بسم الله الرحمن الرحیم

فنّاوری چاپ

رشتهٔ چاپ

گروه تحصیلی مکانیک

زمینهٔ صنعت

شاخهٔ آموزش فنی وحرفه‌ای

شمارهٔ درس ۱۹۸۴

۶۸۶/۲
ف ۳۳ ظ
۱۳۹۵

ظریف، علی
فنّاوری چاپ/ مؤلف : علی ظریف. ــ تهران : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۵.
۲۲۸ ص. : مصور. ــ (آموزش فنی و حرفه‌ای؛ شمارهٔ درس ۱۹۸۴)
متون درسی رشتهٔ چاپ گروه تحصیلی مکانیک، زمینهٔ صنعت.
برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای وکاردانش وزارت آموزش و پرورش.
۱. چاپ. ۲. چاپ ــ ماشین‌آلات. ۳. چاپخانه‌ها. الف. ایران. وزارت آموزش و پرورش. دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش. ب. عنوان.

۱۳۹۵

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز :

پیشنهادات و نظرات خود را دربارهٔ محتوای این کتاب بـه نشانی تهران ـ صندوق پستی شمارهٔ ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

پیام‌نگار (ایمیل) **info@tvoccd.sch.ir**

وب‌گاه (وب‌سایت) **www.tvoccd.sch.ir**

وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : **دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش**

نام کتاب : **فنّاوری چاپ ـ ۴۹۹**

مؤلف : علی ظریف

اعضای کمیسیون تخصصی : **ابراهیم آزاد، محمدحسین افشار، مجید پرهیزگار، بیژن درویش و آرش آذری**

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : **ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی**

تهران : خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن : ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹،

وب‌سایت : www.chap.sch.ir

صفحه‌آرا : **زهره بهشتی‌شیرازی**

طراح جلد : **طاهره حسن‌زاده**

ناشر : **شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادّهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (دارو پخش)**

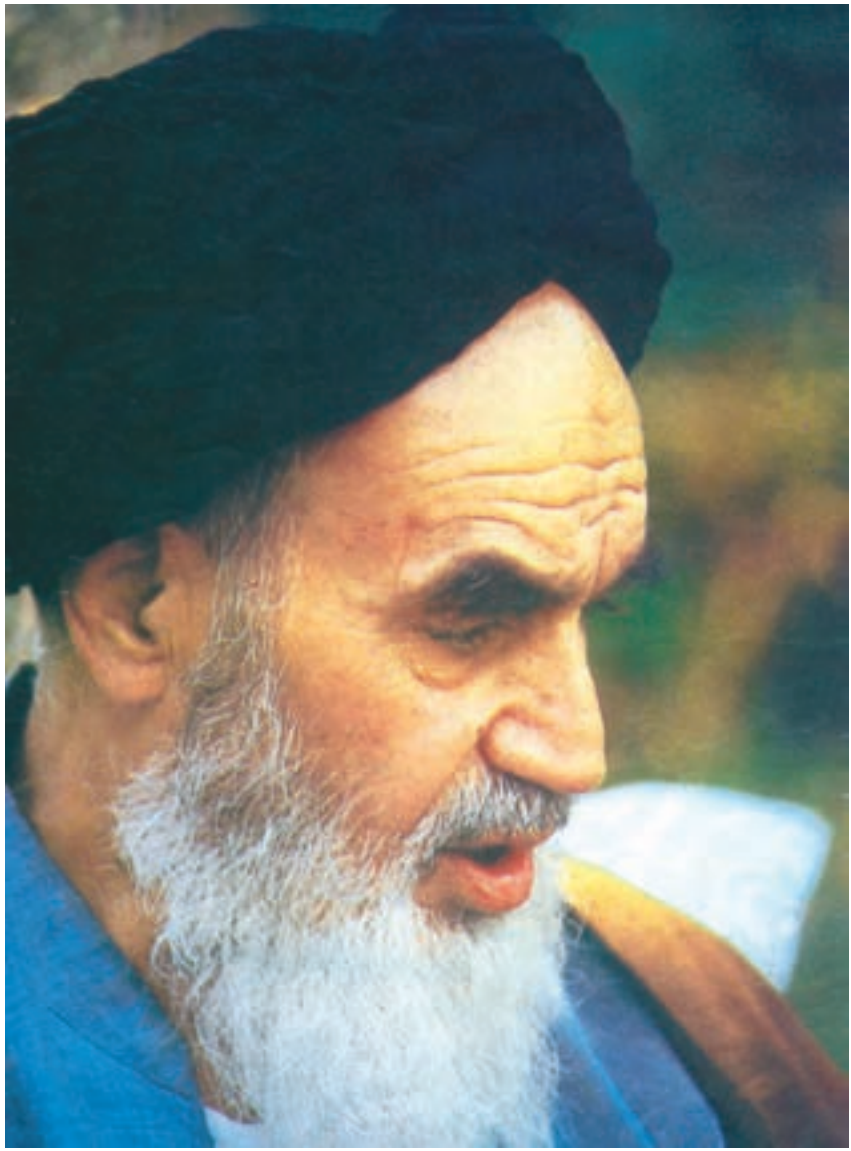
تلفن : ۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵

چاپخانه : **دانش‌پژوه**

سال انتشار و نوبت چاپ : **چاپ سوم ۱۳۹۵**

حقّ چاپ محفوظ است.

