

1. Wprowadzenie

Lakierami nazywamy produkty ciekłe nie zawierające barwidła i wypełniaczy, które po nałożeniu cienką warstwą na podłoże np. na druki, przylegając do ich powierzchni, dają efekty ochronne lub/i dekoracyjne. Lakiery są najczęściej bezbarwne i przezroczyste. Są zbliżone swym składem surowcowym do bezbarwnych farb, czyli ich spoiw. Są one ciekłymi produktami błonotwórczymi. Stosowane są także lakiery barwne i dekoracyjne, które zawierają barwniki lub pigmenty perłowe, metaliczne, brokatowe itp. Grubość nakładanej warstwy lakieru zawiera się zazwyczaj w przedziale 1–20µm. Dostępnych jest wiele rodzajów lakierów oraz technik ich nanoszenia.

Lakiery stosowane do lakierowania odbitek drukarskich powinny [1]:

- wykazywać dobrą adhezję (przyczepność) do podłoża i farby drukowej,
- nie powodować deformacji podłoża (np. kurczenia lub zwijania),
- mieć odpowiednią lepkość dającą dobrą rozlewność,
- nie zmieniać barwy lakierowanych druków (z wyjątkiem lakierów barwnych),
- tworzyć powłoki (błonki) elastyczne,
- ulegać starzeniu w minimalnym stopniu,
- wykazywać pożądaną połysk lub mat,
- nie wykazywać właściwości lepnych po utrwaleniu (powierzchnie lakierowane nie powinny sklejać się),
- nie zawierać substancji toksycznych, wybuchowych i łatwopalnych.

Powyższymi wymaganiami mogą sprostać tylko lakiery, których podstawowy składnik stanowią związki wielkocząsteczkowe. Pozostałymi składnikami są dodatki wpływające (o ile to konieczne) na wyżej wymienione właściwości.

Współcześnie lakierowaniu podlegają druki uzyskane metodami analogowymi (klasycznymi) oraz cyfrowymi, te ostatnie nazywane są coraz

powszechniej wydrukami. Podążając tym tropem pierwszym podstawowym podziałem lakierów jest podział na:

- lakiery do lakierowania druków czyli odbitek wykonanych technikami analogowymi,

- lakiery do lakierowania odbitek cyfrowych czyli wydruków.

Istnieje wiele różnych podziałów lakierów tak do poligraficznej produkcji klasycznej (analogowej) i cyfrowej [1-5].

Lakiery stosowane do produkcji analogowej najczęściej dzielone są na:

- lakiery olejowe,

- lakiery dyspersyjne,

- lakiery fotoutwardzalne promieniowaniem UV lub strumieniem szybkich elektronów tzw. system EB,

- lakiery specjalne (o specjalnym zastosowaniu lub/i specjalnym przeznaczeniu w odróżnieniu od trzech pierwszych, które są ogólnego stosowania do lakierowania druków wykonanych techniką offsetową na papierze).

Stosowany podział lakierów do druków analogowych jest niepełny, gdyż nie zawiera m.in. lakierów rozpuszczalnikowych i chemoutwardzalnych stosowanych najczęściej na podłoża niechłonne. Powyższy podział jest stworzony z punktu lakierowania papierowych druków offsetowych.

Lakierowanie druków wykonuje się w celu zmiany właściwości druków w zakresie:

- poprawienia wyglądu estetycznego,

- zwiększenia wytrzymałości,

- zwiększenia właściwości barierowych.

Wygląd estetyczny druków poprawia się głównie przez nadanie im „wysokiego połysku” lub „głębokiego matu”. Przy lakierowaniu ulega zwiększeniu wytrzymałość druków na najrozmaitsze czynniki mechaniczne jak np. ścieranie.

Pod pojęciem „właściwości barierowe” rozumie się odporność druków na różne substancje, z którymi druki mogą się stykać oraz przepuszczalność różnych substancji przez druk.

Lakierowanie druków można przeprowadzać bezpośrednio na maszynach drukujących lub na specjalnie do tego celu zbudowanych maszynach zwanych lakierówkami. Ostatnio w wielu przypadkach zamiast lakierówek są stosowane zespoły lakierujące (popularnie zwane wieżami lakierniczymi) umieszczone na końcu wielozespołowej maszyny drukującej. Lakierowanie na maszynach drukujących (np. offsetowych, typograficznych, fleksograficznych czy też rotograwiurkowych) pozwala zazwyczaj na naniesienie cienkiej warstwy lakieru.

W celu uzyskać pożądanego efektu („wysoki połysk” lub „głęboki mat”) na papierach chłonnych, należy wykonać lakierowanie lakierami UV sitodrukiem. Efekt zabezpieczony jest przez grubość nakładanego lakieru.

W przypadku cyfrowego drukowania na papierze (rzadziej na podłożach niechłonnych) są stosowane specjalne lakiery (primery) do przygotowania do drukowania analogowych papierów w drukowaniu elektrofotograficznym oraz natryskowym. W maszynach natryskowych można stosować atramenty lakierujące.

Do lakierowania na maszynach drukujących stosuje się szereg systemów. Jednym z nich jest system fleksograficzny na który składają się

- wyjmowana komora rakłowa wraz z walcem rastrowym
- mobilny system sterowania dla lakierów Iriodin i powłok metalicznych na ramie ze stali nierdzewnej
- zbiornik ze stali nierdzewnej o pojemności ok. 20 l, podwójna ściana i dno do napełniania i cyrkulacji wody
- agregat chłodniczy wraz ze zbiornikiem wodny
- Pomiar temperatury w zbiorniku / przewodzie zasilającym maszynę, w tym. wyświetlacz cyfrowy

- Mieszadło elektryczne ORS 20 w komplecie z silnikiem 0,18 kW, wirnikiem i wałem ze stali nierdzewnej, wirnik o zwiększonej średnicy
- rama montażowa z zestawem kół, w tym. Szafa sterownicza z wyłącznikami głównymi i funkcyjnymi
- mobilny zestaw dodatkowych pomp do pompowania i cyrkulacji lakieru na maszynach drukarskich, na ramie ze stali nierdzewnej, 2 pompy perystaltyczne WM701, każda z silnikiem 0,37 kW.

Literatura

1. Praca zbiorowa: Podstawy współczesnej poligrafii, COBRPP w druku.
2. Jakucewicz Stefan .(2001). Materiałoznawstwo dla szkół poligraficznych, WSiP: Warszawa.
3. Rajnsz Ewa. (2009) Barwy druku. Offset arkuszowy, Michael Huber Polska: Wrocław.
4. Czichon Herbert, Maria Czichon. (1996). „Lakierowanie odbitek drukowych”. Świat Druku (12):58-63.
5. Khadzhynova Svitlana, Stefan Jakucewicz. (2016). Sposoby drukowania cyfrowego. Łódź. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej.

2. Budowa i właściwości lakierów

Jak już wspomniano powyżej stosowane do uszlachetniania druków i wydruków lakiery zostaną scharakteryzowane w grupach: lakiery do uszlachetniania druków wykonanych techniką analogową i cyfrową. Te pierwsze są stosowane najczęściej do lakierowania papierowych druków wykonanych techniką offsetową.

2.1. Charakterystyka lakierów stosowanych do uszlachetniania druków analogowych

Ze względu na skład chemiczny rozróżnia się lakiery:

-olejowe, zwane często drukowymi lub pokostowymi,

- dyspersyjne, nazywane również wodnymi lub akrylowymi,
- utwardzane promieniowaniem UV,
- rozpuszczalnikowe (głównie nitrocelulozowe),
- chemoutwardzalne.

Niektóre z wyżej wymienionych lakierów (trzy pierwsze) mogą być nakładane w maszynach offsetowych. Ich charakterystykę przedstawia tabela 2.1.

Tabela 2.1

Ogólna charakterystyka lakierów stosowanych w maszynach offsetowych [1]

Właściwości	Lakiery olejowe	Lakiery dyspersyjne	Lakiery UV
Mechanizm schnięcia	utlenianie z polimeryzacją	wsiąkanie i odparowanie	fotopolimeryzacja
Czas schnięcia	poniżej 2 h	20-30 s	poniżej 1 s
Zawartość suchej masy	50-60%	30-40%	100%
Wsiąkanie	dobrze	dobrze	znikome
Połysk	dobry	dobry	bardzo dobry
Odporność na ścieranie	dobrze	dobrze	bardzo dobra

W zależności od zastosowania lakiery można podzielić na[2]:

- lakiery o wysokim połysku;
- lakiery matowe;
- lakiery ochronne o zwiększonej odporności na ścieranie;
- lakiery podkładowe (adhezyjne) tworzące warstwę pośrednią o dobrej adhezji do nanoszenia kolejnych warstw lakierniczych;
- lakiery o zwiększonym lub zmniejszonym poślizgu ułatwiające lub utrudniające przesuw zadrukowanych opakowań, np. w maszynie do ich napełniania. Pożądaną charakterystykę poślizgu uzyskuje się w szerokim zakresie przez stosowanie określonych dodatków;

-lakiery odporne na wilgoć umożliwiające napełnianie opakowań gorącym towarem oraz zgrzewanie za pomocą urządzeń mikrofalowych, gdzie występująca podczas tych procesów wilgoć może powodować sklejanie ze sobą polakierowanych opakowań;

-lakiery do zgrzewania za pomocą ultradźwięków, których energia jest przekształcana na zgrzewającą energię cieplną - po ochłodzeniu otrzymuje się jednorodne połączenie kontaktujących się ze sobą powierzchni papieru, tektury wielowarstwowej i folii;

-lakiery do kalandrowania - za pomocą gorących wałków są dodatkowo pod naciskiem wygładzane w celu uzyskania powierzchni o wysokiej gładkości i połysku;

-inne lakiery konkretnego zastosowania - etykietowe, do opakowań chłodniczych itp.

- lakiery specjalne – lakiery o specjalnych właściwościach np.: termochromowe, zapachowe, fotoluminescencyjne itp.

Większość lakierów produkowana jest w różnych wersjach recepturowych o zróżnicowanej lepkości i tacku, dzięki czemu można wyróżnić lakiery do lakierowania mokro na mokro (niska wartość tacku) i lakiery do lakierowania mokro na sucho (standardowa wartość tacku).

2.1.1. Lakiery olejowe

Lakierowanie druków za pomocą lakierów olejowych jest najstarszą i najprostszą metodą uszlachetniania odbitek. Lakiery olejowe mają skład chemiczny zbliżony do farb offsetowych, jednak nie zawierają barwidła. Ze względu na podobieństwo do farb offsetowych lakieruje się nimi odbitki w maszynie offsetowej w sposób tradycyjny przy wykorzystaniu zespołu farbowego i zespołu drukującego. Oznacza to, że lakiery olejowe można nakładać zarówno z nawilżaniem, jak i bez nawilżania. Wariant lakierowania z

roztworem nawilżającym umożliwia pozostawienie nielakierowanych zakładek służących do klejenia i innych płaszczyzn wybiórczo. Obecnie od początku XXI wieku produkowane są, także lakiery o wysokim połysku, przezroczyste pozbawione żółtego odcienia. Są to lakiery olejowe nowej generacji produkowane przez czołowych producentów farb offsetowych.

2.1.1.1. Skład chemiczny lakierów olejowych

W skład lakierów olejowych wchodzi:

- oleje naturalne modyfikowane żywicami (pokosty). Otrzymuje się je z olejów roślinnych, poprzez ogrzewanie oleju naturalnego w określonej temperaturze przez określony czas. Są to związki mające wiązania podwójne pomiędzy atomami węgla o wyższej masie cząsteczkowej niż wyjściowy olej. Tym samym mają one wyższą lepkość od przetwarzanych olejów. Tak otrzymany pokost jest modyfikowany np. kalafonią lub żywicami fenolowo-formaldehydowymi;
- oleje mineralne;
- żywice stałe, np. alkidale;
- suszki - sole cynku ewentualnie kobaltu lub manganu przyspieszające utralanie pokostów roślinnych (np. lnianego, sojowego) przez utlenianie;
- substancje pomocnicze, np. woski, które polepszają odporność na ścieranie i mają wpływ na charakterystykę poślizgu.

Zawartość suchej masy w lakierach pokostowych wynosi zwykle 50-70%.

2.1.1.2. Utrwalanie lakierów olejowych

Utrwalanie lakieru olejowego jest zależne od utralania pokostów roślinnych przez utlenianie i od utralania się żywicy alkidowej. Powłoka

lakiernicza musi tworzyć się szybko. Czas jej tworzenia przez schnięcie nie powinien przekraczać kilku godzin od momentu polakierowania do dalszej obróbki lub transportu polakierowanego nakładu.



Rys.2.1. Źle dobrany lakier olejowy. Źródło [11]

W procesie schnięcia lakierów olejowych można wyróżnić etapy schnięcia fizycznego i chemicznego:

- wsiąkanie składników płynnych w papier z wytworzeniem warstwy żelu (galarety) na powierzchni. Warstwa ta zawiera żywice i wysokocząsteczkowe pokosty z suszkami oraz środki pomocnicze. Szybkość wsiąkania wzrasta ze wzrostem chłonności papieru. Jest to etap utrwalania fizycznego. Trwa on kilkanaście minut;
- reakcja tlenu atmosferycznego z podwójnymi wiązaniami cząsteczek pokostów z wytworzeniem nadtlenków. Reakcja ta jest katalizowana przez suszki. Nadtlenki rozkładają się do reaktywnych rodników;
- rodniki inicjują reakcję polimeryzacji poprzez łączenie się cząsteczek pokostów z podwójnymi wiązaniami, prowadzące do wytworzenia suchej błony lakierniczej;
- część pozostałych rodników może reagować ze sobą tworząc niskocząsteczkowe lotne produkty rozkładu lub utlenienia w postaci żółtych związków ketonowych. Produkty rozkładu są najczęstszą przyczyną problemów powstających podczas lakierowania. Mogą

powodować powstawanie żółtych plam na spodzie kolejnego arkusza w stosie zadrukowanych odbitek lub zmieniać połysk arkuszy.

Na podłożach niechłonnych zachodzą tylko procesy chemiczne, to jest jedynie polimeryzacja spowodowana przez utlenienie - reakcję tlenu atmosferycznego z podwójnymi wiązaniami cząsteczek pokostu, prowadzącą do powstania nadtlenków, które zgodnie z opisanym powyżej mechanizmem powodują polimeryzację pokostu.

Utrwalenie lakierów olejowych można przyspieszyć przez zastosowanie w maszynie offsetowej dodatkowych urządzeń suszących promieniami podczerwonymi lub za pomocą gorącego powietrza

2.1.1.3. Rodzaje lakierów olejowych

Lakiery olejowe produkowane są w kilku odmianach:

- lakiery z połyskiem lub matowe,
- lakiery ochronne - o zwiększonej odporności na ścieranie,
- lakiery do etykiet - o dobrej przesiąkliwości łągu,
- lakiery typu peel off - stosowane do lakierowania odwrotnej strony etykiety na butelki szklane lub z PET, gdzie pełnią funkcję warstwy dzielącej między papierem a klejem. Właściwości lakieru powodują, że etykieta dobrze się przykleja, ale można ją także łatwo oderwać nie powodując jej uszkodzeń,
- lakiery impregnacyjne - odporne na działanie wody lub/i tłuszczów, stosowane w produkcji pudełek do pakowania serów, do opakowań tłoczonych i formowanych,
- lakiery o niskim zapachu własnym - do opakowań środków spożywczych.

Wymienione powyżej lakiery można stosować w zależności od wartości tacku do lakierowania mokro na mokro i mokro na sucho.

2.1.1.4. Zalety lakierów olejowych

Lakiery pokostowe charakteryzują się następującymi zaletami:

- 1) proces lakierowania jest identyczny z drukowaniem offsetowym,

- 2) niepotrzebne lub nieznaczne przystosowanie maszyny offsetowej do lakierowania,
- 3) dobre przyjmowanie lakieru przez farbę przy lakierowaniu mokro na mokro i mokro na sucho,
- 4) dobra przyczepność warstwy lakieru do warstwy farby,
- 5) możliwość stosowania takich samych środków pomocniczych i myjących jak przy stosowaniu farb offsetowych,
- 6) wysoka elastyczność powłoki lakieru umożliwiająca bezproblemowe złamywanie druków,
- 7) brak emisji rozpuszczalników,
- 8) polakierowane papiery zachowują stabilność wymiarową, co umożliwia lakierowanie papierów o niskich gramaturach (poniżej 90 g/m^2),
- 9) nie wymaga użycia farb odpornych na działanie lakierów nitro (nitrocelulozowych) i związków zasadowych.

2.1.1.5. Wady lakierów i problemy związane z lakierowaniem

Do wad lakierów pokostowych można zaliczyć:

- 1) Długi czas schnięcia (ponad 2 godziny).
- 2) Konieczność napyłania odbitek ze względu na możliwość odbijania lub sklejania ich w stosie. Przyczyną może być zbyt duża ilość lakieru nanoszonego na jednostkę powierzchni (powyżej $1,5 \text{ g/m}^2$) lub wysoki stopień pokrycia powierzchni podłoża drukowego farbą.

Do napyłania stosuje się proszki skrobiowe, proszki węglowodanowe (cukrowe) oraz proszki na bazie węgla wapnia. W przypadku stosowania tych ostatnich powstają zadrapania warstwy uszlachetniającej. Wielkość ziaren proszku wynosi od 15 do $20 \mu\text{m}$ i warstwa lakieru o mniejszej grubości nie może skutecznie ich pokryć. Dlatego podczas przesuwania się druków względem siebie w trakcie obróbki ostre krawędzie ziaren proszku rysują sąsiednie arkusze.

3) Uzyskanie niewielkiego połysku ze względu na cienką powłokę lakieru.

