



(21) Numer zgłoszenia: **346823**

(22) Data zgłoszenia: **03.04.2001**

(51) Int.Cl.

**C08J 7/04 (2006.01)**

**B29D 11/00 (2006.01)**

**G02B 1/04 (2006.01)**

---

(54) **Sposób barwienia kształtek z poli(metakrylanu metylu)**

---

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**07.10.2002 BUP 21/02**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**31.12.2008 WUP 12/08**

(73) Uprawniony z patentu:

**Centralny Instytut Ochrony Pracy,  
Warszawa,PL**

**VIGO System Sp. z o.o.,Warszawa,PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**Grzegorz Owczarek,Łódź,PL**

**Janusz Kubrak,Piastów,PL**

**Zygmunt Kubacki,Łódź,PL**

**Ludomir Włodarski,Warszawa,PL**

(74) Pełnomocnik:

**Joanna Bocheńska**

(57) Przedmiotem wynalazku jest sposób barwienia kształtek z poli(metakrylanu metylu), zwłaszcza kontaktowych ochron oczu chroniących przed szkodliwym promieniowaniem laserowym o długości fali  $\lambda = 514$  nm. Sposób barwienia kształtek z poli(metakrylanu metylu) w kąpeli barwiącej polega na tym, że wstępnie przygotowuje się kąpiel barwiącą przez wygrzewanie roztworu wodnego barwnika w temperaturze  $(95 \pm 2)^\circ\text{C}$  przez okres około 1 godziny, a następnie zanurza się w niej kształtki po wstępnym odtłuszczeniu powierzchni. Utrzymuje się temperaturę kąpeli w zakresie  $(95 \pm 2)^\circ\text{C}$ , okresowo kontroluje się stan zabarwienia kształtki na pożądany kolor, a następnie po uzyskaniu pożądanego stopnia zabarwienia kształtki, przerywa się barwienie, kształtki płucze się w wodzie i suszy w temperaturze otoczenia. Do otrzymania kąpeli barwiącej stosuje się barwnik rozpuszczalny w wodzie i nie ulegający rozkładowi w temperaturze do  $100^\circ\text{C}$ .

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób barwienia kształtek z poli(metakrylanu metylu), zwłaszcza kontaktowych ochron oczu chroniących przed szkodliwym promieniowaniem laserowym o długości fali  $\lambda = 514$  nm. Lasery argonowe emitujące promieniowanie o tej długości fali używane są przy zabiegach chirurgicznych i kosmetycznych w okolicy oka.

Podczas zabiegów medycznych - polegających m.in. na naświetlaniu promieniowaniem laserowym miejsc bliskich gałce ocznej - okulary i gogle nie są w stanie zapewnić skutecznej ochrony oka narażonego na działanie promieniowania laserowego. W tym przypadku konieczne jest stosowanie tzw. kontaktowych ochron oczu. Ochrony tego typu, podobnie jak twarde soczewki kontaktowe, są bezpośrednio nakładane na gałkę oczną. Obecnie dostępne są jedynie ochrony kontaktowe wykonane z metalu, dobrze chroniące gałkę oczną przed szkodliwym promieniowaniem, ale uniemożliwiające pacjentowi widzenie.

Znane jest z polskich opisów patentowych nr nr 128 372 i 164122 nakładanie warstw interferencyjnych na podłoże w celu blokowania promieniowania o konkretnej, wybranej długości fali. Na podłożu naniesione są jedna na drugą układy warstw przemiennych z pojedynczych niemetalicznych warstw o małych stratach optycznych, tak iż na przemian występują oddzielne warstwy o dużym i małym współczynniku załamania. Zwierciadła te charakteryzują się tym, że pomiędzy sąsiednimi jednakowo lub różnie zbudowanymi grupami warstw przemiennych z dwóch do dziesięciu warstw pojedynczych jest umieszczona jedna lub szereg niemetalicznych warstw sprzęgających. Metoda ta nie nadaje się do stosowania w przypadku podłoża z poli(metakrylanu metylu), ponieważ uzyskane warstwy nie wykazują dostatecznej adhezji do podłoża oraz wykazują zbyt duże naprężenia.

