RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **237916**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **428489**

(22) Data zgłoszenia: **03.01.2019**

(51) Int.Cl.
C09D 183/04 (2006.01)
C09D 7/40 (2018.01)
C09D 5/14 (2006.01)
B82B 1/00 (2006.01)

(54) **Lakier bioaktywny do utwardzania UV**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
13.07.2020 BUP 15/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
14.06.2021 WUP 12/21

(73) Uprawniony z patentu:
GRUPA 3DRUK SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ SPÓŁKA KOMANDYTOWA, Kraków, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
STANISŁAW JASONEK, Kraków, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Teresa Nadhera-Karczmitowicz

PL 237916 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest lakier bioaktywny do utwardzania UV, przeznaczony do wytwarzania biobójczych powłok lakierniczych utwardzanych UV na podłoża z tworzyw sztucznych, na podłoża papierowe z powłoką tworzywową lub z powłoką lakierową, celem nadania im właściwości biobójczych, szczególnie do powlekania tub polietylenowych z przeznaczeniem na opakowania oraz pojemniki na farmaceutyki i kosmetyki.

Opakowania dla produktów farmaceutycznych oraz kosmetyków pełnią w szczególności funkcję ochronną, marketingową i ekologiczną. Wzrost zainteresowania konsumentów produktami proekologicznymi, które przyczyniają się do redukcji negatywnego oddziaływania m.in. na konsumenta, powoduje, że coraz więcej producentów opakowań poszukuje nowatorskich, rozwiązań. Wszystkie produkty, takie jak kremy, emulsje, mydła, które są pakowane w tuby, podlegają w czasie różnorodnym zmianom: fizycznym, biochemicznym, enzymatycznym czy mikrobiologicznym, co prowadzić może do wzrostu narażenia konsumenta na szkodliwe oddziaływanie produktu. Dla współczesnego konsumenta dobre opakowanie to takie, które chroni zarówno produkt, jak i użytkownika przed niekorzystnymi dla organizmu drobnoustrojami lub produktami rozkładu biologicznego, toksynami. Najczęściej stosowanym tworzywem do produkcji są tworzywa sztuczne a to ze względu na ich termoplastyczność, niską masę właściwą, odporność na szeroki zakres temperatur.

Coraz częściej do wytwarzania opakowań na kosmetyki stosuje się nanokompozytowe tworzywa polimerowe z nanosrebrem a także lakiery zawierające nanosrebro, którymi powleka się produkt wytworzony z tworzywa sztucznego. Zastosowanie nanotechnologii w przemyśle produkcji opakowań polepsza ich właściwości barierowe, mechaniczne i przeciwdrobnoustrojowe. Do opakowań mogą być włączane m.in. nanocząstki srebra, których działanie pozwala na hamowanie wzrostu drobnoustrojów. [Natalia Kulik, „Opakowania kosmetyków modyfikowane nanosrebrem" Biotechnologia.pl].

Na przykład w amerykańskim opisie patentowym US4775585 opisano bakteriobójcze włókna poliamidowe zawierające w swoim składzie dodatek zeolitu modyfikowanego jonami srebra miedzi lub cynku.

Z japońskiego zgłoszenia wynalazku JPH09255898 znane jest nadawanie właściwości antybakteryjnych wyrobom poprzez ich lakierowanie akrylowym lakierem dyspersyjnym, zawierającym związki bakteriobójcze (0,1 do 10% wagowo, np. kompozyt silikonowo-tiosulfonowy zawierający srebro, ew. tlenek cynkowo - 2-pirydynotiolowy). Zastosowanie tego rozwiązania jest ograniczone do produktów nie przeznaczonych dla dzieci, z uwagi na pewną toksyczność (cytotoksyczność) srebra.

W wytwarzaniu produktów opakowaniowych powlekanych lakierem chroniącym zewnętrzną powierzchnię produktu, oprócz stosowania nanostruktur o własnościach bakteriobójczych, istotne staje się także wytworzenie trwałych powłok o wysokiej odporności na ścieranie i zarysowanie, co uzyskuje się poprzez utwardzanie lakierów z zastosowaniem promieniowania UV.