4) Możliwość sklejania polakierowanych powierzchni tylko za pomocą specjalnych klejów dyspersyjnych lub klejów topliwych (hot-melt).

5) Możliwość zmiany właściwości smakowych i zapachowych środków spożywczych oraz zmiany właściwości zapachowych używek przechowywanych w polakierowanych opakowaniach. Przyczyną tego zjawiska są produkty rozpadu, powstające podczas reakcji ubocznych towarzyszących utrwalaniam. Z tego względu lakiery pokostowe nie są polecane do lakierowania opakowań tego typu produktów.

6) Żółknięcie kontaktowe - odbijanie żółtych plam na odwrotnej stronie kolejnego arkusza w stosie polakierowanych odbitek. Przyczyną jest dyfuzja żółtych produktów rozkładu pokostów na odwrotną stronę kolejnej odbitki i ich oddziaływanie na substancje powlekające papier. Proces ten zależy również od zdolności adsorpcji odwrotnej strony arkusza. Papiery powlekane zabarwiają się bardziej niż papiery niepowlekane.

Zmniejszenie efektu zażółcenia można osiągnąć m.in. przez zrezygnowanie z dodatków do lakierów i farb drukowych (zwłaszcza suszek) oraz wietrzenie odbitek w stosie (usuwa się w ten sposób produkty rozpadu). Całkowite wyeliminowanie żółknięcia kontaktowego jest możliwe przy zastosowaniu farb nieschnących przez utlenianie, np. farb o małym zapachu własnym. Jednak farby tego rodzaju nie spełniają w niektórych wypadkach wymagań odnośnie do połysku i odporności na ścieranie.

7) Żółknięcie warstwy lakieru na odbitce w czasie przechowywania. Oddziaływanie światła powoduje obniżenie stopnia białości stosowanego podłoża (nawet do 20%) i może doprowadzić do zniekształceń barwnych odbitki, co może być przyczyną reklamacji klienta. Żółknięcie spowodowane jest przez nadtlutki pozostałe w warstwie lakieru, które tworzą żółte związki ketonowe. Tendencja do żółknięcia zależy od składu lakieru, przy czym najbardziej podatne na to zjawisko są lakiery na bazie olejów roślinnych. W

olejach tych podwójne wiązanie znajduje się przy co drugim węglu, a grupa ketonowa znajduje się w położeniu β do wiązania podwójnego.

Po przekroczeniu pewnej maksymalnej wartości wraz z upływem czasu stopień zażółcenia maleje. Przyczyną jest rozkład pokostów, które ulegają degradacji, zwłaszcza pod wpływem długotrwałego działania światła.

8) Możliwość powstawania odbitek o zwiększonym lub zmniejszonym połysku. Efekty te tworzą się przy drukowaniu dwustronnym, w miejscach stykających się z zadrukowanym rysunkiem kolejnego arkusza. Lotne produkty rozkładu farb i lakierów dyfundują do farby i lakieru sąsiedniej odbitki, odtwarzając na niej obraz w postaci zmiany połysku. Efekt ten nie powstaje tylko wtedy, gdy warstwa farby lub lakieru styka się z niezadrukowanym podłożem sąsiedniej odbitki - wówczas produkty rozkładu farby i lakieru zostają zaadsorbowane przez papier nie powodując widocznych zmian.

Zmiany połysku odbitki zależą od stopnia jej wysuszenia. Zmatowienie (zmniejszenie połysku) może wystąpić na odbitce niewyschniętej, gdyż niewyschnięta warstwa lakieru adsorbuje większe ilości związków lotnych niż warstwa wyschnięta, której połysk się zwiększa. Jest to tzw. efekt duchów - na odbitce pojawiają się niepożądane rysunki tworzone przez zmianę połysku. Efekt ten jest najbardziej widoczny w przypadku lakierowania ciemnych apli.

Znaczny wpływ na zmiany połysku ma również rodzaj pokostów użytych przez producenta lakieru.

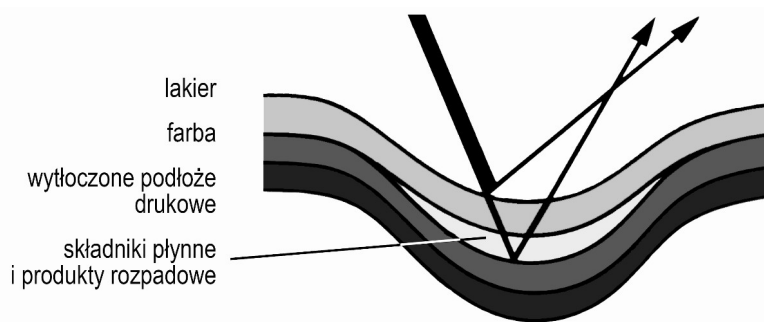
Zmianę połysku lakieru można także zaobserwować:

- przy stosowaniu lakieru z nadmierną ilością suszek, ponieważ wytwarzają się wtedy większe ilości lotnych produktów rozpadu,
- przy stosowaniu lakieru o zbyt dużej zdolności wsiąkania, gdyż reakcje w żelowanej warstwie zachodzą szybciej i powstają większe ilości lotnych produktów rozpadu.

9) Problemy z lakierowaniem wytłaczanych podłoży drukowych.

Tłoczenie powoduje zgniecenie i ściśnięcie podłoża, co jest przyczyną

zmniejszenia zdolności wsiąkania farby w tych miejscach. W przypadku zadrukowywania miejsc wytłoczonych dwiema farbami (np. podstawową i dodatkową) farba nakładana w drugiej kolejności ma ograniczone możliwości wsiąkania. Gromadzi się tam jej żelowana część wraz z lotnymi produktami rozkładu pokostu. Nałożenie na taką odbitkę lakieru pokostowego sprawi, że pod warstwą lakieru znajdzie się wyżej wspomniana płynna faza farby wraz z lotnymi produktami rozkładu pokostu.



Rys. 2.2. Wadliwe przyjmowanie warstwy lakieru w miejscach tłoczenia
Źródło [2].

W rezultacie utrwalona warstewka lakieru nie będzie się stykać bezpośrednio z warstwą farby.

Powoduje to zróżnicowane odbicie i rozproszenie promieni świetlnych, w wyniku czego wytłoczone miejsca wydają się szaro-białe i otrzymuje się złą odbitkę. Podgrzanie takiej odbitki może ją uratować, gdyż lakier staje się wtedy termoplastyczny i przylega do farby. Tego rodzaju defekty nie zdarzają się, jeżeli drugą farbę i lakier naniesie się metodą mokro na mokro.

2.1.1.6. Problemy technologiczne z obróbką polakierowanych odbitek

Zgrzewanie polakierowanej powierzchni z foliami

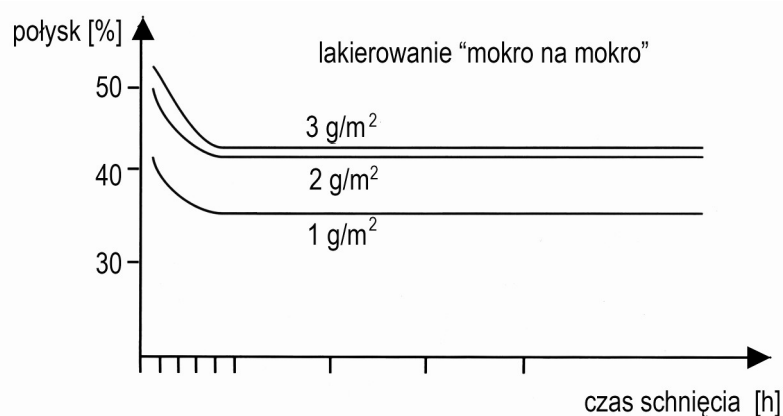
Wytrzymałość foliowania na gorąco powierzchni pokrytych lakierem pokostowym jest ograniczona ze względu na budowę środków wiążących. Największe trudności może sprawić folia celofanowa pokryta lakierem nitrocelulozowym. Przed lakierowaniem należy zapoznać się z parametrami klejenia na gorąco: temperaturą zgrzewania ($^{\circ}\text{C}$), naciskiem w czasie zgrzewania (kPa), czasem zgrzewania (s) oraz rodzajem stosowanej folii, by dobrać odpowiedni rodzaj lakieru. Należy również wykonać test z tymi parametrami.

Sklejanie powierzchni polakierowanych

Sklejanie na gorąco powierzchni pokrytych lakierem pokostowym jest trudne i możliwe tylko za pomocą specjalnych klejów. Niedostateczna przyczepność i długi czas wiązania mogą powodować problemy. Najlepiej więc nie lakierować miejsc przewidzianych do sklejania.

Kontrola naniesionej powłoki lakieru

W praktyce stosuje się dwie metody oceny odbitek: ocenę wizualną bezpośrednio po lakierowaniu oraz pomiar połysku. Połysk naniesionej warstwy lakieru rośnie wraz ze wzrostem jej grubości. Połysk zmniejsza się jednak w miarę schnięcia warstwy i jest o ok. 10% niższy od połysku niezaschniętej warstwy lakieru. Zjawisko to nazywane jest efektem „*draw back*”. Spadek połysku świadczy o zmianach na powierzchni lakieru podczas procesu utrwalaania.



Rys. 2.3. Efekt „*draw back*”. Źródło [13]

2.1.2. Lakiery dyspersyjne

Lakiery dyspersyjne są to lakiery wykonane na bazie wody. Do uszlachetniania powierzchni druków wykonanych techniką offsetową stosowane są obecnie lakiery dyspersyjne. Są one stosowane także do lakierowania tektur wielowarstwowych, papierów metalizowanych i papierów do etykiet. Stosuje się je do uszlachetniania opakowań żywności i używek, gdyż utrwalona, sucha warstewka lakieru nie wpływa wcale lub w niewielkim stopniu na zapach bądź smak pakowanego produktu.

2.1.2.1. Skład chemiczny lakierów dyspersyjnych

Najważniejszymi składnikami receptur lakierów dyspersyjnych są:

-zdyspergowany (rozproszony) w wodzie polimer lub kopolimer - najczęściej akrylowy - w postaci bardzo drobnych cząsteczek w roztworze wodnym (polimer jest nierozpuszczalny w wodzie);

-stabilizator dyspersji - najczęściej polialkohol winylowy nie dopuszczający do wzajemnego łączenia zdyspergowanych cząsteczek;

-dyspersje wosków - ich głównym zadaniem jest ochrona przed zadrapaniami;

-środki powierzchniowo-czynne ułatwiające zwilżenie lakierowanego podłoża;

-substancje antypieniające utrudniające powstawanie piany;

-substancje błonotwórcze ułatwiające powstanie błonki lakieru (niektóre lakiery);

-substancje poślizgowe lub przeciwpoślizgowe (niektóre lakiery);

-substancja lekko alkalizująca lakier (np. amoniak), która ułatwia tworzenie się błonki lakieru.

Lakiery dyspersyjne zawierają od 30 do 45% suchej masy, przy czym resztę stanowi woda. Dobór składników i ich wzajemne proporcje nadają lakierom dyspersyjnym ich specyficzne właściwości technologiczne.

2.1.2.2. Właściwości lakierów dyspersyjnych [2]

Lakiery dyspersyjne są substancją płynną o mlecznym kolorze, niewielkim zapachu własnym, niepalną, rozcieńczalną wodą lub etanolem. Do podstawowych właściwości można zaliczyć lepkość, temperaturę krytyczną, zdolność zwilżania, zapach, a także właściwości wpływające na podłoże drukowe i na farby offsetowe. Lakiery te szybko się utralają, nie żółkną, a utwardzone powłoki charakteryzują się dobrą odpornością na ścieranie oraz stosunkowo dużą obojętnością sensoryczną. W zależności od typu lakieru można uzyskać pożądane właściwości specjalne: efekt połysku lub matu, efekty metaliczne lub perłowego połysku, elastyczność, poślizg, podatność na sklepanie, odporność na zgrzewanie lub niskie temperatury, odporność na wilgoć.

Lepkość

Różnorodne systemy zespołów lakierujących wymagają odpowiednich lepkości lakieru. W przypadku lakierów dyspersyjnych ustala się ją za pomocą pomiaru czasu wypływu z naczynia znormalizowanego - standardowego kubka Frikmara o pojemności 100 ml z wylotem o średnicy 4 mm. Nie jest to popularny w Polsce kubek Forda, w związku z tym uzyskane przy zastosowaniu tego kubka wyniki są inne niż przy pomiarze kubkiem Frikmara. Czas wypływu jest wprost proporcjonalny do lepkości wypływającego lakieru lub farby.

W maszynach offsetowych i lakierówkach stosuje się lakiery dyspersyjne charakteryzujące się czasami wypływu od 25 do 100 s. Z reguły producenci dostarczają lakiery dyspersyjne z czasem wypływu dostosowanym do technologii lakierowania.

Lakiery dyspersyjne składowane przez dłuższy czas wykazują właściwości tiksotropowe i mają wtedy pozornie dłuższy czas wypływu. W celu poprawnego określenia czasu wypływu wskazane jest zachowanie następujących warunków:

- temperatura lakieru i kubka powinna wynosić $23 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ (często jednak ustala się między klientem a dostawcą temperaturę podczas pomiaru na 20°C),

- mieszanie lakieru w taki sposób, aby nie powodować jego pienienia pęcherzykami powietrza,

- pomiar czasu wypływu stoperem,

- zakończenie pomiaru w momencie pojawiania się zjawiska urywania się nitki cieczy przy otworze wypływowym.

Może się zdarzyć, że ze względu na stosowaną metodę lakierowania konieczne jest obniżenie lepkości lakieru we własnym zakresie. Rozcieńczanie lakieru odbywa się przez dolewanie do niego wody i ciągłe, niezbyt intensywne jego mieszanie. Maksymalne rozcieńczenie nie może jednak przekroczyć 5%, ponieważ w przeciwnym razie lakier utraci swoje charakterystyczne właściwości.

Temperatura krytyczna (temperatura tworzenia)

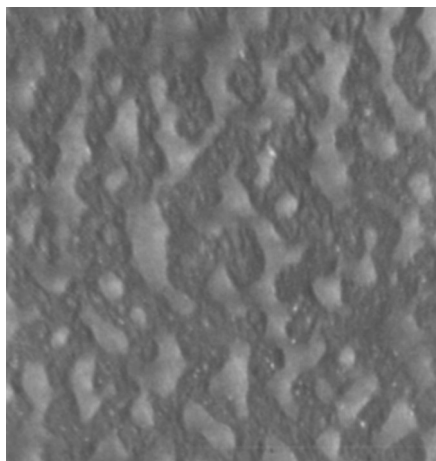
Istotny wpływ na tworzenie warstwy lakieru ma temperatura lakierowania. Lakiery dyspersyjne powinno się nanosić w temperaturze pokojowej. Dla każdego lakieru istnieje temperatura krytyczna w zakresie od 5 do 10°C , która gwarantuje tworzenie minimalnej warstwy lakieru. Poniżej tej temperatury występują problemy z wytworzeniem prawidłowej powłoki i jej słabą przyczepnością do podłoża. Z tego samego powodu lakiery dyspersyjne należy przechowywać w pomieszczeniach o temperaturze wyższej od temperatury krytycznej.

W temperaturze poniżej -5°C lakiery dyspersyjne zamarzają (np. podczas długotrwałego transportu w zimie), co może spowodować ich zniszczenie. W przypadku zamarznięcia wskazane jest pozostawienie lakieru w zamkniętym

opakowaniu, aż do osiągnięcia temperatury pokojowej. Dopiero wtedy, po dokładnym wymieszaniu, można go użyć do lakierowania.

Zdolność zwilżania

Lakiery dyspersyjne zawierają ok. 60% wody i muszą mieć zdolność całkowitego pokrycia zadrukowanych odbitek. Na proces lakierowania istotny wpływ wywiera napięcie powierzchniowe lakieru oraz lakierowanej powierzchni, tzn. papieru i farby. W związku z tym napięcie powierzchniowe lakieru musi być niższe niż lakierowanego podłoża, czyli mieć wartość poniżej 35 mN/m, co umożliwia dobre zwilżenie warstwy farby. Napięcie powierzchniowe suchej warstewki farby mieści się najczęściej w zakresie 36-48 mN/m, a w szczególnych przypadkach - ze względu na oddziaływanie papieru - może wynosić poniżej 28 mN/m. Kąt zwilżania warstwy farby przez lakier dyspersyjny powinien być mniejszy niż 20°. Jeśli kąt zwilżania jest większy, a więc napięcie powierzchniowe lakierowanego podłoża jest zbyt małe (np. 28 mN/m), wówczas powłoka lakieru po wyschnięciu przypomina strukturę skórki pomarańczowej. Z tego powodu zjawisko to określa się jako „efekt skórki pomarańczowej”.



Rys. 2.4. Złe zwilżanie farby przez lakier – efekt skórki pomarańczy, Źródło [14].

Podczas lakierowania mokro na mokro trudności te występują bardzo rzadko, gdyż napięcie powierzchniowe świeżo wydrukowanej warstwy farby wynosi ok.

36 mN/m. Ponadto w razie potrzeby można obniżyć napięcie powierzchniowe lakieru dyspersyjnego przez dodanie środków powierzchniowo czynnych, mimo że ten zawiera je już w swoim składzie. Nadmiar środków powierzchniowo czynnych może spowodować jednak pienienie lakieru.

Istotny wpływ na obniżenie napięcia powierzchniowego farb mają dodatki wosków i silikonów, dlatego ich ilość powinna być ograniczona do minimum.

