

Sklejanie elementów optycznych

Cele klejenia

- „jednorodność” układu optycznego,
- eliminacja zjawiska częściowego odbicia (dopasowanie współczynnika załamania kleju do współczynnika załamania elementów optycznych, np. soczewki),
- łączenie elementów optycznych z oprawami, obudowami itp.

Podstawowe kleje

- balsam jodłowy,
- balsamin,
- kleje UV-utwardzalne,
- inne.

Sklejanie balsamem jodłowym

- *Balsam jodłowy* – żywica z jodły kanadyjskiej, pospolitej, syberyjskiej, kaukaskiej i amurskiej (odmienne zbiory żywicy jodłowej od zbiorów żywicy sosnowej)
- *Właściwości żywicy jodłowej* – lepka i przezroczysta ciecz o żółtawozielonkawym kolorze i specyficznym zapachu, zawiera ok. 30% terpentyny jodłowej, którą można całkowicie oddestylować, nie zmienia się i nie krystalizuje przy obniżeniu temperatury do -5°C .

Sklejanie balsamem jodłowym

- *Przeróbka żywicy na balsam*- pierwszy etap, usuwanie zanieczyszczeń:
 - rozpuszczanie w eterze,
 - dodawanie wody destylowanej w celu wytworzenia emulsji,
 - miareczkowanie roztworem 0.1n NaOH z dodatkiem oranżu metylowego,
 - wtórne płukanie eterem i wodą destylowaną,
 - proces powtarzany 2÷3 razy w ciągu doby,
 - odkwaszony roztwór rozcieńcza się eterem i potem odwadnia, filtrując roztwór przez odpowiednie filtry papierowe

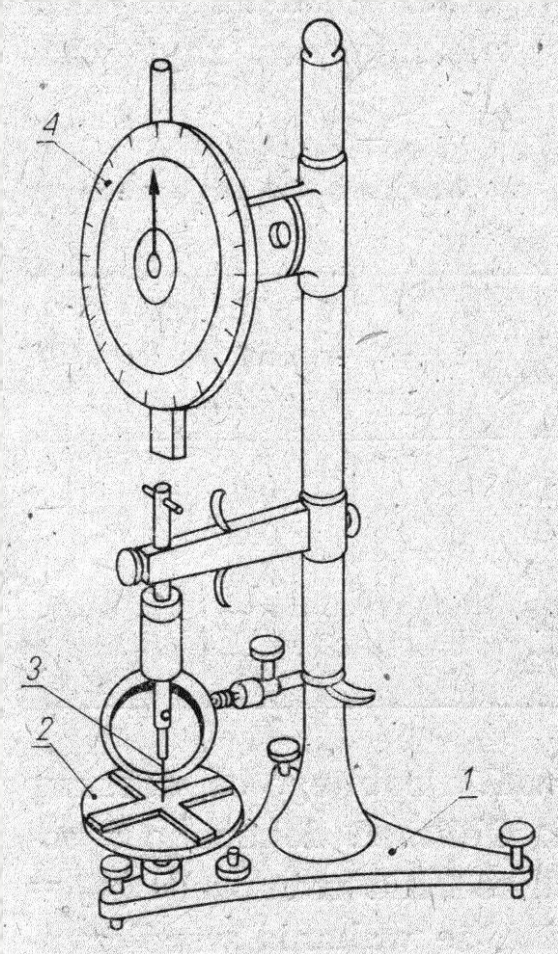
Sklejanie balsamem jodłowym

- *Zagęszczanie żywicy* – rysunek:
 - cel: odparowanie eteru oraz terpentyny znajdujących się w żywicy,
 - w centralnej części: temperatura ok. 60°C oraz ciśnienie ok. 16kPa,
 - sposób działania: odessanie (pompy próżniowe) niepożądanych składników wskutek wydzielenia się ich przy ustalonych warunkach,
 - czas trwania procesu: 1-2h,
 - powtórzenie procesu przy bardziej rygorystycznych warunkach: 170°C i $p=0.5\text{kPa}$, czas trwania ok. 35min.
 - efektywność procesu: 100g żywicy → 60g balsamu

Sklejanie balsamem jodłowym

- *Pomiar twardości balsamu* – penetrometr Richardsona (rys.)
 - istota pomiaru: im bardziej miękki jest balsam tym bardziej igła penetrometru wnika w balsam,
 - podgrzany balsam wlewa się do mosiężnych naczyń, a następnie chłodzi do temperatury pokojowej,
- czas trwania zanurzania igły: 1min.,

