Sylanto

Fotoinicjatory kationowe

synthos SPECIALTIES

Fotoinicjatory kationowe Sylanto

Fotoinicjatory są to związki chemiczne, które pod wpływem ekspozycji na światło UV ulegają rozpadowi, pełniąc rolę tzw. czynnika aktywnego, zdolnego do zainicjowania procesu polimeryzacji. Wchodzą w skład mieszanek dodawanych min. do farb, lakierów, klejów polimerowych itp.

Charakterystyka fotochemiczna

Obecnie wszystkie stosowane w przemyśle fotoinicjatory kationowe wymagają znacznych nakładów energii, przy czym tylko niewielka jej część emitowana jest w zakresie absorpcji handlowych fotoinicjatorów jodoniowych, co nie pozwala na uzyskanie maksymalnych szybkości linii produkcyjnych. Stopień wykorzystania energii oscyluje wokół 10%. Wynika to z faktu, iż w podstawowymi źródłami światła UV dużej mocy, stosowanymi do indukowania reakcji fotochemicznych, są średniociśnieniowe lampy rtęciowe (MPM lamp – medium pressure mercury lamp), które emitują najwięcej energii UV przy ok. 365 nm. Powoduje to, że stosowane dotychczas fotoinicjatory kationowe na bazie soli diarylojodoniowych posiadają złe dopasowanie charakterystyki absorpcji do charakterystyki emisji przemysłowych źródeł światła UV. Obecnie wszystkie sole jodoniowe stosowane w przemyśle wykazują podobną charakterystykę absorpcji UV mieszczącą się w zakresie długości fal λ_{max} = 220-280 nm.

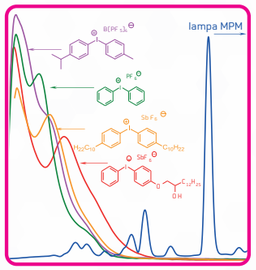


Fig.1. Porównanie charakterystyki absorpcji komercyjnych fotoinicjatorów jodoniowych z charakterystyką emisji lamp MPM.

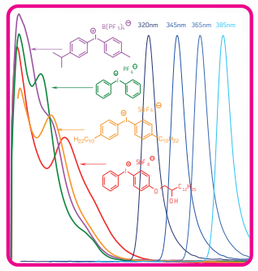


Fig.2. Porównanie charakterystyki absorpcji komercyjnych fotoinicjatorów jodoniowych z charakterystyką emisji lamp UV-LED.

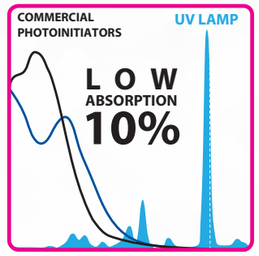


Fig.3. Porównanie charakterystyki absorpcji komercyjnych fotoinicjatorów jodoniowych z charakterystyką emisji lamp MPM.

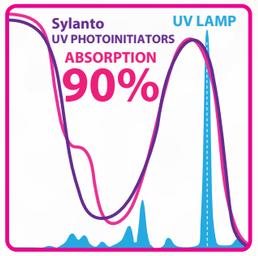


Fig.4. Porównanie charakterystyki absorpcji komercyjnych fotoinicjatorów Sylanto z charakterystyką emisji lamp MPM.

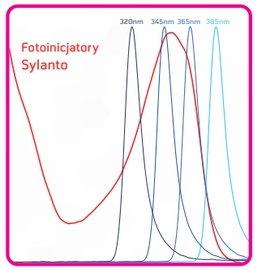


Fig.5. Porównanie charakterystyki absorpcji komercyjnych fotoinicjatorów Sylanto z charakterystyką emisji lamp UV-LED.

Fotoinicjatory Sylanto pozbawione są tej wady i oferują ok. 90 % efektywność pozwalającą na stosowanie ich w dużo mniejszych stężeniach oraz prowadzą do zwiększenia wydajności linii produkcyjnych. Przy długości fali 365 nm, odpowiadającej najsilniejszej linii widmowej średniociśnieniowych lamp rtęciowych, **fotoinicjatory Sylanto** wykazują absorpcję na poziomie 75 % absorpcji maksymalnej występującej przy λ_{max} = 350 nm.

