

Klasyfikacja technik zdobienia

■ MACIEJ MOLIK, JAN TRYBURCY

Zdobienia wyrobów z tworzyw sztucznych i kryteria ich wyboru

Prawie każdy przedmiot wyprodukowany przez człowieka zawiera szereg informacji: dane o przeznaczeniu, sposobie jego używania, składzie, dane o producencie itp. Informacje te są zwykle nadrukiem trwale związanym (zintegrowanym) z przedmiotem. Wiele wyrobów posiada ponadto nadruki dekoracyjne, podnoszące ich walory estetyczne.

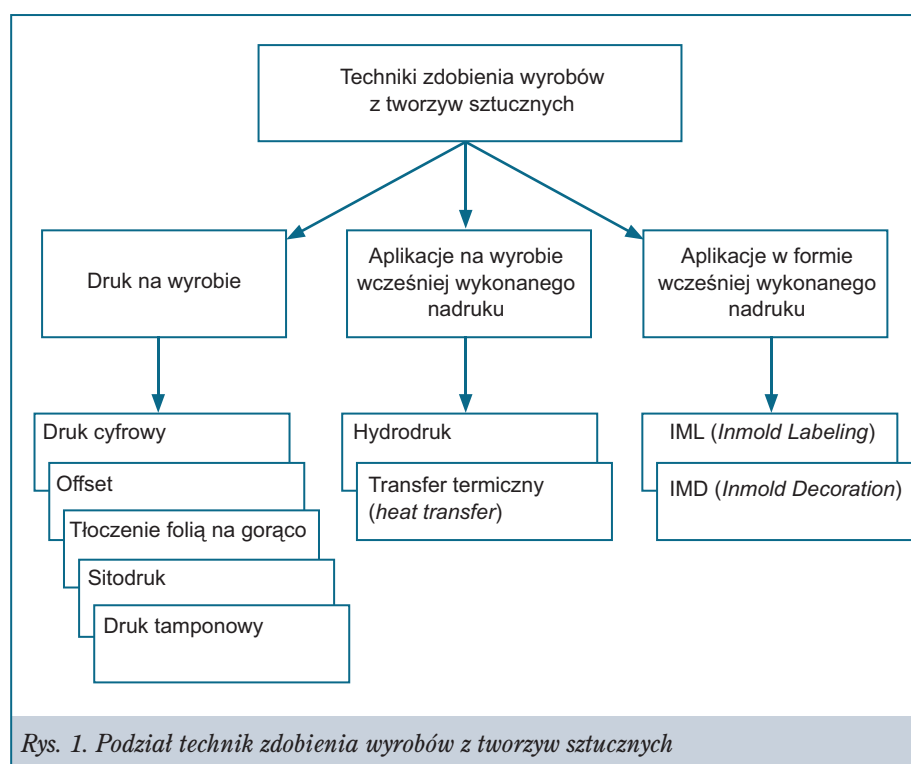
Producent wyrobów z tworzyw sztucznych staje przed dylematem wyboru techniki wykonywania nadruków na swoich wyrobach. Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie technik zdobienia wyrobów z tworzyw sztucznych i określenie zasad ich prawidłowego wyboru.

W naszym opracowaniu ograniczamy się do problematyki zdobienia przedmiotów trójwymiarowych, pomijając kwestie druku na materiałach płaskich (folie, arkusze). Nie poruszamy również problemów związanych ze znakowaniem (nanoszenie daty produkcji, numeru serii itp.), lecz chętnie odpowiemy na pytania z tego zakresu.

Przegląd technik zdobienia

Ponieważ w wielu przypadkach nowoczesne techniki zdobienia nie posiadają jeszcze nazw polskich, stosować będziemy niekiedy określenia w języku angielskim.

Rozróżnić należy techniki, w których zdobienie wykonane jest za pomocą urządzenia drukującego, oraz techniki, w których następuje jedynie aplikacja – zastosowanie wcześniej przygotowanego nośnika z nadrukiem na wy-



Rys. 1. Podział technik zdobienia wyrobów z tworzyw sztucznych

robie poza formą lub w czasie operacji przetwarzania tworzywa sztucznego.

Techniki druku na wyrobie

Druk tamponowy

Druk tamponowy polega na przeniesieniu farby ze wzoru, znajdującego się na formie drukowej, za pomocą tamponu na powierzchnię przedmiotu. Efekt przenoszenia farby jest związany ze zmianami jej lepkości na skutek odparowania rozcieńczalnika.