Największe problemy mogą powstać w przypadku lakierowania mokro na sucho odbitek o dużym pokryciu farbą. Produkty rozkładu farb pokostowych wydzielone na powierzchni znacznie obniżają jej napięcie powierzchniowe powodując pojawienie się efektu skórki pomarańczowej. Krańcowym przypadkiem jest znaczne zmniejszenie przyczepności powłoki lakieru do warstwy farby. Dobre przewietrzenie arkuszy lub aktywacja za pomocą wyładowań koronowych może temu zapobiec.

Charakterystyka organoleptyczna

Lakiery dyspersyjne tworzą wg testu Robinson najbardziej obojętne powłoki spośród znanych lakierów. Wynik badania wpływu lakierów dyspersyjnych zarówno na zapach, jak i smak próbek zwykle wynosi 0 lub 1 (w pięciostopniowej skali). Jednak do lakierowania opakowań środków spożywczych wymagają również zastosowania bezzapachowych farb. Według ustawodawstwa wielu krajów europejskich nie może nastąpić bezpośredni kontakt pomiędzy polakierowaną farbą a środkami spożywczymi.

Wpływ lakierów dyspersyjnych na lakierowane podłoże

Lakiery dyspersyjne stosowane są przede wszystkim do lakierowania składanych opakowań z tektur wielowarstwowych, a także papierów metalizowanych i papierów etykietowych (jednostronnie powlekanych). Ze względu na dużą zawartość wody nie powinny być nakładane na papiery o gramaturze niższej niż 90 g/m², a w przypadku papierów etykietowych (wodo- i ługoodpornych) niższej niż 75 g/m². Papiery o niskich gramaturach podczas lakierowania wykazują małą stabilność wymiarową oraz mają tendencję do

falowania, zwijania się i marszczenia. Istotną rolę mającą wpływ na przebieg lakierowania odgrywa również chłonność papierów i tektur. Nie powinna być ona większa od 50% wg metodyki K&N. Do lakierowania nie nadają się także papiery i tektury wielowarstwowe pigmentowane ze względu na zbyt małą szczelność powłoki oraz papiery o luźnej i gąbczastej strukturze. W obu przypadkach lakier jest wchłaniany do środka podłoża. Jest to szczególnie niebezpieczne przy lakierowaniu tektur wielowarstwowych, gdzie lakier może utrzymywać się wewnątrz tektury powodując zszarzenie jej powierzchni.

W celu uniknięcia ewentualnych problemów z lakierowaniem określonych podłoży niezbędne jest przeprowadzenie odpowiednich prób.

Wpływ lakierów dyspersyjnych na farby offsetowe

Lakiery dyspersyjne mają odczyn słabo zasadowy, gdyż ich pH wynosi 8. W związku z tym farby offsetowe stosowane do drukowania odbitek przewidzianych do lakierowania powinny być odporne na działanie związków alkalicznych. W przeciwnym przypadku może dochodzić do zmian kolorystycznych (przebarwień i odbarwień) zarówno podczas lakierowania mokro na mokro, jak i mokro na sucho. Szczególnie wrażliwe są farby na bazie pigmentów fanalowych. Tylko warunkowo można pokrywać lakierami dyspersyjnymi kolory HKS 33 i PANTONE® Purple. Mniejsze problemy sprawiają inne farby z pigmentami fanalowymi takie jak:

- HKS 27,
- HKS 43,
- PANTONE® Rhodamine,
- PANTONE® Violett,
- PANTONE® Blue 072,
- PANTONE® Reflex Blue.

Alternatywne farby z pigmentami odpornymi na alkalia nie mają identycznych odcieni przy znacznie mniejszej czystości barwy.

Wyjątek stanowi magenta farb triadowych, którą można lakierować bez problemów lakierami dyspersyjnymi, mimo niewielkiej odporności na alkalia. W tym przypadku następuje tzw. krwawienie, czyli częściowe rozpuszczenie punktów rastrowych, nie występują jednak objawy zmiany koloru, której cechą charakterystyczną jest to, że barwa (kolor) przed lakierowaniem jest wyraźnie inna niż po lakierowaniu.

Na powierzchni farb metalicznych, po upływie kilku miesięcy od lakierowania, mogą powstawać rdzawe plamy. Prawdopodobną przyczyną tego zjawiska jest korozja. Wada ta może również powstać na odwrotnej zadrukowanej, lecz nieuszlachetnionej stronie odbitki.

W celu wyeliminowania w jak największym stopniu ww. problemów najlepiej kupować farby i lakiery dyspersyjne u jednego producenta lub przy zamawianiu farb zaznaczyć, że dane farby będą lakierowane lakierem dyspersyjnym.

2.1.2.3. Rodzaje lakierów dyspersyjnych [2-4]

W zależności od przeznaczenia i charakterystyki lakiery dyspersyjne można podzielić na:

- lakiery ochronne,
- lakiery matowe i o wysokim połysku,
- lakiery podkładowe (tzw. primery),
- lakiery o zwiększonym lub zmniejszonym poślizgu,
- lakiery białe kryjące,
- lakiery typu blister,
- lakiery odporne na wilgoć,
- lakiery impregnacyjne odporne na wodę lub/i tłuszcze,
- lakiery do zgrzewania za pomocą ultradźwięków,
- lakiery do kalandrowania,

- lakiery do opakowań chłodniczych,
- lakiery do lakierowania dwustronnego,
- lakiery zapobiegające się zwijaniu papieru
- lakiery do etykiet,
- lakiery białe kryjące,
- lakiery z pigmentami metalicznymi
- lakiery brokatowe
- lakiery perłowe,

Lakiery ochronne

Lakiery ochronne (uniwersalne) służą do zabezpieczenia podłoża i nadrukowanego obrazu przed ścieraniem i zabrudzeniem. Lakiery dyspersyjne mają stosunkowo wysoką odporność na ścieranie, która zależy również od polakierowanego podłoża oraz od grubości warstwy lakieru. Napyłanie odbitek w niewielkim stopniu zmniejsza odporność na ścieranie, która wzrasta wraz ze stopniem wysuszenia lakieru. Charakteryzują się ponadto szybkim schnięciem i średnim połyskiem. Stosowane są do lakierowania druków wykonanych na papierze i tekturze, w tym papierów i tektur typu chromolux.

Lakiery matowe i o wysokim połysku

Lakiery matowe i o wysokim połysku spełniają funkcje ochronne, nadając równocześnie opakowaniu efekt połysku lub matu pożądany w celach reklamowych. Lakiery połyskowe nie są stosowane do lakierowania chromoluksów.

Lakiery podkładowe

Lakiery podkładowe typu primer (adhezyjne) tworzą warstwę pośrednią o dobrej adhezji do nanoszenia kolejnych warstw, np. lakierów UV lub folii laminujących. Jest to istotne przy nanoszeniu lakierów UV na warstwy farby z pigmentami z aluminium (srebrnymi) i brązu lub mosiądzu (złotymi), które przy zginaniu często pękają. Najlepszą przyczepność do farby lakiery podkładowe

uzyskują przy nanoszeniu farb i lakieru metodą mokro na mokro. Można też znacznie ograniczyć lub całkowicie wyeliminować proces napyłania odbitek, co jest szczególnie ważne przy dużym kryciu powierzchni farbą. Primery zapewniają równomierne i obniżone wsiąkanie lakieru UV, dzięki czemu minimalizują różnice w połysku miejsc zadrukowanych i niezadrukowanych.

Lakiery o zwiększonym lub zmniejszonym poślizgu

Lakiery tego typu ułatwiają lub utrudniają przesuw zadrukowanych wstęp lub arkuszy opakowań, np. w maszynie do ich napełniania. Lakiery zwiększające poślizg stosowane są także do lakierowania kart do gry.

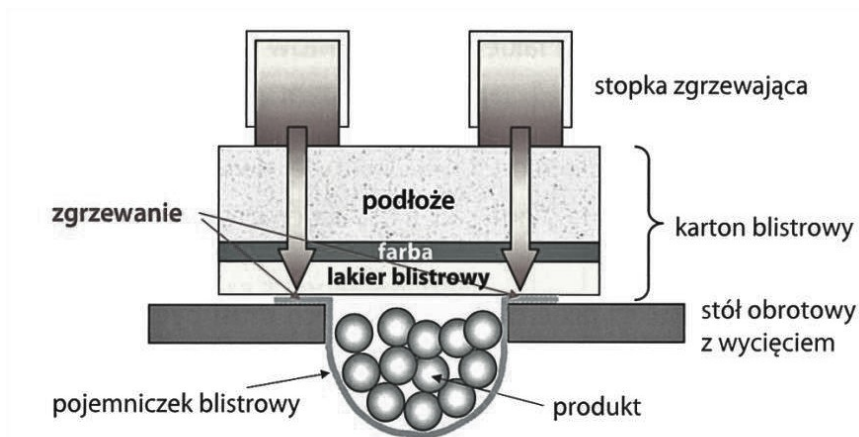
Lakiery białe kryjące

Są to lakiery, które są stosowane jako biały primer papierów przed offsetowym drukowaniem papierów metalizowanych. Można je stosować w maszynach, które mają zespół lakierujący zainstalowany przed zespołami farbowymi, Lakier ma w swoim składzie biel dyspersyjną, która w porównaniu z białymi farbami offsetowymi ma wyższy stopień krycia i białości. Na lakier nadrukowuje się farby offsetowe, które zachowują swą barwę. Biel dyspersyjna to dyspergowany w wodzie tlenek IV tytanu (TiO_2).

Lakiery typu blister

Lakiery blistrowe umożliwiają zgrzewanie podłoża z foliami (różnymi odmianami polietylenu i polipropylenu), są odporne na temperatury do 250°C. Zalecane warunki zgrzewania to:

- temperatura - 150°C,
- czas zgrzewania - 2s,
- liczba warstw folii - 2,
- docisk szczęk zgrzewających - 0,5 bar.



Rys. 2.5. Zasada tworzenia opakowania blistrowego. Źródło [15]

Szacuje się, że minimalna masa mokrej warstwy lakieru to 10 g/m^2 , może być ona jednak większa gdy masa pakowanego produktu jest dużą

Odporność zgrzewanych miejsc zależy od wyżej wymienionych warunków, od gatunku i jakości folii, od liczby warstw folii (większa liczba warstw pogarsza wynik zgrzewania), od lepkości warstwy lakieru w temperaturze zgrzewania i od jego grubości (wraz z grubością wzrasta odporność). Właściwe zgrzewanie zapewnia również odpowiednia warstwa powlekająca tektury wielowarstwowej.

Lakiery odporne na wilgoć

Podczas pakowania na gorąco wilgotnych produktów (np. mydeł) skroplona para wodna może w podwyższonej temperaturze doprowadzić do sklejenia opakowań stykających się ze sobą polakierowanymi powierzchniami. Podobne zjawisko może również wystąpić, gdy zadrukowaną i polakierowaną tekturę wielowarstwową skleja się wodnym klejem za pomocą mikrofal. Wilgoć z wodnego roztworu kleju i ciepło mogą powodować uszkodzenia w stosie na skutek sklejanania.

Lakiery do zgrzewania za pomocą ultradźwięków

Energia ultradźwięków jest przekształcana na zgrzewającą energię cieplną, która - przy użyciu tego rodzaju lakierów - pozwala otrzymać po ochłodzeniu

jednorodne połączenie kontaktujących się ze sobą powierzchni papieru, tektury wielowarstwowej i folii.

Lakiery do kalandrowania

Lakiery do kalandrowania wygładzane są w kalandrze pod naciskiem gorących wałków w celu uzyskania powierzchni o wysokiej gładkości i połysku.

Lakiery do opakowań chłodniczych

Lakiery dyspersyjne są szeroko stosowane do uszlachetniania i zabezpieczania opakowań produktów przeznaczonych do zamrażania ze względu na bezwonność wyschniętej powłoki. W temperaturach do -40°C na opakowaniach wydziela się wilgoć kondensacyjna, która zamarzając skleja poszczególne opakowania. Przy rozbieraniu stosów nie może nastąpić ich uszkodzenie.

Lakiery do lakierowania dwustronnego

Są to specjalne lakiery dyspersyjne charakteryzujące się krótkim czasem schnięcia i bardzo dobrą odpornością na blokowanie w stosie. Podczas lakierowania arkusz ma z obu stron dużą ilość wody, to niedostateczne utrwalenie się lakieru może doprowadzić do sklejenia stosu.

Lakiery do lakierowania dwustronnego powinny mieć dużą zawartość ciał stałych, charakteryzować się bardzo szybkim utrwaleniem i mieć także dodatek specjalnych środków pomocniczych. Lakiery tego typu należy nanosić cienką równomierną warstwą i stosować napyłanie. Bardzo ważnym jest utrzymanie właściwej temperatury stosu i wietrzenie arkuszy.

Lakiery do etykiet

Lakiery te stosowane są do pokrywania etykiet do butelek z napojami. Etykiety narażone są na różnego rodzaju obciążenia i dlatego wymagają zastosowania lakierów dyspersyjnych, które powinny charakteryzować się następującymi cechami:

- nie powodować zmarszczenia, zwijania i podwijania etykiet,
- nie zmieniać stabilności wymiarowej etykiet,

- wyschnięte powłoki nie powinny ładować się elektrostatycznie, co uniemożliwiłoby jednoczesne pobranie kilku etykiet,
- zapobiegać przeniknięciu wody z kleju na powierzchnię etykiety, co mogłoby spowodować spęcznienie i zmniejszyć jej połysk,
- mieć wysoką odporność na ścieranie na mokro,
- odznaczać się dobrą odpornością na sklejanie na mokro,
- przepuszczać roztwory alkaliczne przeznaczone do zmywania etykiet i częściowo rozpuszczać się w nich.

Pewne pożądane właściwości powłok lakierniczych można osiągnąć tylko poprzez dopasowanie lakieru do danego rodzaju papieru przeznaczonego na etykiety. Niektóre firmy wytypowały określone papiery i lakiery dyspersyjne, dzięki którym można uzyskać ww. parametry techniczne.

Lakiery zapobiegające się zwijaniu papieru

Są to lakiery stosowane do lakierowania przed drukowaniem papierów o niskiej gramaturze mających tendencję do zwijania się pod wpływem zmian wilgotności. Lakier ma w swoim składzie specjalne dodatki zapobiegające nadmiernemu pęcznieniu włókien.

Lakiery z pigmentami metalicznymi

Lakiery pigmentowe można określić jako farby drukowe o niskiej lepkości na bazie wody oraz o niskiej zawartości barwidła. Lakiery tego typu pozwalają uzyskać efekty metaliczne lub efekty jedwabistego połysku. Złote i srebrne lakiery stosowane są najczęściej do uszlachetniania etykiet oraz opakowań słodczy, artykułów spożywczych i papierosów. Zastosowanie tych lakierów umożliwia ominięcie procesów brązowania wykonywanych poza maszyną offsetową. Bardzo wysoki złoty połysk osiąga się dzięki lakierom z pyłem z mosiądzu. Lakiery złote, które nie zawierają metali ciężkich, produkowane są natomiast na bazie pigmentów aluminiowych. Lakiery złote i srebrne można otrzymać w postaci jedno- lub dwuskładnikowej. Trwałość gotowych lakierów metalicznych jest ograniczona, dlatego lepszym rozwiązaniem jest stosowanie

roztworów dwuskładnikowych, które można przygotować bezpośrednio przed użyciem.

Zaletą dyspersyjnych lakierów metalicznych jest znacznie wyższy połysk niż uzyskany przy zastosowaniu złotej farby offsetowej. Do wad można zaliczyć mniejszą odporność na ścieranie niż złotej farby offsetowej oraz konieczność wyposażenia modułu lakierującego w rakiel komorowy z walcem anilox.

Lakiery brokatowe

Są lakierami ozdobnymi zawierającymi jako pigment stosunkowo nie duże stężenie brokatu. Brokatem nazywamy błyszczące, metaliczne: srebrne, złote lub kolorowe drobinki, służące do ozdoby lakierowanego produktu.

Lakiery perłowymi

Są lakierami ozdobnymi zawierającymi niewielkie stężenie jednego z pigmentów perłowych. Pigment perłowy powstaje przez powlekanie miki, która stanowi nośnik, różnymi metalu o zróżnicowanej grubości. Dobór odpowiedniego tlenku metalu, jego grubości powłoki daje szeroką gamę odcieni barwnych i ich intensywności. Cechą charakterystyczną pigmentów perłowych jest połysk perłowy. Połysk perłowy to światło emanujące z głębi.

Lakiery dyspersyjne są stosowane także do lakierowania na maszynach zwojowych zadrukowywanego papieru i folii z tworzyw sztucznych. W związku z tym są dyspersyjne lakiery fleksograficzne lub/i wkłęsłodrukowe. Zostaną one scharakteryzowane w oddzielnym rozdziale.

Część z wymienionych powyżej rodzajów lakierów ma wielorakie zastosowanie. Dlatego przy składaniu zamówienia należy podać przewidywane zastosowanie lakieru, aby producent mógł dobrać lakier o optymalnym składzie dla określonego przeznaczenia.

2.1.2.4. Ilość nakładanego lakieru

Grubość powłok lakierniczych zależy od metody lakierowania oraz od przeznaczenia odbitki. W zależności od stosowanych systemów lakierniczych osiąga się następujące ilości ciekłego lakieru:

- przy lakierowaniu pośrednim 2-4 g/m²,
- przy lakierowaniu bezpośrednim:
 - za pomocą układu wałków w zespołach lakierniczych 4-8 g/m²,
 - za pomocą układu anilox z raklem komorowym 10-20 g/m²,
 - w lakierówkach 3-25 g/m².