Penetrometr



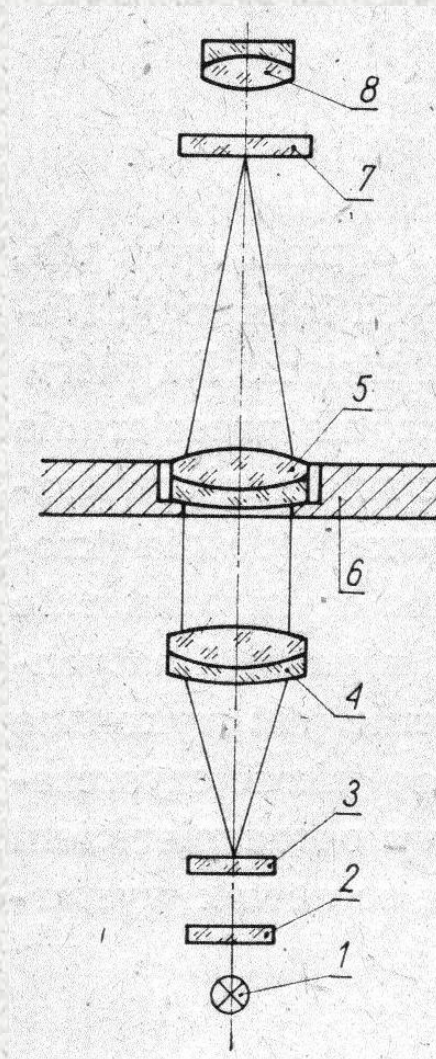
Sklejanie balsamem jodłowym

- *Właściwości balsamu:*
 - współczynnik załamania $1.52 \div 1.54$,
 - dyspersja 0.013,
 - współczynnik rozszerzalności liniowej zmienny od $0.5 \cdot 10^{-4}$ do $2.3 \cdot 10^{-4}$ (7÷30 razy większy niż łączonych szkieleł),
- wada: w znacznym stopniu pochłania ultrafiolet.

Sklejanie balsamem jodłowym

- *Proces sklejania elementów optycznych balsamem*
 - oczyszczenie powierzchni sklejanых (spirytus, eter),
 - nagrzewanie pary szkła do temperatury ok. 150°C,
 - wprowadzenie między sklepane powierzchnie kropli balsamu,
 - wyciskanie nadmiaru balsamu,
 - centrowanie soczewek (rys.)
 - chłodzenie układu soczewek,
 - odprężanie sklejoných elementów w termostatach w temperaturze ok. 50°C (4÷5h),
 - kontrola jakości po usunięciu niepożądanych fragmentów balsamu i oczyszczeniu układu.

Centrowanie soczewek



Sklejanie balsaminem

- *Balsamin* – tworzywo sztuczne, klej karbinolowy
- *Dlaczego?* Balsam jodłowy ma stosunkowo małą odporność termiczną i mechaniczną, ponadto raz sklejonych elementów optycznych nie można rozkleić.

Sklejanie balsaminem

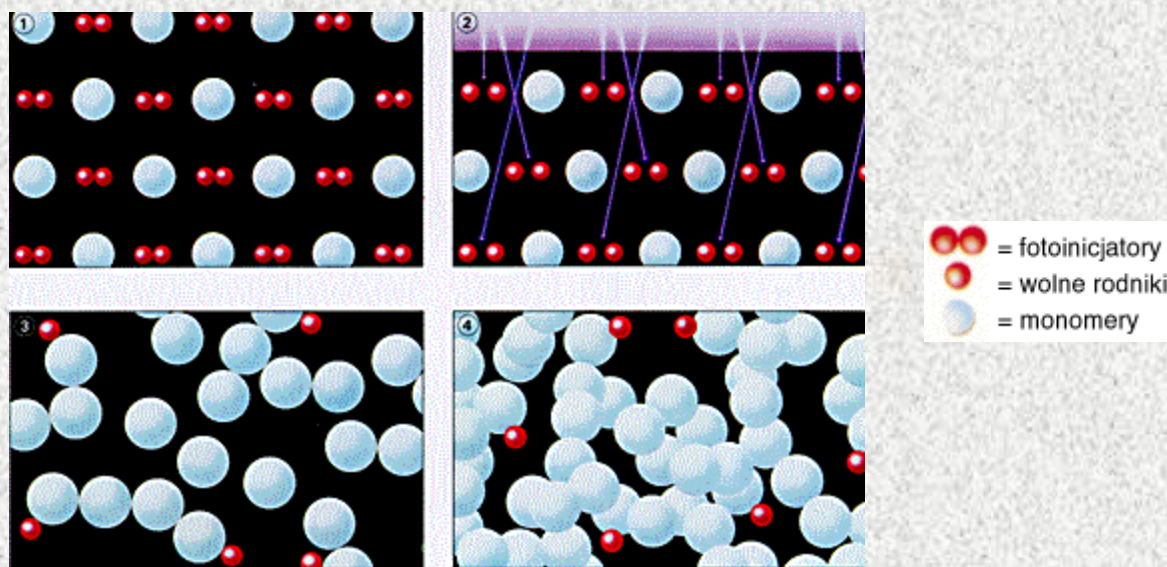
- *Sposób otrzymywania* – kondensacja winyloacetylenu z acetonem w obecności wodorotlenku potasu w postaci proszku.
- *Właściwości* – współczynnik załamania 1.50
- *Zalety* – możliwość rozklejenia, gdy proces sklejania się nie uda