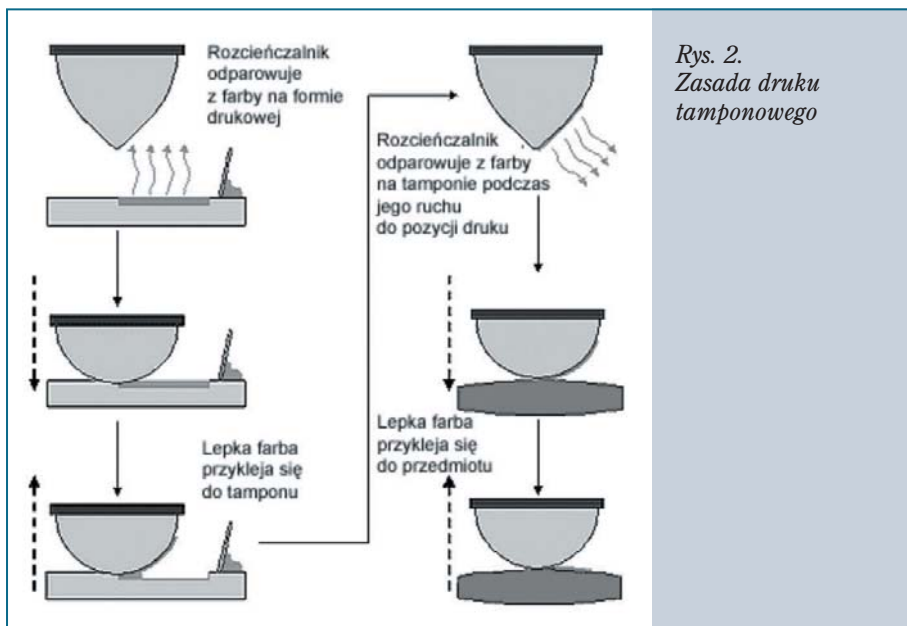
Wklęsła forma drukowa jest pokryta farbą o znacznej lepkości. Po przesunięciu po powierzchni formy drukowej ostrej krawędzi rakla zgarniającego farba pozostaje jedynie we wgłębieniach formy. Tampon o kształcie wypukłym, wykonany z gumy silikonowej,

zabiera farbę z wgłębień formy i przenosi na powierzchnię wyrobu. Elastyczność tamponu pozwala na dostosowanie się jego kształtu do kształtu przedmiotu.

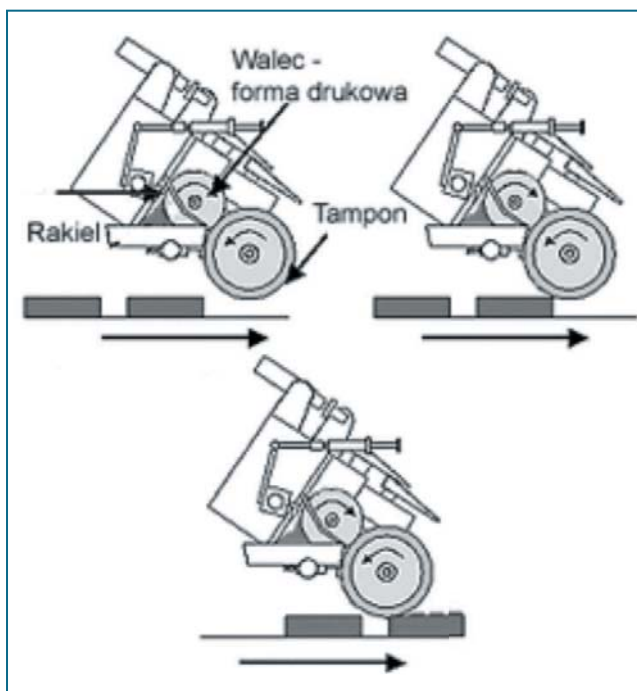
Tamponowy druk rotacyjny z formą drukową i tamponem w kształcie wałków stosuje się do druku ciągłego na wytłaczanych profilach i do wydajnego druku przy masowej produkcji takich wyrobów, jak zakrętki, strzykawkki jednorazowe itp.

Zalety: druk na powierzchniach nieregularnych, możliwość druku wielokolorowego w jednej operacji, dobra jakość nadruku, drukarki uniwersalne w zastosowaniach i ekonomiczne.

