptyczny zmierzony po upływie 24 godz. od chwili przyłożenia obciążenia,  $m_{np}$  — efekt elastoopptyczny zmierzony po upływie 6 godz. od chwili odciążenia

krylanu metylu, nie zawierającego ftalanu dwubutyli. Otrzymane wykresy różnią się nieco od wykresów dla analogicznych materiałów uzyskanych w poprzednim etapie, gdyż odpowiadają one stałej wartości obciążenia, podczas gdy badania poprzedniego etapu prowadzono przy obciążeniu schodkowym. Za najlepszy materiał dla naprężeń rozciągających uznano materiał zawierający 11,2% ftalanu dwubutyli.



Rys. 7. Pełzanie optyczne polimetakrylanu metylu zawierającego 10,2% ftalanu dwubutyli w ciągu pierwszych dwóch godzin od chwili przyłożenia obciążenia  
 $m_{op}$  — efekt elastooptyczny zmierzony bezpośrednio po przyłożeniu obciążenia,  $m_{ok}$  — efekt elastooptyczny zmierzony po upływie 2 godz. od chwili przyłożenia obciążenia



Rys. 8. Pełzanie optyczne polimetakrylanu metylu zawierającego 11,2% ftalanu dwubutyli w ciągu pierwszych dwóch godzin od chwili przyłożenia obciążenia

Trzeci etap badań miał na celu, jak już wspomniano, poznanie optycznych własności reologicznych dwóch wyselekcjonowanych materiałów. Badanie ograniczono do zakresu naprężeń rozciągających i przeprowadzono je na próbkach o kształcie «wioselka». Badano pełzanie aktywne przy stałym obciążeniu, przy różnych poziomach naprężenia i pełzanie odwrotne po obciążeniu próbki. Na rys. 5 i 6 uwidoczniiono krzywe pełzania aktywnego



i odwrotnego dla całego zakresu badania, zaś na rys. 7 i 8 — przedstawiono w większej skali krzywe pełzania aktywnego tych samych materiałów dla najbardziej interesującego początkowego okresu badania.

#### 4. Analiza wyników badania

Wyraźnie reologiczny charakter cech optycznych polimetakrylanu metylu modyfikowanego ftalanem dwubutyli nasuwa podstawowe pytanie, czy zaobserwowane efekty mieszczą się w ramach związków fizycznych liniowych względem naprężenia. Zbadać to można najwygodniej w oparciu o zasadę superpozycji, analogiczną do zasady superpozycji BOLZMANN, którą dla wypadku pełzania odpowiadającego jednowymiarowemu stanowi naprężenia wyrazić można wzorem

$$m(t) = \int_0^t K_c(t-\tau)m(\tau)d\tau,$$

gdzie  $m$  jest zmierzonym efektem optycznym, występująca zaś pod całką funkcja  $K_c$ , zwana funkcją pełzania optycznego, ma postać

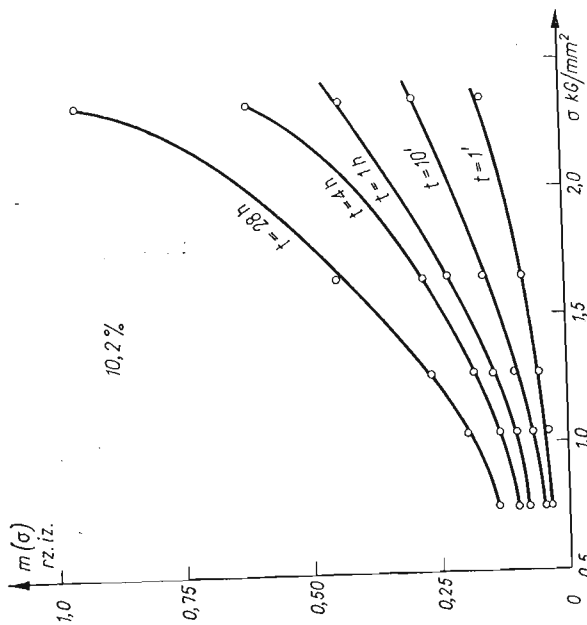
$$K_c(t, \sigma) \stackrel{\text{def}}{=} \frac{m_c(t, \sigma_0)}{\sigma_0};$$

$m_c$  oznacza zarejestrowany efekt optyczny przy aktywnym pełzaniu.