Na przykład w polskim zgłoszeniu patentowym P.406140 ujawniono lakier do pokrywania opakowań, zawierający wodorozcieńczalną bazę lakierniczą oraz nanocząstki srebra w ilości od 20 do 300 ppm wagowych w stosunku do bazy lakierniczej. Bazę lakierniczą stanowią wodorozcieńczalne lakiery dyspersyjne składające się z żywic syntetycznych z grupy akrylanów modyfikowanych tworzących zawiesinę wodną lub lakiery UV – wodorozcieńczalne, wolne od rozpuszczalników lakiery UV przeznaczone do tworzenia trwałych warstw lakierniczych.

W opisie zgłoszenia chińskiego wynalazku nr CN107573830 ujawniono wodny lakier utwardzany ultrafioletem, który zawiera następujące składniki: 65–80 części wodorozcieńczalnego poliuretanowego środka dyspergującego, 0,4–1 części środka przeciwpiennego, 0,5–1,5 części środka zwilżającego, 0,5–1 część środka wyrównującego, 0,1–3 części dodatku nanometrycznego, 2–3 części fotoinicjatora na bazie wody, 0,2–1 części środka zagęszczającego, 3–5 części środka koalescencyjnego i 2–30 części wody. Jako dodatek nanometryczny wykorzystano nanocząsteczki celulozy i/lub nanocząsteczkowy tlenku glinu. Lakier jest przeznaczony do wytwarzania powłok do utwardzania w ultrafiolecie.

Kolejne zgłoszenie chińskiego wynalazku nr CN102993918 ujawnia farbę nawierzchniową przeznaczoną do utwardzania UV, zawierającą następujące składniki w stosunku wagowym: 10–15% akrylowanej żywicy epoksydowej bisfenolu A, 5–10% reaktywnego rozcieńczalnika, 45–55% roztworu nitrocelulozy, 30–40% rozpuszczalnika, 1,5–2% fotoinicjatora. Otrzymana powłoka ma doskonałą twardość oraz jest odporna na zarysowania.

Wynalazek CN106467685 ujawnia natomiast sposób wytwarzania przeciwbakteryjnej fotoutwardzalnej powłoki o niskiej energii powierzchniowej oraz przeciwbakteryjną powłokę stanowiącą kompozycję triakrylanu trimetylolopropanu, metakrylanu hydroksypropylu, alfa-hydroksyalkilowego fenyloketonu, modyfikowanych nanocząstek krzemionki i nanocząstek srebra, 3-merkaptopropylometylodimetoksysilanu, dilaurynianu dibutylocyny i diizocyjanianu izoforonu. Nanokrzemionka ma średnicę cząstek od 50 do 100 nm.

W innym zgłoszeniu chińskiego wynalazku CN107964265 opisano nano-kompozytową farbę przeciwporostową, która zawiera: żywicę akrylową modyfikowaną organosilikonem, nano-krzemionkę, zakończony hydroksylem polisiloksan zawierający fluor, dwutlenek tytanu, mikrokulki kompozytowe krzem-tytan, węglan sodu, dwutlenek rutylu, ortokrzemian tetraetylu, akrylan alkilowy o długim łańcuchu, kompozytowy środek przeciwporostowy, nanocząsteczki srebra, wodorotlenek nano-magnezu, pigment przeciwkorozyjny, cyrkonian nano-wapniowy, białą sadzę nano-fumowaną, poliwinylopirolidon i substancje pomocnicze.

Jak wynika z publikacji: J. Hamerliński, K. Niciński, pt.: „Zastosowanie warstw bioaktywnych....” (Acta Poligraphica vol. 9/2017, pp. 9–15) dodatek nanocząstek do lakierów stosowanych do tworzenia ochronnych warstw powierzchniowych ma ograniczone zastosowanie, ponieważ wymaga mieszania lakieru tuż przed użyciem (z uwagi na wysoką gęstość nanosrebra, istnieje duże prawdopodobieństwo sedymentacji). Nie są znane żadne standardowe materiały przeznaczone do druku lub tworzenia warstw ochronnych dla przedmiotów zadrukowanych o właściwościach antybakteryjnych nadawanych bezpośrednio przez ich producenta. Walory antybakteryjne są niezwykle istotne dla tego typu lakierów, zaś próby ich sporządzenia napotykają na ograniczenia technologiczne. Zauważono, że jednym z najistotniejszych problemów z uzyskaniem dyspersyjnych lakierów o właściwościach biobójczych jest ich niedostateczna homogeniczność związana z problemami z zawieszeniem proszków metalicznych w lakierze.