Wady: ograniczona wielkość nadruku, cienka warstwa farby, wiele parametrów wpływających na jakość nadruku.



Rys. 2.
Zasada druku
tamponowego



Rys. 3.
Zasada druku
rotacyjnego

Zastosowania: wyroby techniczne, sprzęt RTV i AGD, artykuły reklamowe.

Sitodruk

W technice sitodruku elastyczny rakiel przeciska farbę pokrywającą siatkę na drukowany przedmiot.

Siatka (z poliestru, poliamidu lub stali) jest naciągnięta na ramie. W procesie obróbki fotochemicznej siatka staje się szablonem wzoru, który ma być drukowany. Przemieszczenie rakla umożliwia nadruk na powierzchniach płaskich. Przemieszczenie siatki zsynchronizowane z obrotem przedmiotu będącego walcem lub stożkiem umożliwia nadruk na powierzchni tego przedmiotu.

Zalety: dokładny druk z możliwością uzyskania wypukłej warstwy farby, proste urządzenia drukujące.

Wady: tylko jeden kolor w jednej operacji, urządzenia do druku wielokolorowego są złożone z szeregu drukarek jednokolorowych, niewielka trwałość formy drukowej – sita, druk tylko na powierzchniach płaskich, walcowych i stożkowych.

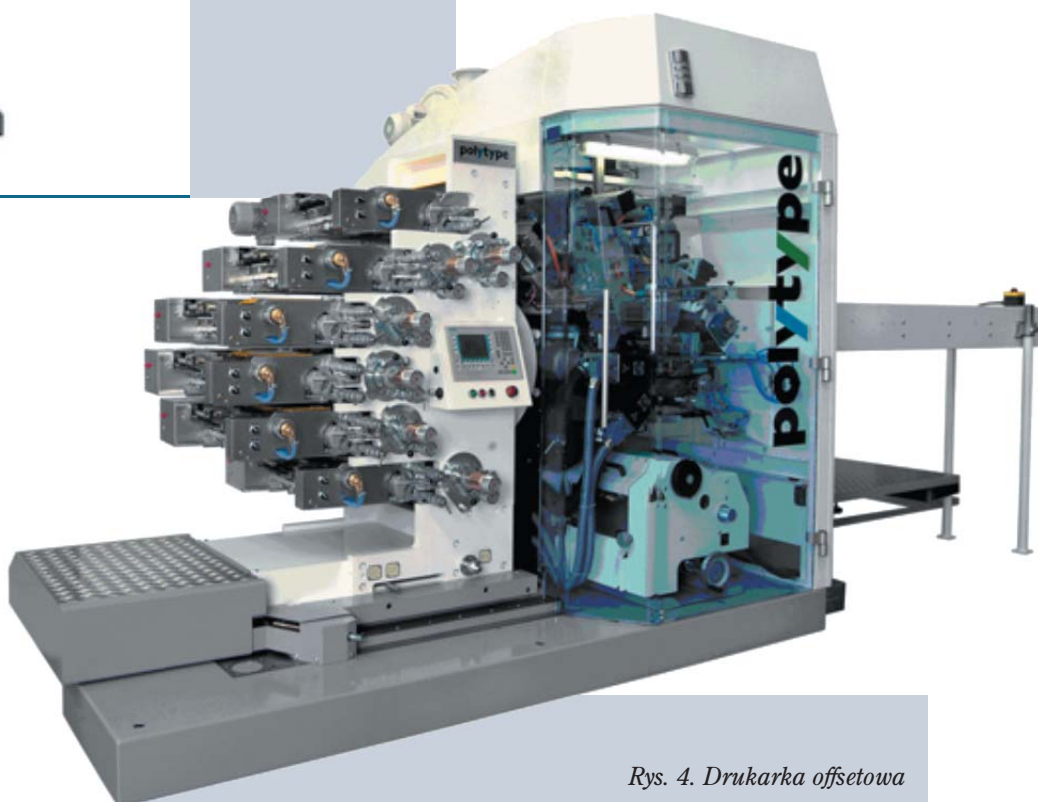
Zastosowanie: opakowania kosmetyków, wyroby techniczne, płyty CD.