شابک ۶-۱۵۲۵-۰۵-۹۶۴ **ISBN 964-05-1525-6**



اگر بخواهید عزیز و سربلند باشید باید از سرمایه‌های عمر و استعداد جوانی استفاده کنید و با اراده و عزم راسخ خود به طرف علم و عمل و کسب دانش و بینش حرکت نمایید که زندگی زیر چتر علم و آگاهی آن‌قدر شیرین و انس با کتاب و قلم و اندوخته‌ها آن‌قدر خاطره‌آفرین و پایدار است که همهٔ تلخی‌ها و ناکامی‌های دیگر را از یاد می‌برد.

امام خمینی

فهرست مندرجات

فصل اول ــ آشنایی با اصول فناوری ۱

۱ــ۱ــ تعریف فناوری ۱

۱ــ۲ــ دسته‌بندی فناوری‌ها ۹

۱ــ۳ــ عوامل تأثیرگذار در فناوری ۱۱

فصل دوم ــ تحولات فناوری در حوزه‌ی دانش ۱۹

۲ــ۱ــ فرآیند چاپ ۱۹

۲ــ۲ــ نقش عوامل تأثیرگذار در فرآیند چاپ ۲۲

۲ــ۳ــ طراحی مرکبدان‌ها ۳۲

۲ــ۴ــ طراحی واحد چاپ ۳۶

۲ــ۵ــ فناوری انتقال کاغذ ۴۱

۲ــ۶ــ فناوری چاپ فلکسوگرافی ۴۶

۲ــ۷ــ فناوری چاپ گراور ۵۳

فصل سوم ــ تحولات فناوری در حوزه‌ی مواد مصرفی ۶۵

۳ــ۱ــ فناوری پلیت‌های افست ۶۵

۳ــ۲ــ فناوری فرم‌های چاپ فلکسوگرافی ۶۸

۳ــ۳ــ فناوری مرکب‌های افست لیتوگرافی ۷۳

۳ــ۴ــ روکش سیلندر ۷۷

۳ــ۵ــ فناوری لاستیک سیلندر ۷۷

۳ــ۶ــ تأثیر مواد در محیط زیست ۷۹

۳ــ۷ــ انواع کاغذ و مصارف آن‌ها ۸۶

۳ــ۸ــ کاغذ و انواع روش‌های چاپی ۹۱

فصل چهارم ــ تحولات فناوری در حوزه‌ی ماشین‌آلات ۹۶
۱ــ۴ــ واحدهای تغذیه ۹۷
۲ــ۴ــ سیستم‌های کنترلی ۱۰۲
۳ــ۴ــ روش‌های برگردان کاغذ ۱۰۸
۴ــ۴ــ سیستم‌های انتقال به اولین واحد چاپ ۱۰۹
۵ــ۴ــ فناوری در پیکره‌بندی واحدهای چاپ ۱۱۲
۶ــ۴ــ سیلندر پلیت ۱۱۷
۷ــ۴ــ سیلندر لاستیک ۱۲۲
۸ــ۴ــ فناوری چاپ دورو ۱۲۲
۹ــ۴ــ چاپ دورو چهاررنگ ۱۲۵
۱۰ــ۴ــ واحد تحویل ۱۲۷
۱۱ــ۴ــ فناوری پودرپاشی دوسویه ۱۳۳
۱۲ــ۴ــ فناوری خشک‌کردن ۱۳۳

فصل پنجم ــ رویکرد ترکیبی دانش، مواد و ماشین‌آلات ۱۵۶
۱ــ۵ــ توسعه‌ی فناوری چاپ و عملیات تکمیلی در خط چاپ ۱۵۶
۲ــ۵ــ فناوری‌های ویژه در ساختمان ماشین چاپ ۱۶۴
۳ــ۵ــ فناوری پیکره‌بندی ماشین‌های افست ورقی ۱۶۸
۴ــ۵ــ توسعه‌ی فناوری در چاپ فلکسو ۱۷۶

فصل ششم ــ فناوری اتوماسیون و کنترل کیفیت ۱۸۰
۱ــ۶ــ فناوری در اتوماسیون ۱۸۰
۲ــ۶ــ فناوری کنترل کیفیت ۲۰۵

مقدمه

اکنون حتی اگر همگی بپذیریم که در میان شماری از تغییرات بسیار بنیادین زندگی می‌کنیم، باز هم از اهمیت دقیق این تغییرات آگاه نیستیم، و از ارمغان آن برای نسل آینده آگاهی حتی کم‌تری داریم. بنابراین در تلاش برای نظم بخشیدن و سازمند کردن پیرامون خود ممکن است صرفاً دست‌خوش بیان زیبای تحولات گشته و از درک راستین تحوّلات و نوآوری‌ها و ذات فناوری غافل شویم.