W przypadku kształtek z tworzyw sztucznych, wykorzystywanych do otrzymywania powierzchni przejrzystej w goglach, okularach czy soczewkach kontaktowych znane i powszechnie stosowane są dwie metody barwienia. Jedna z nich polega na barwieniu tworzywa w masie, a następnie np. wylewaniu do form i kształtowaniu wybranej kształtki. Druga z metod polega na barwieniu kąpielowym. W metodzie tej uzyskuje się powierzchniową warstwę barwnika nałożoną na powierzchnię podłoża. Kształtki uzyskane tymi metodami mogą być z powodzeniem wykorzystane do barwienia „szkieł” do okularów czy gogli.

W przypadku barwienia soczewek kontaktowych, ze względu na długotrwały kontakt powierzchni soczewki z gałką oczną, wyrób musi spełniać ostre wymagania. Przede wszystkim, barwnik nie może przenikać z materiału soczewki do oka pod wpływem wilgoci.

Okazało się, że można uzyskać barwione kształtki z poli(metakrylanu metylu), które szczególnie mogą znaleźć zastosowanie jako ochrony kontaktowe oczu, chroniące przed szkodliwym promieniowaniem laserowym o długości fali  $\lambda = 514$  nm, a równocześnie zapewniają widzenie w zakresie promieniowania widzialnego.

Zgodnie z wynalazkiem powierzchnię kształtek z poli(metakrylanu metylu) odtłuszcza się, a następnie zanurza w uprzednio przygotowanej kąpieli barwnika. Barwnik dobiera się w zależności od końcowego przeznaczenia kształtki, przy czym barwnik musi być rozpuszczalny w wodzie i nie może ulegać rozkładowi w temperaturze około 95°C. Barwnik rozpuszcza się w wodzie i wygrzewa w temperaturze  $(95 \pm 2)^\circ\text{C}$  przez okres około 1 godziny. Następnie w tak przygotowanej kąpieli zanurza się kształtki utrzymując temperaturę  $(95 \pm 2)^\circ\text{C}$ . Wizualnie kontroluje się stan zabarwienia kształtki na pożądaną kolor, a następnie przeprowadza się kontrolę spektrofotometryczną. Po uzyskaniu pożądanego stopnia zabarwienia kształtki, przerywa się barwienie, kształtki płucze się w wodzie i suszy w temperaturze otoczenia.

Stosując sposób według wynalazku barwienie kąpielowe kształtek z poli(metakrylanu metylu) przebiega według następującego mechanizmu. W trakcie zanurzenia kształtek w kąpieli o wybranej temperaturze zachodzi otwarcie porów przypowierzchniowych materiału. Barwnik wnika bezpośrednio pod powierzchnię. Dopóki temperatura kąpieli utrzymywana jest na poziomie  $(95 \pm 2)^\circ\text{C}$  pory pozostają otwarte. Po wyjęciu kształtek z kąpieli barwiącej i wystudzeniu następuje trwałe zamknięcie porów materiału kształtki i zamknięcie barwnika w warstwie podpowierzchniowej. Barwnik nie wnika głębiej w strukturę poli(metakrylanu metylu).

Przykładowo, w przypadku kontaktowych ochron oczu chroniących przed szkodliwym promieniowaniem laserowym o długości fali  $\lambda = 514$  nm, a równocześnie zapewniających pełne widzenie w zakresie promieniowania widzialnego, zastosowano żółty barwnik (Blue Blocker Lens Dyes) stosowany do barwienia szkieł optycznych.

Zastosowanie barwnika zapewnia:

- absorpcję promieniowania zakresu UVA i UVB,
- absorpcję promieniowania widzialnego z zakresu do 535 nm,
- uzyskanie dużego kontrastu.

