

Svitlana Khadzhynova
Stefan Jakucewicz
Katarzyna Piłczyńska

Drukowanie natryskowe (ink-jet)

Monografie Politechniki Łódzkiej
Łódź 2017

Recenzenci:
prof. dr hab. inż. Włodzimierz Gogołek
prof. dr hab. inż. Svitlana Havenko

@ Copyright by Politechnika Łódzka 2017

WYDAWNICTWO POLITECHNIKI ŁÓDZKIEJ
90-924 Łódź, ul. Wólczańska 223
tel. 42 631-20-87, 42 631-29-52
fax 42 631-25-38
e-mail: zamowienia@info.p.lodz.pl
www.wydawnictwa.p.lodz.pl

ISBN 978-83-7283-845-2

Nakład 200 egz. Ark druk. 13,5. Papier offset. 80 g 70 × 100
Druk ukończono w październiku 2017 r.
Wykonano w Drukarni Quick-Druk, 90-562 Łódź, ul. Łąkowa 11
Nr 2225

Spis treści

SKRÓTY DOTYCZĄCE FARB NATRYSKOWYCH	6
1. CHARAKTERYSTYKA TECHNIK DRUKOWANIA CYFROWEGO	7
2. ZASTOSOWANIE I PERSPEKTYWY ROZWOJU DRUKOWANIA NATRYSKOWEGO	15
3. ZASADA DRUKOWANIA NATRYSKOWEGO	19
3.1. Klasyfikacja metod drukowania natryskowego	19
3.2. Technologia ciągłego strumienia kropeł	20
3.2.1. Technologia ciągłego strumienia z selektywnym ładowaniem kropeł	21
3.2.2. Technologia ciągłego strumienia z selektywną termiczną aktywacją kropeł	23
3.2.3. Inne technologie ciągłego strumienia kropeł	25
3.3. Technologia kropli na żądanie	26
3.3.1. Technologia piezoelektryczna	27
3.3.1.1. Zasady technologii piezoelektrycznej	27
3.3.1.2. Efekt asymetrii w drukowaniu głowicami piezoelektrycznymi	31
3.3.1.3. Piezoelektryczne głowice drukujące nowej generacji	33
3.3.2. Termiczna technologia	37
3.3.2.1. Zasady technologii termicznej	37
3.3.2.2. Termiczne głowice drukujące nowej generacji	40
4. KONSTRUKCJA I PARAMETRY GŁOWIC DRUKUJĄCYCH	43
4.1. Głowice typu Scanning Head i Single Pass	43
4.2. Podstawowe parametry głowic drukujących	46
4.2.1. Wielkość kropli	46
4.2.2. Tryb Greyscale	47
4.2.3. Rozdzielczość	49
5. URZĄDZENIA DO DRUKOWANIA NATRYSKOWEGO	52
5.1. Arkuszowe i zwojowe maszyny natryskowe do drukowania nakładowego	52
5.2. Maszyny natryskowe do drukowania etykiet i opakowań giętkich	65
5.3. Natryskowe urządzenia wielkoformatowe	72

5.4. Urządzenia do zadruku tektury falistej	75
5.5. Urządzenia do bezpośredniego drukowania na kształtkach	82
5.6. Natryskowe maszyny do uszlachetniania druków	85
5.7. Maszyny hybrydowe	91
5.8. Inne systemy drukowania natryskowego	95
6. ATRAMENTY DO DRUKOWANIA NATRYSKOWEGO (ANG. INK-JET INKS)	101
6.1. Klasyfikacja atramentów stosowanych w drukowaniu natryskowym	101
6.2. Atramenty o spoiwach wodorozcieńczalnych tzw. wodne (ang. <i>waterbased</i>)	110
6.2.1. Atramenty barwnikowe	110
6.2.2. Atramenty pigmentowane	111
6.2.3. Pigmentowane atramenty lateksowe	115
6.2.4. Atramenty termosublimacyjne	118
6.2.5. Inne atramenty	120
6.3. Atramenty o spoiwach bezwodnych	122
6.3.1. Atramenty termotopliwe	122
6.3.2. Atramenty olejowe	125
6.3.3. Atramenty rozpuszczalnikowe	126
6.3.3.1. Atramenty o wysokiej zawartości rozpuszczalnika	127
6.3.3.2. Atramenty o niskiej zawartości rozpuszczalnika	128
6.3.3.3. Atramenty z ekorozpuszczalnikami	128
6.3.4. Atramenty utwardzane promieniowaniem UV	130
6.3.5. Atramenty ceramiczne	139
6.3.6. Inne atramenty	142
7. PODŁOŻA DRUKOWE	149
7.1. Podział podłoży drukowych	149
7.2. Podłoża płaskie papierowe	151
7.3. Podłoża stosowane w przemysłowym drukowaniu natryskowym (ink-jet)	158
7.3.1. Podłoża płaskie papierowe	159
7.3.2. Podłoża płaskie niepapierowe	167
7.3.3. Kształtki (formy przestrzenne)	167