دانش نظری محور جدیدی است که نوآوری‌ها و پیشرفت در پیرامون آن شکل می‌گیرد. عدم شناخت لازم از فرآیندها و به‌ویژه فناوری‌های جدید چاپ و سیر تحول آن می‌تواند منجر به احساس سراسیمگی و دوری از همپایی با سرعت تحول در صنعت چاپ شود.

در کتابی که پیش رو دارید تلاش گردیده تا با گزینه‌هایی از فناوری‌های صنعت چاپ، موجبات تعمق و اندیشه در علم چرایی تحولات و نوآوری‌ها را فراهم کرده تا درک بهتری از فناوری‌های این صنعت حاصل شود.

بدین‌منظور فناوری‌ها در سه حوزه دانش، مواد و تجهیزات بررسی و تحلیل گشته است. نقش هریک از این سه حوزه در مقاطع مختلف تأثیرات شگرفی در پدید آمدن فناوری‌های نو داشته و تحولات سمت و سویی تازه پیدا کرده است. از آن جمله می‌توان به اهمیت دانش نظری و فناوری‌های فکری در عرضه سیستم‌های کنترل انسان و ماشین و فناوری‌های سنجش و کنترل کیفیت در حوزه دانش اشاره کرد. هم‌چنین کاربرد مواد پلیمری در اشکال گوناگون در تولید

پلیت‌های جدید، مرکب‌ها و قطعات و تأثیر به‌سزای آن در ارتقای کیفیت در چاپ در حوزه مواد را نمی‌بایست از نظر دور داشت.

در عین حال ساخت و تولید تجهیزات و ماشین‌های کارآمد با پیکره‌بندی‌های متنوع برای دست‌یابی به اهداف گوناگون تولید، مثالی دیگر در تأثیر تجهیزات در پیدایش فناوری‌های نوین می‌باشد.

امید است با مطالعه و تعمق و اندیشه در نمونه‌های فناوری که در اختیار شما قرار داده شده است، به درک بهتری از سلسله قواعد فناورانه دست‌یافته و اهمیت مشاغل حرفه‌ای و دانش‌نظری را بیش‌تر از پیش مورد توجه قرار دهیم.

مؤلف

فصل اول

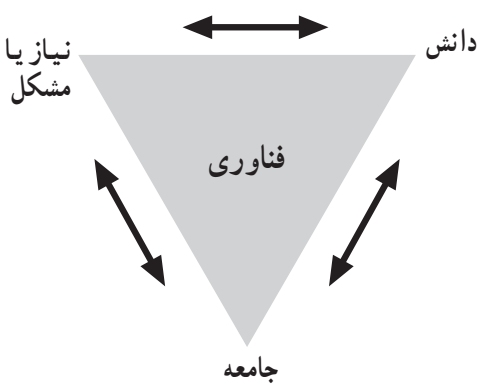
آشنایی با اصول فناوری

اهداف رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود :
۱ــ فناوری را تعریف کند.
۲ــ عوامل تأثیرگذار در فناوری را توضیح دهد.
۳ــ دسته‌بندی فناوری‌ها را شرح دهد.

معادل کلمه‌ی فناوری در انگلیسی تکنولوژی (Technology) است، که از کلمه‌ی یونانی تکن (Techne) به معنی فن و لوژی به معنی شناخت به‌وجود آمده است. درواقع مفهوم فناوری، شناخت فن (روش انجام فن) است. به منظور آشنایی بیش‌تر با فناوری در ادامه به تعریف فناوری، دسته‌بندی فناوری و عوامل تأثیرگذار در فناوری می‌پردازیم.

۱ــ۱ــ تعریف فناوری

به‌طورکلی فناوری مجموعه‌ی فرآیند و دانشی است که انسان برای توسعه‌ی توانایی خود و یا در جهت رسیدن به نیاز و یا خواسته‌ای، از آن استفاده می‌کند. به عبارت دیگر فناوری راهکاری است که با تکیه بر دانش موجود برای بهبود زندگی انسان‌ها (جامعه)، نیاز یا مشکلی را حل کند. شکل ۱ــ۱ نقش فناوری را در ارتباط با دانش، نیاز و جامعه نشان می‌دهد.



شکل ۱ــ۱

برای مثال فناوری ساختن خانه راه‌حلی است که با استفاده از دانش روز برای پاسخ‌گویی

به نیاز و یا مشکل انسان‌ها در برابر عوامل خطرآفرین ارائه می‌شود. امروزه فناوری تولید خانه با فناوری تولید خانه در دوره‌های دیگر مانند دوره‌ی قبل از تاریخ بسیار متفاوت است. زیرا نیاز و دانش انسان‌های امروزی نسبت به انسان‌های ماقبل تاریخ کاملاً فرق کرده و درنتیجه فناوری ساخت خانه نیز در این دو دوره بسیار متفاوت شده است.

۱ــ۱ــ۱ــ پایداری فناوری: فناوری با نیاز جامعه در ارتباط است. فناوری‌ای که قادر نباشد نیاز انسان‌ها را برطرف کند، بدون استفاده می‌ماند و درنتیجه فراموش می‌شود و از بین می‌رود.