Nowoczesnym rozwiązaniem w technologii UV jest zastosowanie diod UV-LED, które umożliwiają przebieg procesu bez emisji ozonu oraz wydzielania ciepła, co jest bardzo istotnymi cechami odróżniającymi tego typu układy od tradycyjnie stosowanych lamp MPM. W przeciwieństwie do standardowych fotoinicjatorów kationowych, **fotoinicjatory Sylanto** wykazują kompatybilność do diodowych źródła światła ultrafioletowego zachowując swoją pełną użyteczność.

Reaktywność

Użyteczność **fotoinicjatorów Sylanto** porównano do tradycyjnych fotoinicjatorów diarylojodoniowych dostępnych na rynku (np. diphenyliodonium hexafluorophosphorate, HIP) na podstawie przeprowadzonych testów fotopolimeryzacji cykloalifatycznego monomeru epoksydowego (np. 3,4-epoxycyclohexylmethyl 3,4-epoxycyclohexanecarboxylate). Do ilościowego porównania fotoinicjatorów zastosowano technikę FPT (Fluorescence Probe Technology), w której wykorzystuje się molekualrne sondy fluorescencyjne zmieniające swoją charakterystykę fluorescencji w trakcie zmian zachodzących podczas fotopolimeryzacji kompozycji.

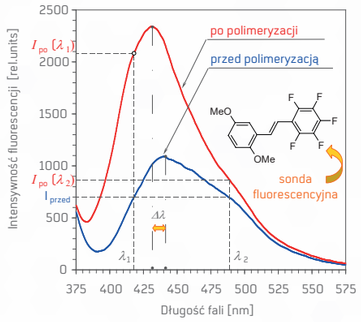


Fig.6. Widmo fluorescencji sondy molekularnej (trans-2-(2',5'-dimetoksyfenylo)etenylo-2,3,4,5,6-pentafluorobenzen) przed i po procesie fotopolimeryzacji kationowej monomeru epoksydowego (3,4-epoxycyclohexylmethyl 3,4-epoxycyclohexanecarboxylate).

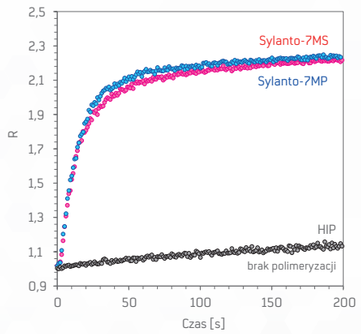
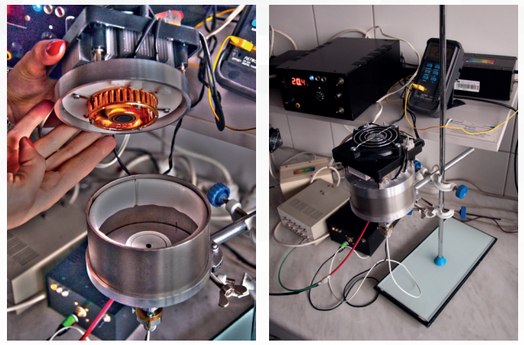
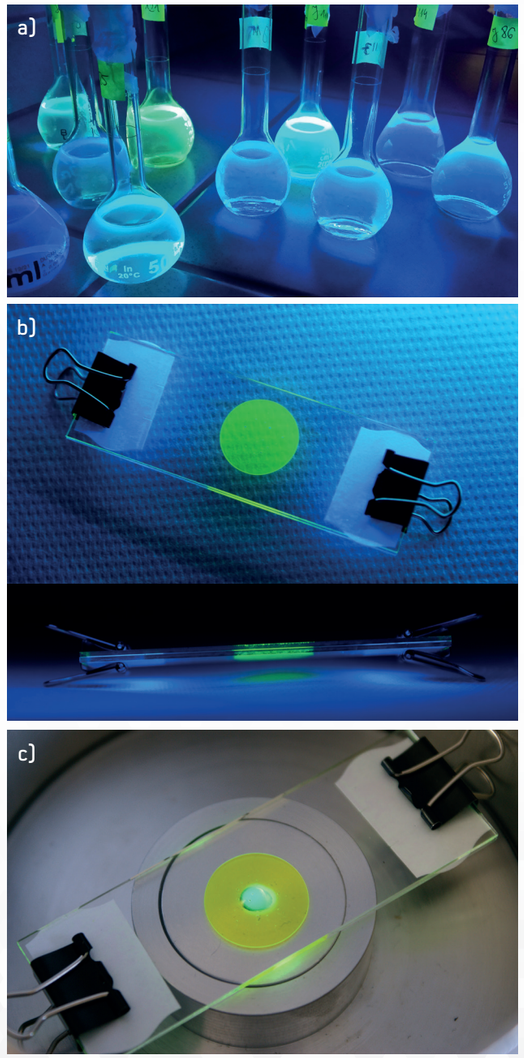