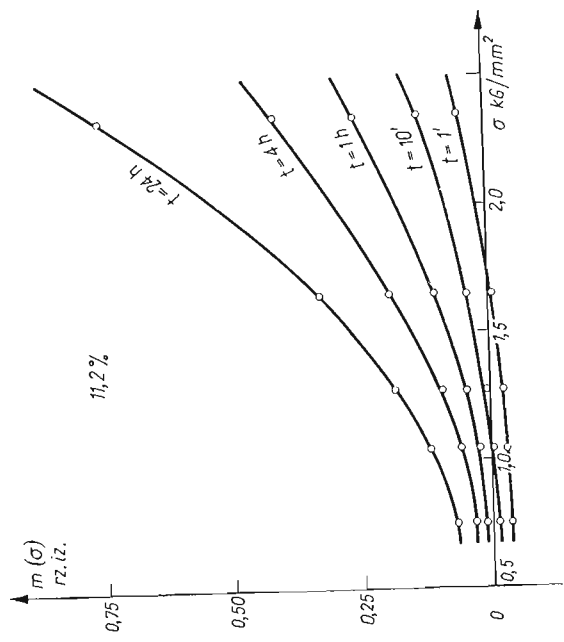
Jeśli zachowanie się materiału jest liniowe, wówczas funkcja pełzania zależy jedynie od czasu i reprezentuje własności optyczne rozpatrywanego materiału. Tak więc, dla materiału liniowego wartości tej funkcji muszą być niezależne od naprężenia. Wynika stąd, że chcąc sprawdzić, czy badany materiał jest liniowy wystarczy obliczyć odpowiednie funkcje pełzania oraz stwierdzić, czy są one niezależne od naprężenia.

Na rys. 5—8 wykreślono przerywanymi liniami funkcje pełzania dla różnych poziomów naprężenia. Już pobieżna analiza pozwala stwierdzić, że funkcje te są wyraźnie zależne od naprężenia; świadczy to o silnej nieliniowości materiału. Charakter tej nieliniowości jest jeszcze lepiej widoczny z wykresów przedstawionych na rys. 9—12, na których uwidoczniono zależności  $m(\sigma)$  i  $K_c(\sigma)$  dla kilku wybranych czasów dla obu zbadanych materiałów. W przypadku materiału liniowego zależności  $K_c(\sigma)$  powinny mieć postać prostych równoległych do osi  $x$ . Nachylenie krzywych  $K_c = K_c(\sigma)$  może być miarą nieliniowości.

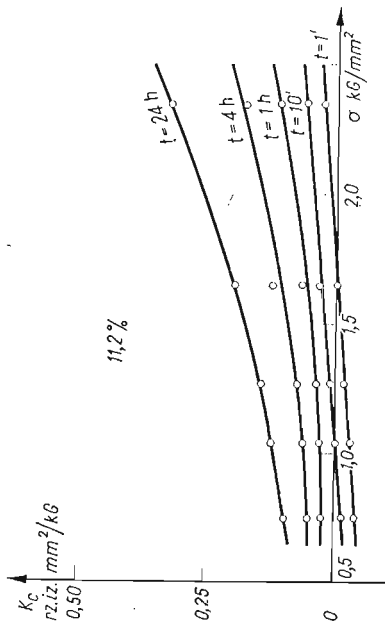
Na zakończenie warto zwrócić uwagę na jeszcze jeden szczegół. W pracy ABAUDA [4] stwierdzono, że w zwykłym polimetakrylanie metylu istnieje wprost proporcjonalna zależność pomiędzy odkształceniami a dwójłomnością wymuszoną. Analogiczny wynik otrzymano także w pracy [7]. W przypadku polimetakrylanu modyfikowanego ftalanem dwubutyli zjawisko to nie zachodzi. Przekonać się o tym można wykreślając zależność pomiędzy  $K_c$  a  $J_c$  ( $J_c$  — funkcja pełzania mechanicznego). Gdyby zachodziła bowiem proporcjonalność pomiędzy odkształceniami a dwójłomnością wówczas punkty  $K_c$ — $J_c$  musiałyby leżeć na prostej przechodzącej przez początek układu. Tak jednak nie jest, punkty te nie leżą na prostej.