Kleje fotoutwardzalne

- <http://loctite.fast.de/wwdh/pl/book/i024ch02.htm>
- Czas utwardzania tych klejów zależy od natężenia i długości fal światła UV. Dlatego prawidłowa polimeryzacja wymaga zawsze doboru źródła promieniowania UV do danego produktu. Promieniowanie UV powoduje rozszczepianie fotoinicjatorów. Z kolei tak powstałe wolne rodniki rozpoczynają polimeryzację. Systemy Loctite do utwardzania światłem UV dysponują widmem optymalnym dla produktów Loctite.
- Procesy utwardzania UV dzieli się na trzy rodzaje:
 - * utwardzanie wskrośne przez promieniowanie UV
 - * utwardzanie powierzchniowe przez promieniowanie UV
 - * wtórne systemy utwardzania

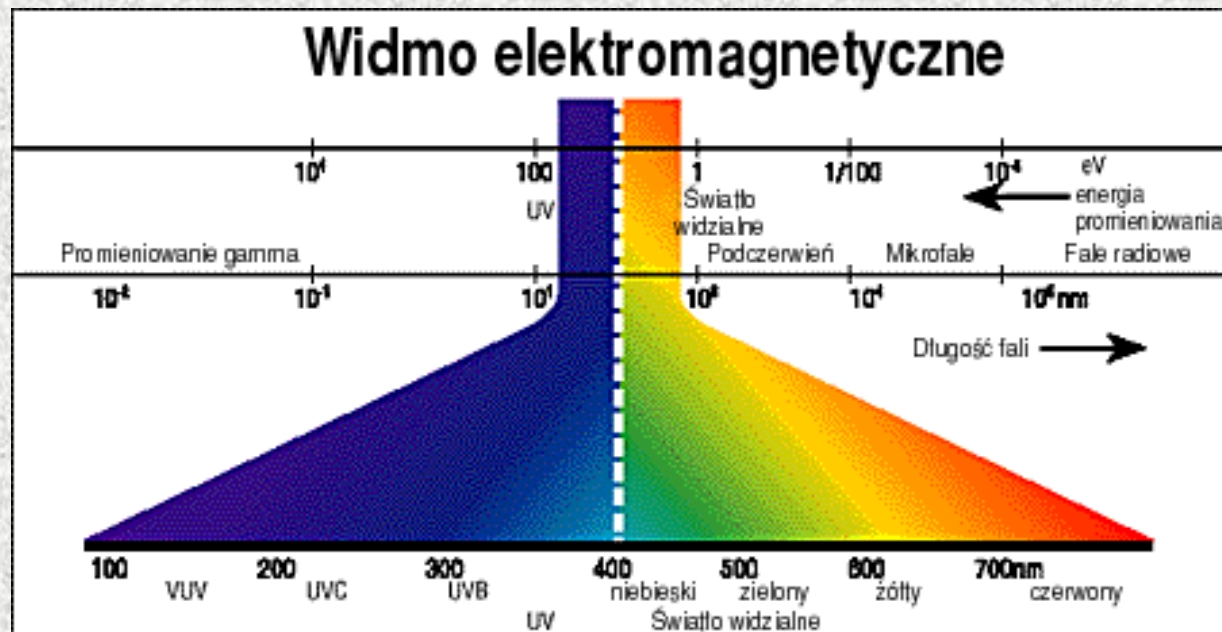
Zastyganie klejów

- Proces zastygania klejów utwardzanych UV: w stanie płynnym (1) monomery i fotoinicjatory współistnieją bez żadnych interakcji. Kiedy zostaną poddane działaniu światła UV (2), fotoinicjatory zmieniają się w wolne rodniki, które inicjują tworzenie się łańcuchów monomeru (3). Łańcuchy polimeryzacyjne sieciują tworząc wiązania poprzeczne (4).