Mając powyższe na uwadze, sformułowano problem wynalazczy, dotyczący opracowania bioaktywnego lakieru, przeznaczonego do szerokiego wykorzystania do powlekania produktów z tworzyw sztucznych, korzystnie w produkcji tub polietylenowych stanowiących opakowania na farmaceutyki i kosmetyki, szczególnie do wytwarzania 5 powłok o walorach biobójczych, utwardzanych za pomocą promieniowania UV.

Przedmiotem wynalazku jest lakier bioaktywny do utwardzania UV zawierający od 40,3 do 54,3% m/m eteru p-tert-butylofenylo 1-(2,3 epoksy)propylowego; od 40 do 50% m/m (3',4'-Epoksy-cykloheksano) metylo-3,4- epoksycykloheksylo karboksylanu; od 3,5 do 4,5% m/m reaktywnej żywicy silikonowej; od 0,1 do 0,2% m/m 55%-owego roztworu poliakrylanów; od 1,5 do 3,5% m/m soli trójarylosulfoniumheksafluorofosforanu (IHT-PI 432) oraz od 0,5 do 1,5% m/m nanokrzemionki o budowie sferycznej, zawierającej immobilizowane nanocząstki srebra.

Lakier bioaktywny do utwardzania z zastosowaniem promieni UV, stanowi kompozycję następujących składników:
– od 40,3 do 54,3% m/m eteru p-tert-butylofenylo 1-(2,3 epoksy)propylowego,
– od 40 do 50% m/m (3',4'-Epoksycykloheksano) metylo-3,4-epoksycykloheksylo karboksylanu,
– od 3,5 do 4,5% m/m reaktywnej żywicy silikonowej
– od 0,1 do 0,2% m/m, 55%-owego roztworu poliakrylanów
– od 1,5 do 3,5% m/m fotoinicjatora w postaci soli trójarylosulfoniumheksafluoro-fosforanu (IHT-PI 432)
– od 0,9 do 1,3% m/m, korzystnie 1% m/m nanokompozytu stanowiącego nanokrzemionkę o budowie sferycznej z immobilizowanymi nanocząstkami srebra.

Eter p-tert-butylofenylo 1-(2,3 epoksy) propylowy jako reaktywny związek chemiczny stosowany do syntezy cząstek z łańcuchami bocznymi, istotnie poprawia własności fizykochemiczne lakieru według wynalazku, szczególnie jego rozpuszczalność. Charakteryzuje się temperaturą wrzenia przy ciśnieniu 14 mmHg wynoszącą 165 do 170°C; gęstością w 25°C – 1.038 g/cm^3; współczynnikiem załamania światła n20/D – 1.515; temperaturą zapłonu – 102°C.

Drugi składnik lakieru to (3',4'-Epoksycykloheksano) metylo-3,4-epoksycykloheksylo karboksylanu czyli cykloalifatycznego monomeru epoksydowego posiadającego zarówno grupy karboksylowe jak i epoksydowe – znacząco wpływa na szybkość polimeryzacji lakieru.

(3',4'-Epoksycykloheksano) metylo-3,4-epoksycykloheksylo karboksylan posiada następujące własności: lepkości w 25°C – 220~250 mPas; gęstości w 25°C - 1.16 g/cm^3.