Przykład I. Kontaktowe ochrony oczu z poli(metakrylanu metylu) otrzymane metodą obróbki skrawaniem w wersji rogówkowej i twardówkowej poddano wstępnemu odtłuszczeniu powierzchni i przepłukano wodą destylowaną. Następnie przygotowano roztwór barwnika Blue Blocker Lens Dyes przez rozpuszczenie w wodzie w stosunku 2 części objętościowe wody na 1 część objętościową barwnika. Roztwór podgrzewano do temperatury 95°C przez okres 1 godziny. Następnie kontaktowe ochrony oczu umieszczano w ażurowym koszyczku i zanurzano w roztworze barwnika utrzymując temperaturę 95°C. Stopień zabarwienia ochron na kolor pomarańczowy kontrolowano periodycznie w sposób wizualny. Po około 5 minutach uzyskano mocne pomarańczowe zabarwienie. Tak uzyskanego reprezentanta poddano badaniu spektrofotometrycznemu, w celu określenia poziomu tłumienia promieniowania laserowego o długości fali  $\lambda$ , = 514 nm. Po uzyskaniu pożądanego wyniku proces barwienia uznano za zakończony. Ochrony wyjęto z kąpieli, płukano i suszono w temperaturze otoczenia.

Zależność widmowego współczynnika przepuszczania uzyskanego reprezentanta od długości fali przedstawiono w Tabeli I oraz na wykresie.

T a b e l a I

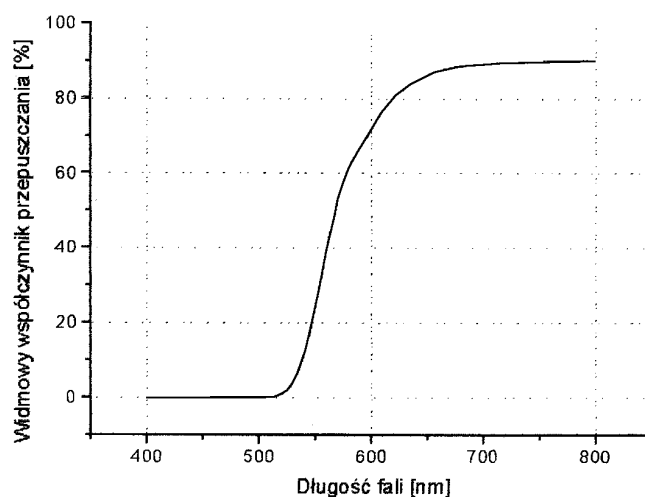
Długość fali [nm]	Widmowy współczynnik przepuszczania
1	2
560	3,9879E1
559	3,8349E1
558	3,6853E1
557	3,5341E1
556	3,3846E1
555	3,2308E1
554	3,0818E1
553	2,9289E1
552	2,7754E1
551	2,6277E1
550	2,4807E1
549	2,3339E1
548	2,193E1
547	2,0576E1
546	1,9266E1
545	1,7969E1
544	1,6688E1
543	1,5457E1
542	1,4274E1
541	1,3141E1
540	1,2049E1
539	1,1019E1
538	1,0046E1

cd. tabeli 1

1	2
537	9,114E0
536	8,231E0
535	7,425E0
534	6,673E0
533	5,97E0
532	5,309E0
531	4,704E0
530	4,152E0
529	3,65E0
528	3,193E0
527	2,786E0
526	2,419E0
525	2,091E0
524	1,8E0
523	1,546E0
522	1,321E0
521	1,122E0
520	9,51E-1
519	8,04E-1
518	6,77E-1
517	5,67E-1
516	4,74E-1
515	3,95E-1
514	3,29E-1
513	2,72E-1
512	2,25E-1
511	1,86E-1
510	1,53E-1
509	1,25E-1
508	1,02E-1
507	8,3E-2
506	6,8E-2
505	5,5E-2
504	4,5E-2
503	3,6E-2
502	3E-2
501	2,4E-2
500	1,9E-2