W zależności od przeznaczenia zaleca się nanoszenie następujących ilości lakieru:

- lakierowanie mokro na mokro w celu uzyskania wysokiego połysku i dobrej odporności na ścieranie 2-8 g/m²,
- lakierowanie mokro na sucho w celu uzyskania wysokiego połysku i dobrej odporności na ścieranie 2-10 g/m²,
- lakiery podłogowe, np. pod lakiery UV 2-4 g/m²,
- lakiery do opakowań blistrowych min. 10 g/m²,
- lakiery do zgrzewania ultradźwiękami min. 6 g/m²,
- lakiery do kalandrowania 10-20 g/m².

Z reguły ilość lakieru jest dobierana w taki sposób, aby obserwowana pod kątem lakierowana powierzchnia tworzyła równomierną warstwę bez niepokrytych miejsc. Istotny wpływ na dobór ilości lakieru ma również chłonność podłoża drukowego.

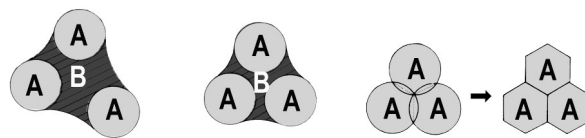
2.1.2.5. Utrwalanie lakierów dyspersyjnych

Proces schnięcia

Wytworzenie powłoki nanoszonego lakieru jest procesem czysto fizycznym, gdyż cząstki stałe w lakierze nie są reaktywne chemicznie (struktura chemiczna

lakieru pozostaje niezmienną). Bezpośrednio po naniesieniu lakieru woda wsiąka lub odparowuje, a cząsteczki polimeru skupiają się trójwymiarowo i ze względu na ciśnienie kapilarne skleją się podobnie jak dwie szyby, między którymi znajduje się cienka warstewka wody. W ten sposób, szczelnie przylegając do siebie, tworzą powłokę lakierniczą. Przy wsiąkaniu ubywa ok. 70% wody, a pozostała jej ilość odparowuje. Proces tworzenia warstwy w opisany sposób nazywany jest koalescencją.

Pewna ilość wody może również wsiąkać w odwrotną stronę arkusza papieru lub tektury wielowarstwowej, która w stosie styka się ze stroną polakierowaną poprzedniej odbitki. Tworzenie powłoki lakierniczej kończy się, gdy w lakierze znajduje się jeszcze 20-30% wody.



Rys. 2.6. Mechanizm tworzenia się powłoki lakieru . Źródło [16].

A – cząstki polimerów o idealnym kształcie kulistym

B – woda

Czas schnięcia wynosi od 20 do 30 sekund. Na szybsze tworzenie się powłoki lakieru mają wpływ drobne hydrozole, w których znajdują się cząstki dyspersji. Im mniejsze i bardziej regularne są te cząstki, tym lepsze jest zwilżanie lakierowanej powierzchni.

Systemy wspomagające utrwalanie lakieru dyspersyjnego

Do przyspieszenia przebiegu utrwalania istotnie przyczyniają się suszarki systemowe z promiennikami podczerwieni wspomaganymi strumieniem ciepłego powietrza. Promienniki promieni podczerwonych przetwarzają energię elektryczną na fale elektromagnetyczne, pochłaniane przez warstewkę lakieru i położone pod nią farby. Promieniowanie podczerwone dzieli się na trzy podzakresy, określane jako krótko-, średnio- i długofalowe.

Promieniowanie krótkofalowe to promieniowanie bardzo jasne, drażniące wzrok i posiadające zdolność stosunkowo głębokiego wnikania w niepolakierowane podłoża drukowe, natomiast charakteryzujące się dużymi stratami na powierzchni lakierów ze względu na odbicie. Zużycie energii jest znacznie większe niż w promiennikach podczerwieni o średniej długości fali. Promieniowanie średniofalowe przenika równomiernie przez warstewki farb i lakieru, przez które jest wchłaniane. Ten rodzaj promieniowania charakteryzuje się najlepszym współczynnikiem wykorzystania energii. Długofalowe promieniowanie podczerwone jest natomiast absorbowane na powierzchni lakieru i nie wnika w nadrukowaną warstewkę farby i lakieru. Suszenie długofalowymi promiennikami podczerwieni nie jest więc efektywne.

Są one wyposażone w reflektory z naparowaną warstwą złota, która odbija ok. 97% promieniowania i kieruje je w stronę polakierowanego podłoża. Stosowanie samych tylko promienników podczerwieni nie zapewnia jednak optymalnego suszenia lakierów dyspersyjnych. Z tego powodu używa się takich złożonych systemów suszących jak np. DryStar w maszynach Heidelberg.

W zależności od chłonności lakierowanego materiału i jego stopnia zadrukowania lakiery wsiąkają w podłoże z różną prędkością. Temperatura wrzenia wody (100°C) jest w porównaniu z temperaturą wrzenia olejów mineralnych (ok. 240°C) dosyć niska, woda ma wyższą prężność par, dlatego łatwiej wyparowuje. Ze względu na podwyższenie temperatury zwiększa się ruch cząsteczek wody, które w postaci pary coraz szybciej i w coraz większej ilości przedostają się do powietrza. Para wodna, która zaczyna się wydzielać z lakieru pod wpływem promieniowania podczerwonego, musi być usunięta z powierzchni arkusza za pomocą tzw. noży powietrznych zamontowanych po obu stronach promiennika, aby zapobiec przedostaniu się wilgoci do stosu arkuszy. Najlepiej jest stosować do tego celu gorące, suche powietrze, gdyż może ono wchłonać więcej wody niż powietrze zimne - ochłodzenie spowodowane parowaniem może uszkadzać warstwę lakieru. Następnie, po

pierwszym etapie suszenia, następuje właściwe utrwalanie za pomocą gorącego powietrza, które zmniejsza zawartość wody w warstwie lakieru od 50 do 100%. Przy temperaturze ok. 160°C woda ulatnia się z warstwy lakieru a pozostające żywice tworzą zamkniętą powierzchnię. Obecnie stosuje się urządzenia odsysające gorące i wilgotne powietrze z maszyny, które jest odprowadzane przez podłączony wyciąg. Ilość odsysanego powietrza objętościowo odpowiada ilości wtłaczanego ciepłego powietrza. Przyrządy pomiarowe w maszynie kontrolują temperaturę i wilgotność powietrza oraz sterują nimi. Skuteczność opisanej suszarki jest maksymalna, jeśli zajmuje ona przynajmniej połowę odcinka utrwalania.

Ostatni odcinek utrwalania ma za zadanie schłodzenie arkusza za pomocą nieogrzewanego lub chłodzonego powietrza. Zastosowanie tego odcinka jest konieczne, gdyż jego brak mógłby powodować sklejanie się arkuszy w stosie i uszkodzenie powierzchni lakieru.

Zaleca się również stosowanie promienników podczerwieni między ostatnim zespołem drukującym a zespołem lakierującym. Promiennik rozgrzewa arkusz i obniża lepkość farby drukowej, powodując szybsze jej wsiąkanie. Warstwa lakieru наносzona jest na rozgrzany arkusz, na którym fizyczny proces utrwalania jest niemal zakończony. Lakier rozpływa się równomiernie na tak przygotowanym podłożu, a woda szybciej paruje z warstwy lakieru. Umożliwia to znaczne skrócenie procesu suszenia.

Dobrym rozwiązaniem jest zastosowanie przedłużonego wykładania w maszynie offsetowej, co umożliwia dostateczne utrwalenie lakieru przy większych prędkościach, jak również przy nanoszeniu większej jego ilości oraz przy podłożach o niskiej gramaturze. Ułatwia to także instalację agregatów suszących. Zbyt silnemu rozgrzaniu urządzeń suszących zapobiegają przedmuchiwanie zimnego powietrza pomiędzy promiennikami oraz chłodzone wodą blachy nad reflektorami i pod blachą prowadzącą.

Alternatywną metodą suszenia mogłoby być zastosowanie mikrofal. Ze względu na możliwość zwarcia między metalowymi częściami maszyny (np. łąpkami) lub pigmentami metalicznymi stosowanymi w niektórych farbach i lakierach metoda ta nie jest wykorzystywana.

Problemy związane z utrwalaniem

Zastosowanie promiennika podczerwieni i gorącego powietrza jest optymalne, gdy temperatura w stosie odbitek polakierowanych jest wyższa od temperatury stosu w samonakładaku o 8-10°C dla papieru i 10-15°C dla tektury wielowarstwowej. Temperatura w stosie nie powinna jednak przekraczać 35-40°C, w przeciwnym przypadku może to powodować sklejenie polakierowanych arkuszy w stosie (blocking), szczególnie na odbitkach z grubszą warstwą farby. Zjawisko blokowania arkuszy może wystąpić również w przypadku zastosowania promienników podczerwieni o zbyt małej długości fali, na skutek zbyt silnej absorpcji promieniowania.

Suszenie warstwy lakieru na podłożach niechłonnych powinno być intensywniejsze i przeprowadzone szczególnie starannie, gdyż woda nie wsiąka w podłoże. Wskazane jest również stosowanie środków przyspieszających schnięcie.

Przy nakładaniu dużych powierzchni oraz grubych warstw farby i lakieru mokro na mokro korzystne jest lekkie zapylenie odbitek za pomocą proszków skrobiowych. Strumień powietrza sekcji suszącej nie powinien jednak temu przeszkadzać i dlatego urządzenie do napylenia powinno znajdować się poza sekcją suszącą.

Podczas lakierowania mokro na mokro odbitek o dużym stopniu pokrycia farbą może dochodzić do powstawania spękań na powierzchni utrwalanej powłoki lakieru.

Przyczyną tego zjawiska jest oddziaływanie warstwy farby, która „pracuje” na skutek wsiąkania oleju mineralnego w podłoże, pod wyschniętą warstwą lakieru. Utrwalona warstwa lakieru nie może skompensować tych ruchów i pęka

tworząc rysy naprężeniowe. Spękania nie pojawiają się natychmiast po wyłożeniu arkusza, ale dopiero po 20 sekundach lub nieco później. Istotny wpływ na tworzenie się spękań ma zastosowanie lakierów szybkoschnących oraz podłoży o małej chłonności, gdzie wsiąkanie farby trwa zbyt długo. Zapobieganie temu zjawisku polega na dodaniu do lakierów dodatków błonotwórczych lub specjalnych dodatków opóźniających schnięcie. Dodatki te nie wpływają negatywnie na inne właściwości lakieru.

W przypadku dwustronnego lakierowania czas pomiędzy lakierowaniem pierwszej i odwrotnej strony powinien wynosić min. 48 godzin. Najlepsze do tego celu są lakiery odporne na blokowanie na mokro.

2.1.2.6. Zalety i wady lakierów dyspersyjnych

Do najważniejszych zalet lakierów dyspersyjnych należą:

- szybkie schnięcie powłoki lakierniczej,
- możliwość wykładania wysokich stosów przy lakierowaniu mokro na mokro,
- możliwość ograniczenia lub wyeliminowania procesu napyłania odbitek,
- możliwość uzyskania powłok lakierniczych o wysokiej odporności na ścieranie,
- elastyczność powłok lakierniczych,
- dobry połysk powłok lakierniczych również przy nanoszeniu mokro na mokro,
- wysoka gładkość powierzchni powłok lakierniczych,
- brak występowania zjawiska zrywania powierzchni papieru,
- brak zapachu powłoki lakierniczej,
- brak ujemnego wpływu na smak i zapach pakowanych środków spożywczych,
- zachowanie efektu metalicznego lakierowanych farb metalicznych,

- duża odporność na sklejanie (blocking) w stosie,
- możliwość lakierowania z dużą szybkością,
- możliwość rozcieńczania lakieru wodą i wymycia niezaschniętych warstw lakierniczych za pomocą wody,
- wysoka odporność powłok lakierniczych na niskie temperatury (opakowania mrożonek),
- możliwość sklejenia polakierowanych materiałów,
- szeroki zakres zastosowań, w tym wiele specjalnych,
- nietoksyczność dla ludzi i środowiska naturalnego przy prawidłowym stosowaniu,
- brak negatywnych efektów występujących przy lakierach pokostowych takich jak: żółknięcie warstwy lakieru w czasie przechowywania i naświetlania, żółknięcie kontaktowe, efekty zmiany połysku oraz brak zjawiska nieprzylegania powłoki lakieru do warstwy farby we wgłębieniach materiałów wytłaczanych.

Do wad lakierów można zaliczyć:

- trudności z usuwaniem zaschniętej warstwy lakieru (np. w układzie lakierniczym) i konieczność stosowania do jej usunięcia rozpuszczalników organicznych, np. firmowych roztworów zmywających lub acetonu, gdyż woda nie rozpuszcza wyschniętego lakieru,
- niekorzystny wpływ na stabilność wymiarową papierów i tektur wielowarstwowych z powodu wchłoniętej wody, co może spowodować problemy przy lakierowaniu papierów o gramaturze poniżej 90 g/m²,
- utrudniona kontrola ilości przenoszonego lakieru (problem ten nie dotyczy stosowania wałków anilox, które przenoszą określoną ilość lakieru),
- możliwość zmiany barw lakierowanej odbitki w przypadku stosowania farb nieodpornych na działanie związków alkalicznych,
- trudności przy nanoszeniu lakierów w temperaturach poniżej temperatury krytycznej (5-10°C),

-konieczność przechowywania lakierów powyżej temperatury krytycznej.

2.1.2.7. Utylizacja lakierów dyspersyjnych

Lakierów dyspersyjnych i roztworów uzyskanych przy zmywaniu elementów zabrudzonych tymi lakierami nie wolno wylewać do kanalizacji. Utylizacja polega na odsączeniu części stałych i zobojętnieniu roztworu do $\text{pH} = 7$. Odsączone części stałe można spalić, a roztwór wylać do kanalizacji. Makulatura z polakierowanych arkuszy powinna być specjalnie przerabiana, gdyż warstwa polimeru nie podlega biologicznemu rozkładowi. Nie powinno się mieszać resztek starych lakierów z lakierami nowymi, co mogłoby doprowadzić do wytrącenia żywic, a zaschnięte cząsteczki stworzyłyby grudki na lakierowanej powierzchni.

2.1.3. Lakiery fotoutwardzalne UV

Lakiery utrwalane promieniowaniem ultrafioletowym znalazły szerokie zastosowanie na rynku opakowań i reklamowym oraz w uszlachetnianiu okładek czasopism. Ich produkcja wynosi około 40% łącznej produkcji lakierów przeznaczonych do uszlachetniania druków. Lakiery te bardzo dobrze zabezpieczają lakierowane powierzchnie, a dzięki możliwości uzyskania wysokiego połysku, który przy stosowaniu lakierów dyspersyjnych można uzyskać dopiero po procesie kalandrowania, w ogromnym stopniu podnoszą atrakcyjność druków reklamowych. Chociaż nie dorównują laminowaniu (foliowaniu) pod względem połysku i zabezpieczenia powierzchni, stanowią opłacalną alternatywę dla tego rodzaju uszlachetniania. Ponadto lakiery fotoutwardzalne zaliczane są do produktów proekologicznych, gdyż nie zawierają rozpuszczalników.

Lakiery utrwalane promieniowaniem UV pojawiły się w poligrafii w drugiej połowie lat sześćdziesiątych ubiegłego wieku (wcześniej pojawiły się w przemyśle meblarskim), na początku lat siedemdziesiątych zastosowano utrwalanie lakierów rodnikowych strumieniem szybkich elektronów (tzw. EB) [5].

2.1.3.1. Skład chemiczny lakierów fotoutwardzalnych

Lakiery fotoutwardzalne UV zawierają wysoko reaktywne składniki spoiw, uzyskiwane w drodze syntezy chemicznej. Umożliwiają one utrwalenie lakieru w ułamku sekundy, dzięki czemu możliwa jest natychmiastowa dalsza obróbka polakierowanych odbitek.

Ze względu na budowę chemiczną i przebieg reakcji fotoutwardzenia rozróżnia się dwa rodzaje lakierów UV: rodnikowe i kationowe.

2.1.3.1.1. Lakiery rodnikowe

Lakiery fotoutwardzalne UV rodnikowe mają następujący skład chemiczny:

- spoiwo - ciekłe substancje sieciujące (o wiązaniach podwójnych), którymi są akrylany o wysokiej lepkości, różnym składzie chemicznym i różnej wielkości cząsteczki. Składniki spoiwa o wysokiej lepkości to prepolimery (wstępnie spolimeryzowane oligomery). Do produkcji lakierów rodnikowych wykorzystuje się takie oligomery jak akrylany epoksydowe, poliestrowe lub poliuretanowe. Najczęściej stosowane są akrylany epoksydowe, dzięki którym osiąga się wysoki połysk powłoki. Są one stosunkowo tanie w porównaniu do alternatywnych składników, ale mają wysoką lepkość, dlatego muszą być stosowane razem z monomerami;

- monomery - akrylany o małej lepkości, mają za zadanie utrzymywać lepkość i zapewnić dobre przyleganie powłoki lakieru do gładkiego podłoża.

Monomery mogą powodować podrażnienia skóry, dlatego nie można stosować monomerów o tzw. wskaźniku draize (miara działania drażniącego) większym niż 3,5.

Obecnie dąży się do wyeliminowania monomerów, gdyż te stosowane mimo wskaźnika draize poniżej 3,5 nadal cechują się właściwościami drażniącymi. Trwają próby wprowadzania oligomerów o niskiej lepkości, które pozwolą zmniejszyć lub nawet zlikwidować zapotrzebowanie na monomery do produkcji lakierów UV.

Na rynku można już spotkać lakiery bez monomerów.