Fig.7. Profil kinetyczny fotopolimeryzacji kationowej monomeru epoksydowego (3,4-epoxycyclohexylmethyl 3,4-epoxycyclohexanecarboxylate) otrzymany za pomocą FPT przy użyciu trans-2-(2',5'-dimetoksyfenylo)etenylo-2,3,4,5,6-pentafluorobenzenu jako sondy fluorescencyjnej dla różnych fotoinicjatorów kationowych.

Pod wpływem promieniowania, odpowiadającego najsilniejszej linii emisyjnej w zakresie ultrafioletowym, emitowanego przez średniociśnieniowe lampy rtęciowe (365 nm), **fotoinicjatory Sylanto** wykazują dużą efektywność inicjowania procesu fotopolimeryzacji, podczas gdy w kompozycji zwierającej tradycyjny fotoinicjator kationowy (HIP) proces polimeryzacji praktycznie nie zachodzi w skutek braku znaczącej absorpcji światła przez HIP powyżej 325 nm.



Fot. 1. Stacjonarny system do monitorowania kinetyki polimeryzacji przy wykorzystaniu techniki FPT.

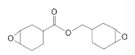
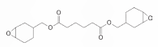
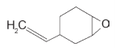
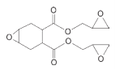
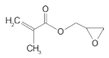
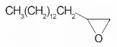
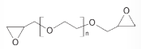
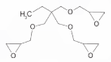
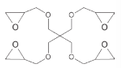


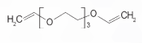
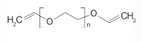
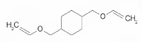
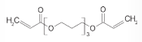
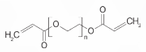
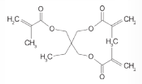
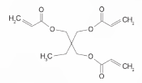
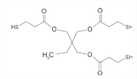
Fot. 2. Fluorescencja sond molekularnych : a) w roztworze, b) w próbce w postaci filmu, c) w próbce w komorze do badań FPT.

Rozpuszczalność w monomerach

Standardowe fotoninicjatory generalnie charakteryzują się małą rozpuszczalnością w powszechnie wykorzystywanych monomerach i ich mieszaninach, co stanowi problem szczególnie, gdy konieczne jest stosowanie większych stężeń fotoinicjatorów, niejednokrotnie dochodzących do 5 % wagowych.
Odpowiedzią na powyższe ograniczenia są **fotoinicjatory Sylanto**, charakteryzujące się pełną reaktywnością już w przedziale stężeń 0,5 – 1 % wagowych.