Reaktywna żywica silikonowa o wzorze HO—[---(YX)Si-----O-]n---H, gdzie Y i X mogą być identyczne lub różne i są podstawnikami alkilowymi prostymi bądź rozgałęzionymi, zawierającymi do sześciu

atomów węgla lub podstawnikami fenylowymi, przy czym n-krotność powtarzających się struktur określa się tak aby średnia masa wynosiła ok. 2400 – powoduje znaczną poprawę odporności lakieru na warunki atmosferyczne oraz na temperaturę. Żywica silikonowa charakteryzuje się zawartością substancji nielotnych wynoszącą 98% m/m, zawartością dwutlenku krzemu nie mniej niż 48% oraz temperaturą mięknienia – 40°C.

Kolejnym składnikiem kompozycji lakieru według wynalazku jest 55%-owy roztwór poliakrylanów, który stanowi kopolimer będący mieszaniną akrylanu butylu, akrylanu oktylu i akrylanu dodecylu w stosunku wagowym 2:3:2 w roztworze 20% m/m węglowodorów alifatycznych (n-parafiny, izo-parafiny) oraz 30% m/m węglowodorów aromatycznych (alkilobenzeny). Jest to dodatek wyrównujący oraz przeciwdziałający powstawaniu kraterów, stabilny termicznie, polepszający adhezję i nie powodujący matowienia powłoki lakierniczej. Własności roztworu poliakrylanów są następujące: gęstość w 20°C – 0,93–0,97 g/cm^3; temperatura zapłonu – 45–50°C.

Z uwagi na to, że lakier według wynalazku jest przeznaczony do utwardzania za pomocą promieniowania UV, jego istotnym składnikiem jest fotoinicjator w postaci soli trójarylosulfoniumheksafluorofosforanu, umożliwiający efektywny proces utwardzania powłoki lakierniczej z zastosowaniem UV.

Nieoczekiwanie okazało się, że dobór ilościowy i produktowy scharakteryzowanych wyżej składników lakieru według wynalazku, tworzy doskonałą kompozycję nisko migrującą o dobrych własnościach poślizgowych oraz dobrych właściwościach barierowych i antybakteryjnych. Dodatkiem wpływającym na udowodniony badaniami użytkowymi aspekt biobójczy lakieru jest nanokrzemionka z immobilizowanymi nanocząsteczkami srebra, która ze względu na swą sferyczną budowę eliminuje niekorzystne zjawisko aglomeracji nanocząstek, będącego powodem ograniczenia działania biobójczego, zwiększa bowiem powierzchnię oddziaływania nanododatku. Nanokrzemionka ma postać nanoproszku o żółtym zabarwieniu, średniej wielkości cząstki 30 nm oraz średniej zawartości srebra wynoszącej 35 000 ppm.

Lakier bioaktywny według wynalazku charakteryzuje się lepkością wymaganą do aplikacji, szczególnie na podłoże polietylenowe. Gęstość lakieru wynosi od 1,03 do 1,05 g/cm^3, zaś lepkość w 20°C wynosi od 250 do 450 mPas.

Lakier bioaktywny według wynalazku ze względu na dobór składników zastosowanych do jego wytworzenia jest stabilny termicznie, posiada bardzo dobrą adhezję, eliminuje zjawisko kraterowania i matowienia powłoki lakierniczej, oraz posiada doskonałą odporność na warunki atmosferyczne oraz na temperaturę, co ma niezwykle istotne znaczenia w użytkowaniu produktów, do laminowania których jest przeznaczony.

Jak wskazują liczne publikacje, również i te, zawarte w stanie techniki, większość lakierów poligraficznych z dodatkami biobójczymi jest niestabilna termodynamicznie, czego przejawem jest m.in. nieustannie przebiegający w nich proces samorzutnego rozdzielania się tworzących je faz. Zastosowana w sposobie według wynalazku nanokrzemionka o budowie sferycznej z immobilizowanymi nanocząstkami srebra, znacząco eliminuje niekorzystne zjawisko aglomeracji nanocząstek, będącego powodem ograniczenia działania biobójczego, spowodowanego utrudnionym wówczas bezpośrednim kontaktem bakterii i grzybów z cząstkami srebra a także pozwala na uzyskanie stabilnego preparatu o znacznie zwiększonej stabilności fizykochemicznej.