Offset

Walek farbowy nakłada farbę na walcową formę drukową. W odróżnieniu od typowego druku offsetowego stosowane są tzw. „suche”, wypukłe formy drukowe. Forma drukowa przenosi z kolei farbę na walek drukujący, który podczas swego obrotu ostatecznie przenosi obraz na walcową, lekko stożkową lub płaską powierzchnię przedmiotu. Zastosowanie wielu, nawet sześciu zespołów farbowych, przenoszących w sposób zsynchronizowany obrazy w rozmaitych kolorach na walek drukujący, pozwala na uzyskanie w jednej operacji nadruku wielokolorowego.

Zalety: szybki, precyzyjny druk wielokolorowy.

Wady: kosztowne maszyny, cienka warstwa farby, druk wyłącznie na powierzchniach płaskich i rozwijalnych.



Rys. 4. Drukarka offsetowa

Zastosowania: opakowania do produktów masowych (lody, jogurty, farby itp.).

Tłoczenie folią na gorąco (*hot stamping*)

Grzany stempel, wykonany zwykle z twardego silikonu lub z metalu, posiada kształt odwzorowujący nadruk. Stempel dociska do powierzchni przedmiotu wielowarstwową folię. Docisk i temperatura powodują wtopie-

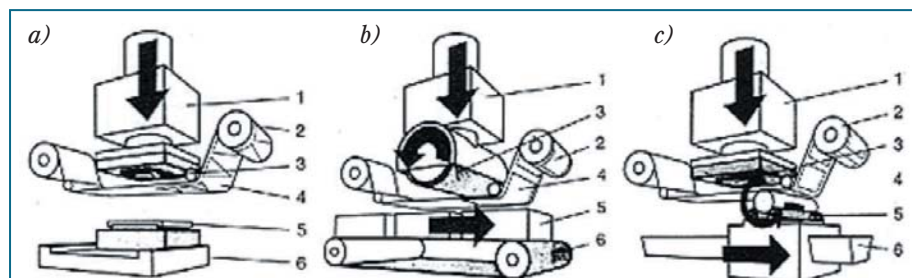
ni i wyrobów indywidualizowanych podejmowane są próby stosowania druku cyfrowego analogicznie do drukarek komputerowych. Występują rozwiązania, w których głowica drukująca przemieszcza się względem powierzchni wyrobu, co umożliwi zdobienie nawet dużych przedmiotów. Inne rozwiązanie to naniesienie obrazu wielokolorowego na płaską, elastyczną membranę i dociśnięcie membrany do powierzchni wyrobu ciśnieniem powietrza. Osta-

niku będącym taśmą papierową lub poliestrową. Farby są наносzone w odwrotnej kolejności – pierwsza będzie warstwą, która okaże się warstwą zewnętrzną po naniesieniu transferu na przedmiot, ostatnia warstwa będzie stykała się z powierzchnią przedmiotu. Możliwe jest stosowanie dodatkowych warstw w celu poprawienia przylegania, odporności chemicznej i mechanicznej, odporności na promieniowanie UV lub spełnienia innych wymagań wynikających z zastosowania przedmiotu.

Transfer termiczny jest наносzony na przedmiot drukowany za pomocą grzanego, wywierającego docisk stempla. Do aplikacji transferów stosuje się stemple płaskie, kształtowe – dostosowane do kształtu przedmiotu, oraz walcowe – do наносzenia transferów o znacznej długości na powierzchni płaskiej. W odróżnieniu od stempli stosowanych do tłoczenia folią na gorąco, stemple do transferu termicznego nie odwzorowują nadruku.

Do наносzenia transferów termicznych stosowane są urządzenia podobne do maszyn do tłoczenia folią na gorąco. Ponieważ wymagane jest właściwe umieszczenie obrazu na przedmiocie, urządzenia wyposażone są w precyzyjny mechanizm przesuwu taśmy nośnika z optoelektronicznym systemem pozycjonowania. Do druku transferów termicznych stosowane są najczęściej wielokolorowe maszyny sitodrukowe. Używane są również maszyny drukarskie wklęsłodrukowe i fleksograficzne.