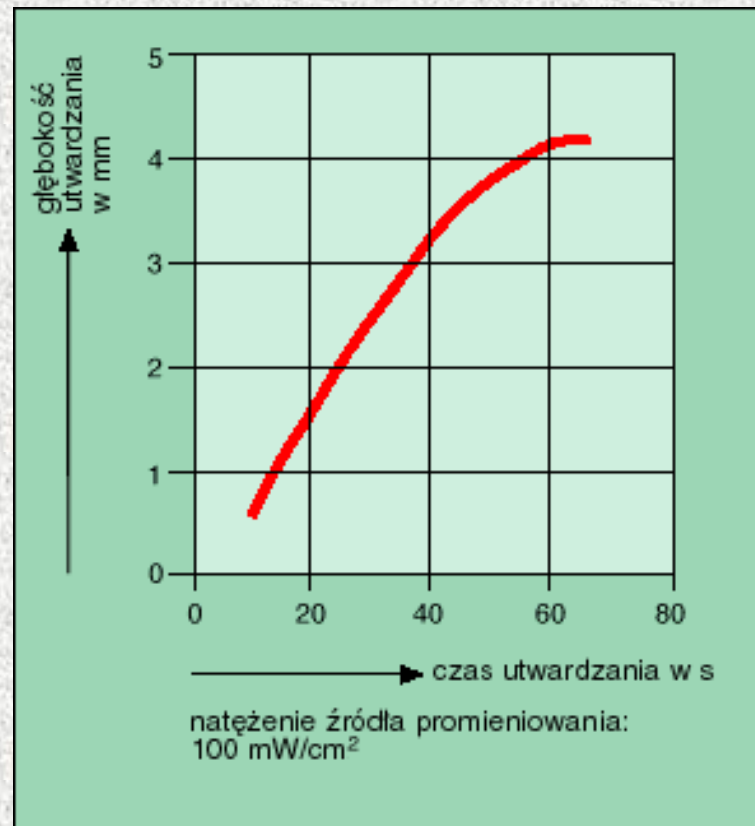
Utwardzanie wskrośne

- Dla osiągnięcia maksymalnie głębokiego utwardzenia kleju wskazane są systemy UV, które emitują światło o wysokim natężeniu i długościach fal rzędu od 300 do 400 nm (długofalowe światło UVA).



Utwardzanie wskrośne

- Typowe zachowanie produktów utwardzanych UV podczas utwardzania wskrośnego.