cd. tabeli 1

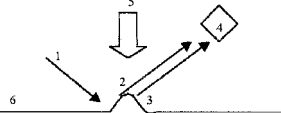
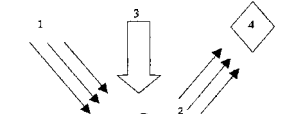
1	2
499	1,6E-2
498	1,3E-2
497	1E-2
496	8E-3
495	7E-3
494	5E-3
493	4E-3
492	4E-3
491	3E-3
490	2E-3
489	2E-3
488	2E-3
487	1E-3
486	1E-3
485	1E-3
484	1E-3
483	1E-3
482	1E3
481	1E-3
480	0
479	1E-3
478 - 400	0



Przykład II. Do oceny stabilności właściwości ochronnych ochron kontaktowych otrzymanych w przykładzie I podczas oddziaływania promieniowania laserowego brano pod uwagę wykorzystanie jednej z dwóch metod - STL i PDS, scharakteryzowanych w zamieszczonej poniżej Tabeli II.

Ponieważ metoda STL pozwala na uzyskanie informacji o całej powierzchni deformowanej promieniowaniem laserowym, została ona wybrana do oceny stabilności właściwości ochronnych. W celu przeprowadzenia tego typu badań została zaprojektowana i wykonana aparatura. Zastosowana metoda cechuje się bardzo dużą czułością, ze względu na rejestrację obrazu dyfrakcyjnego wiązki lasera testującego. W związku z tym, nawet minimalne zmiany zachodzące na skutek oddziaływania wiązki lasera pompującego na badaną ochronę kontaktową są rejestrowane przez kamerę CCD jako zaburzenia w rejestrowanym obrazie i świadczą o fluktuacji właściwości ochronnych badanych ochron kontaktowych.

Tabela II

Metoda	Schemat ideowy i opis metody	Możliwość oceny
<p>PDS (<i>ang. Photothermal deflection spectroscopy</i>)</p>	 <p>1 - padający na próbkę promień lasera testującego;  2 - promień lasera testującego odbity od nie z deformowanej powierzchni;  3 - promień lasera testującego odbity od zdeformowanej powierzchni;  4 - detektor;  5 - wiązka lasera pompującego;  6 - powierzchnia badanej próbki.</p> <p>Wiązki lasera testującego jak i pompującego są ogniskowane na powierzchni próbki. Zmiana kierunku promienia testującego jest proporcjonalna do nachylenia powierzchni deformowanej promieniowaniem lasera pompującego, zgodnie z prawami optyki geometrycznej. Wynikiem badania jest więc bezwzględna wartość wielkości nachylenia deformowanej powierzchni. Zaletą i zarazem wadą opisanej metody jest jej duża czułość. Aparatura pomiarowa jest wrażliwa na wibracje oraz fluktuację temperatury.</p>	<p>wykrywanie miejscowych zaburzeń absorpcyjnych pochodzenia termicznego, mogących stanowić centra uszkodzeń wywołanych promieniowaniem laserowym, wyznaczanie mapy lokalnych zmian współczynnika załamania światła, odpowiadających absorpcji promieniowania laserowego</p>
<p>STL (<i>ang. Surface thermal lensing</i>)</p>	 <p>1 - wiązka lasera testującego padająca na próbkę;  2 - wiązka lasera testującego odbita od powierzchni zdeformowanej próbki;  3 - wiązka lasera pompującego;  4 - detektor (kamera CCD).</p> <p>Wiązka lasera testującego, w miejscu padania na badaną próbkę, ma rozmiar zbliżony lub większy od rozmiaru powstającego zdeformowania. W tym przypadku zdeformowana powierzchnia próbki staje się zwierciadłem zniekształcającym czoło fali wiązki lasera testującego. Kształt zdeformowanej powierzchni jest rejestrowany jako obraz dyfrakcyjny odbitej wiązki lasera testującego, który może być analizowany przy użyciu kamery CCD lub detektora skanującego</p>	<p>uzyskanie informacji o całej zdeformowanej powierzchni</p>

Wyniki badań polegające na ocenie zmian w rejestrowanym obrazie dyfrakcyjnym dla ochron kontaktowych, podczas naświetlania wiązką lasera argonowego dla dwóch warunków badania (praca ciągła i impulsowa) o gęstości mocy/energii dla oznaczenia od L1 do L4, przedstawiono w Tabeli IIIa i IIIb.