Zaletą transferów termicznych jest dokładne, szybkie, w pełni powtarzalne наносzenie obrazów wielokolorowych na przedmioty z tworzyw sztucznych. Zapewniona jest grubość war-



Rys. 5. Tłoczenia folią na gorąco (1 – głowica; 2 – napęd folii; 3 – stempel; 4 – folia; 5 – przedmiot; 6 – uchwyt/podajnik):

a) na przedmiotach płaskich i kształtowych przy pomocy stempla wykonującego ruch liniowy;

b) na długich przedmiotach płaskich przy pomocy stempla obrotowego;

c) na przedmiotach walcowych przez obtaczanie pod stemplem płaskim

nie się w tworzywo sztuczne warstwy dekoracyjnej folii, a następnie oderwanie się jej od nośnika. Tłoczenie folią na gorąco można wykonywać na powierzchniach płaskich, kształtowych (przy odpowiednim kształcie stempla) i na powierzchniach walcowych przez obtaczanie pod stemplem płaskim lub walcowym. Przy zastosowaniu stempla walcowego możliwe jest zdobienie w sposób ciągły wytłaczanych profili folią z naniesionym nadrukiem, np. imitacji drewna.

Zalety: przy stosowaniu folii metalizowanych możliwość uzyskania efektów lustrzanych, możliwość druku na poliolefinach bez aktywacji, kontrastowy i odporny nadruk, brak operacji suszenia, łatwiejsze niż w technikach druku farbą ustalenie parametrów druku.

Wady: jeden kolor w jednej operacji, ograniczone kształty przedmiotów drukowanych, koszt folii przy często niewielkim stopniu jej wykorzystania.

Zastosowania: opakowania kosmetyków, wyroby techniczne.

Druk cyfrowy

Ponieważ wymienione techniki druku wymagają przygotowania odpowiednich, często kosztownych narzędzi, w przypadku krótkich serii, prototypów

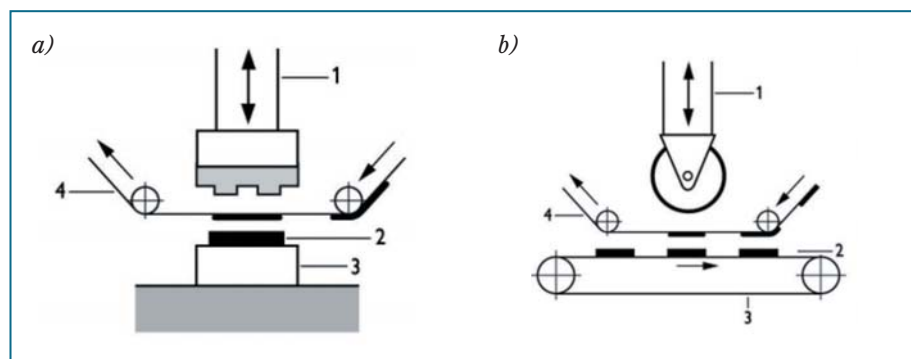
teczne własności zdobienia nadaje lakierowanie natryskowe.

Zalety: indywidualizowany druk 3-D.

Wady: złożony proces, ciągle jeszcze niezadowolająca jakość druku.

Techniki aplikacji poza formą wcześniej wykonanego nadruku Transfer termiczny (*heat transfer*)

Transfer termiczny złożony jest z szeregu warstw farb drukowanych na noś-



Rys. 6. Zasada druku metodą transferu termicznego (1 – stempel; 2 – przedmiot; 3 – uchwyt/podajnik; 4 – folia z nadrukiem):

a) na przedmiotach płaskich i kształtowych przy pomocy stempla wykonującego ruch liniowy;

b) na przedmiotach płaskich przy pomocy stempla obrotowego

stwy farby niemożliwa do uzyskania w druku tamponowym. Czas naniesienia wielokolorowego obrazu jest krótki, przedmiot nie wymaga suszenia po nadruku, stanowisko druku nie stwarza zagrożenia dla środowiska. Nie jest wymagana parametryzacja warunków druku, niezbędna dla uzyskania powtarzalnych rezultatów, jak ma to miejsce w sitodruku lub druku tamponowym. Urządzenie niosące transfer może być łatwo zautomatyzowane. Termiczne nanoszenie transferów wspomaga efekt sublimacji – przenikania barwników w głąb tworzywa. Zjawisko to zwiększa odporność nadruków na ścieranie.

Transfery termiczne stosowane są do nanoszenia obrazów na elementy urządzeń elektronicznych, AGD, elementy dla motoryzacji, opakowania kosmetyków.