7.4. Podłoża do wielkoformatowego drukowania natryskowego	168
7.4.1. Podłoża papierowe do wielkoformatowego drukowania natryskowego	169
7.4.2. Podłoża stosowane do drukowania reklam techniką wielkoformatowego drukowania natryskowego	171
7.4.3. Materiały podłożowe stosowane do drukowania wielkoformatowych reklam	184
7.5. Podłoża do cyfrowych drukarek biurowych	189
8. JAKOŚĆ ODBITEK NATRYSKOWYCH	197
8.1. Standaryzacja jakości odbitek cyfrowych	199
8.2. Błędy w drukowaniu natryskowym	203
INDEKS	207

SKRÓTY DOTYCZĄCE FARB NATRYSKOWYCH

CMYK – podstawowe kolory farb natryskowych: C – cyjan (ang. *cyan*); M – magenta (ang. *magenta*); Y – żółty (ang. *yellow*); K – czarny (ang. *key colour, black*)

CMYK+LcLm – podstawowe kolory farb natryskowych CMYK rozszerzone o dodatkowe kolory: Lc – jasny cyjan (ang. *light cyan*); Lm – jasna magenta (ang. *light magenta*)

CMYK+OBG – podstawowe kolory farb natryskowych CMYK rozszerzone o dodatkowe kolory: O – pomarańczowy (ang. *orange*); B – niebieski (ang. *blue*); G – zielony (ang. *green*)

CMYK+OV – podstawowe kolory farb natryskowych CMYK rozszerzone o dodatkowe kolory: O – pomarańczowy (ang. *orange*); V – fioletowy (ang. *violet*)

CMYK+OVG – podstawowe kolory farb natryskowych CMYK rozszerzone o dodatkowe kolory: O – pomarańczowy (ang. *orange*); V – fioletowy (ang. *violet*); G – zielony (ang. *green*)

CMYK+W – podstawowe kolory farb natryskowych CMYK rozszerzone o dodatkowy kolor: W – biały (ang. *white*)

L – lakier

UV – farba lub lakier utrwalane promieniowaniem UV

UV-LED/LED UV – farba lub lakier utrwalane promieniowaniem UV emitowanym przez diody LED

1. CHARAKTERYSTYKA TECHNIK DRUKOWANIA CYFROWEGO

Obecnie wszystkie techniki drukowania można podzielić na techniki drukowania klasycznego (analogowego) oraz techniki drukowania cyfrowego. Drukowanie jest to proces wielokrotnej reprodukcji (powielania) informacji (ilustracji, grafiki, tekstu), polegający na nanoszeniu materiału barwiącego (farby) na podłoże drukowe za pomocą nośnika obrazu (na przykład formy drukowej). W klasycznych technikach drukowania nośnikiem obrazu jest forma drukowa. W cyfrowych technikach drukowania nośnikiem obrazu jest plik cyfrowy. Zastosowanie formy drukowej w postaci nośnika obrazu wymaga z kolei stosowania w procesie drukowania docisku formy do podłoża lub powierzchni elementu pośredniego (na przykład cylindra offsetowego). Z tego powodu klasyczne techniki drukowania nazywane są również stykowymi (ang. *impact printing*). Do klasycznych technik drukowania należą: drukowanie wypukłe (typografia, fleksografia, typoffset), drukowanie płaskie (offset), drukowanie wklęsłe (rotograwiura, staloryt, drukowanie tamponowe) oraz drukowanie farboprzenikalne.