Tabela 1. Rozpuszczalność **fotoinicjatorów Sylanto (*)**

Monomer			Rozpuszczalność fotoinicjatorów	
Nazwa	CAS	Wzór	Sylanto 7MP	Sylanto 7MS
3,4-epoxycyclohexylmethyl-3,4-epoxycyclo-hexanecarboxylate	2386-87-0		+	+
Bis((3,4-epoxycyclohexyl)methyl) adipate	3130-19-6		+	+
4-Vinyl-1-cyclohexene 1,2-epoxide	106-86-5		+	+
Vinylcyclohexene dioxide	106-87-6		+	+
4,5-epoxytetrahydrophthalic acid diglycidylester	25293-64-5		+	+
1,2-Epoxy-3-phenoxypropane	122-60-1		+	+
Glycidyl methacrylate	106-91-2		+	+
1,2-epoxyhexadecane	7320-37-8		+	+
Poly(ethylene glycol) diglycidyl ether	72207-80-8		+	+
Trimethylolpropane triglycidyl ether	3454-29-3		+	+
Pentaerythritol glycidyl ether	3126-63-4		+	+

Monomer			Rozpuszczalność fotoinicjatorów	
Nazwa	CAS	Wzór	Sylanto 7MP	Sylanto 7MS
Diglycidyl 1,2-cyclohexanedicarboxylate	5493-45-8		+	+
Tetrahydrophthalic acid diglycidyl ester	21544-03-6		+	+
3-ethyl-3-oxetanemethanol	3047-32-3		+	+
Tri(ethylene glycol) divinyl ether	765-12-8		+	+
Poly(ethylene glycol) divinyl ether	50856-26-3		+	+
1,4-Cyclohexanedimethanol divinyl ether	17351-75-6		+	+
Tri(propylene glycol) diacrylate (**)	42978-66-5		+	+
Poly(ethylene glycol) diacrylate (**)	26570-48-9		+	+
Trimethylolpropane trimethacrylate (**)	3290-92-4		+ (mętnieje)	+
Trimethylolpropane triacrylate (**)	15625-89-5		+	+
Trimethylolpropane tris(3-mercaptopropionate) (**)	33007-83-9		+	+

Fotoinicjatory Sylanto są również kompatybilne z innymi monomerami dedykowanymi do polimeryzacji kationowej (np. monomery winylowe, cykloalifatyczne epoksydy, monomery glicydylowe, oksirany, siloksany, oksetany, cykliczne acetale, cykliczne sulfidy, laktony, laktamy, itd.), zarówno nienasyconymi biorącymi udział w polimeryzacji łańcuchowej z udziałem wiązania podwójnego węgiel – węgiel, jak i monomerami cyklicznymi biorącymi udział w fotopolimeryzacji z otwarciem pierścienia,
(*) fotoinicjatory w formie roztworu w węglanie propylenu, (**) monomery biorące udział w fotopolimeryzacji wg mechanizmu rodnikowego lub "thiol-ene" – w obecności dodatków, takich jak ko-inicjator lub fotosensybilizator **fotoinicjatory Sylanto** mogą inicjować fotopolimeryzację rodnikową oraz "thiol-ene".

Dodatkowym atutem **fotoinicjatorów Sylanto** jest ich dobra rozpuszczalność w szeregu powszechnie wykorzystywanych monomerów w stężeniach dochodzących do powyżej 5 % wag. bez konieczności stosowania dodatkowych rozpuszczalników. **Fotoinicjatory Sylanto** dystrybuowane są w postaci sypkich ciał stałych lub jako roztwór w węglanie propylenu. Charakteryzują się dużą trwałością podczas przechowywania i przetwarzania na docelowe kompozycje lakiernicze lub drukarskie.

Efekt żółknięcia

Powszechnie znanym mankamentem fotoinicjatorów jest żółknięcie finalnego produktu, polegające na obecności barwnych produktów rozpadu inicjatora. **Fotoinicjatory Sylanto** są bezbarwnymi ciałami stałymi, nie powodują zmiany barwy oraz innych właściwości fizycznych finalnego produktu.

Zastosowanie

Głównym celem **fotoinicjatorów Sylanto** jest usprawnianie procesów, które wykorzystywane są w przemyśle motoryzacyjnym, poligraficznym, elektronicznym, klejów, opakowań oraz szeroko pojętym przemyśle powłokotwórczym.