به‌عنوان مثال، شرکت لاینوتایپ در سال ۱۸۴۱ میلادی فنـاوری ماشین لاینوتایپ (Linotype Machine) را ارائه کرد (شکل ۲ــ۱). حروفی که توسط این ماشین چیده می‌شد، بسیار سریع‌تر، دقیق‌تر و آسان‌تر از حروف‌چینی دستی بود. بنابراین فناوری ارائه‌شده مشکلات ناشی از نداشتن دقت، سرعت و سهولت در کاربرد وسایل را برطرف کرده بود. با استفاده از این فناوری، حروف‌چین قادر خواهد بود فقط با فشاردادن یک سری کلید، متن مورد نظر خود را به‌راحتی و با سرعت و دقت حروف‌چینی کند و آن را برای قراردادن در ماشین چاپ آماده سازد.

امروزه به دلیل پیشرفت و توسعه‌ی روش‌های چاپی دیگر، مانند چاپ افست، نیاز به این فناوری از بین رفته و به‌جز موارد خاص از فناوری ماشین لاینو تایپ به‌ندرت استفاده می‌شود.

شکل ۲ــ۱

باید توجه داشت که در بعضی موارد پیشرفت یک فناوری به اندازه‌ای در توسعه‌ی جامعه مهم و تأثیرگذار می‌شود که دوره‌ی مربوط به آن را با نام آن فناوری شناسایی می‌کنند. در زیر به تعدادی از این دوره‌ها اشاره می‌شود.

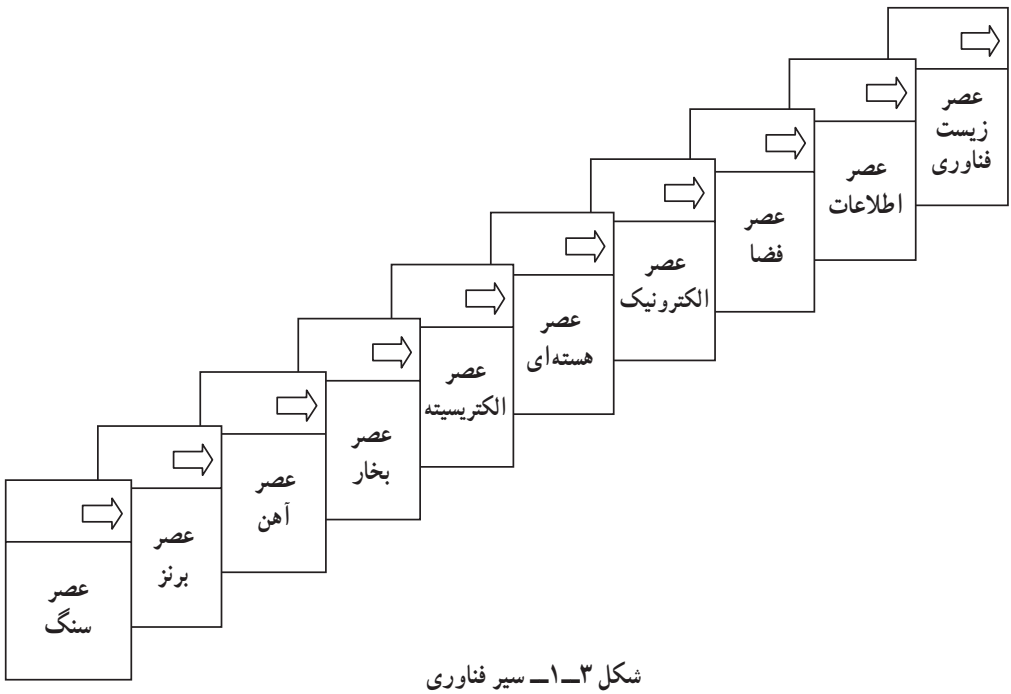
۲ــ۱ــ۱ــ دوره‌های فناوری: سیر تحول جوامع در جهان سه دوره‌ی کاملاً متمایز و مرتبط با یکدیگر را نشان می‌دهد.

الف) دوران پیش‌صنعتی: این دوره تا سال ۱۷۶۵ میلادی را شامل می‌شود. از مهم‌ترین فناوری‌های این دوره می‌توان اهرم، چرخ، تلمبه‌ی دستی و صنایع دستی را نام برد. نیروی محرک این فناوری‌های ابتدایی عضلات بودند.

ب) دوران صنعتی: این دوره با اختراع ماشین بخار توسط جیمزوات شروع شد. در این دوران مهم‌ترین فناوری‌ها برق، بخار و توسعه‌ی دانشمند علم شیمی بود. نیروی حرکت‌دهنده‌ی همه‌ی این فناوری‌ها درونی بود و از ماشین و ابزار نشئت می‌گرفت. این دوره از ۱۷۶۵ میلادی تا ۱۹۷۰ به طول انجامید.

پ) دوران پسا صنعتی: این دوره تا امروز ادامه دارد. از مهم‌ترین ویژگی این دوران گذر از فناوری‌های مکانیکی و برقی به فناوری فکری است و بنیاد آن بر رمزگذاری دانش استوار شده است.