Klasyczne metody drukowania posiadają szereg zalet:

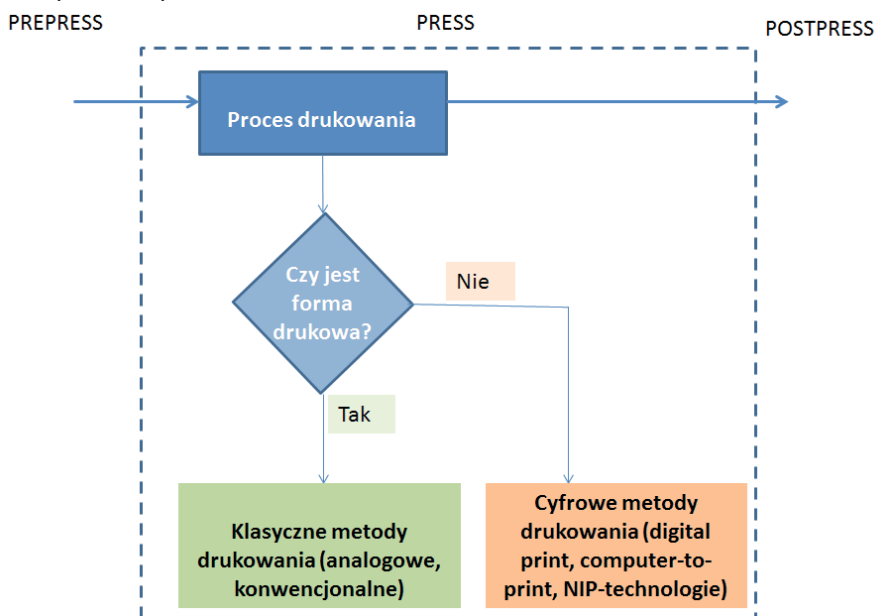
- technologie drukowania klasycznego umożliwiają drukowanie szybko i tanio średnich i wysokich nakładów,
- offset i rotograwiura, a obecnie już nawet i drukowanie fleksograficzne reprodukcją obraz z bardzo wysoką jakością,
- drukowanie analogowe, w przeciwieństwie do cyfrowego, zazwyczaj nie wymaga drogich podłoży powlekanych, aby uzyskać satysfakcjonujące wyniki,
- farby stosowane w technikach analogowych zazwyczaj są tańsze od tonerów lub atramentów stosowanych w drukowaniu cyfrowym,
- kolory specjalne łatwiej jest drukować analogowo niż cyfrowo, drukarze mogą tworzyć własne kolory poprzez mieszanie wybranych farb w określonych proporcjach,
- techniki analogowe są mocno zakorzenione na rynku i nie wymagają nakładów inwestycyjnych na szkolenia lub na znaczącą rozbudowę sprzętową.

Do wad drukowania klasycznego należy zaliczyć:

- w metodach drukowania klasycznego nie jest możliwe drukowanie danych zmiennych (wyjątek stanowi użycie numeratorów),
- potrzebne są operacje wykonania form drukowych i narzędzi maszyn,

- reprodukowane obrazy są zazwyczaj ograniczone rozmiarowo ze względu na limitowany rozmiar form drukowych,
- do wykonania form drukowych jest wymagany dodatkowy sprzęt specjalistyczny,
- zazwyczaj ten rodzaj druku nie nadaje się do krótkich nakładów,
- drukowanie analogowe generuje dużą ilość odpadów i naraża środowisko naturalne na większe skażenie [1, 2].

Sposoby drukowania, w których nie są stosowane tradycyjne formy drukowe, a proces drukowania odbywa się na podstawie informacji zgromadzonych w pamięci komputera w postaci danych cyfrowych, przenoszonych (pośrednio lub bezpośrednio) na zadrukowywane podłoże, są nazywane cyfrowymi. W literaturze angielskojęzycznej używa się nazwy *non impact printing* (NIP) lub najczęściej *digital print* oraz *computer-to-print*.



Rys. 1.1. Zasada podziału na techniki drukowania cyfrowego i klasycznego

Źródło: opracowanie własne.

Cyfrowe sposoby drukowania posiadają przewagę na technikami klasycznymi ze względu na to, że umożliwiają:

- drukowanie zmiennych danych (ang. *variable data print*, VDP),
- drukowania na żądanie (ang. *print on demand*),
- drukowanie niskich nakładów.

Do technik drukowania cyfrowego należą: elektrofotografia, jonografia, magnetografia, drukowanie natryskowe, termografia i inne.