Rys.2.7. Schemat przebiegu reakcji fotopolimeryzacji rodnikowej. Źródło [17]

Poprzez zmianę proporcji oligomerów i monomerów można regulować lepkość lakierów i dostosowywać ją do technologii lakierowania. Od rodzaju zastosowanych substancji zależą szybkość i stopień polimeryzacji, a tym samym twardość i elastyczność powłoki lakierniczej oraz jej przyczepność do podłoża oraz zapach lakieru;

-fotoinicjatory rodnikowe - związki chemiczne, które pochłaniają promieniowanie nadfioletowe (UV) i rozpadają się na bardzo reaktywne rodniki. Rozróżnia się dwa rodzaje fotoinicjatorów: I oraz II typu. Substancje fotoinicjujące typu I (np. etery alkilowe) same biorą udział w reakcjach chemicznych, natomiast substancje II typu wymagają innego związku inicjującego - donora wodoru, aby mogła nastąpić reakcja. Najczęściej stosowanymi fotoinicjatorami typu II są benzofenon, tioksanton i

dialkooxyacetofenon. Rodzaj i ilość fotoinicjatorów wpływają na szybkość reakcji fotopolimeryzacji (czas schnięcia), a także na zapach lakieru i możliwość jego wykorzystania do opakowań do środków spożywczych. Lakiery o obniżonym zapachu są droższe;

- substancje wspomagające inicjację - aminy alifatyczne lub akrylowe;

- stabilizatory - umożliwiają dłuższe przechowywanie lakierów;

- woski i pochodne silikonu - stosowane jako substancje poślizgowe zwiększające gładkość utwardzonej warstwy lakieru UV oraz jako substancje polepszające rozlewność lakieru i zwilżanie podłoża;

- środki powierzchniowo-czynne obniżające napięcie powierzchniowe lakieru;

- substancje zwiększające elastyczność warstwy lakieru (tzw. zmiękczacze);

- substancje zwiększające zdolność sklejenia polakierowanych warstw (niektóre lakiery);

- substancje antypieniące (niektóre lakiery);

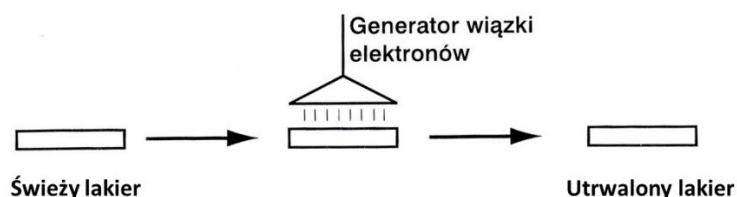
- substancje matujące (niektóre lakiery).

Lakiery fotoutwardzalne zawierają blisko 100% aktywnej masy, co oznacza, że w czasie schnięcia nie wydzielają się żadne rozpuszczalniki, a nanoszona warstwa przechodzi prawie całkowicie w stan stały.

Przy zbyt słabym fotoutwardzeniu (krótki czas napromieniowania lub zużyte promienniki) otrzymuje się warstwy miękkie i kleiste o wyraźnym zapachu akrylanów. Przy prawidłowym fotoutwardzeniu uzyskuje się twarde powłoki lakiernicze bez zapachu. Przy nadmiernym fotoutwardzeniu otrzymuje się warstwy stosunkowo kruche, które mogą pękać przy złamywaniu polakierowanego arkusza. Inhibitorem reakcji fotoutwardzania lakierów rodnikowych jest tlen. W związku z tym ostatnio stosuje się tak do farb, jak i lakierów rodnikowych UV komory inertyzacyjne, w których reakcja fotoutwardzania zachodzi w atmosferze azotu.

Lakiery utrwalane strumieniem elektronów

Technologia utrwalania lakierów (i farb) strumieniem szybki elektronów (EBC) mimo, iż znana jest od siedemdziesiątych XX wieku, tak naprawdę zaczęła się gwałtownie rozwijać w USA na początku XXI wieku i nieco później w Europie, rozwój tej technologii spowodowany został w ostatnim czasie przepisami o migracji składników farb i lakierów do żywności poprzez materiał opakowania oraz koniecznością wyeliminowania ostrego zapachu fotoinicjatorów.



Rys.2.8. Schemat utrwalania lakierów wiązką elektronów. Źródło [18]

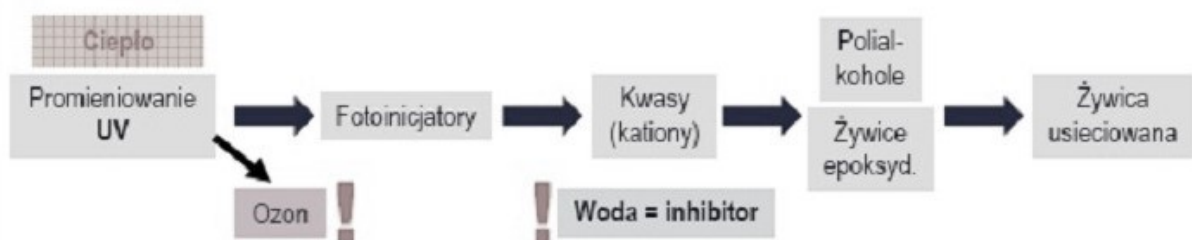
Lakiery utrwalane strumieniem szybkich elektronów są aplikowane na zespołach lakierniczych lub/i drukowych maszyn drukujących offsetowych arkuszowych i zwojowych oraz maszyn fleksograficznych [6-7]. Strumień elektronów niesie w sobie w zasadzie energię od powiadającą promieniowaniu rentgenowskiemu (promieniowanie X), bądź energii dalekiego nadfioletu. Zaabsorbowanie energii o takiej wartości zapoczątkowuje reakcję polimeryzacji bez konieczności stosowania fotoinicjatorów. Skład lakierów utwardzanych strumieniem elektronów jest identyczny jak lakierów utwardzanych promieniowaniem UV z pominięciem fotoinicjatorów. Cały system lakierowania z wykorzystaniem strumienia elektronów jest droższy od systemu lakierów

rodnikowych utrwalanych promieniowaniem UV. Lakiery utrwalane strumieniem elektronów mogą być stosowane do uszlachetniania opakowań mających bezpośredni kontakt ze środkami spożywczymi. Jak wspomniano stosowane do tego celu są technika offsetowa arkuszowa, offsetowa zwojowa i fleksograficzną zwojowa, co powoduje, że stosowane lakiery mają różną lepkość.

2.1.3.1.2. Lakiery kationowe

W skład lakierów kationowych wchodzi:

- cykloalifatyczne żywice epoksydowe jako składniki spoiwa;
- poliole (alkohole wielowodorotlenowe) - składniki spoiwa;
- fotoinicjatory kationowe wydzielające kationy pod wpływem promieniowania UV; które z kolei reagują z żywicą inicjując jej polimeryzację, co prowadzi do wytworzenia stałej suchej warstwy;
- dodatki - jak w lakierach rodnikowych - stabilizatory, woski i pochodne silikonu, środki powierzchniowo-czynne, zmiękczacze, substancje antypieniące, substancje matujące, pigmenty.



Rys.2.9. Schemat przebiegu kationowej reakcji fotopolimeryzacji. Źródło

Zaletą lakierów fotoutwardzalnych kationowych w porównaniu z rodnikowymi jest możliwość uzyskania powłoki lakierniczej bez zapachu, która nadaje się do lakierowania opakowań środków spożywczych.

Specyficzny skład lakierów kationowych sprawia, że mają one mniejszą lepkość od lakierów rodnikowych. Inhibitorem reakcji kationowej fotoutwardzania jest woda.

2.1.3.1.3. Rodzaje lakierów fotoutwardzalnych

Wszystkie lakiery UV w zależności od ich przeznaczenia oraz składu chemicznego można podzielić na [2]:

- -lakiery z połyskiem - znaczny wpływ na połysk lakierów UV ma grubość powłoki lakierniczej, która powinna być nakładana w ilości 3-4 g/m². Połysk zależy również od podłoża lakierowanego - im gładza jego powierzchnia, tym lepiej rozplywa się po niej lakier i uzyskuje się lepszy efekt. Ponadto lakiery o niższej lepkości lepiej i szybciej zwilżają powierzchnię odbitki;
- lakiery matowe - najlepsze matowe efekty w przypadku lakierów UV uzyskuje się przy minimalnej grubości utrwalonej warstwy lakieru. W związku z tym zalecane jest nanoszenie lakierów matowych za pomocą układu farbowego maszyny offsetowej, zarówno w technologii offsetu konwencjonalnego, jak i bezwodnego. Dobre wyniki osiąga się również w drukowaniu wypukłym;
- lakiery do tłoczenia folią na gorąco i do złączenia - lakiery te oferowane są w wersji matowej i z połyskiem, mają obniżoną zawartość substancji poślizgowych albo nie zawierają ich wcale. Lakiery bez środków poślizgowych gorzej zwilżają powierzchnię oraz wykazują tendencję do pienienia;
- lakiery podkładowe pod laminowanie folią (kaszerowanie) - stosowane są jako kleje przy laminowaniu zadrukowanego lub niezadrukowanego podłoża z

przezroczystą folią. Lakier nanosi się w zespole lakierującym, po czym na nieutrwaloną warstwę lakieru nakładana jest folia w systemie inline. Podczas utrwalania promieniami UV lakier utwardza się pod folią, powodując jej przyleganie do podłoża.

Ilość naniesionego lakieru UV podobnie jak w przypadku innych lakierów zależy m.in. od następujących czynników:

- od lepkości - im większa lepkość, tym grubsze otrzymuje się powłoki,
- od temperatury - ze wzrostem temperatury zmniejsza się lepkość, a więc zmniejsza się grubość warstwy,
- od prędkości duktora- grubsze powłoki uzyskuje się ze wzrostem prędkości duktora,
- od rodzaju stosowanych walców aniloksowych (od objętości kałamarzyków).

Najcieńsze warstwy lakieru otrzymuje się przy nanoszeniu z zespołów farbowych - ok. 2 g/m², przy użyciu układów lakierniczych maszyny offsetowej otrzymuje się grubsze powłoki, a więc i większy połysk. Na uzyskanie wysokiego połysku istotny wpływ mają dobra rozlewność lakieru i wystarczająco długa droga polakierowanej odbitki do uspokojenia powierzchni przed utwardzeniem. W przypadku stosowania wałków anilox z raklem komorowym przeciętna ilość naniesionego lakieru wynosi 4-5 g/m².

2.1.3.1.4. Metody lakierowania lakierami UV

Lakiery fotoutwardzalne nanoszone są za pomocą:

- układów lakierniczych maszyny offsetowej z układem wałków lub wałkiem anilox i raklem komorowym,
- zespołów farbowych maszyny offsetowej,
- zespołów nawilżających maszyny offsetowej,
- lakierówek,

- maszyn fleksograficznych (anilox i rakiel komorowy),
- maszyn sitodrukowych.

Lakiery utrwalane promieniowaniem UV mają ponadto szerokie zastosowanie w: offsetowych maszynach zwojowych, maszynach fleksograficznych, wkładkowych oraz sitodrukowych.

Lakierów kationowych z reguły nie stosuje się w konwencjonalnych maszynach offsetowych; można wykorzystać do tego celu lakierówki, maszyny offsetowe drukujące bez nawilżania i maszyny fleksograficzne.

Popularny jest obecnie proces lakierowanie metodą in line znacznie przyspieszającą proces produkcji. Uzyskanie zadowalającego efektu przy nanoszeniu lakieru UV w maszynie z jednym zespołem lakierującym jest możliwe tylko przy wykorzystaniu do drukowania farb utwardzanych promieniowaniem UV i zastosowaniu suszenia międzyoperacyjnego. W przypadku stosowania farb konwencjonalnych powstają problemy z przyjmowaniem lakieru i z osłabieniem połysku. Rozwiązaniem tego problemu okazało się wprowadzenie podwójnego systemu lakierowania na maszynach offsetowych. W pierwszym zespole lakierującym наносzony jest dyspersyjny lakier podkładowy (primer), który pełni funkcję warstwy oddzielającej pomiędzy konwencjonalnymi farbami offsetowymi a lakierem fotoutwardzalnym. Zmniejsza on możliwość niepożądanej reakcji pomiędzy utleniającym schnięciem farb a lakierem UV. Ponadto lakier podkładowy wygładza strukturę reliefową, którą tworzą znajdujące się obok siebie zadrukowane i niezadrukowane miejsca. Dzięki temu lakier fotoutwardzalny rozplywa się równomiernie, co korzystnie wpływa na zwiększenie połysku.

Omówione powyżej rozwiązanie wymaga zainstalowania paneli suszących promieniowaniem podczerwonym po ostatnim zespole drukującym i po pierwszym zespole lakierującym. W zespole pośrednim między wieżami lakierniczymi usytuowane są panele suszące gorącym powietrzem wspomagające proces utrwalania lakieru dyspersyjnego. W końcowej części

wydłużonego wykładania zamontowane są lampy suszące promieniowaniem nadfioletowym, a za nimi nadmuch powietrza. Dwa zespoły lakierujące mogą być również wykorzystane do nanoszenia dwóch różnych lakierów UV na arkusz zadrukowany farbami fotoutwardzalnymi. Na przykład na materiałach niewsiąkliwych w pierwszym zespole nanosi się na całą powierzchnię lub wybiórczo matowy lakier UV, w drugim - lakier UV z połyskiem całościowo lub wybiórczo. W zależności od potrzeb można zmieniać kolejność nakładanych lakierów.

Do lakierowania UV powinno się używać wałków i obciążeń nitrylokauczukowych lub z tworzyw EPDM (Ethylene Propylene Diene Modified = modyfikowane dieny etylenowo-propylenowe) o twardości 40° Shore. W przeciwnym razie może dochodzić do zmian w strukturze wałków lub obciążeń (pęcznienia, rozpuszczania lub klejenia się) i wcześniejszego ich zużycia. Dyfuzja monomerów do gumy wałków może podwyższyć lepkość i tack lakieru, utrudniając jego nanoszenie. Taka sytuacja jest prawdopodobna w przypadku stosowania wałków i obciążeń o porowatej strukturze. Twardość i odporność chemiczna gumy zależy od stopnia jej polimeryzacji.

2.1.3.1.5. Ilość nakładanego lakieru

Ilość naniesionego lakieru UV podobnie jak w przypadku innych lakierów zależy m.in. od następujących czynników:

- od lepkości - im większa lepkość, tym grubsze otrzymuje się powłoki,
- od temperatury - ze wzrostem temperatury zmniejsza się lepkość, a więc zmniejsza się grubość warstwy,
- od prędkości duktora- grubsze powłoki uzyskuje się ze wzrostem prędkości duktora,
- od rodzaju stosowanych walców aniloksowych (od objętości kałamarzyków).

Najcieńsze warstwy lakieru otrzymuje się przy nanoszeniu z zespołów farbowych - ok. 2 g/m², przy użyciu układów lakierniczych maszyny offsetowej otrzymuje się grubsze powłoki, a więc i większy połysk. Na uzyskanie wysokiego połysku istotny wpływ mają dobra rozlewność lakieru i wystarczająco długa droga polakierowanej odbitki do uspokojenia powierzchni przed utwardzeniem. W przypadku stosowania wałków anilox z raklem komorowym przeciętna ilość naniesionego lakieru wynosi 4-5 g/m².

W przypadku stosowania maszyny sitodrukowej wysoki połysk jest uzyskiwany przy 4 g/m², istnieje techniczna możliwość nakładania aż 10 g/m².

W tabeli 2.2. podano najczęściej stosowane lepkości lakieru (Kubek Forda ϕ 4 mm, temp. 25°C) w zależności od stosowanej metody lakierowania.

Tabela 2.2.

Lepkość stosowanych lakierów, w s

Metoda lakierowania	Lepkość w s
Lakierowanie z zespołu wodnego maszyny offsetowej	80 - 140
Lakierowanie z zespołu farbowego maszyny offsetowej	200 - 300
Z zespołu lakierującego <i>inline</i>	40 - 100
Lakierówka	25 - 65
Zespół lakierujący fleksograficzny	40 - 60
Maszyna sitodrukowa	50 - 150

Źródło: własne

2.1.3.1.6. Utrwalanie lakierów UV

Utrwalanie lakierów fotoutwardzalnych inicjowane jest przez promieniowanie nadfioletowe emitowane z lamp zamontowanych w odcinku utrwalania maszyny lakierującej. Schnięcie powłoki lakierniczej następuje przez polimeryzację, przy czym minimalna część lakieru wsiąka w podłoże lub nie wsiąka w nie wcale.

Stosowane lampy do utrwalania lakierów (podobnie jak i farb) mogą być obecnie kilkoma różnymi ich rodzajami. I tak stosowane są lampy [8]:

- rtęciowe,
- rtęciowe uszlachetnione,
- lampy LED,
- lampy multiwave LED.

Lampy mają różne właściwości fizyczne i ekonomiczne. Podczas działania trzech ostatnich nie wydziela się ozon. Charakterystyki i właściwości lamp do utrwalania lakierów UV zostaną podane przy opisie maszyn i urządzeń lakierujących.

Schnięcie lakierów fotoutwardzalnych rodnikowo

Pod wpływem promieniowania UV o odpowiednim poziomie energii fotoinicjatory rodnikowe rozpadają się na wysoko reaktywne rodniki. Prędkość generowania rodników jest wówczas szybsza niż ich wymierania. Możliwe jest wtedy tworzenie makrorodników z monomerami i prepolimerami oraz inicjacja reakcji fotopolimeryzacji, co prowadzi do wzrostu cząsteczki. W efekcie rozwija się chemiczna reakcja łańcuchowa, która zmienia ciekłą warstwę lakieru w utrwaloną i suchą powłokę. Wraz z zanikiem promieniowania UV rodniki przestają być produkowane i reakcja zostaje przerwana. W związku z tym w utwardzonej warstwie lakieru mogą pozostać składniki niskocząsteczkowe w postaci resztek fotoinicjatorów i ich produktów rozpadowych. Rodniki są substancją lotną i wydzielają charakterystyczny zapach.