Wyniki badań stabilności właściwości ochronnych ochron kontaktowych naświetlanych laserem argonowym

T a b e l a IIIa

Oznaczenie	Zmiany w rejestrowanym obrazie dyfrakcyjnym			
	Dla warunku badania D (laser pracy ciągłej)			Uwagi
	Gęstość mocy E [W/m <sup>2</sup> ]	Moc lasera o średnicy wiązki 1 mm [mW]	Wynik	
L1	10 <sup>2</sup>	0,08	-	Zachowanie stabilności właściwości ochronnych
L2	10 <sup>3</sup>	0,8	-	
L3	10 <sup>4</sup>	8	-	
L4	10 <sup>5</sup>	80	+	Brak stabilności właściwości ochronnych

T a b e l a IIIb

Oznaczenie	Zmiany w rejestrowanym obrazie dyfrakcyjnym			
	Dla warunku badania I (laser impulsowy)			Uwagi
	Gęstość energii H [J/m <sup>2</sup> ]	Moc lasera o średnicy wiązki 1 mm przy częstotliwości impulsu 10 <sup>-4</sup> Hz [mW]	Wynik	
L1	0,05	0,4	-	Zachowanie stabilności właściwości ochronnych
L2	0,5	4	-	
L3	5	40	-	
L4	50	400	+	Brak stabilności Właściwości ochronnych

Objaśnienia: „+” Zachodzą zmiany w rejestrowanym obrazie,  
 „-” Nie zachodzą zmiany w rejestrowanym obrazie

**P r z y k ł a d III.** Przeprowadzono badania doświadczalnego użytkowania kontaktowych ochron oczu.

Przed przystąpieniem do doświadczalnego użytkowania kontaktowych ochron oczu przeprowadzono badania polegające na określeniu substancji ekstrahowanych. Badania wykonano wykorzystując metodę ujętą w normie PN-ISO-10340:1995 (badania tego typu są rutynowo wykonywane dla twardych soczewek kontaktowych). Metoda ta polegała na wyznaczeniu różnic masy badanych próbek przed i po ekstrakcji w wodzie dejonizowanej. Rozpuszczalnik tego typu symuluje ekstrakcję zachodzącą w oku. Do ekstrakcji wykorzystano przyrząd Soxhleta. Masę próbek badanych modeli ochron kontaktowych określano z dokładnością do 0,0001 g. Przeprowadzone badania wykazały, że zmiany masy badanych ochron kontaktowych zawierały się w granicach niepewności pomiarowej. W związku z powyższym można sądzić, że użyte materiały podłoża poddane modyfikacji widmowych charakterystyk przepuszczania metodą barwienia spełniają wymagania stawiane soczewkom kontaktowym.

Przedmiotem doświadczalnego użytkowania były ochrony kontaktowe rogówkowe i twardówkowe. Badania doświadczalnego użytkowania prowadzono bez udziału Komisji Etyki Lekarskiej ponieważ osoby poddane badaniom złożyły oświadczenia potwierdzające jednoznacznie informację, że badania wykonywane były na własne życzenie i odpowiedzialność. Osoby biorąca udział w badaniach zostały w pełni poinformowane o ryzyku i możliwych powikłaniach związanych z zakresem prowadzonych badań. Poniżej przedstawiono rodzaj badań i zakres konsultacji okulistycznych.