Odpowiednio dobrana kompozycja lakieru pozwala więc na zachowanie jego jednorodnej struktury z rozproszonym nanokompozytem a na jednorodność i stabilność lakieru wpływa istotnie mikrorozmiar nanododatku i jego budowa sferyczna. Zastosowanie odpowiedniego fotoinicjatora pozwala natomiast na szybkie utwardzanie lakieru z wykorzystaniem promieni UV.

Tuby z tworzywa sztucznego, służące do pakowania różnego rodzaju preparatów farmaceutycznych i kosmetycznych, wytworzone uprzednio zgodnie z wymaganym kształtem i rozmiarem znanym sposobem z wykorzystaniem procesu ekstruzji i formowania, są następnie zadrukowywane z wykorzystaniem znanych technik drukarskich, m.in. takich jak fleksodruk, sitodruk, suchy offset, Ink Jet, hot lub cold stamping. Kolejno, zadrukowaną tubę z tworzywa sztucznego powleka się lakierem według wynalazku, poprzez nałożenie lakieru metodą fleksograficzną za pomocą wałka aniloksowego lub metodą sitodruku lub metodą cyfrową Ink Jet i poddaje się procesowi utwardzania z wykorzystaniem lampy rtęciowej o zakresie długości fali od 240 do 600 nm (zakres UVA, UVB) przy prędkości produkcyjnej tub powleczonych lakierem według wynalazku – wynoszącej od 60 do 250 tub na minutę, przy czym szybkość jest dostosowywana do długości fali użytej do utwardzania lakieru, co w oczywisty sposób wynika z faktu, że im większe natężenie fali tym możliwe zmniejszenie czasu ekspozycji a co za tym idzie zwiększenie przesuwu taśmy transportującej tuby powleczone utwardzanym lakierem.

Badania i próby półtechniczne wykazały, że lakier biobójczy według wynalazku, nałożony na produkt, np. tubę polietylenową, uprzednio zadrukowaną koncentruje w dużym stężeniu nanocząsteczki srebra w ultracienkiej warstwie powłokowej, charakteryzującej się doskonałymi walorami biobójczymi. Co więcej, lakier według wynalazku cechuje się także bardzo dobrą adhezją do polietylenu, wytrzymałością mechaniczną, elastycznością, odpornością na pęknięcia i zarysowania, odpornością na wszelkiego rodzaju związki chemiczne, temperaturę, enzymy itp. Tak dobre własności powłoki uzyskuje się dzięki zastosowaniu komponentów umożliwiających utwardzenie warstwy za pomocą promieni ultrafioletowych oraz doborowi skutecznych nanostruktur w postaci nanokrzemionki z immobilizowanymi nanocząsteczkami srebra.

Powłoka lakierowa wykonana lakierem według wynalazku i utwardzona promieniowaniem UV jest gładka, bez wtrąceń i trwale zabezpieczająca zadrukowaną uprzednio tubę polietylenową. Na fig. 1 przedstawia się widmo powłoki lakierowej wykonane metodą spektroskopii w podczerwieni (FTIR). Lakier według wynalazku pozwala na wytwarzanie ultracienkich powłok lakierniczych o grubościach 5–6 μm, wykazujących właściwości biobójcze. Badania mikrobiologiczne wykazały, że właściwości biobójcze ultracienkiej powłoki lakierniczej, utwardzonej z wykorzystaniem promieniowania UV, dotyczą bakterii gram-dodatnich i gram-ujemnych w tym bakterii e-coli – pałeczki okrężnicy, będącej źródłem większości infekcji związanych z brakiem higieny.

Wyniki oznaczeń właściwości przeciwbakteryjnych powłok lakierowych wg ISO 22196:2011 w stosunku do szczepów bakterii: E. coli i S. aureus kształtują się następująco:

Szczepy bakterii	Grubość powłoki lakierniczej	Redukcja log_{10}
E. coli	5μm ; 6 μm	2,23 - 2,28
S. aureus	5μm ; 6 μm	...2,19 - 2,22

Redukcja log_{10} – różnica między logarytmem ze średniej liczby cfu na próbkach referencyjnych po 24 h, a logarytmem ze średniej liczby cfu na próbkach badanych.