Hydrodruk (Aquagraphics, Cubic Printing)

Nadruk nawet w wielu kolorach jest wykonywany na nośniku z folii rozpuszczalnej w wodzie. Folia jest umieszczana na powierzchni wody w zbiorniku. Po rozpuszczeniu nośnika na powierzchni wody pozostaje jedynie farba tworząca nadruk. Zostaje ona pokryta natryskowo warstwą klejową. Przedmioty przeznaczone do zdobienia są przygotowane przez pokrycie podkładami i lakierem koloru bazowego. Po zanurzeniu przedmiotu w wodzie ciśnienie hydrostatyczne powoduje równomierne przyklejenie się warstwy farby do powierzchni przedmiotu. Zdobiony przedmiot jest następnie myty, suszony i pokrywany lakierem ochronnym. Proces prowadzony jest praktycznie ręcznie. Jest trudny do automatyzacji, przez co ogranicza to skalę jego stosowania.

Zaletą techniki jest druk 3-D na przedmiotach o dowolnym kształcie.

Wady to ilość operacji oraz ograniczone możliwości pozycjonowania nadruku na wyrobie.

Techniki aplikacji w formie (inmold) wcześniej wykonanego nadruku

IML (Inmold Labeling)

Wielokolorowy nadruk jest wykonany na nośniku i umieszczany jest wewnątrz formy w fazie jej otwarcia. Nośnikiem może być taśma; wtedy niezbędny jest specjalny aplikator przesuwający ta-

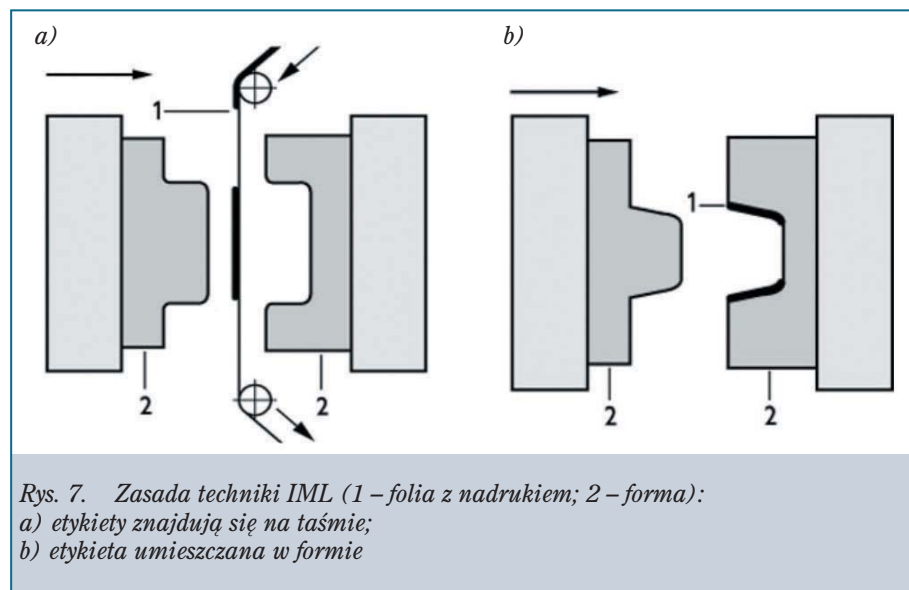
śmę po każdym cyklu pracy urządzenia. Nadruk może posiadać warstwy (klej, filtry UV) poprawiające przyczepność i odporność, może być również laminowany zewnętrzną warstwą folii. Podczas wtrysku strumień tworzywa o wysokiej temperaturze dociska taśmę z nadrukiem do ścianki formy wtryskowej i powoduje wtopienie nadruku w strukturę wyrobu.

Odmianą tej techniki jest zastosowanie nadruków w postaci oddziel-

Etykiety mogą posiadać warstwę klejową aktywowaną ciepłem.

Zaletą techniki IML jest wykorzystanie energii kinetycznej i cieplnej podczas przetwarzania tworzywa, wadą – ograniczenie zastosowań do powierzchni płaskich i rozwijalnych, wymagania dotyczące konstrukcji formy, urządzenia aplikującego i mocującego.