- Wykonanie pomiarów keratometrycznych z graficznym obrazem rogówek do wykonania soczewek kontaktowych rogówkowych z PMMA. Nauka zakładania, zdejmowania i sposobów dezynfekcji kontaktowych ochron oczu. Badania okulistyczne u kandydatów do przeprowadzania badań użytkowych, ze szczególną kontrolą rogówek z użyciem fluoresceiny.

- Wykonanie podłoży kontaktowych ochron oczu przepuszczających promieniowanie widzialne. Badania okulistyczne kandydatów do badań użytkowych.

- Naświetlania laserowe miejsc bliskich gałce ocznej z wykorzystaniem ochron kontaktowych

• Badania ultrasonograficzne gałek ocznych kandydatów do badań użytkowych w celu uzyskania pomiarów do wykonania nagałkowych kontaktowych ochron oczu

Przebieg doświadczalnego użytkowania kontaktowych ochron oczu przedstawiał się następująco:

Przed każdym założeniem ochron kontaktowych przeprowadzono badania okulistyczne celem wykluczenia przeciwwskazań do nałożenia ochrony kontaktowej na gałkę oczną (np. stan zapalny).

Badania prowadzono bez znieczulenia oraz ze znieczuleniem miejscowym gałki ocznej. Do znieczulenia zastosowano 1% roztwór pantoceiny (1-2 krople do worka spojówkowego).

Przed nałożeniem ochrony kontaktowej na gałkę oczną przeprowadzono dokładną dezynfekcję ochrony stosując nadtlenek wodoru ( $H_2O_2$ ) przez 10 minut z następną neutralizacją 0,9% roztworem chlorku sodu (NaCl) przez 15 minut.

Wykonując próby nakładania ochron kontaktowych z częścią haptyczną, stwierdzono, że w celu prawidłowego nałożenia ochrony kontaktowej z częścią haptyczną należy wykonać następujące podstawowe czynności:

- napełnić ochronę roztworem soli fizjologicznej lub metylocelulozą (np. w postaci żelu),
- umieścić ochronę na palcu i przybliżyć w kierunku oka z rozwartymi powiekami,
- nałożyć ochronę na gałkę oczną (głowa opuszczona w dół). Zdejmowanie ochrony jest najwygodniejsze przy użyciu gumowej ssawki.

Po zdjęciu ochrony kontaktowej przeprowadzono ponownie badania okulistyczne w celu stwierdzenia, czy nie nastąpiło uszkodzenie nabłonka rogówki. W tym celu wprowadzono do worka spojówkowego jałowy pasek nasączony fluoresceiną, w celu zabarwienia filmu łzowego i przeprowadzenia dokładnej oceny powierzchni rogówki w lampie szczelinowej.

Po zdjęciu ochrony kontaktowej z oka osoby poddane badaniom odnotowały niżej zamieszczone uwagi związane z odczuciami podczas użytkowania ochron. Uwagi te zamieszczono w Tabeli IV.

T a b e l a I V

Rodzaj ochrony	Uwagi osoby przeprowadzającej badanie użytkowe
Przepuszczająca promieniowanie widzialne, z częścią haptyczną	1. Czas użytkowania ochrony przepuszczającej promieniowanie widzialne (z częścią haptyczną) wynosił 45 minut. W tym czasie wystąpiło zwiększone łzawienie oka (w szczególności po zdjęciu ochrony). Nie stwierdzono przykrych doznań, które uniemożliwiłyby noszenie ochrony. 2. W dalszych godzinach po wyjęciu ochrony nie stwierdzono zaburzeń w funkcji oka i innych objawów subiektywnych typu pieczenia, swędzenia lub światłowstrętu.
Przepuszczająca promieniowanie widzialne, typu rogówkowego	1.1. Ochrony nałożono po miejscowym znieczuleniu gałki ocznej. Próba nałożenia bez znieczulenia powodowała uczucie ciała obcego w oku. Po zakropieniu znieczulenia nałożenie ochrony i jej noszenie nie powodowało odczucia ciała obcego w oku. 2. W dalszych godzinach po wyjęciu ochron nie stwierdzono zaburzeń w funkcji oka i innych objawów subiektywnych typu pieczenia, swędzenia lub światłowstrętu.

