

P25

**Witold KORZEKWA^a, Piotr KORZEKWA^b, Anna KORZEKWA^a
i Wojciech MIAZGA^a**

^a PCDL Komed, 42-200 Częstochowa ul. Sobieskiego 54

^b Instytut Fizyki Akademii im. J. Długosza, 42-200 Częstochowa, al. Armii Krajowej 13/15

Przedstawienie wybranych parametrów i ich wpływ na własności polimerowych soczewek kontaktowych

Praca przedstawia analizę wybranych, istotnych parametrów soczewek kontaktowych, mających wpływ na ich właściwości i zastosowanie w okulistyce.

Parametry polimerów stosowanych jako materiał budujący soczewkę nagałkową są, ze względu na bliskość kontaktu jak i funkcję, porównywane z odpowiednimi właściwościami zdrowej rogówki.

Uzyskanie idealnych, uniwersalnych parametrów materiału jest niemożliwe, dlatego właściwości polimerów są w znacznym stopniu uzależnione od przeznaczenia soczewki.

Współczynnik załamania światła (n) większości polimerów wynosi pomiędzy 1,37 a 1,49 będąc porównywalnym w zakresie światła widzialnego do n rogówki równego ok. 1,37.

Na właściwości optyczne ma wpływ zarówno stopień uporządkowania makromolekuł, jak i usieciowanie struktury, a także plastyfikacja oraz gęstość materiału. Z tego względu kompozycja składu soczewek nie może być dowolnie modyfikowana. Na trwałość uzyskanych parametrów optycznych ma wpływ stabilność wiązań chemicznych. Rozpadające się wiązania doprowadzają do niestabilności struktury, czego efektem są zmętnienia i przebarwienia soczewek. Innym zagrożeniem pośrednio związanym ze strukturą materiału jest wchłanianie i magazynowanie substancji z zewnątrz, czego efekty mogą być zbliżone do wyżej opisanych.

Gęstość przezroczystych polimerów jest zwykle większa od gęstości rogówki, jednak uzyskiwane wartości nie są krytyczne [1, 3].

Właściwości mechaniczne dotyczą odporności soczewki na zniszczenie oraz jej zdolności do plastycznego odkształcania się i powrotu do stanu pierwotnego pod wpływem sił zewnętrznych.

Soczewka kontaktowa podczas użytkowania podlega niewielkim, ale przewlekłym przeciążeniom, spowodowanym uciskiem i ruchem powiek, a także istotnym, znacznie większym siłom, podczas czyszczenia mechanicznego.

Dla potrzeb technicznych określa się następujące parametry:

- moduł sprężystości — istotny z punktu widzenia długotrwałych przeciążeń;
- wytrzymałość — istotną podczas zakładania i czyszczenia soczewki.

Parametry powyższe pozwalają zakwalifikować soczewki do grupy miękkich lub twardych. Polimery soczewek twardych posiadają moduł sprężystości ok. 10^9 Pa (N/m^2), miękkich zaś 10^6 Pa. Polimery z modułem sprężystości poniżej 10^5 Pa nie nadają się do produkcji soczewek kontaktowych, mogłyby bowiem ulec zniszczeniu podczas mrugania powiekami.

Istotnym, bardzo użytecznym testem jest pomiar czasu powrotu materiału do stanu wyjściowego po deformacji. Makromolekuły polimerów w odróżnieniu od materiałów sprężystych mają tendencję do przeorganizowywania łańcuchów głównych i grup pobocznych pod wpływem czynników mechanicznych. Powrót do pierwotnego stanu obejmuje skończony czas, który należy uwzględnić, aby nie okazało się, że soczewka założona na rogówkę zmienia swoją krzywiznę praktycznie trwale, w okresie użytkowania [2, 5].

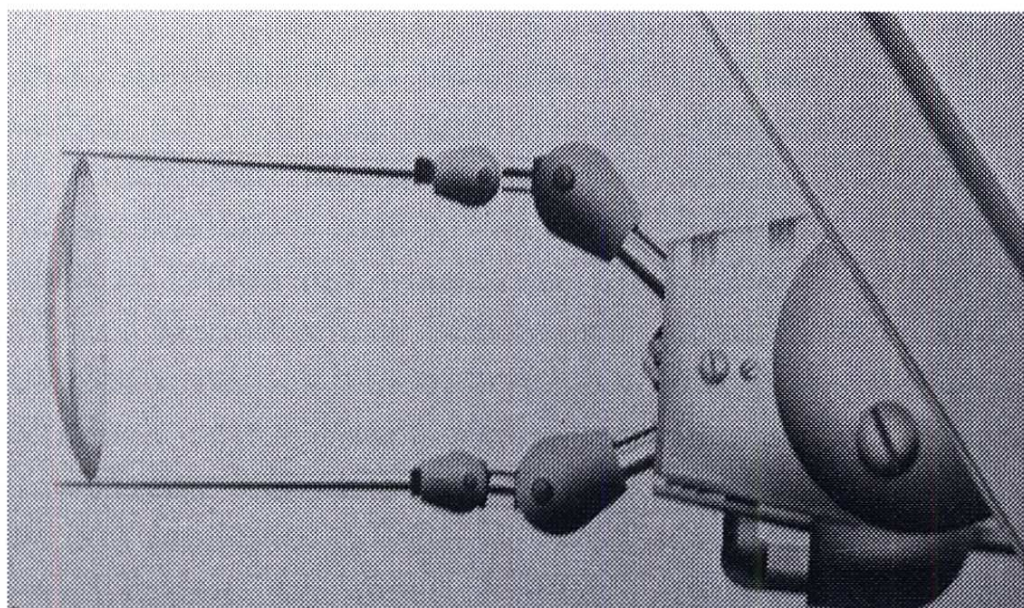
Z omówionym zagadnieniem wiąże się również pojęcie twardości materiału, właściwości złożonej, która określa zdolność przeciwstawiania się odkształceniom plastycznym. Na dzień dzisiejszy nie posiadamy niestety standaryzowanych testów określających twardość.