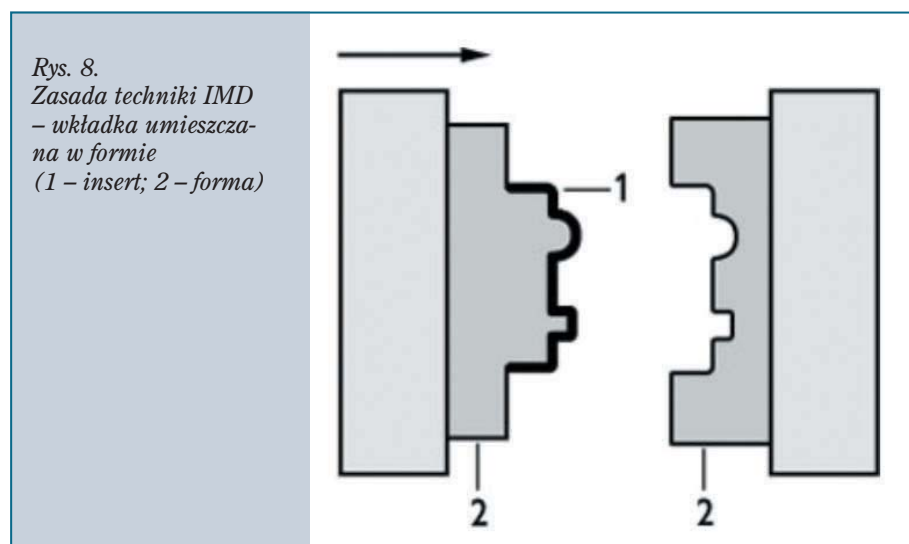
Podstawowe zastosowania – opakowania kosmetyków i wyrobów chemii gospodarczej w produkcji masowej.



nych etykiet. W tej wersji aplikatorem jest robot pozycjonujący etykietę w formie do wtrysku, rozdmuchu, spieniania czy termoformowania. Etykieta jest utrzymywana w zadanym położeniu za pomocą podciśnienia wymagającego stosowania dodatkowych kanałów w formie lub jest uprzednio ładowana elektrycznie i utrzymuje się pod wpływem sił elektrostatycznych.

IMD (Inmold Decoration) lub FIM (Film Insert Molding)

Folia z poliwęglanu (stosuje się również ABS i poliester) jest drukowana najczęściej sitodrukiem. Folia jest formowana termicznie do kształtu odpowiadającego wnętrzu formy wtryskowej. Precyzyjnie wycięta wkładka (insert) jest umieszczana w formie wtryskowej. Po zamknięciu formy na-



stępuje wtrysk tworzywa zapewniającego sztywność i funkcjonalność wyrobu.

Jeżeli folia była drukowana po stronie zewnętrznej, podczas druku stosuje się dodatkową warstwę lakieru ochronnego, lecz cały proces jest łatwiejszy do przeprowadzenia. Jeżeli nadruk wykonany jest po wewnętrznej stronie folii, folia stanowi wyjątkowo odporne zabezpieczenie nadruku, lecz podnosi to wymagania dotyczące stosowanej farby i techniki druku, wynikające z temperatury wtryskiwanego tworzywa.

Jeżeli tworzywo wtryskiwane jest tego samego typu, co stosowany nośnik, uzyskuje się jednorodną strukturę wyrobu. W innych przypadkach stosować można aktywowane termicznie warstwy klejowe (naniesione podczas druku na folii), poprawiające przyczepność wkładki do tworzywa wtryskiwanego.

Przy odpowiednim doborze przejrzystości folii/nośnika i stosowanych do nadruku farb uzyskać można możliwość podświetlania (*day-and-night design*).

Rozwinięciem techniki FIM jest technika TLC (*Two-Layer Construction*), która znajduje zastosowanie w przypadku detali o grubości ścianek mniejszej niż 2 mm. Polega ona na dodaniu drugiej warstwy folii na tylną stronę nadruku, co chroni przed działaniem wysokiej temperatury wtryskiwanego tworzywa podczas procesu FIM. Rozwiązanie takie zapobiega powstawaniu zniekształceń nadruku i wymywaniu farby z detali o cienkich ściankach. Nabiera ona w szczególności znaczenia w przypadku elementów sprzętu elektronicznego i telekomunikacyjnego, np.: obudowy telefonów komórkowych itp.

Zalety: wysoka i stała jakość druku i powierzchni wyrobu, nadruk odporny

na uszkodzenia, druk 3-D, znaczna wydajność.

Wady: koszt wkładek, wymagania stawiane przed formą wtryskową i parametrami procesu wtrysku.