سیر فناوری در تاریخ به تأثیر هر فناوری در دوره‌ی تاریخی خود تا جایی بوده که در بسیاری از دوره‌های تاریخی نام فناوری را بر آن دوره و عصر نهاده‌اند. شکل ۳ــ۱ سیر فناوری را در طول تاریخ به‌صورت شماتیک نشان می‌دهد.



شکل ۳ــ۱ــ سیر فناوری

۳ــ۱ــ۱ــ تولید و توسعه فناوری: آدمی همیشه به فناوری وابسته بوده است. به نظر می‌رسد گاهی تکثیر فراوان فناوری‌های مختلف وی را سردرگم می‌کند. وابستگی به فناوری به نیاز آدمیان برمی‌گردد. همواره انسان برای تسلط بر مشکلات پیرامون خود از مهارت‌ها و فنون بهره گرفته و به خلق فناوری جدید دست یافته است.

از سویی دیگر دایره‌ی خواسته‌های انسانی در طول تاریخ، بزرگ و بزرگ‌تر شده و با رسیدن به فناوری و توسعه و دست‌یابی به مرزهای جدید و کارآیی‌های نوین، مشکلی جدید بر سر راه او قرار گرفته است. برای لمس بهتر این مطلب به مثال‌هایی از تاریخچه‌ی فناوری چاپ می‌پردازیم.

الف) مُهرهای استوانه‌ای: ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد، آسیایی‌ها مهرهای استوانه‌ای را ساختند و به راهکاری برای ثبت نقوش دست یافتند.

ب) مُهرهای چوبی: فناوری یادشده به دلیل مشکل نگهداری و حفظ مهرهای گلی در سال ۷۵۰ میلادی توسط چینی‌ها به مدل‌های چوبی تبدیل شد. در سال‌های ۱۰۰۰ تا ۱۱۵۰ میلادی اروپایی‌ها نیز به مدل‌های چوبی دست یافتند. پس از آن مشکل ثبت اطلاعات و متون با محدودیت مهرها روبه‌رو شد و می‌بایست راهکاری دیگر ارائه شود.

پ) حروف سفالی و مسی: در قرن یازدهم میلادی در چین فناوری حروف سفالی و در قرن پانزدهم در کشور کره فناوری حروف مسی برای چاپ به‌کار گرفته شد.

ت) حروف فلزی متحرک: فناوری‌های ثبت و چاپ با حروف متحرک در سال ۱۴۵۰ میلادی با زحمات بی‌دریغ یوهانس گوتنبرگ در شهر مانیس آلمان به اوج خود رسید و به‌طور رسمی چاپ را اختراع کرد. از زمانی که فن چاپ به‌صورت رسمی توسط گوتنبرگ اختراع شد، اولین نسخه‌های چاپی به تولید رسید و موجب پیشرفت‌های فراوانی شد. در آن زمان کارگاه‌های چاپ می‌بایست حروف ریزی را هم خودشان انجام دهند. بعدها این کارگاه‌ها مجزا و مستقل به کار خود ادامه دادند. بعد از سال‌ها که حروف‌چینی دستی خدماتی را ارائه می‌کرد احساس شد برای پاسخ‌گویی به سفارش‌ها به سرعت عمل نیازمند است.

ث) ماشین حروف‌چینی: اُتمارگن تالر آلمانی توانست ماشین لاینوتایپ (سطرچین) را اختراع کند. این اختراع در زمان خود موفقیت بسیار بزرگی بود.

دستگاه لاینوتایپ هم‌چنان که از نامش پیداست عمل حروف‌چینی و حروف ریزی را در نهایت به‌صورت یک سطر به هم پیوسته تولید می‌کرد. این دستگاه دارای صفحه کلید (کیبورد) با شاسی‌های حروف، انبار قالب حروف (ماگازین)، قالب حروف (ماتریس) و دیگ مذاب بود (شکل ۴ــ۱).

شکل ۴ــ۱

مزیّت این سیستم سهولت در انتقال فرم چیده شده بود، اما غلط‌گیری متن چیده شده اشکالاتی داشت، به گونه‌ای که اگر یک حرف، اشتباه چیده می‌شد باید کل سطر دوباره حروف‌چینی شود.

ماشین‌های حروف‌چینی اولیه حدود ۱۸۰۰۰ قطعه داشت. یکی از ماشین‌های مدرن و مجهز حروف‌چینیِ سطری که در ایران هم مورد استفاده قرار گرفت ماشین حروف‌چینی سطر ریز اینترتایپ بود. این دستگاه نیز به‌صورت سطری حروف‌چینی و حروف‌ریزی می‌کرد. بدین گونه که پس از تکمیل‌شدن حروف‌چینی یک سطر، قالب حروف آن سطر (ماتریس‌ها) جلوی دهانه‌ی دیگ محتوی آلیاژ حروف (به‌صورت مذاب) قرار می‌گرفت و سطر حروف‌ریزی می‌شد. درنتیجه یک سطر یک تکه‌ی حروف‌چینی شده تولید شده بود (شکل ۵ــ۱).