W czasie polimeryzacji mogą zaistnieć problemy z przyczepnością lakieru do podłoża. Przyczyną może być nieodpowiednia receptura lakieru lub negatywny wpływ substancji zawartych w farbie drukowej albo nadmierne zmniejszenie objętości podczas procesu polimeryzacji. Kurczenie się lakierów rodnikowych może spowodować ponadto marszczenie się podłoża o niskiej gramaturze. W ekstremalnych przypadkach powłoka lakieru może zmniejszyć swoją objętość nawet o 20%.

W przypadku słabego fotoutwardzenia (za krótki czas naświetlania, zużyte promienniki) uzyskuje się miękkie i kleiste powłoki lakiernicze o wyraźnym zapachu akrylanów.

Natomiast nadmierne fotoutwardzenie może prowadzić do spękań polakierowanej odbitki podczas jej zginania, gdyż otrzymana warstwa lakieru jest krucha.

Lakiery rodnikowe mogą być utwardzane strumieniem elektronów. Nie potrzeba wtedy fotoinicjatorów, gdyż energia strumienia elektronów znacznie przewyższa energię promieniowania UV. Brak fotoinicjatorów sprawia, że lakiery utwardzane strumieniem elektronów tworzą powłoki obojętne chemicznie (bez zapachu) i w związku z tym mogą być stosowane do produkcji opakowań środków spożywczych.

Schnięcie lakierów fotoutwardzalnych kationowo

Fotoinicjatory kationowe pod wpływem promieniowania UV rozkładają się wydzielając kwasy, które reagują z żywicą epoksydową inicjując polimeryzację. Do zapoczątkowania reakcji potrzebna jest dodatkowo energia cieplna. W wyniku tych procesów otrzymuje się utrwaloną i suchą warstwę lakieru. Kationy są bardziej żywotne od rodników; w ciemności nadal biorą udział w procesie utrwalań do momentu całkowitego utwardzenia warstwy lakieru. Sucha powłoka lakieru kationowego nie zawiera żadnych składników niskocząsteczkowych, wobec czego jest neutralna organoleptycznie. Z tego względu lakiery te mogą być stosowane do lakierowania opakowań na środki spożywcze.

Reakcja fotopolimeryzacji lakierów kationowych może zostać opóźniona lub nawet uniemożliwiona przez obecność wody z roztworu nawilżającego. Opóźnienie szybkości reakcji może nastąpić również na skutek przenikania do lakieru pozostałości nierozłożonych fotoinicjatorów z wcześniej nadrukowanych warstw fotoutwardzalnych farb rodnikowych, a także w wyniku oddziaływania substancji alkalicznych z podkładowej warstwy lakieru dyspersyjnego.

Powyższe fakty sprawiają, że lakiery kationowe stosuje się rzadko na maszynach offsetowych, są za to często wykorzystywane w lakierowaniu na lakierówkach i maszynach fleksograficznych.

Lakiery kationowe utrwala się nieznacznie wolniej od rodnikowych, co ma niewielkie znaczenie techniczne przy i tak krótkich czasach utwardzania. Ponadto wykazują podczas polimeryzacji mniejszą tendencję do kurczenia niż lakiery utwardzane rodnikowo, dlatego mają lepszą przyczepność do podłoża.

Obecnie trwają intensywne prace związane z wyprodukowaniem lakierów UV na bazie wody, w której zdyspergowane są cząsteczki żywicy fotoutwardzalnej. Schnięcie takich lakierów opiera się na wsiąkaniu wody w podłoże, a w następnym etapie utwardzeniu pozostałej warstwy promieniami ultrafioletowymi.

Podłoża do lakierowania

Powszechnie uważa się, że podłożami stosowanymi do lakierowania lakierami UV są różne produkty papierowe, co nie do końca odpowiada jest prawdą. Prawie 30 % w tonażu lakierowanych stanowią podłoża niechłonne. Są to różnego rodzaju folie opakowaniowe, folie aluminiowe, laminaty czyli folie kompleksowe oraz sztywne filie z tworzyw sztucznych i blachy itp. Nie należy także zapominać o kształtkach tworzywowych i metalowych.

Najłatwiejsza jednak do scharakteryzowania jest grupa produktów papierowych. Lakierowanie lakierami UV może odbywać się na papierach i tekturach wielowarstwowych o gramaturze w zakresie 80-500 g/m², przy czym do lakierowania wybiórczego powinno się stosować podłoża w przedziale 100-450 g/m². Najlepiej do tego celu nadają się gładkie, powlekane papiery i tektury wielowarstwowe, o niewielkiej chłonności (poniżej 30% wg metodyki K&N). Lakiery fotoutwardzalne w niewielkim stopniu wsiąkają w podłoże, a do wyrównania chłonnej powierzchni niezbędne byłoby wsiąknięcie odpowiedniej ilości lakieru. Zalecana względna wilgotność papierów i tektur wielowarstwowych wynosi 50-60%

Problemy mogą występować przy lakierowaniu powlekanych papierów matowych. W przypadku papierów matowych lakier nierównomiernie pokrywa warstwę farby na odbitce. Wiąże się to z nierównomiernością powierzchni lakierowanego podłoża. Mimo możliwości wystąpienia tej wady lakierowanie papierów matowych lakierami UV o wysokim połysku jest często stosowane. Dotyczy to naturalnie lakierowania wybiórczego, gdzie matowe podłoże w kontraście z wysokopołyskowym lakierem tworzy ciekawe efekty wizualne. Lakierowanie całościowe papieru matowego lakierem błyszczącym mija się z celem i nie powinno się go stosować. Promieniowanie nadfioletowe może powodować żółknięcie niektórych papierów. Ponadto lakierowanie tektur wielowarstwowych pigmentowanych lub powlekanych może spowodować zszarzenie ich powierzchni. Przyczyną jest dyfuzja lakieru przez nieszczelną warstwę powlekającą do wnętrza tektury, tj. do wewnętrznej warstwy tektury wielowarstwowej. Warstwa ta wykonana jest zazwyczaj ze ścieru, makulatury lub mas ścieropodobnych. Po usieciowaniu lakieru warstwa środkowa, która w porównaniu z powłoką jest mniej biała, staje się widoczna i tektura uzyskuje szarą barwę. Innym problemem jest zwijanie się w rulon arkuszy z cienkich papierów lakierowanych jednostronnie, co może powodować trudności przy dalszej obróbce odbitki lub nawet ją uniemożliwić.

Do nanoszenia lakierów rodnikowych należy stosować papiery i tektury o wysokiej białości bez wybielaczy optycznych, których rozpad może spowodować żółknięcie podłoża. Bardzo podatne na żółknięcie są papiery powlekane metodą odlewu (typu chromolux) oraz drzewne papiery powlekane. Poddanie druków działaniu wyładowań koronowych zmniejsza żółknięcie, a równocześnie polepsza adhezję lakieru do podłoża.

W przypadku lakierowania lakierami kationowymi mogą występować problemy z ich utrwalaniem na skutek oddziaływania substancji alkalicznych zawartych w powłoce papieru. Takie składniki jak węglan wapnia stosowany do produkcji matowych papierów powlekanych zakłócają reakcję kwasowej

polimeryzacji lakieru kationowego, gdyż neutralizują kwas niezbędny do przebiegu reakcji. Może to prowadzić do niecałkowitego utwardzenia się warstwy lakieru. Rezultatem takich zakłóceń może być sklejenie się odbitek w stosie, zmniejszenie połysku lub tworzenie się pierścieni barwnych na druku. Naniesienie lakieru podkładowego na podłoże zawierające w powłoce niewielką ilość węglanu wapnia może umożliwić naniesienie lakieru kationowego. Składnikiem papierów i tektur wielowarstwowych powlekanych bywa często kaolin, który ma kwaśny odczyn, ale jako substancję wiążącą stosuje się z kolei kazeinę rozpuszczoną w roztworach alkalicznych. Duża ich ilość zastosowana do rozpuszczenia kazeiny może przyczynić się do większych problemów niż zasadowa substancja (tj. pigment) mieszanki powlekającej papier lub tektury. Trudności z utrwalaniem lakieru kationowego mogą objawić się również w przypadku zbyt dużej wilgotności podłoża, gdyż wilgoć jest inhibitorem reakcji polimeryzacji.

Odpowiedni dobór podłoża lub lakierowanie w pewnych przypadkach podkładowym lakierem dyspersyjnym może zapobiec wyżej wymienionym problemom.

2.1.3.1.7. Dobór farb drukowych do lakierowania

Lakierowanie lakierami fotoutwardzalnymi może być realizowane zarówno na odbitkach zadrukowanych farbami UV, jak i konwencjonalnymi farbami offsetowymi oraz na odbitkach fleksograficznych. Ze względu na podobne właściwości najlepsze są farby fotoutwardzalne, które lakieruje się w zasadzie mokro na mokro. Lakierowanie farb konwencjonalnych może odbywać się - pod warunkiem zachowania pewnych zasad - mokro na mokro oraz mokro na sucho.

Istotny wpływ na przyjmowanie lakieru ma napięcie powierzchniowe farby, które nie powinno być niższe niż 35 mN/m. Niespełnienie tego wymogu

powoduje problemy z równomiernym nanoszeniem lakieru na odbitkę drukarską.

Lakierowanie podłoży zadrukowanych farbami UV

Farby utrwalane promieniowaniem UV mają taką samą biegunowość jak lakiery UV, dlatego ich lakierowanie nie sprawia większych problemów. Można również lakierować mokro na mokro farby UV z pigmentami metalicznymi. Do trudności może dochodzić w wypadku lakierowania mokro na mokro grubych i ciemnych warstw farby, która w dolnych partiach może nie zostać dostatecznie spolimeryzowana pod warstwą lakieru. Przyczyną jest absorpcja głównej części promieniowania UV przez warstwę lakieru oraz mała przenikliwość warstw farby dla skutecznej części promieni. W rezultacie farba ma niewielką przyczepność do podłoża i może dojść do jej złuszczenia wraz z warstwą lakieru, szczególnie pod wpływem mechanicznego oddziaływania na odbitkę albo przy podwyższeniu temperatury. Zjawisko to można wyeliminować poprzez zastosowanie międzyoperacyjnego utrwalania farb promieniami UV, czyli przez nanoszenie lakieru mokro na sucho.

W wyniku niepełnego utwardzenia lakieru otrzymuje się powłoki o niskiej odporności na ścieranie, a w miejscach pokrytych dużą ilością ciemnych farb tworzą się zmatowione powierzchnie.

Nanoszenie lakieru kationowego UV na farby utwardzane wg mechanizmu rodnikowego musi być poprzedzone wcześniejszym utrwaleniem farb, gdyż fotoinicjatory z nadrukowanej farby albo resztki roztworu nawilżającego mogą być przyczyną opóźnienia schnięcia lakieru.

Lakierowanie podłoży zadrukowanych konwencjonalnymi farbami offsetowymi

Lakierowanie za pomocą lakierów fotoutwardzalnych konwencjonalnych farb offsetowych metodą mokro na mokro sprawia wiele trudności, gdyż spoiwa farb i lakierów są całkiem inne. Obecnie można już dopasować do siebie obydwa systemy w taki sposób, że lakier UV zadowalająco zwilża warstwę

farby, ale nie zawsze jest to możliwe. Konwencjonalne farby nie utrwalają się pod wpływem promieniowania UV, co powoduje, że sucha warstewka lakieru pokrywa moką warstwę farby. W takim przypadku warstwa lakieru ma znacznie mniejszą przyczepność do warstwy farby i może się niedostatecznie utwardzić, a na odbitce mogą pojawić się zmatowienia farby pod powłoką lakieru.

Ewentualne lakierowanie mokro na mokro farb konwencjonalnych może się odbywać na chłonnych i porowatych podłożach drukowych, przy czym zastosowane farby powinny charakteryzować się szybkim wsiąkaniem. Nakładane warstwy farby powinny być w miarę cienkie i mieć jasny odcień. Lepsze efekty można osiągnąć przez zastosowanie podkładowego lakieru dyspersyjnego w systemie inline z suszeniem promieniami podczerwonymi i ciepłym powietrzem. Lakier UV nałożony bezpośrednio na lakier dyspersyjny pokrywający farbę pozwala uzyskać lepszy połysk, jednak grube warstwy farby mogą przyczynić się do jego obniżenia.

Istotny wpływ na zwilżanie odbitki lakierem ma ilość naniesionej farby. Lakier fotoutwardzalny na odbitce pokrytej farbą w 400% (100% cyjanu, 100% magenty, 100% żółtego i 100% czarnego) jest odpychany przez warstwę farby i w rezultacie farba jest źle zwilżana przez lakier. Natomiast na odbitce z naniesioną czarną aplą lakier tworzy jednorodną powłokę. Im mniejsza jest grubość warstwy farby na odbitce, tym lepsze przyjmowanie lakieru.

Lakierowanie mokro na sucho pozwala na osiągnięcie lepszego wyniku, jednak końcowy efekt zależy w dużym stopniu od wzajemnego doboru lakieru i farby. Mogą tu zaistnieć problemy z prawidłowym zwilżaniem farby, a w konsekwencji z nieodpowiednią przyczepnością do suchej warstwy farby lub odpychaniem przez nią nakładanego lakieru. Objawem takich zjawisk jest efekt skórki pomarańczowej lub wytworzenie minikraterów, czyli małych punktowych dziurek. Przyczyn należy się doszukiwać w samym składzie konwencjonalnych farb offsetowych, które w utrwalonej warstwie pozostawiają

resztki rozpuszczalników, olejów mineralnych i plastyfikatorów, a także produktów rozkładu pokostu tworzących się podczas utrwalania oksydacyjnego, które pozostały w niedostatecznie przewietrzonym stosie. Także stopień utrwalenia konwencjonalnych farb ma duży wpływ na przyczepność lakierów UV i zwilżanie nimi powierzchni.

Negatywny wpływ na przyjmowanie lakieru UV przez warstwę farby i przyczepność mają takie dodatki do farb jak woski, silikony oraz pasty zwiększające odporność farb na ścieranie. Nie należy również stosować farb typu fresh niezasychających w kałamarzu farbowym. Farby offsetowe z pigmentami metalicznymi (specjalna farba srebrna pod lakier UV) również zawierają substancje obniżające przyczepność lakieru do farby. W celu zapewnienia prawidłowego przebiegu lakierowania lakierami UV odbitek zadrukowanych konwencjonalnymi farbami offsetowymi zaleca się:

- wykorzystywanie specjalnych farb offsetowych przeznaczonych do lakierowania lakierem fotoutwardzalnym,
- unikanie dodatków do farb,
- unikanie środków powierzchniowo czynnych w roztworze nawilżającym (wyjątkiem jest izopropanol),
- drukowanie z minimalną ilością roztworu nawilżającego,
- stosowanie lakierów UV zawierających środki powierzchniowo czynne (np. silikony) ułatwiające zwilżenie farby,
- stosowanie w miarę możliwości podłoży chłonnych,
- przyspieszenie schnięcia farb po drukowaniu przez wietrzenie odbitek lub zachowanie odpowiedniego czasu na dostateczne utrwalenie farb,
- ewentualną aktywację powierzchni za pomocą wyładowań koronowych w celu zwiększenia przyczepności lakieru do warstwy farby,
- ewentualne lakierowanie inline dyspersyjnym lakierem podkładowym,
- testowanie przydatności nowych podłoży drukowych do lakierowania lakierami UV,

-testowanie przydatności do lakierowania zadrukowanych odbitek wyjętych ze środka stosu.

Lakierowanie lakierami rodnikowymi konwencjonalnych farb offsetowych nieposiadających cech odporności na substancje alkaliczne oraz rozpuszczalniki stosowane w lakierowaniu może być przyczyną zmian kolorystycznych odbitki. Dotyczy to zarówno lakierowania mokro na mokro, jak i mokro na sucho. Przyczyną niekorzystnych zmian są fotoinicjatory reagujące z pigmentem. Do farb szczególnie podatnych na to zjawisko należą: HKS 13, 25, 33, 43 i Pantone PMS Warm Red, PMS Rhodamine Red, PMS Purple, PMS Blue 072 oraz PMS Reflex Blue. Problemów tego rodzaju można uniknąć przez stosowanie lakierów fotoutwardzalnych o specjalnej recepturze.

2.1.3.4. Właściwości utwardzonej powłoki lakieru UV

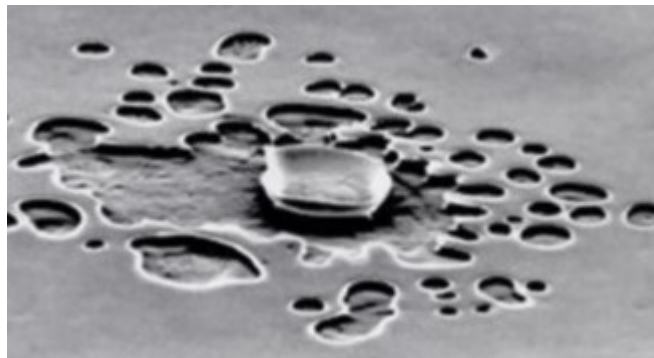
Utrwalona warstwa lakieru może mieć w zależności od receptury powierzchnię matową lub z połyskiem. Charakteryzuje się niewielką elastycznością, ma natomiast wysoką wytrzymałość mechaniczną oraz chemiczną, uzależnioną od stopnia polimeryzacji. Lakiery o wysokim stopniu polimeryzacji są kruche i mają niską termoplastyczność. Utwardzona powłoka lakieru UV zawierająca substancje poślizgowe nie nadaje się do ponownego lakierowania, ponieważ następna warstwa lakieru nie miałaby przyczepności do podłoża. Skutkiem ewentualnego polakierowania utrwalonej warstwy może być zjawisko odpychania przez nią nowego lakieru. Poddanie powierzchni odbitki wyładowaniom koronowym pozwala na powtórne lakierowanie.