Zastosowania: elementy wyposażenia samochodów, obudowy i klawiatury telefonów komórkowych, sprzęt komputerowy, medyczny, artykuły gospodarstwa domowego.

Wpływ własności tworzyw sztucznych na technologię zdobienia wyrobów

Istotnym czynnikiem wpływającym na wybór technologii zdobienia są własności zastosowanego tworzywa.

Należy zwrócić szczególną uwagę na następujące problemy:

- niskie napięcie powierzchniowe poliolefin powoduje brak zwilżania farbą podczas druku i brak przyczepności po wyschnięciu. Aby temu za-

Technika zdobienia	Produkcja małoseryjna	Produkcja średnioseryjna	Produkcja wielkoseryjna	1 kolor	2-4 kolory	Efekt lustrzany	Zdobienie powierzchni płaskich	Zdobienie na okrągło	Zdobienie 3D	Złożone kształty wyrobu	Zdobienie profili	Aktywacja poliolefin	Podkład i lakier ochronny	Suszenie	Emisja rozcieńczalników i ozonu	Twardość nadruku	Łatwość obsługi	Wydajność
Druk tamponowy	+	+	+	+	+		+		o	+		+		o	+	+	o	+
Druk tamponowy rotacyjny			+	+	o		+	+			+	+		+	+	+	o	+
Sitodruk	+	+	+	+	o		+	+				+		+	+	+	o	+
Offset			+		+		+	+				+		+	+	+	o	++
Tłoczenie folią na gorąco	+	+	+	+		+	+	+		o						+	+	+
Tłoczenie folią rotacyjne			+		+	+	+	+			+					+	+	+
Druk cyfrowy	+				+		+		+	+			+	+	+	+	o	o
Transfer termiczny			+		+		+	+		o						+	+	+
Hydrodruk	+				+		+		+	+			+	+	+	+	o	o
IML (Inmold Labeling)			+		+		+			o						+	+	+
IMD (Inmold Decoration)			+		+		+		+	+						++	o	+

++ – właściwości b. dobre; + – właściwości dobre; o – właściwości średnie; puste pole – nie stosuje się



pobiec, wyroby z poliolefin należy przed drukiem aktywować – struktura cząsteczkowa zostaje zmieniona pod wpływem własności redukujących płomienia gazowego lub plazmy wyładowania elektrycznego (Corona). Przy produkcji małoseryjnej można stosować nanoszenie na powierzchnię drukowaną specjalnego podkładu;

- w technologii tłoczenia folią na gorąco i w transferze termicznym problem ten nie jest tak wyraźny, lecz polietylen LDPE lepiej jest aktywować przed naniesieniem folii lub transferu;
- przyczepność farby na wyrobie z poliamidu poprawi się znakomicie, jeżeli nadruk poddamy krótkotrwałemu działaniu wysokiej temperatury (*post-treatment*);
- zdobienie elastomerów jest szczególnie kłopotliwe, ponieważ poza

przyczepnością nadruk musi być tak elastyczny, jak materiał wyrobu;

- trwały nadruk na tworzywach termoutwardzalnych zapewnią tylko farby dwuskładnikowe;
- wyroby przeznaczone do nadruku powinny być sterylnie czyste. Nawet ślady potu z rąk operatora pogorszą przyczepność nadruku, a stosowanie środków ułatwiających wyjęcie wypraski z formy musi być wyeliminowane.

Wybór techniki zdobienia

Techniki druku na wyrobie zapewniają większą elastyczność organizacji produkcji i związane są z mniejszymi kosztami przygotowania produkcji. Stawiają one natomiast wyższe wymagania w zakresie utrzymywania parametrów zabezpieczających

stałą, wysoką jakość zdobienia, wymagają kontroli warunków środowiskowych (emisja rozcieńczalników i ozonu) oraz zastosowania urządzeń do utwardzania farby (cieplnych lub UV).

Stosowanie wcześniej wykonanych nadruków (w formie lub na wyrobie) przenosi problemy środowiskowe i problemy związane z jakością do wykonawcy taśm lub wkładek (insertów) z nadrukami. Koszty przygotowania nadruków mogą się jednak okazać znaczne przy krótkich seriach. Metody IML i IMD wymagają również kompetencji w zakresie projektów form dostosowanych do aplikacji nadruków.

■ mgr inż. M. Molik
■ dr inż. J. Tryburcy
– Tampotechnika Jan Tryburcy