شکل ۵ــ۱

شکل ۶ــ۱ــ ماشین منوتایپ

ج) دستگاه حروف‌چینی منوتایپ (تک‌چین): در این ماشین ابتدا تمام متن خبر (کتاب و ...) را روی نوار کاغذی ویژه پانچ می‌کردند. سپس نوار به دستگاه حروف‌ریزی منتقل می‌شد. دستگاه حروف‌ریزی تمام متن خبر را به‌صورت تک‌تک حروف‌ریزی می‌کرد. این دستگاه ضمن آن‌که مشکل غلط‌گیری را برطرف می‌کرد می‌توانست تمام متن خبر را مانند یک فایل کامل ارائه دهد. این دستگاه، مقدمه‌ی تولید دستگاه‌های پیشرفته‌ی دیگر در این زمینه شد (شکل ۶ــ۱).

فناوری کاربرد حروف فلزی، درحالی که تحولات عظیمی را در چاپ به‌دنبال داشت، با مشکلات بسیاری نیز روبه‌رو بود و تولید فیلم باعث تحولی در مسیر این فناوری‌ها شد.

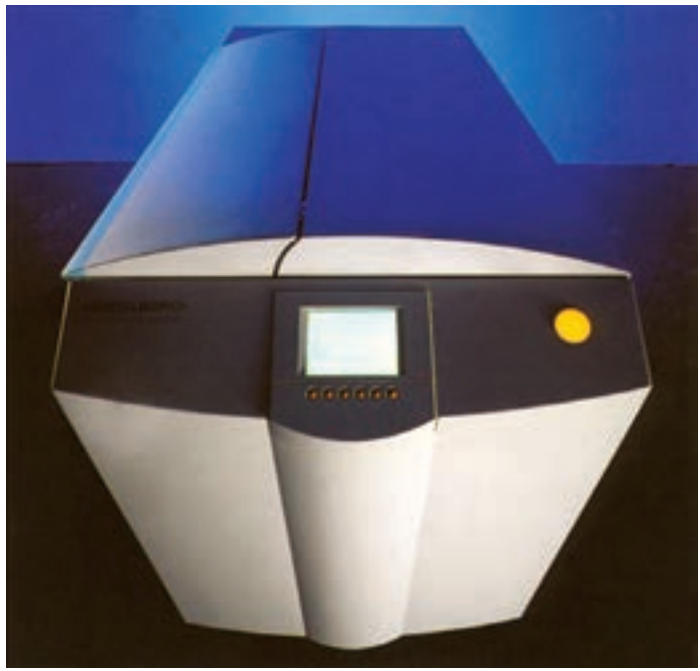
چ) مُنوفتو (دستگاه فتوستر): عمل انعکاس حروف روی فیلم توسط این دستگاه مجهز به سیستم اپتیک صورت می‌گرفت. با تمام توانایی‌هایی که فناوری‌های پیشین به دنبال داشت، هنوز مشکل کنترل حروف تایپ شده مسئله بود.

ح) دستگاه حروف‌چینی لاینوترون: در نهایت فناوری عرضه شده در دستگاه لاینوترون به رفع مشکل کنترل حروف تایپ‌شده پرداخت. در این دستگاه مراحل کار قابل کنترل بود و حروف تایپ شده روی نوار ضبط می‌شد و از طریق الکترونیکی و علایم ویدیویی انتقال تصویر و حروف بر روی فیلم منعکس می‌شد. سرعت این دستگاه در زمان خود چشمگیر بود.

خ) دستگاه اسکنر: از اواسط سال ۱۹۶۵ دکتر هل با ارائه‌ی سیستمی نوین و ساخت دستگاه اسکنر تحول بزرگی در حروف‌چینی و فتولیتوگرافی به وجود آورد. این فناوری عظیم امکان پیمایش تصاویر متون را فراهم آورد.

د) اشعه‌ی لیزر: در سال ۱۹۷۶ فناوری اشعه‌ی لیزر در دستگاه‌های فتولیتوگرافی و حروف‌چینی به‌کار گرفته شد. از سوی دیگر نیاز به ایجاد تصاویر رنگی به توسعه‌ی فناوری تولید فیلم منجر شد و در سال‌های ۱۹۳۵ و ۱۹۳۶ در آلمان و ایالات متحده فیلم‌های چندلایه عرضه شد. با برکناری حروف‌چینی و در دست‌داشتن فناوری اشعه‌ی لیزر و فیلم‌های چندلایه، عوامل برای عرصه‌ی فناوری بدیع دیگری مهیا شد که بر بسیاری از مشکلات ؛ از جمله نیروی انسانی، کاربرد، آلیاژهای فلزی در حروف‌چینی، نقل و انتقال حروف، نحوه‌ی کنترل و تصحیح اطلاعات فایق گردید.

ذ) ایمج‌ستر: این دوره‌ی جدید با عملیات نگاشت تصاویر متون به کمک فناوری ایمج‌سترها آغاز شد. در این دستگاه‌ها اطلاعات، ضمن بازخوانی، مستقیماً بر روی فیلم‌های تفکیکی نگاشته می‌شد (شکل ۷ــ۱).