Cfu – (colony forming unit) – jednostki tworzące kolonie bakteryjne

Lakier bioaktywny według wynalazku można stosować do wytwarzania klasycznych powłok lakierniczych ale także lakierem można pokrywać papier lub karton z powłoką tworzywową lub lakierową i z wykorzystaniem techniki lakierowania offsetowego.

Sposób wytwarzania bioaktywnego lakieru, szczególnie do powlekania tub polietylenowych polega na tym, że do mieszalnika zaopatrzonego w płaszcz wodny, w temperaturze pokojowej wprowadza się od 40,3 do 54,3% m/m eteru p-tert-butylofenylo 1-(2,3 epoksy)propylowego oraz od 40 do 50% m/m (3',4'-Epoksycykloheksano) metylo-3,4-epoksycykloheksylo karboksylanu, po czym składniki podgrzewa się do temperatury nie wyższej niż 35°C i całość miesza się w czasie 30 do 35 min., stosując prędkość obrotową mieszadła od 800 do 850 obr./min, po czym wprowadza się od 3,5 do 4,5% m/m reaktywnej żywicy silikonowej i całość miesza się dalej w czasie 10 do 15 min., stosując te same obroty mieszadła. Kolejno dodaje się od 0,1 do 0,2% m/m, 50%-owego roztworu poliakrylanów oraz od 1,5 do 3,5% m/m fotoinicjatora w postaci soli trójarylosulfoniumheksafluoro-fosforanu (IHT-PI 432) i kontynuuje się mieszanie w czasie 25 do 30 min. do osiągnięcia pełnej homogenizacji składników. Kompozycja stanowi tzw. bazę lakierową, przygotowaną na dodanie do niej nanokompozytu w postaci nanokrzemionki o budowie sferycznej z immobilizowanymi nanocząstkami srebra.

W kolejnym etapie sposobu, wytworzoną bazę lakierniczą w ilości od 20 do 22% m/m oraz od 0,9 do 1,3% m/m, korzystnie 1% m/m nanokompozytu stanowiącego nanokrzemionkę o budowie sferycznej z immobilizowanymi nanocząstkami srebra, wprowadza się do drugiego mieszalnika z płaszczem wodnym i mieszadłem szybkoobrotowym i zwiększając obroty mieszadła od 1200 do 1600 obr./min całość miesza się przez 45 do 60 min do uzyskania w pełni zdyspergowanych składników, następnie zmniejsza się obroty mieszadła i kolejno dodaje się pozostałą cześć wytworzonej bazy lakierniczej w ilości od 77 do 79,1% m/m, po czym stopniowo zwiększa się obroty mieszadła od 1500 do 1800 obr./min i całość miesza się dalej do momentu uzyskania pełnego zdyspergowania dodatków przez czas od 45 do 60 min.

Wstępne zdyspergowanie nanokompozytu w niewielkiej ilości bazy lakierniczej i kolejno dodanie dyspersji do pozostałej ilości bazy, pozwala na znaczne skrócenie czasu uzyskania stabilnej dyspersji.

Przedmiot wynalazku ilustrują przedstawione poniżej przykłady nie ograniczając jego zakresu.

Przykład 1

Lakier składa się z 52,8 kg reaktywnego rozpuszczalnika w postaci eteru p-tert-butylofenylo 1-(2,3 epoksy)propylowego, np. Grynolit RV 1802; 40 kg (3',4'-Epoksycykloheksano) metylo-3,4-epoksycykloheksylo karboksylanu, np. Cyracure UVR 6105, 4 kg reaktywnej żywicy silikonowej np. Dowsil RSN 6018, 0,2 kg 50%-owego roztworu kopolimeru akrylanów, np. BYK 358; 2 kg fotoinicjatora w postaci soli trójarylosulfoniumheksafluoro-fosforanu np. Cyracure UVI 6990 oraz 1 kg nanosrebra osadzonego na nanokrzemionce (średnia wielkości cząstki -30 nm i średnia zawartość srebra – 35 000 ppm.)

Wytworzony lakier charakteryzuje się lepkością w 20°C wynoszącą 300 mPas, gęstością 1,03 g/cm^3.