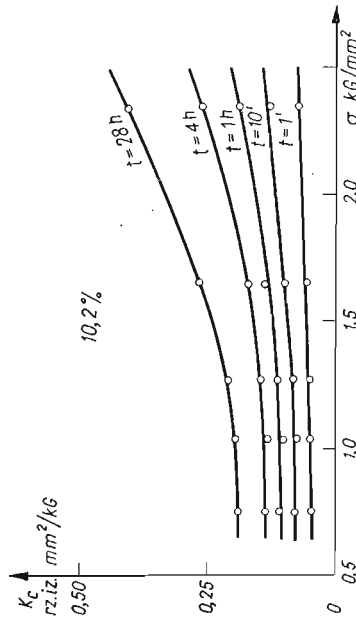
Rys. 9. Zależność  $m(\sigma)$  dla polimetakrylanu metylu zawierającego 10,2% ftalanu dwubutylu przy różnych czasach obciążenia



Rys. 10. Zależność  $m(\sigma)$  dla polimetakrylanu metylu zawierającego 11,2% ftalanu dwubutylu przy różnych czasach obciążenia



Rys. 12. Zależność  $K_c$  ( $\sigma$ ) dla polimetakrylanu metylu zawierającego 11,2% łałanu dwubutyłu przy różnych czasach obciążenia



Rys. 11. Zależność  $K_c$  ( $\sigma$ ) dla polimetakrylanu metylu zawierającego 10,2% łałanu dwubutyłu przy różnych czasach obciążenia

## Literatura cytowana w tekście

1. R. S. DOROSZKIEWICZ, J. LIETZ, B. MICHALSKI, *Metody warstwy elastoptycznej w zastosowaniu do modelowania badania przestrzennych zagadnień kontaktowych*, Rozpr. Inż., 3, 15 (1967), 457 - 458.
2. J. T. PINDERA, *Reologiczne własności materiałów modelowych*, WNT, Warszawa 1962.
3. J. MARTIN, J. E. GRIFFITH, *Creep relaxation of plexiglas IIA for simple stress*, Jour. of the Engin. Mech. Div., Proc. of ASCE, 6 (1956).
4. J. ABAUD, *Recherches sur la relation contrainte-birefringence dans le plexiglas M 222*, Rech. Aero., 26 (1952), 31 - 39.
5. H. WOLF, *Spannungsoptik*, Springer-Verlag, Berlin. Göttingen, Heidelberg 1961.
6. H. A. ROBINSON, R. RUGGY, E. SLANTH, Jour. of Appl. Phys., 15 (1944), 343.
7. J. H. LAMBLE, E. S. DAHMOUCH, *Photoelastic properties of plasticized polymethyle methacrylate in the glassy state*, Brit. Jour. of Appl. Phys., 6 (1958).
8. A. DRESCHER, B. MICHALSKI, *Reologiczne, mechaniczne i optyczne własności polimetakrylanu metylu w warunkach złożonej historii obciążenia*, Mech. Teor. i Stos. 2, 9 (1971), 241 - 261.

## Р е з ю м е

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ И ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
ПОЛИМЕТАКРИЛАНА МЕТИЛА МОДИФИЦИРОВАННОГО ФТАЛАНОМ  
ДВУБУТИЛА

В работе представлены результаты исследований полиметакрилана метила модифицированного фталаном двубутила. Цель этих исследований — установить влияние примеси фталана двубутила на оптические и механические свойства материала, а также найти количество фталана, при котором материал имеет минимальную оптическую чувствительность. Исследована активная и обратная ползучесть двух выбранных составов материала в практически существенном интервале времени.

## S u m m a r y

INVESTIGATION OF MECHANICAL AND OPTICAL PROPERTIES OF POLYMETHYL  
METACRYLATE MODIFIED WITH DI-BUTHYLE PHTALATE

The paper deals with the investigations of the mechanical and optical properties of polymethyl methacrylate modified with di-buthyle phtalate and with determination of the contents of di-buthyle phtalate at which the material obtained reveals the minimum optical sensitivity. Also investigated was the active and recovery creep at constant loading in the practically interesting time range for two materials of particular compositions.

INSTYTUT PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI PAN

*Praca została złożona w Redakcji dnia 7 kwietnia 1975 r.*