Substancje poślizgowe, które podczas polimeryzacji przedostają się na powierzchnię lakieru, powodują wadę polegającą na powstawaniu widocznych odcisków palców przy dotykaniu utwardzonych warstw lakieru. Uniemożliwiają ponadto drukowanie lub pisanie na odbitce, dlatego do tego celu należy używać lakierów bez środków poślizgowych. Cechy warstwy lakieru takie jak: gładkość powierzchni, podatność na sklejanie, zdolność zgrzewania z foliami (odporność na zgrzewanie), odporność na zamrażanie, podatność na tłoczenie folią,

względu na zawartość w lakierach UV środków poślizgowych, które obniżają zdolność sklejania, należy przeprowadzać testy kleju na podłożu przeznaczonym do klejenia. Największą pewność sklejania daje pomijanie miejsc przewidzianych do tego celu.

Zdolność zgrzewania, tłoczenia folią i tłoczenia na gorąco

Negatywny wpływ na zgrzewanie lakieru z folią mają substancje podwyższające napięcie powierzchniowe oraz zwiększające poślizg. W przypadku lakierów zawierających środki poślizgowe trwałość zgrzewania może zapewnić jedynie folia polipropylenowa. Inne folie w takim przypadku są nieprzydatne. Do tłoczenia folią (w tym metaliczną) należy stosować lakiery niezawierające dodatków zwiększających poślizg. Przed tłoczeniem wskazane jest przeprowadzenie odpowiednich testów.



Rys.2.11. Lakier UV położony na suchą farbę, z której wydzielają się gazy.

Źródło [21].

Pękanie warstwy lakieru

Pękanie warstwy lakieru UV może występować na skutek kurczenia się podczas polimeryzacji powłoki lakierniczej na bazie spoiw akrylanowych. Spękania powstają najczęściej w trakcie późniejszego obciążenia termicznego lub/i mechanicznego warstwy. Zjawisko to objawia się tylko w przypadku niewłaściwej przyczepności lakieru do podłoża.

Wytrzymałość na zginanie i łamanie

Duży wpływ na wytrzymałość na zginanie i łamanie warstwy utwardzonego lakieru, ze względu na jej kruchość, ma odpowiednia przyczepność do podłoża. Złe połączenie z podłożem, zbyt duże ilości lakieru lub zbyt silne fotoutwardzenie potęgują tendencje do łamania i pęknięcia warstwy lakieru. Stosowanie odpowiedniej technologii powinno zapobiegać ww. problemom.

Sklejanie w stosie

Warstwy lakieru wykazują właściwości termoplastyczne, dlatego - poddane naciskowi i działaniu ciepła - mogą sklejać się w stosie. Substancje poślizgowe mogą zapobiec blokowaniu, ale nie dają pełnej gwarancji, że to zjawisko nie wystąpi. Dodatkowym czynnikiem powodującym sklejanie mogą być duże wahania wilgotności względnej i niedostateczny stopień utwardzenia lakieru. Najlepszą metodą zapobiegania jest wietrzenie druków po lakierowaniu.

2.1.3.5 Zalety i wady lakierów UV

Najważniejsze zalety lakierów fotoutwardzalnych to:

- najwyższy połysk w stosunku do wszystkich lakierów offsetowych; przy odpowiedniej grubości lakierowania można nim zastąpić laminowanie folią i obniżyć koszty produkcji,
- bardzo wysokie parametry odpornościowe (twardość, odporność na ścieranie, odporność chemiczna i na wilgoć) utwardzonej warstwy lakieru w porównaniu do lakierów pokostowych i dyspersyjnych,
- możliwość lakierowania (przy zastosowaniu farb UV i lakierów rodnikowych) mokro na mokro i mokro na sucho,
- minimalny czas utrwalania (ułamki sekundy) niezależny od rodzaju podłoża - papieru, tektury, folii z tworzyw sztucznych i metalowych, blach i in., który umożliwia natychmiastową dalszą obróbkę polakierowanych odbitek,
- brak rozpuszczalników,
- duża odporność na sklejanie (blocking) w stosie,

- niepotrzebne napylenie odbitek,
- brak negatywnych efektów lakierów pokostowych takich jak: żółknięcia warstwy lakieru w czasie przechowywania i naświetlania, żółknięcie kontaktowe, brak efektów zwiększenia lub zmniejszenia połysku w kontakcie z zadrukowaną bądź polakierowaną odwrotną stroną w stosie oraz brak zjawiska nieprzylegania powłoki lakieru do warstwy farby we wgłębieniach materiałów wytłaczanych,

- brak deformacji arkusza.

Do wad lakierów fotoutwardzalnych można zaliczyć:

- konieczność stosowania modułów z lampami UV,
- wyższą cenę lakierów fotoutwardzalnych,
- większe zużycie energii,
- drażniący zapach i drażniące oddziaływanie na skórę i błony śluzowe,
 - możliwość przenikania resztek fotoinicjatorów z warstwy lakieru do środków spożywczych,
 - możliwość sklejenia świeżo polakierowanych arkuszy ze względu na właściwości termoplastyczne lakieru - można temu zapobiec przez schłodzenie zadrukowanego materiału np. zimnym wałkiem,
 - szkodliwe oddziaływanie promieni UV (zwłaszcza krótkofalowych) na organizm człowieka (oczy),
 - konieczność stosowania wyciągów ze względu na wydzielanie szkodliwego ozonu przez niektóre promienniki ultrafioletu,
 - konieczność stosowania organicznych środków myjących do mycia kałamarza lakierniczego i elementów maszyny zabrudzonych lakierem,
 - problemy z lakierowaniem odbitek zadrukowanych farbami pokostowymi metodą mokro na mokro,
 - ograniczenia w lakierowaniu chłonnych podłoży,

- szarzenie powierzchni niektórych tektur powlekanych.

2.1.4. Lakiery rozpuszczalnikowe

Produkowane są najczęściej w oparciu o nitrocelulozę ze względu na niską cenę. Rozpuszczalnikiem lakieru nitrocelulozowego jest zazwyczaj alkohol etylowy z odpowiednimi dodatkami modyfikującymi schnięcie. Lakiery rozpuszczalnikowe są palne. Przez dodatek do lakieru różnych żywic modyfikujących można otrzymać lakiery o wysokiej jakości. Lakiery nitrocelulozowe nakładane są w lakierówkach lub na maszynach fleksograficznych i wklęsłodrukowych (rotograwiurów) albo sitodrukiem. Wśród lakierów nitrocelulozowych produkowane są lakiery przeznaczone do procesu kalandrowania. Kalandrowanie druków lakierowanych przeprowadza się w celu nadania im dodatkowego połysku. Połysk ten zależy od: grubości błony lakieru, jakości lakieru, prędkości przechodzenia arkusza druku pomiędzy walcami kalandra, temperatury stalowego walca kalandra, siły nacisku walców. Mają one obecnie niewielkie zastosowanie do lakierowania arkuszowych druków offsetowych.

Lakiery rozpuszczalnikowe nitrocelulozowe bez dodatków regulujących schnięcie są stosowane jeszcze w niewielkim zakresie do lakierowania opakowań tekturowych papierosów ze względu na ich neutralne właściwości sensoryczne.

Lakiery rozpuszczalnikowe stosowane są często jako lakiery ochronne różnych folii z tworzyw sztucznych oraz aluminiowych; przykładowo w przypadku folii aluminiowej, zmienia jej barwę. Alkoholowy barwny lakier na bazie żywicy nitrocelulozowej lub poliamidowej z rozpuszczonymi barwnikami metalokompleksowymi służy stworzenia kolorowej folii aluminiowej: złotej, czerwonej żółtej, zielonej itp. [9].

2.1.5. Lakiery chemoutwardzalne

Mają skład analogiczny jak spoiwo farb dwuskładnikowych. Powłoka lakieru powstaje w wyniku sieciowania żywicy po dodaniu do lakieru utwardzacza. Tego rodzaju lakiery są wytwarzane z małowcząsteczkowej żywicy epoksydowej, poliestrowej lub poliuretanowej. Są to więc lakiery dwuskładnikowe i do lakierowania mogą być stosowane dopiero po zmieszaniu z utwardzaczem.

Lakiery chemoutwardzalne nanoszone są w lakierówkach, maszynach rotograviurowych i fleksograficznych oraz sitodrukiem. Do zalet tych lakierów należą duża odporność na rozpuszczalniki, wysoki połysk uzyskiwanych powłok i dobra rozlewność. Wadami natomiast są ich wysoka cena oraz ograniczona „żywołność” po zmieszaniu. Są rzadko stosowane do lakierowania arkuszowych druków offsetowych.

Dwuskładnikowe lakiery [10] schną wyłącznie fizycznie przez wsiąkanie w podłoże względnie wyparowanie rozpuszczalnika. W ten sposób tworzy się warstewka lakieru odporna na sklejanie. Następnie podczas składowania zadrukowanego materiału zachodzi reakcja chemiczna, podczas której spoiwo polimeryzuje i tworzy się warstewka lakieru o wysokiej odporności na czynniki mechaniczne. Utrwalanie większości lakierów tego typu polega na reakcji grup hydroksylowych spoiwa z grupami izocjanowymi utwardzacza (w rezultacie powstaje poliuretan).

Głównym składnikiem układu dwuskładnikowego jest lakier właściwy, zawierający co najmniej jeden rodzaj żywicy z czynnymi grupami hydroksylowymi. Ponieważ z reguły są to względnie miękkie żywice, to i w tym wypadku korzystne jest wprowadzenie kombinacji z nitrocelulozą, aby po schnięciu fizycznym uzyskać warstewkę lakieru odporną na sklejanie (blokowanie). Nitroceluloza zawiera również grupy hydroksylowe i bierze udział w procesie polimeryzacji.

Składnik utwardzający to roztwór izocyjanianu o względnie niskiej masie cząsteczkowej. Ponieważ w każdej cząsteczce utwardzacza są dwie lub więcej reaktywne grupy izocyjanowe, to polimerowe łańcuchy spoiwa mogą tworzyć trójwymiarową strukturę polimerową przez sukcesywną reakcję izocyjanianu i grupy hydroksylowej. Utrwalony układ jest odporny na wysokie temperatury i działanie wielu chemikaliów.

Ponieważ proces utwardzania przebiega tylko dzięki reakcji hydroksylo – izocyjanowe, to zrozumiałe jest, że rozpuszczalniki zawierające grupy hydroksylowe, a więc np. alkohole i etery glikolowe, a także woda mogą reagować z utwardzaczem. Takie niepożądane reakcje zużywają utwardzacz, którego nie starcza już do spolimeryzowania spoiwa. Spolimeryzowana warstewka lakieru nie uzyskuje wtedy wszystkich pożądaných cech użytkowych. Dlatego też podczas stosowania lakierów tego typu należy zwracać szczególną uwagę na to, aby wykorzystywać wyłącznie rozpuszczalniki i opóźniacze niezawierające alkoholu. Odpowiednie są np. octan etylu, octan izopropylowy i octan metoksypropylowy.

Polimeryzacja rozpoczyna się w momencie dodania utwardzacza do lakieru. W fazie płynnej występuje na skutek tego powolne, ale niepowstrzymane gęstnienie lakieru, które na pewien określony czas można skompensować dodatkiem rozcieńczalnika. Po upływie tego czasu masa cząsteczkowa spoiwa wzrasta w takim stopniu, że zawartość ciał stałych w lakierze nie wystarcza już do utworzenia odpowiednio grubej warstewki lakieru na podłożu drukowym. Ten specyficzny czas jest zmienny w wypadku lakierów dwuskładnikowych o różnym przeznaczeniu i może wynosić od 2 do 24 godzin. Informują o tym szczegółowo opisy produktów.

W czasie przejścia przez sekcję suszącą maszyny drukującej lakier dwuskładnikowy otrzymuje impuls termiczny pobudzający polimeryzację w warstewce lakieru. Po upływie 5-7 dni warstwa lakieru utwardza się w zwoju, pod warunkiem przechowywania zadrukowywanego materiału w temperaturze,

co najmniej 15-20⁰C. W niższych temperaturach reakcja chemiczna ustaje i lakier nie uzyskuje pożądaných cech odporności.

Lakiery dwuskładnikowe przeznaczone są do lakierowania opakowań nieżywnościowych (oczywiście nie nadają się także do lakierowania opakowań papierosów). Jednym z rodzajów lakierów dwuskładnikowych jest biały podkładowy lakier pod farby kolorowe stosowany we fleksografii i rotograviurze przy zadrukowywaniu opakowań wykonanych z przezroczystych folii. Ma on na celu zakryć pakowaną zawartość.

4.7. Lakiery specjalne

Lakiery specjalne to wszelkiego rodzaju lakiery, których warstwy naniesione na podłoże mają dodatkowe, charakterystyczne dla danych lakierów właściwości. Poniżej przedstawiono lakiery specjalne, które mogą być w wersji wielosystemowej – są to:

- lakiery dające efekt jednoczesnego połysku i matu (*drip off*),
- lakiery zapachowe,
- lakiery zdrapkowe (*scratch-off*),
- lakiery typu *peel - off*,
- lakiery „dotykowe” *soft touch*,
- lakiery wypukłe 3D,
- lakiery strukturalne,
- lakiery antybakteryjne,
- lakiery banknotowe,
- lakiery termochromowe,
- lakiery fotoluminescencyjne,
- lakiery anti – fingerprint. PUR

Lakiery dające efekt jednoczesnego połysku i matu (*drip off*)

Bardzo atrakcyjne efekty uzyskiwane są przez łączenie powierzchni matowych z błyszczącymi. Efekty tego typu można uzyskać przez stosowanie lakiery z połyskiem kładzonego całopłaszczyznowo (czasami wybiórczo) oraz wybiórczo lakieru matowego na powierzchnię lakierowaną na połysk..

Obecnie stosowane są dwa warianty uzyskania tego efektu. Wariant pierwszy z zastosowaniem lakieru dyspersyjnego o wysokim połysku i lakieru olejowego oraz wariant drugi lakier UV z połyskiem i lakier hybrydowy jako lakier matowy.

Można uzyskać efekt połysku i matu przy jednym przejściu arkuszy [rzez maszynę drukującą (minimum 5 kolorów plus wieża lakiernicza albo cztery lub pięć kolorów plus dwie wieże lakierujące).

Technologia ta wymaga wykonania dwóch form lakierniczych: do lakieru z połyskiem oraz formy do wybiórczego lakierowania lakierem matowym. Nakładanie lakierów odbywa się w linii, mokro na mokro.

Proces lakierowania jest stosunkowo prosty -, na zadrukowane arkusze w piątym zespole drukującym nakładany jest na wybrane miejsca specjalny matowy lakier olejowy w miejscach, które mają być matowe. Lakier nadawany jest z formy offsetowej, należy go nanieść w możliwie największej ilości.

Następnie w zespole lakierującym наносzone jest całopłaszczyznowo dyspersyjny lakier z połyskiem. Miejsca polakierowane wybiórczo matowym lakierem olejowym będą matowe, a pozostałe będą połysk.

Lakier hybrydowy, jest coraz częściej spotykanym, ale wciąż wyróżniającym się sposobem uszlachetnienia prac poligraficznych. Wykorzystywany jest w nowoczesnej technologii druku offsetowego. Lakier hybrydowy oznacza uzyskanie na jednej powierzchni dwóch wizualnie różnych lakierów, z których jeden rodzaj stanowi powierzchnie z połyskiem, a drugi powierzchnie matowe.

Powierzchnie wybliszczzone stanowią jakby czysty lakier UV, natomiast w celu uzyskania powierzchni matowej należy lakier UV „wymieszać” z lakierem olejowym w odpowiednim momencie i miejscu w procesie ich nakładania. Lakier offsetowy wykorzystywany do tego celu musi posiadać specjalne właściwości, aby po zetknięciu się z lakierem UV utworzył efekt chropowatości, czyli powierzchnię matową.

O nasileniu chropowatości powierzchni matowej decyduje liniatura zastosowanego wałka nakładającego lakier UV. W związku z tym powierzchnie matowe mogą mieć różne gradacje, co pozwala dodatkowo na dopasowanie powierzchni matowej do grafiki projektu (np. owoc taki jak pomarańcza może mieć lakier bardziej chropowaty, a np. banan bardziej gładki). Na jednej powierzchni arkusza możliwe jest zastosowanie tylko jednego stopnia gradacji (chropowatości) części matowej.

Lakiery zapachowe

Lakiery zapachowe zawierają olejki aromatyczne zamknięte w mikrokapsułkach. Po naniesieniu lakieru na odbitkę nie wyczuwa się zapachu; jest on wyczuwalny dopiero po przetarciu ręką powierzchni polakierowanej. W ten sposób wywiera się niewielki nacisk na mikrokapsułki, które ulegają zgnieceniu powodując ulatnianie się substancji zapachowej. Istotnym problemem jest to, aby kapsułki wydzielały zapach wtedy, gdy zechce tego użytkownik (np. czytelnik magazynu), a nie podczas lakierowania pod wpływem nacisku walców.

Producenci lakierów zapachowych zalecają umieszczenie podłoża drukowego, na które ma być naniesiony lakier, w ten sposób, aby obciążenie kapsułek na danej stronie odbitki było jak najmniejsze. W przeciwnym przypadku część kapsułek może ulec zgnieceniu, co spowodowałoby ulotnienie się zapachu. Dotyczy to zwłaszcza lakieru zapachowego nanoszonego na zewnętrzną stronę okładki.