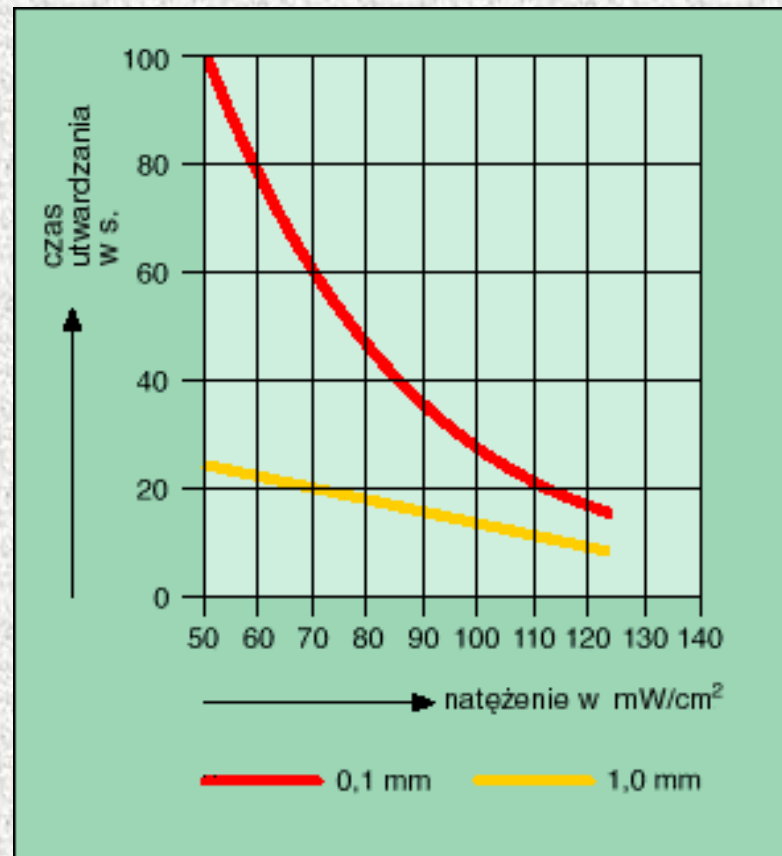


Utwardzanie powierzchniowe

- Utwardzanie powierzchniowe jest szczególnie ważne przy klejeniu lub zalewaniu materiałami UV. Jeśli użyje się nieodpowiednich rodzajów lamp UV, powierzchnia pozostanie lepka. Aby temu zapobiec, źródło promieniowania UV powinno emitować fale o wysokim natężeniu w zakresie długości fal poniżej 280 nm (światło UVC). Jest to bardzo skuteczne, gdy chce się uniknąć niepożądanej reakcji przy kontakcie klejonej powierzchni z powietrzem atmosferycznym, które hamuje utwardzanie się produktu (patrz ilustr. 11). Widma promieniowania "wysokoenergetycznych" systemów światła UV Loctite gwarantują niezawodne utwardzanie, nie pozostawiając lepkiej powierzchni kleju.

Utwardzanie powierzchniowe

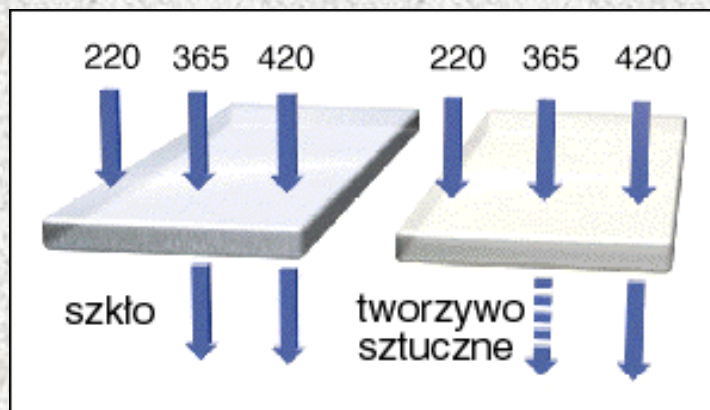
- Typowe zachowanie produktów utwardzanych UV podczas utwardzania powierzchniowego.



Utwardzanie przy pomocy mechanizmów wtórnych

- W wielu przypadkach światło UV nie dociera do wszystkich miejsc pokrytych klejem. Dlatego Loctite opracował kleje z dodatkowymi systemami utwardzania w przestrzeniach nie objętych światłem UV:
 - * utwardzanie anaerobowe
 - * utwardzanie na gorąco
 - * utwardzanie poprzez wilgotność powietrza
 - * utwardzanie aktywatorem

- utwardzanie klejów UV zależy od długości fali i natężenia światła na powierzchni klejonej. Tak więc ważnym kryterium doboru najwłaściwszego kleju jest stopień przenikalności różnych materiałów dla światła UV (patrz ilustr. 12). Do łączenia części wykonanych z PC (poliwęglan), PVC (polichlorek winylu) czy podobnych materiałów, przeznaczone są "kleje utwardzane światłem widzialnym". Kleje te można utwardzać światłem UVA, lecz znacznie lepszy efekt uzyskuje się, gdy podda się je działaniu światła o dużym natężeniu i długości fali około 420 nm (światło widzialne).



- Kleje utwardzane światłem UV generalnie charakteryzują się następującymi właściwościami:
- znaczna wytrzymałość
- wysoka zdolność wypełniania szczelin
- bardzo krótkie czasy utwardzania do osiągnięcia wytrzymałości ręcznej
- dobra do bardzo dobrej odporność na środowisko
- jako kleje jednoskładnikowe są łatwe do dozowania w automatycznych systemach nanoszenia

Loctite 3951

Własności produktu nieutwardzonego

	Typowe	
	Wartość	Zakres
Baza chemiczna	Poliuretan	
Wygląd	Czarny	
Ciężar właściwy w 25°C	1,2	
Lepkość w 25°C	Pasta tiksotropowa	
Szybkość wyciskania, g/min (dysza 3 mm, 5 bar, 25°C)	5	2 - 8
Temperatura zapłonu, ASTM D93, DIN 51758, °C	> 60	

Loctite 3951

Typowe własności produktu utwardzonego

(Po 7 dniach w 22°C, względna wilgotność powietrza 50%)