شکل ۷ــ۱

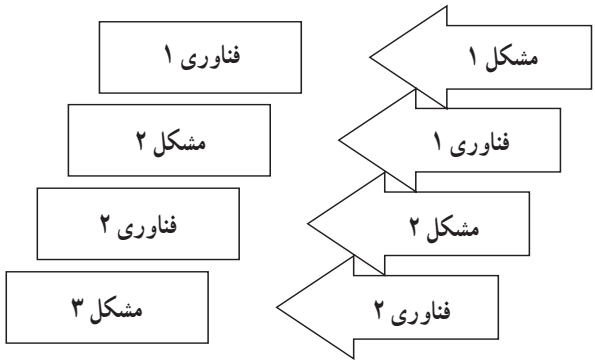
این فناوری مشکلات عدیده‌ای را از میان برداشت.

ر) پلیت‌ستر: با تکامل‌یافتن مراحل تهیه‌ی فرم چاپی تولیدکنندگان با مسائل جدیدی مواجه شدند. از جمله نیاز به کنترل کیفیت بالاتر، حذف مراحل تولید، مصرف کم‌تر نیروی انسانی، برق،

مواد شیمیایی و اعمال کنترل مستقیم برای تولید فرم چاپی. امکان نگاشت مستقیم روی پلیت، بسیاری از مشکلات ذکرشده را از میان برمی‌داشت. فناوری پلیت‌سترها با به‌کارگیری کلیه‌ی فناوری‌های پیشین در مرحله‌ی تهیه فرم چاپی نقطه عطفی تلقی می‌شد. در این سیستم اطلاعات و داده‌ها به‌طور مستقیم روی پلیت‌ها منتقل می‌شوند (شکل ۸ــ۱).

شکل ۸ــ۱

در فناوری‌هایی که اشاره شد، به دفعات یک فناوری را به‌عنوان راه‌حل یک مشکل شاهد بودیم. در عین حال در بسیاری موارد ظهور یک فناوری تازه مشکلات جدیدی را ایجاد می‌کرد. به‌عبارت ساده می‌توان گفت وجود هر مشکل یا نیازی باعث به‌وجودآمدن یک فناوری می‌شود، ضمن این که همان فناوری نیز خود مشکلی را به وجود می‌آورد. این امر عملاً همواره ادامه داشته و باعث پیدایش فناوری‌های جدید شده است. شکل ۹ــ۱ پیدایش فناوری و بروز مشکل جدید را به‌صورت شماتیک نشان می‌دهد.



شکل ۹ــ۱

۲ــ۱ــ دسته‌بندی فناوری‌ها

برای استفاده‌ی مؤثر از فناوری و طراحی یک روش قوی در بازاریابی آن، لازم است ماهیت تغییرات اساسی را در فناوری دقیقاً بشناسیم. با نگاهی به این تغییرات و پیشرفت‌ها به الگویی دست می‌یابیم که ما را در جهت دسته‌بندی انواع فناوری یاری نماید.

به‌طور مثال در فناوری اطلاعات و بررسی تحول آن می‌توان سه مرحله را از هم متمایز ساخت.

۱ــ۲ــ۱ــ فناوری تحول‌زا: فناوری تحول‌زا گونه‌ای فناوری است که در جامعه تأثیر انقلابی یا متحول‌کننده دارد.

ــ ***تلفن:*** تلفن یک فناوری تحول‌زاست، که نحوه‌ی ارتباط ما را با یکدیگر کاملاً دگرگون ساخته و جای‌گزین سیستم‌های پست و تلگراف شده است (شکل ۱۰ــ۱).

شکل ۱۰ــ۱

ــ ***تلویزیون:*** تلویزیون یک فناوری تحول‌زاست. برخلاف رادیو که بر انتقال صوت تأکید دارد تلویزیون بر انتقال تصویر تأکید می‌کند (شکل ۱۱ــ۱).

شکل ۱۱ــ۱

ــ ***کامپیوتر:*** کامپیوتر یک فناوری تحول‌زاست که شیوه‌ی کار و ارتباط ما را دگرگون ساخته است. کامپیوتر کار محاسبه، دفترداری، شبیه‌سازی، مدل‌سازی، طراحی، تولید و ...را برای ما ممکن می‌سازد. در شکل ۱۲ــ۱ نمونه‌ای از کامپیوترهای اولیه و در شکل ۱۳ــ۱ نمونه‌ای از کامپیوترهای مدرن نمایش داده شده است.

شکل ۱۲ــ۱

شکل ۱۳ــ۱

به‌طور کلی فناوری‌های تحول‌زا مستلزم سرمایه‌گذاری هنگفت است. از این رو معمولاً شرکت‌های بزرگ آن را ایجاد می‌کنند. گفتنی است ما هم اکنون به‌طور کامل در مرحله‌ی گسترش و انحصاری‌شدن تحوّل فناورانه‌ی این سه (تلفن، تلویزیون و کامپیوتر) قرار داریم.

۲ــ۲ــ۱ــ فناوری گسترش‌یافته: فناوری گسترش‌یافته دامنه‌ای جدید و کاربردهایی تازه برای فناوری فراهم می‌کند.