Przeprowadzone badania doświadczalnego użytkowania potwierdziły, że:

Krótkotrwałe (do 30 minut) noszenie modeli ochron kontaktowych przepuszczających promieniowanie widzialne wg wynalazku nie wywoływało żadnych zmian urazowych gałki ocznej bezpośrednio po zdjęciu ochrony, jak i w czasie późniejszym.

Istnieje możliwość stosowania ochron kontaktowych dla pacjentów poddanych naświetlaniu laserowemu miejsc bliskich gałce ocznej.

Wskazane jest pełne pokrycie rogówki oka ochroną kontaktową, w celu uniknięcia ewentualnego „efektu światłowodowego” przy bocznym wejściu światła w rogówkę. W związku z powyższym ochrony typu rogówkowego mogą spowodować przenikanie promieniowania laserowego z okolic przyrąbkowych do siatkówki oka, ze względu na niepełne pokrycie części przezroczystej oka przez ochronę kontaktową.

Przeprowadzone badania wykazały, że:

- wykonane modele ochron kontaktowych spełniają wybrane wymagania (ujęte w normach) dotyczące oceny filtrów chroniących przed promieniowaniem laserowym, w tym wymagania w zakresie odporności na promieniowanie laserowe dla ciągłych i impulsowych wiązek laserowych o mocy/energii odpowiadającej wyznaczonemu stopniowi ochrony;



- niektóre wymagania i metody badań wymienione w normach z zakresu oceny filtrów chroniących przed promieniowaniem laserowym, nie mogą być stosowane do oceny modeli kontaktowych ochron oczu, np. odporność na zapalenie;
- zastosowanie metody oceny zniszczenia materiałów optycznych naświetlanych promieniowaniem laserowym pozwoliło na określenie nowego parametru ochronnego, jakim jest stabilność właściwości ochronnych;
- zastosowanie techniki termograficznej pozwoliło na ocenę pola temperatury na całej powierzchni ochrony kontaktowej i umożliwiło porównanie profili temperatur na całej powierzchni ochrony kontaktowej i umożliwiło porównanie profili temperatur podczas kolejnych faz nagrzewania lub studzenia ochrony kontaktowej naświetlonej promieniowaniem laserowym;
- przeprowadzone badania polegające na ocenie substancji ekstrahowanych z modeli kontaktowych ochron oczu (zgodnie z PN-ISO 10340) wykazały, że wytworzone modele ochron kontaktowych spełniają wymagania stawiane twardym soczewkom kontaktowym.

### Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób barwienia kształtek z poli(metakrylanu metylu) w kąpeli barwiącej, **znamienny tym**, że wstępnie przygotowuje się kąpiel barwiącą przez wygrzewanie roztworu wodnego barwnika w temperaturze  $(95 \pm 2)^\circ\text{C}$  przez okres około 1 godziny, a następnie zanurza się w niej kształtki po wstępnym odtłuszczeniu powierzchni utrzymując temperaturę kąpeli w zakresie  $(95 \pm 2)^\circ\text{C}$ , okresowo kontroluje się stan zabarwienia kształtki na pożądaną kolor, a następnie, po uzyskaniu pożądanego stopnia zabarwienia kształtki, przerywa się barwienie, kształtki płucze się w wodzie i suszy w temperaturze otoczenia, przy czym do otrzymania kąpeli barwiącej stosuje się barwnik rozpuszczalny w wodzie i nie ulegający rozkładowi w temperaturze do  $100^\circ\text{C}$ .
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że kontrolę stanu zabarwienia kształtek przeprowadza się metodą spektrofotometryczną.
3. Sposób według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że jako barwnik stosuje się żółty barwnik stosowany do barwienia szkieł optycznych.