Własności fizyczne

Twierdzość, Shore A	50 - 70
---------------------	---------

Własności materiału w grubej warstwie

Wydłużenie przy zerwaniu, ASTM D638	650 - 800
-------------------------------------	-----------

Wytrzymałość na rozciąganie, ASTM D638,	N/mm ² (psi)	9 - 16 (1300 - 2325)
---	----------------------------	-------------------------

Loctite 3951

Własności funkcjonalne produktu utwardzonego

(Po 7 dniach w 22°C, wilg. pow. 50%, w szczelinie 3 mm, na nie gruntowanych powierzchniach)

		Typowe	
		Wartość	Zakres
Wytrzymałość na ścinanie, ASTM D1002, DIN 53283 (zmodyfikowan a), na poliwęglanie	N/mm ² (psi)	2 (290)	1 - 3 (145 - 435)
Wytrzymałość na ścinanie, ASTM D1002, DIN 53283 (zmodyfikowan a), na GBMS,	N/mm ² (psi)	1,75 (250)	1 - 2,5 (145 - 360)
Wytrzymałość na oddzieranie, na stali konstrukcyjnej, ASTM D1876,	N/mm	3	2 - 4

Loctite 3951

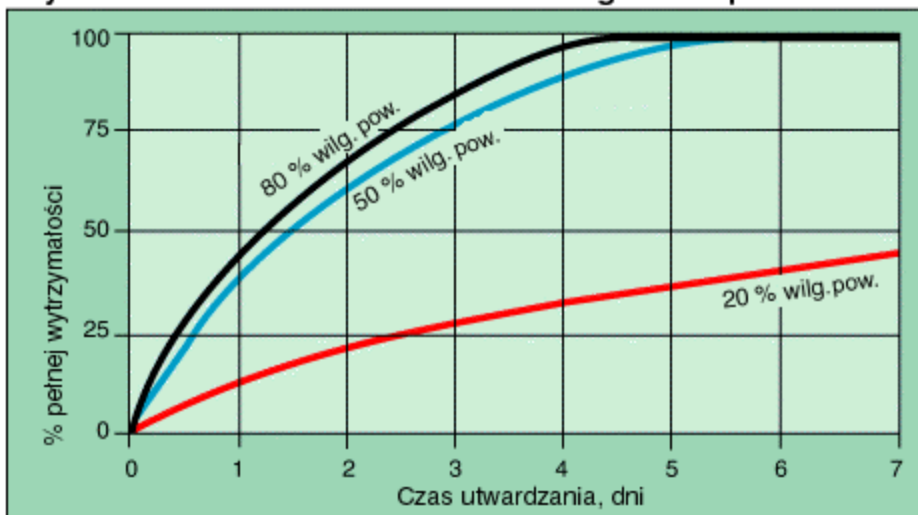
Odporność chemiczna

Starzenie w podanych warunkach, test w 22°C.

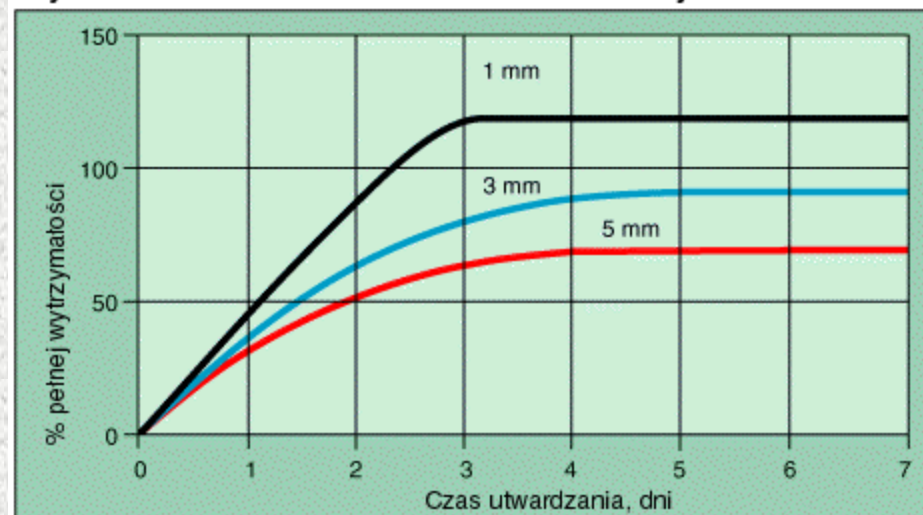
Procedura:	Wytrzymałość na ścinanie ASTM D1002, DIN 53283 (zmodyfikowana)			
Materiał:	Poliwęglan i 7251			
Utwardzanie:	7 dni w 22°C, wilg. pow. 50%, w szczelinie 3 mm			
Medium	Temp.	% wytrzym. początkowej pozostały po:		
		100 h	500 h	1000 h
Woda	22°C	100	100	100
Wilg. pow. 95%	40°C	100	100	100
Materiał: szkło 7210 i 7252 do poliwęglanu 7251				
Woda	22°C	80	80	80
Wilg. pow. 95%	40°C	80	80	80