Obszar zastosowań fotoinicjatorów Sylanto:

Przemysł poligraficzny: Farby drukowe UV znajdują zastosowanie w sitodruku, fleksografii, offsecie, typooffsecie oraz druku cyfrowym. Fotoinicjatory stanowią 1-10 % wag. masy farb drukowych i inicjują polimeryzację umożliwiając błyskawiczne otrzymanie gotowych treści graficznych. Fotoinicjatory Sylanto pozwalają udoskonalić technologię druku zwiększając jego efektywność, jednocześnie obniżając koszty produkcyjne.

Przemysł meblarski: Stosowanie nowoczesnych fotoutwardzalnych lakierów pozwala znacznie ograniczyć emisję lotnych związków organicznych (VOC - volatile organic compounds) dzięki wyeliminowaniu metod wykorzystujących lakiery rozpuszczalnikowe. Utwardzane pod wpływem naświetlania powłoki lakiernicze do drewna osiągają wysoką klasę jakości. Tworzą rodzaj mocnej siatki, stąd też znane są jako lakiery odznaczające się znakomitą odpornością chemiczną i fizyczną. Odznaczają się także doskonałą podatnością na szlifowanie, krótkim czasem utwardzania oraz bardzo dobrymi ogólnymi właściwościami mechanicznymi.

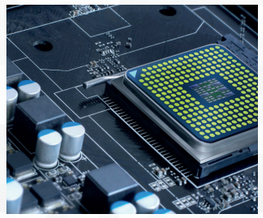
Przemysł farb i lakierów: Technologia UV pozwala na redukcję szkodliwych dla środowiska rozpuszczalników, a także wpływa na otrzymywanie powłok o lepszych parametrach mechanicznych.

Przemysł klejów i szczeliw: Łączenie materiałów, takich jak metal, szkło, drewno, papier, tworzywa sztuczne z założenia niekompatybilnych względem siebie w procesach klejenia to jedno z największych ograniczeń producentów różnego rodzaju klejów i szczeliw. Problem ten może zostać rozwiązany poprzez zastosowanie bazy klejowej polimeryzującej w obecności wysokoskutecznych fotoinicjatorów Sylanto w warunkach naświetlania promieniowaniem UV.

Przemysł motoryzacyjny: W branży samochodowej stosowanie powłok ochronnych staje się koniecznością, zarówno ze względu na narażenie lakieru pojazdów na działanie niekorzystnych czynników zewnętrznych, jak i kontakt z czynnikami chemicznymi. Z punktu widzenia technologicznego oraz użytkowego do najnowszych trendów należą powłoki lakiernicze utwardzane przy pomocy UV. W przemyśle motoryzacyjnym fotoutwardzanie można stosować również do klejenia wszelkich podzespołów samochodowych. Przykładami zastosowania utwardzania UV są elementy obudowy przednich reflektorów, tylnych świateł, listew bocznych nadwozia, komponentów występujących w układach mechaniczno-elektronicznych, powłoki wewnętrznych elementach plastikowych, czy zewnętrzne warstwy ochronne felg aluminiowych.

Przemysł opakowań spożywczych: Procesy fotopolimeryzacji znajdują szczególnie szerokie zastosowanie w grafice przemysłowej pakowania żywności, gdzie powszechnie wykorzystuje się farby utwardzane pod wpływem promieniowania UV. Nowoczesne farby przeznaczone do kontaktu z żywnością, zostały opracowane głównie na bazie cykloalifatycznych żywic epoksydowych i charakteryzują się szeregiem zalet, do których można zaliczyć fakt, że po spolimeryzowaniu powłoka takiej farby jest bezzapachowa, obojętna organoleptycznie i uniemożliwia przenikanie składników kompozycji tworzywa do żywności.