Rogówka nie posiadając własnych naczyń odżywczych jest uzależniona od środowiska zewnętrznego w zakresie transportu tlenu i wymiany substancji odżywczych. W procesach tych znaczenie kluczowe ma utrzymanie odpowiedniego środowiska wodnego na powierzchni rogówki. Parametrem określającym zdolność do rozplływania się cieczy na powierzchni ciała stałego jest zwilżalność. W praktyce najczęściej stosowaną techniką jest pomiar kąta granicznego, metoda prosta i niewymagająca skomplikowanej aparatury pomiarowej. Bezpośredniego pomiaru kąta granicznego dokonuje się na podstawie obrysu kropli lub pęcherzyka gazu po rzutowaniu na ekran. Im mniejszy jest kąt graniczny tym zwilżalność lepsza. Problem zwilżalności jest w istocie kwestią fizykochemicznie bardzo zawiłą. Doświadczenia kliniczne dowodzą, że kąt graniczny dla polimerów spełniających warunki dla zastosowania w produkcji soczewek kontaktowych, nie powinien przekraczać 65° . Znajomość samego kąta granicznego nie daje jednak możliwości pełnej oceny zachowań produktu w praktyce, umożliwia natomiast wyeliminowanie materiałów niebezpiecznych klinicznie.

Pokrewnym parametrem jest uwodnienie, istotne w przypadku hydrożelu. Uwodnienie, czyli równowaga zawartości wody ($[\text{m wody} / \text{m uwodnionego żelu}] \times 100\%$). Uwodnienie materiału związane jest z proporcją monomerów hydrofilowych i hydrofobowych użytych w procesie kopolimeryzacji i dotyczy

bezpośrednio kolejnego omawianego zagadnienia to jest przepuszczalności dla gazów [1, 4].

Soczewka kontaktowa stanowi barierę pomiędzy atmosferą a rogówką. Transport przez materiał odbywa się na drodze dyfuzji. Transport tlenu jest zakłócony dyfuzją innych gazów, np. azotu czy dwutlenku węgla. Współczynnik dyfuzji D zależy w znacznej mierze od charakterystyki strukturalnej polimeru. Wysiłki prowadzące do zmniejszenia ruchliwości łańcuchów makromolekuł i zwiększenia usieciowania polimeru wpływają niekorzystnie na stopień dyfuzji. Współczynnik podziału k zależy od zawartości w polimerze grup chemicznych wiążących tlen. Niektóre połączenia np. wiązania krzemowe w materiałach silikonowych znacznie zwiększają rozpuszczalność tlenu w polimerach. Stosowany przez producentów soczewek współczynnik przepuszczalności dla tlenu (Dk) jest parametrem o niskiej wiarygodności jako liczba bezwzględna. Wartość Dk jest bowiem zmienna w zależności od stosowanej techniki pomiarowej.



Fot. 1. Oznaczanie parametrów polimerowych soczewek kontaktowych

Polimery soczewek kontaktowych narażone są na zmiany pH, temperatury, promieniowanie UV. Zmiany ich struktury wywołane wpływem czynników mechanicznych i chemicznych muszą być odwracalne dla zachowania parametrów optycznych. Materiały soczewek pochłaniają wodę, co stanowi o pewnej niestabilności ich kształtu, najczęściej stają się bardziej płaskie. Poza stabilnością kształtu istotna jest trwałość polimerów, to jest szybkość ich procesu starzenia się. Polimery ulegają w miarę upływu czasu i pod wpływem czynników zewnętrznych degradacji, prowadzącej do rozpadu łańcuchów makromolekuł i zmiany usieciowania. W miarę starzenia się polimeru zmianie ulegają zarówno parametry optyczne jak i mechaniczne. Z tego względu zaleca się, mimo dużej stabilności współcześnie stosowanych materiałów, aby soczewki były wymieniane na nowe w optymalnym czasie nieprzekraczającym 30 dni.

Literatura

1. Langwińska-Wośko E., Ambroziak A.-M., *Soczewki kontaktowe w aspekcie dostępności tlenu dla rogówek* (Kontaktol. i Opt. Okul. 2001 (1): 79 – 81).
2. Melanowski W.H., *Optyka okulistyczna w obliczeniach* (PZWL, Warszawa, 1971).
3. Pankowska B., Wojciechowska I., *Soczewki kontaktowe* (Volumed, Wrocław, 1994).
4. Szymankiewicz S., *Soczewki kontaktowe w praktyce okulistycznej oraz powikłania* (Atlas Oftal Sp. z o.o., Warszawa 2001).
5. Cohen, J.P., *Physical Properties of Polimeric Gels* (Wiley, New York, 1996).