Loctite 3951

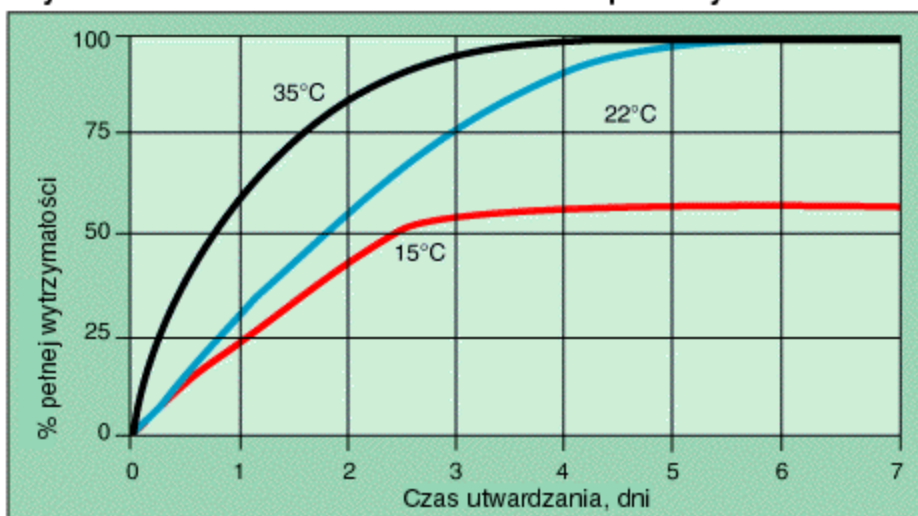
Szybkość utwardzania w zależności od wilgotności powietrza



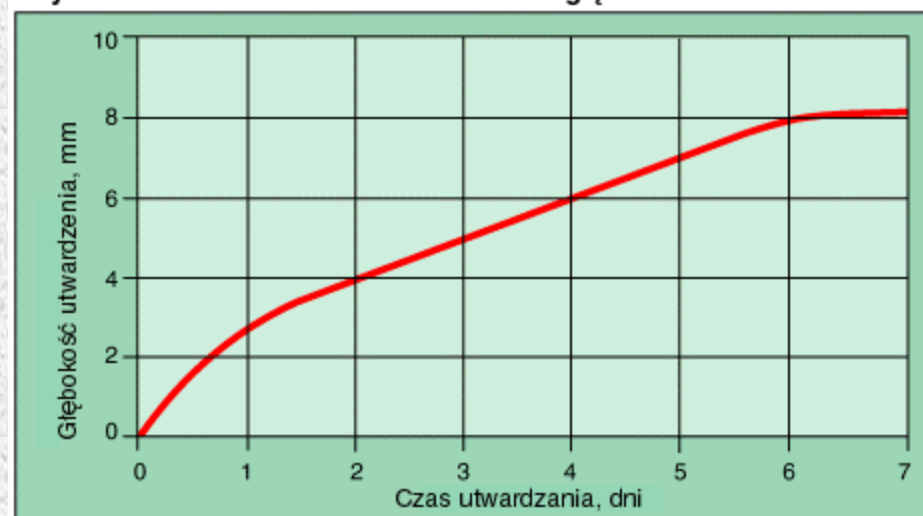
Szybkość utwardzania w zależności od szczeliny