Lakier nakłada się na tuby polietylenowe metodą Ink Jet lub fleksograficzną za pomocą wałka aniloksowego, wykonującego powłokę o grubości 6 µm i kolejno powłokę poddaje się działaniu promieniowania UV o zakresie długości fali 450 nm z wykorzystaniem lampy rtęciowej, przy prędkości produkcyjnej tub powleczonych lakierem według wynalazku – wynoszącej 180 tub na minutę.

Wytworzona powłoka lakierowa charakteryzuje się twardością, s – 180 oraz bardzo dobrą adhezją jak również doskonałymi właściwościami przeciwbakteryjnymi wobec szczepów bakterii (E. coli i S. aureus) o wartości redukcji $\log_{10}$ badanej powłoki, odpowiednio dla bakterii e.coli – 2,25 a dla bakterii s. aureus – 2,20;

Przykład 2

Lakier składa się z 40,8 kg reaktywnego rozpuszczalnika w postaci eteru p-tert-butylofenylo 1-(2,3 epoksy)propylowego, 50 kg (3',4'-Epoksycykloheksano) metylo-3,4-epoksycykloheksylo karboksylanu, 4,5 kg reaktywnej żywicy silikonowej, 0,2 kg 50%-owego roztworu kopolimeru akrylanów, 2,5 kg fotoinicjatora w postaci soli trójarylosulfoniumheksafluoro-fosforanu np. Cyracure UVI 6990 oraz 1,2 kg nanosrebra osadzonego na nanokrzemionce.

Wytworzony lakier charakteryzuje się lepkością w 20°C wynoszącą 400 mPas….,gęstością... 1,05 g/cm^3.

Lakier nakłada się na tuby polietylenowe metodą Ink Jet lub fleksograficzną za pomocą wałka aniloksowego, wykonującego powłokę o grubości 6 µm i kolejno powłokę poddaje się działaniu promieniowania UV o zakresie długości fali 420 nm z wykorzystaniem lampy rtęciowej, przy prędkości produkcyjnej tub powleczonych lakierem według wynalazku - wynoszącej 190 tub na minutę.

Wytworzona powłoka lakierowa charakteryzuje się twardością, s – 178 oraz bardzo dobrą adhezją jak również doskonałymi właściwościami przeciwbakteryjnymi wobec szczepów bakterii (E. coli i S. aureus) o wartości redukcji $\log_{10}$ badanej powłoki, odpowiednio dla bakterii e.coli – 2,27 a dla bakterii s.aureus - 2,21.

Zastrzeżenia patentowe

1. Lakier bioaktywny do utwardzania UV na bazie żywic silikonowych, poliakrylanów, karboksylanów , fotoinicjatora oraz nanododatku, **znamienny tym**, składa się z:
   - od 40,3 do 54,3% m/m eteru p-tert-butylofenylo 1-(2,3 epoksy)propylowego,
   - od 40 do 50% m/m (3',4'-Epoksycykloheksano) metylo-3,4-epoksycykloheksylo karboksylanu,
   - od 3,5 do 4,5% m/m reaktywnej żywicy silikonowej
   - od 0,1 do 0,2% m/m, 50 do 55%-owego roztworu poliakrylanów
   - od 1,5 do 3,5% m/m fotoinicjatora
   - od 0,9 do 1,3% m/m nanokompozytu stanowiącego nanokrzemionkę o budowie sferycznej z immobilizowanymi nanocząstkami srebra.
2. Lakier według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jako fotoinicjator stosuje się sól trójarylosulfoniumheksafluoro-fosforanu.
3. Lakier według zastrz. 1 albo 2 **znamienny tym**, że średnia wielkości cząstki nanokrzemionki z immobilizowanymi nanocząsteczkami srebra wynosi 30 nm.
4. Lakier według któregokolwiek z powyższych zastrzeżeń od 1 do 3, **znamienny tym**, że udział nanokompozytu wynosi 1%.