Przemysł elektroniczny: Technologie utwardzania promieniowaniem UV odgrywają ważną rolę w procesie produkcji elementów elektronicznych i wpływają na jakość oraz cechy produktu. Powłoki utwardzane UV znajdują zastosowanie do produkcji płytek obwodów drukowanych w celu zabezpieczenia przed wilgocią, kurzem, chemikaliami i ekstremalnymi temperaturami. Reakcje fotopolimeryzacji również stosuje się w podzespołach telefonów komórkowych i innych urządzeniach mobilnych.



Sylanto-7M Cationic UV-Photoinitiators

Sylanto-7MP jest kationowym fotoinicjatorem diarylojodoniowym zawierającym anion heksafluorofosforanowy.

Sylanto-7MS jest kationowym fotoinicjatorem diarylojodoniowym zawierającym anion heksafluoroantymonowy.

Ogólne informacje

- F**otoinicjatory Sylanto-7M** są polecane do procesów fotopolimeryzacji większości monomerów epoksydowych (szczególnie cykloafilatycznych monomerów epoksydowych, monomerów glicydylowych i epoksysilikonów), a także eterów winylowych.
- **Fotoinicjatory Sylanto-7M** dobrze rozpuszczają się w monomerach epoksydowych oraz monomerach winylowych, a także w większości rozpuszczalników organicznych.
- **Fotoinicjatory Sylanto-7M** wykazują charakterystykę absorpcji w całym zakresie UV od 200 nm do 400 nm, z maksimum absorpcji zlokalizowanym przy λ_{max} = 350 nm, co gwarantuje wysoką kompatybilność z lampami MPM.
- Polecane źródła światła dla **fotoinicjatorów Sylanto-7M** to: średniociśnieniowe lampy rtęciowe (MPM – Medium Pressure Merkury lamp), domieszkowane łukowe lampy rtęciowe, diody UV-LED (szczególnie polecane są UV-LED o charakterystyce emisji λ_{max} = 365 nm), a także lampy halogenowe oraz lampy ksenonowe.
- Poszczególne substraty, które posłużyły do produkcji **fotoinicjatorów Sylanto-7M** nie są toksyczne, a produkt jest wolny od VOC (Volatile Organic Compounds).

Korzyści z użycia fotoinicjatorów Sylanto-7M

- Zapewniają szybkie utwardzanie w całej masie.
- Mogą być stosowane w obecności systemów barwnych (pigmentów), w tym TiO_2.
- Typowy zakres stężeń: 0.5 – 2 % wag. na kompozycję monomerów.
- Nie wymagają obecności dodatków, takich jak koinicjatory czy fotosensybilizatory.

Zalecenia stosowania fotoinicjatorów Sylanto-7M

- Nie należy stosować większej ilości fotoinicjatora niż wymagana minimalna ilość. Optymalne stężenie powinno być ustalone przez użytkownika.
- Po wymieszaniu kompozycji z fotoinicjatorem, zalecane jest odczekanie kilku minut przed użyciem w celu zapewnienia maksymalnej rozpuszczalności
- Zaleca się ograniczenie światła słonecznego oraz redukcję oświetlenia lub inną formę ekranowania światła w trakcie mieszania i formułowania z użyciem **fotoinicjatorów Sylanto-7M**, aby zapobiec niepożądanej wstępnej polimeryzacji.
- Fotoinicjatory Sylanto-7M oraz zawierające je materiały są wrażliwe na światło i powinny być przechowywane w ciemności lub w ciemnych butelkach/pojemnikach.

Podsumowanie

Fotoinicjatory Sylanto dzięki swojej unikalnej strukturze oferują właściwości niespotykane w obecnie stosowanych inicjatorach fotopolimeryzacji kationowej. Cechy te przekładają się na efektywniejsze wykorzystanie energii elektrycznej, wzrost szybkości linii produkcyjnych, a same produkty odznaczają się transparentnością bez efektu żółknięcia.
Produkty **Sylanto** są wolne od lotnych związków organicznych.

VOC FREE

SYNTHOS S.A.
ul. Chemików 1
32-600 Oświęcim, POLAND
tel. +48 33 844 18 21...25
fax +48 33 842 42 18
VAT EU PL5490002108
www.synthosgroup.com