Szybkość utwardzania w zależności od temperatury

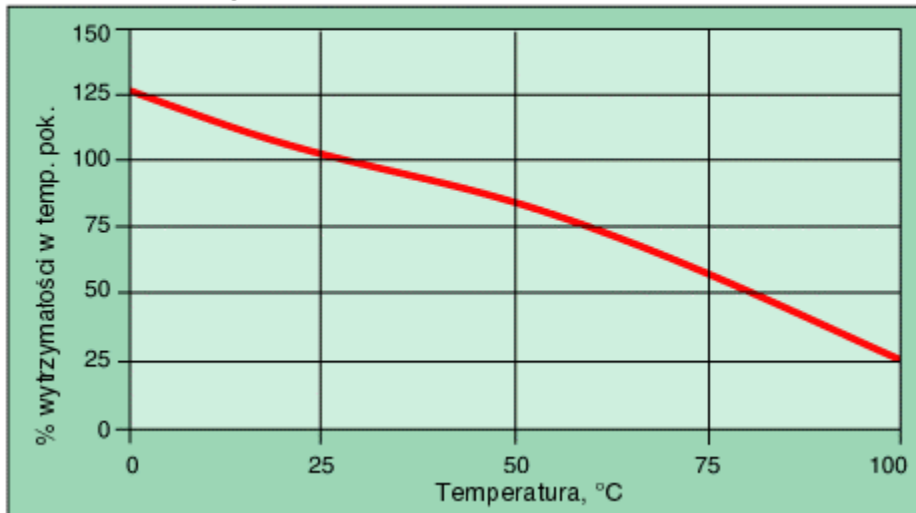


Szybkość utwardzania w zależności od głębokości utwardzania

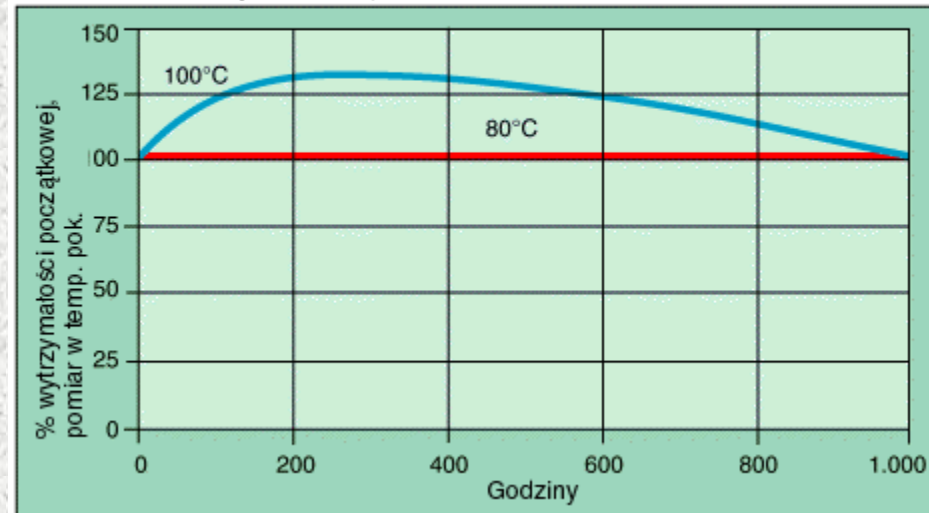


Loctite 3951

Wytrzymałość na temperaturę
Mierzona w temperaturze



Starzenie cieplne
Starzenie w temperaturze, test w 22°C.



Kleje fotoutwardzalne

- Gfwegwg
- **Specyfikacje techniczne kleju PL-4400 UV schnącego pod wpływem światła dziennego lub UV**

http://www.kleje.rato.pl/products/parliteuv/optical_selguide.htm

Właściwości cieczy

- **Skład** Urethane Methacrylate
- **Przylepność w 25 °C, cps** Brookfield LVF,
1-60 rpm 450-500 cps
- **Wygląd** Przezroczysta ciecz
- **Toksyczność** Niska
- **Temperatura zapłonu** $> 95^{\circ}\text{C}$
- **Ciężar właściwy** 1.1

Właściwości po wyschnięciu

- **Kurczliwość 0.7%**
- **Twardość D 60²**
- **Rozciągliwość (w momencie pęknięcia) 125%**
- **Współczynnik załamania światła 1.50 (po wyschnięciu)**
- **Moduł Younga 2.1×10^5 psi**
- **Tensile Shear 3200 psi**

System wiązania pod wpływem UV

- **Typ lampy**
- 5" x 5" Rozproszona
- 3/16" Punktowa
- 1" x 6" Skupiona
- **Maksymalna intensywność lampy w 365 nm**
- 300 mW/cm²
- 4000 mW/cm²
- 8000 mW/cm²
- **Zakres absorpcji kleju (nm)**
- 360 - 600
- 360 - 600
- 360 - 600
- **Czas wiązania (s) wiązanie szkło-szkło**
- 1
- 3
- < 1
- **Czas wiązania (s) czas wiązania powierzchniowego**
- 5
- 4
- < 1