5. Lakier według któregokolwiek z powyższych zastrzeżeń od 1 do 4, **znamienny tym**, że stosuje się reaktywną żywicę silikonową o wzorze HO—[---(YX)Si----O-]n---H, gdzie Y i X są podstawnikami alkilowymi prostymi lub rozgałęzionymi, zawierającymi do sześciu atomów węgla lub podstawnikami fenylowymi.
6. Lakier według któregokolwiek z powyższych zastrzeżeń od 1 do 5, **znamienny tym**, że roztwór poliakrylanów stanowi mieszaninę akrylanu butylu, akrylanu oktylu i akrylanu dodecylu w stosunku wagowym 2:3:2 w roztworze 20% m/m węglowodorów alifatycznych oraz 30% m/m węglowodorów aromatycznych.
7. Lakier według zastrz. 6 **znamienny tym**, że jako węglowodory alifatyczne stosuje się n-parafiny i/lub izo-parafiny, natomiast jako węglowodory aromatyczne stosuje się alkilobenzeny.
8. Lakier według któregokolwiek z powyższych zastrzeżeń od 1 do 7 **znamienny tym**, że posiada gęstość od 1,03 do 1,05 g/cm^3 i lepkość w 20°C wynoszącą od 250 do 450 mPas.

Rysunek

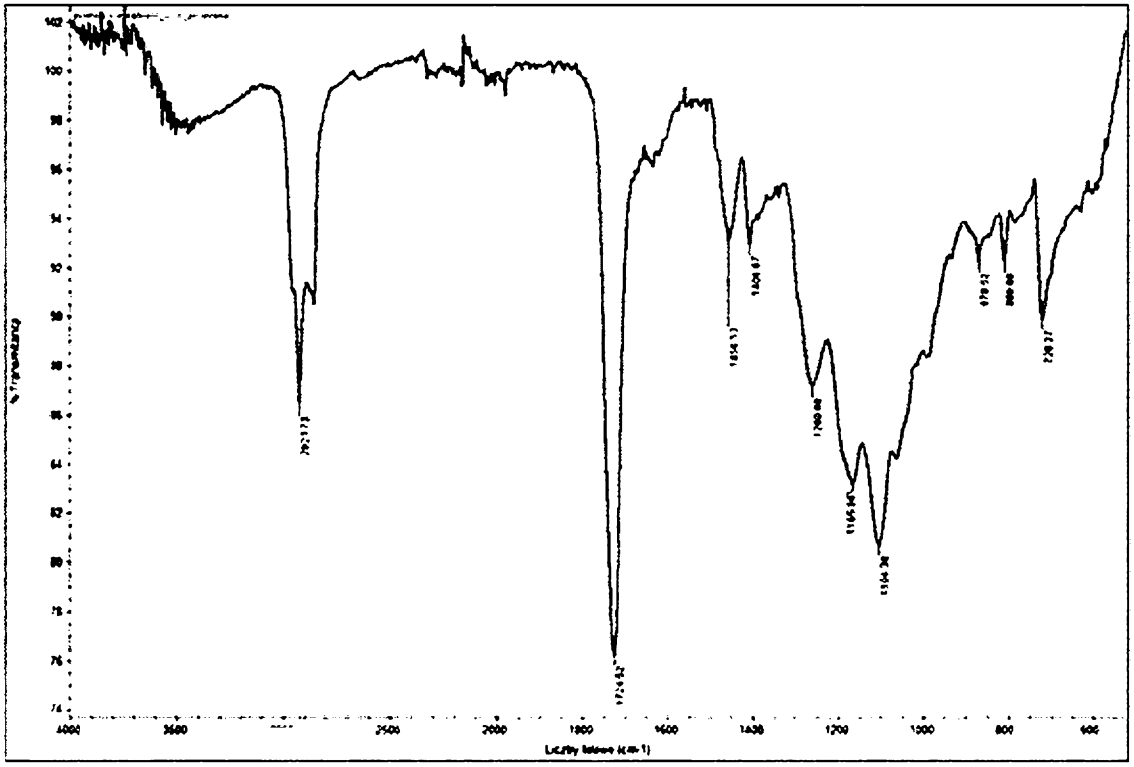

Fig.1