Zapachy dobierane do lakierów mogą być dowolne, poza pewnymi wyjątkami. Nie można umieszczać w kapsułkach substancji zapachowych zawierających rozpuszczalniki niskowrzące, emulgatory oraz substancji rozpuszczalnych w wodzie. Dlatego substancje zapachowe, które mają trafić do lakieru, muszą być przebadane pod kątem przydatności do tego celu i w związku z tym dokonuje się ich próbnego zamknięcia w mikrokapsułkach.

Najprostszą metodą wykorzystania mikrokapsułek jest ich zastosowanie w lakierze dyspersyjnym i lakierowanie z zespołu lakierującego maszyny offsetowej. W ten sposób można prawie całkowicie uniknąć zgniatania kapsułek, gdyż droga lakieru jest minimalna. Przy niewielkiej koncentracji kapsułek osiąga się bardzo wysoką skuteczność (istnieje możliwość zawieszenia kapsułek zapachowych w lakierze olejowym, podobnie jak w przypadku farb offsetowych arkuszowych).

Substancje zapachowe można stosować również w lakierach olejowych (pokostowych) zarówno w maszynach arkuszowych, jak i zwojowych heat-setowych. Wiąże się to z udostępnieniem jednego zespołu drukującego do lakierowania. W zespole farbowym maszyny offsetowej droga lakieru jest długa i występuje wiele procesów zgniatania, dlatego część kapsułek może ulec zniszczeniu już podczas lakierowania. W takim przypadku w drukarni unosi się charakterystyczny zapach. Nie wpływa to jednak na ostateczny rezultat w postaci pachnącego produktu, gdyż w lakierach olejowych występuje znacznie większa koncentracja mikrokapsułek niż w lakierach dyspersyjnych.

Lakiery zapachowe stosowane są głównie do celów reklamowych kosmetyków lub znaczków pocztowych (znaczek z widokiem czekolady pachnie czekoladą, a z widokiem kwiatów ma ich zapach).

Istotną kwestią przy stosowaniu lakierów zapachowych, zarówno dyspersyjnych, jak i olejowych, jest sprawdzenie, czy farby offsetowe, lakier albo podłoże drukowe nie wpływają w zbyt dużym stopniu na zapach, który ma być uzyskany. Stopień zmiany zapachu może być różny dla różnych substancji

zapachowych. Dlatego w offsecie arkuszowym, gdzie utrwalanie związane jest z utlenianiem, zalecane jest stosowanie farb o minimalnym zapachu własnym.

Lakiery zdrapkowe (*scratch-off*)

Są to specjalne lakiery rozpuszczalnikowe lub utwardzane promieniowaniem przeznaczone do nadrukowywania na swą powierzchnię farb zdrapkowych lub innych farb drukowych, które do tego, typu lakieru mają stosunkowo niską adhezję. Technologia produkcji zdrapki jest taka, że na ukryty tekst kładziony jest specjalny lakier do którego farby specjalne mają stosunkowo niską adhezję. Na lakier nakładane są te farby lub specjalna biała, albo metaliczna farba zdrapkowa (srebrna, złota), a dopiero na nie kładziony jest wielobarwny lub wielokolorowy nadruk, Siła połączenia lakieru z farbą jest niewielka, w związku z tym można zdrapać farbę nie naruszając lakieru, który musi mieć odpowiednią twardość.

Lakiery typu *peel – off*

Jest lakier utrwalany promieniowaniem UV lub lakier rozpuszczalnikowy stosowany jak powierzchnia do sklejanego klejem odlepny (łatwo odlepianym), dzięki czemu wielokrotnie zaklejać i odklejać, Układ ten stosowany jest w opakowania z folii giętkich, jako zamknięcia wielokrotnego otwarcia oraz w zadrukowanych etykietach samoprzylepnych wielowarstwowych, które muszą być wielokrotnie, bez uszkodzenia nadruku, otwierane i zamykane. Większość producentów tych lakierów twierdzi, że są takie same jak lakiery zdrapkowe.

Lakiery „dotykowe” *soft touch*

Cechuje się matową, lekką i delikatną powierzchnią. Jest to wodny lakier utrwalany promieniami UV. Wrażenia dotykowe płynące z zastosowania lakieru *soft touch* często porównuje się do głaskania aksamitu lub zamszu. Można go

nakładać jedno lub dwustronnie. W porównaniu do folii lakier ma tę zaletę, że może być aplikowany wybiórczo lub całościowo na powierzchni arkusza. Ponadto, wbrew swojej delikatności, lakier ten jest niezwykle odporny na różnego rodzaju zarysowania, spełnia więc także funkcję ochronną dla nadruku.

Lakiery wypukłe 3D

Lakiery przestrzenne (wypukłe) – warstwa naniesionego (wybiórczo) lakieru jest w dotyku wyraźnie wypukła. Lakiery 3D to odmiana lakierowania UV polegająca na zastosowaniu lakieru „puchnącego” w wyniku suszenia promieniowaniem UV. Uzyskuje się w ten sposób efekt przestrzenności. Lakiery UV nakładane sitodrukiem pozwalają uzyskać wyczuwalny w dotyku wypukły elementy (punkty, kreski itp.). Podkreślają one i uwydatniają wybrane elementy druku, tworzą ciekawe faktury i wzory, dzięki ich użyciu wydruki nabierają niecodziennego wyglądu. Oprócz druku uszlachetnień używane są również do druku tekstów w alfabecie Braille’a stosowanych w produkcji opakowań oraz materiałów informacyjnych i ostrzegawczych dla niewidomych. Lakier 3D może być stosowany zarówno na podłoża chłonne (papierowe) jaki i niechłonne.

Lakiery strukturalne

Jest to rodzaj specjalnego lakieru nakładanego sitodrukiem i utrwalanego promieniowaniem UV, który cechuje się tym, iż ma strukturę inną niż powierzchnia, na którą jest nakładany – zwykle jest bardziej wypukły, przy czym grubość warstwy lakieru może być różna, zależnie od potrzeb. Wykorzystują go głównie zakłady poligraficzne pracujące na technologii sitodruku. Często wykorzystuje się go na przykład do celów reklamowych, gdy potrzebne jest uwydatnienie jakichś elementów i uczynienie ich bardziej wyrazistymi. Lakiery strukturalne (nie rozlewające się równomiernie na lakierowanej powierzchni, lecz tworzące gęsto usiane „wysepki”).

Lakiery antybakteryjne

Są to lakiery olejowe, dyspersyjne lub utrwalane promieniowaniem UV, które w swoim składzie zawierają produkty działające biobójczo. W postaci środka bakteriobójczego stosowane są sole srebra, miedzi lub cynku oraz organiczne związki bakteriobójcze np. pochodne guanidyn, ostatnio, także nanosrebro lub nanocynk. Lakiery te znajdują zastosowanie do lakierowania banknotów, książeczek dla dzieci i innych produktów, które poddawane są częstej manipulacji czyli przechodzą często z rąk do rąk.

Lakiery banknotowe

Proces lakierowanie wyraźnie chroni banknoty przed zabrudzeniami. Niemniej jednak skuteczność ochrony przed zabrudzeniem zależy zarówno od rodzaju użytego lakieru, jak i grubości warstwy lakieru naniesionej na banknot. Ze względu na to, że banknoty są w obiegu przez długi czas, w przypadku cienkich warstw na polakierowanej powierzchni mogą pojawić się pęknięcia powierzchni, które mogą zbierać brud, powodując powstawanie ciemnych rys. Lakier wydłużają czas użytkowania banknotów. Stosowane do tego celu są lakiery dyspersyjne oraz Utrwalane UV.

Lakiery termochromowe

Lakiery termochromowe – zawierające pigmenty termochromowe, dzięki którym naniesione warstwy lakieru zmieniają barwę w różnych zakresach temperaturowych. Pigmenty termochromowe stosowane są w lakierach dyspersyjnych oraz lakierach utrwalanych promieniowaniem UV.

Lakiery fotoluminescencyjne

Lakiery fotoluminescencyjne lakiery dyspersyjne lub utrwalane promieniowaniem UV – z dodatkami emitującymi światło w ciemności,

Lakiery *anti* – *fingerprint*

Lakier *anti* – *fingerprint* jest lakierem najczęściej zabezpieczającym powierzchnię podłoża papierowego powlekanego metodą *coast coated* (czyli typu chromolux) oraz wszelkich podłoży metalizowanych, gdy druk ma być na bezpośredni na warstwie metalizowanej. Najczęściej aplikowany jest fabrycznie, nie mniej stosowany jest także w drukarniach do lakierowania druków na kolorowych chromoluksach i materiałach foliowych metalizowanych, gdy druk jest wykonywany na warstwie metalicznej. W tym przypadku ma on charakter lakieru wykończeniowego. Lakier ten zabezpiecza podłoża i druki od zatuszczenia palcami, które obrazuje się odciskiem linii papilarnych. Lakiery tego typu to lakiery rozpuszczalnikowe na bazie żywic nitrocelulozowych modyfikowanych poliestrami lub żywic poliuretanowych jedno składnikowych.

Literatura

1. Czichon Herbert, Maria Czichon. (1996). „Lakierowanie odbitek drukowych”. Świat Druku (12):58-63.
2. Jakucewicz Stefan. (2007) Vademecum drukarza, wyd. IV popraw. i uzup.MAP. Bronisze.
3. Rajnsz Ewa. (2009) Barwy druku. Offset arkuszowy, Michael Huber Polska: Wrocław:
4. Kokot Johannes, Dieter Kleberg (2013) Faltschachtelproduktion im Bogenoffset, BdgW Agentur: Esslingen.
5. Goldschmidt Artur, Hans Joachim Streibeter. (2002) BASF Handbuch Lackiertechnik, Vincentz Verlag: Hannover.
6. Müller Bodo, Ulrich Poth. (2009) Lackformulierung und Lackrezeptur, das Lehrbuch für Ausbildung und Praxis, Vincentz Network: Hannover.
7. Eldred Nelson R. (2007) Co drukarz powinien wiedzieć o farbach, COBRPP“ Warszawa.
8. http://www.printernet.pl/pg/pl/content/druk_offsetowy/przyszlosc_nalezy_do_uv.html
(dostęp z dnia 19.06.2020).
9. Jakucewicz Stefan. (2001) Farby drukowe, Michael Huber Polska: Wrocław.
10. Schaer Wolfgang. (1996) Rozpuszczalnikowe lakiery wkleśłodrukowe do wkleśłodruku arkuszowego i do drukowania kartonowych opakowań na papierosy, Druckfarben Echo 6, Farby i lakiery do produkcji opakowań kartonowych, Michael Huber Polska, Wrocław, s. 16-20

Źródła grafik

11. Zdjęcie firmowe Instytutu FOGRA Niemcy
12. Rajnsz Ewa. (2009) Barwy druku. Offset arkuszowy, Michael Huber Polska: Wrocław: 165.
13. Rajnsz Ewa. (2009) Barwy druku. Offset arkuszowy, Michael Huber Polska: Wrocław:163.
14. Druckfarben Echo 1. (1991) Oberflächenveredelung mit Offset- und Dispersionslacken, Michael Huber München, 2. Auflage.
15. Rajnsz Ewa. (2009) Barwy druku. Offset arkuszowy, Michael Huber Polska: Wrocław: 151.
16. Rajnsz Ewa. (2009) Barwy druku. Offset arkuszowy, Michael Huber Polska: Wrocław: 130.
17. dr hab. inż. Stefan Jakucewicz
18. dr hab. inż. Stefan Jakucewicz
19. dr hab. inż. Stefan Jakucewicz
20. Zdjęcie firmowe BASF Drucksystemen GmbH.
21. Zdjęcie firmowe Schneidersöhne Deutschland.

5.1. Charakterystyka innowacyjności

Projekt dotyczy inwestycji w aktywa materialne oraz aktywa niematerialne i prawne w celu wdrożenia technologii druku farbami specjalnymi i uszlachetniania papieru. Cel ten wymaga zastosowania innego wyposażenia do druku niż obecnie stosowane gdyż mamy tu do czynienia z bardzo krótkimi seriami. W projekcie zaproponowano opracowanie specjalizowanej maszyny drukarskiej zoptymalizowanej pod kątem zmniejszenia ilości zużywanej ilości farb oraz skrócenie czasów pomocniczych. Standardowa maszyna drukarska offsetowa wyposażona będzie w moduł, zasilania farbami i lakierami, zawierający zbiornik o małej objętości (w porównaniu do istniejących na rynku rozwiązań), osobną komorę raklową, osobny wałek oraz możliwie krótkie przewody doprowadzające farbę. Moduł ten posiadać będzie stabilizator temperatury i mieszacz wewnątrz zbiornika. Niektóre w wymienionych rozwiązaniach posiadają zdolność patentową oraz stanowią „know-how” firmy Beniamin.

Specjalizowana maszyna drukarska, którą wnioskujący zamierza zaprojektować i wytworzyć a następnie wdrożyć we własnym zakładzie, posiada szereg innowacji z których najważniejsze wg piszącego opinie to:

1. Znacząco niższy koszt rozpoczęcia produkcji.
2. Możliwość przeobrażenia poza głównym stanowiskiem.
3. Łatwość utrzymania czystości.
4. Większa możliwość utrzymania stabilnych warunków pracy.

5.2. Określenie potrzeb odbiorcy oraz wskazanie, w jaki sposób innowacja spełni te potrzeby

Odbiorcy, szczególnie z zakresu małych i średnich przedsiębiorstw ponoszą wysokie koszty uszlachetnień przy niskich nakładach. Spowodowane jest to wysokimi kosztami rozruchowymi. Dla przykładu konwencjonalna maszyna do rozpoczęcia produkcji potrzebuje by ją zalać dwudziestoma litrami lakieru. Maszyna wyposażona w system wnioskodawcy będzie potrzebowała mniej niż jedną czwartą tego samego lakieru. Mniejsze koszty początkowe mają wpływ na niższą cenę przy niskich nakładach. Kolejna zaleta proponowanego systemu umożliwi wyjęcie modułu zasilania lakierem z maszyny drukarskiej i mycia go poza maszyną. Możliwość przebrojenia układu poza maszyną ma duży wpływ na koszty.

5.3. Analiza rynku

Analizy rynku dokonano w firmie Beniamin poprzez szereg spotkań indywidualnych oraz podczas targów branżowych. Podczas rozmów z małymi i średnimi przedsiębiorstwami określono celowość rozwiązania dedykowanego do niewielkich nakładów. Zapełnienie tej luki jest bardzo ważne. Możliwość stosowania różnego rodzaju uszlachetnień przy minimalnym zużyciu drogich komponentów będzie przyczyną do wzrostu kreatywności. Podczas rozmów pracowników firmy Beniamin z kreatorami wizerunku odebrano jasny przekaz, że ich możliwości najczęściej ogranicza budżet. Agencje reklamowe pracujące z wielkimi firmami, nie koniecznie liczącymi koszty przeznaczone na reklamę znają podobne rozwiązania ale nie zdawały sobie sprawy, że można stosować je w skali mikro. Nie ukrywają, że dzięki już zdobytej wiedzy otwierają się przed nimi nowe rynki średnich firm, którym będzie można to rozwiązanie zaproponować. Innowacyjny projekt skierowany zostanie nie tylko do branży reklamowej. Dzięki marce firma „Beniamin” chce poszerzyć swój wachlarz produktów o produkty przeznaczone do zabaw i kreatywności dla dzieci. Dorośli mający zamiłowanie do dekupażu również znajdą produkt wysoko uszlachetniony, który będzie doskonały jakościowo i przystępny w cenie.

5.4. Porównanie innowacji w stosunku do podobnych rozwiązań znanych na rynku

W dużych drukarniach stosuje się maszyny drukarskie posiadające duże zbiorniki na farby i zorientowane są na produkcję masową. W podobne urządzenia wyposażona jest również firma Beniamin. Przy niskich nakładach rozwiązanie takie jest nierentowne. Ponadto wadą takiego układu jest trudność w utrzymaniu go w czystości.

Układ w którym się poruszają lakiery lub inne komponenty ma znacząco mniejszą pojemność. To pozwala na użycie znacznie mniejszej ilości czynników myjących. Do umycia układu używa się znacznie mniej wody, czyszczywa oraz znacznie mniej energii. Układ w którym poruszają się lakiery jest znacząco mniejszy i szczelnie zamknięty co powoduje znacznie mniejsze zużycie energii elektrycznej do ogrzania lub chłodzenia.

Mniejszy pojemnościowo układ powoduje generowanie znacznie mniejszej ilości ścieków oraz znacznie mniej odpadów związanych z resztkami komponentów, które pozostały w układzie po zakończeniu pracy.

Literatura

1. Ciupa Iski S.: Maszyny offsetowe zwojowe. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000
2. Ciupalski S.: Maszyny drukujące konwencjonalne. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2001
3. Czichon H., Czichon M.: Technologia form offsetowych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002
4. Czichon H., Magdzik S., Jakucewicz S.: Formy drukowe. WSiP, Warszawa 1996
5. Jakucewicz S., Magdzik S.: Podstawy poligrafii. WSiP, Warszawa 1997
6. Kamiński B.: Cyfrowy prepress, drukowanie i procesy wykończeniowe. Translator, Warszawa 2005
7. Kołak J., Ostrowski J.: Maszyny i urządzenia. Maszynoznawstwo poligraficzne dla introligatorów, WSiP, Warszawa 1990
8. Magdzik S., Jakucewicz S.: Podstawy poligrafii. WSiP, Warszawa 1999
9. McCue C.: Profesjonalny druk. Przygotowanie materiałów. Helion, Gliwice 2007
10. Sroka W. (red.): Poligrafia współczesna. Weka, Warszawa 2003