ــ ***تلفن همراه:*** تلفن همراه یک فناوری گسترش‌یافته است. این تلفن رشته‌ای را که تلفن معمولی به شبکه‌ای ثابت اتصال می‌دهد قطع می‌کند و جای‌گزین سیم‌هایی می‌شود که صدای ما از میان آن عبور می‌کرد. این فناوری امکان تحرک بیش‌تری به ما می‌دهد (شکل ۱۴ــ۱).

شکل ۱۴ــ۱

شکل ۱۵ــ۱

ــ ***باند عریض:*** فناوری باند عریض یک فناوری گسترش‌یافته است که تعداد کانال‌ها را به چندین برابر افزایش می‌دهد. تلویزیون با وضوح بالا یکی دیگر از فناوری‌های گسترش‌یافته است که بر وضوح تصویر می‌افزاید (شکل ۱۵ــ۱).

ــ ***شبکه‌سازی:*** شبکه‌سازی یک فناوری گسترش‌یافته است که از کامپیوترهای مستقل، (کامپیوترهای بزرگ و یا شخصی)، فراتر می‌رود. شبکه‌های کامپیوتر «درون‌شرکتی» و «بین‌شرکتی» و امروزه «اینترنت» با هزاران «وب سایت» را نیز باید به آن افزود. اکثر فناوری‌های گسترش‌یافته را شرکت‌های بزرگی، مانند صنایع تلفن و ارتباطات، ایجاد و بازاریابی می‌کنند.

۳ــ۲ــ۱ــ فناوری انحصاری: فناوری‌های انحصاری برای کارهای ویژه‌ای ایجاد شده‌اند مانند انشعاب اتوماتیک خصوصی (PBX) که امروزه در بیش‌تر شرکت‌ها دیده می‌شود.

ــ ***تلویزیون انحصاری:*** این تلویزیون‌ها دارای بخش‌های اختصاصی ؛ مانند کانال‌های خرید خانگی، ایستگاه‌های جدید ۲۴ساعته، کانال‌های فیلم و غیره هستند.

ــ ***تلویزیون اینترنتی:*** یک فناوری انحصاری در حال ظهور است و به‌منظور دسترسی به اینترنت از آن استفاده می‌شود.

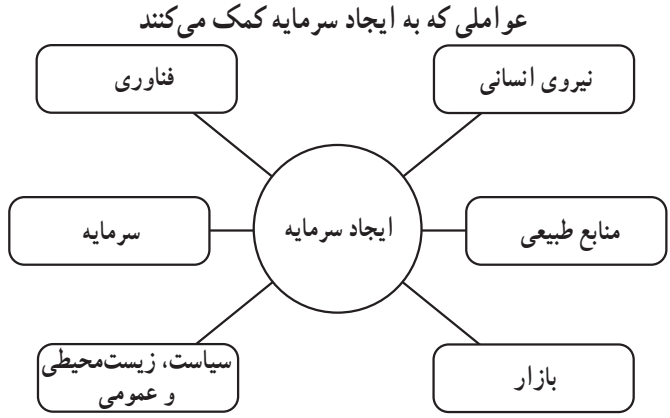
از آن‌جا که فناوری‌های انحصاری دارای کاربردهای ویژه‌اند، معمولاً آن‌ها را شرکت‌های کوچک ایجاد می‌کنند. مدیریت این فناوری‌ها با مهندسان یا کارآفرینانی است که دریافته‌اند چگونه می‌توان با برآوردن یک نیاز خاص، فرصت‌های تجاری را فراهم ساخت. آمار نشان می‌دهد که در ایالات متحده، در حال حاضر بیش از ۱۵ هزار محصول نرم‌افزاری مختلف با همه‌گونه کاربرد، برای کامپیوترهای مستقل وجود دارد. این وضعیت رشد سرسام‌آور فناوری‌های انحصاری را در رشته‌ی کامپیوتر نشان می‌دهد.

۳ــ۱ــ عوامل تأثیرگذار در فناوری

تمایز میان ابداع و ساخت بسیار مهم است. ابداع محصولات از تحقیق علمی و توسعه حاصل می‌شود درحالی‌که ساخت محصولات مستلزم دو عامل پیشرفت کیفی و استانداردشدن محصول است.

۱ــ۳ــ۱ــ پیشرفت کیفی محصولات: چنین پیشرفتی بر مبنای هزینه‌ی نیروی کار در ساخت محصولات بیش‌تر، با استفاده از مهارت‌های مهندسی و فرهنگ کاری متعهدانه میسر می‌شود. در این صورت یک کشور می‌تواند در پیشرفت‌های کیفی پیشرو شود، هرچند ممکن است بیش‌تر کالاهایی را که ساخته، خود آن‌ها را ابداع نکرده و تنها کیفیت آن را بهبود بخشیده باشد.

۲ــ۳ــ۱ــ استانداردشدن: معمولاً وقتی محصولی ارتقا می‌یابد که روند تولید استاندارد شود. در این صورت، هزینه‌ی نیروی کار و تولید اهمیت پیدا می‌کند. به همین دلیل در دهه‌های اخیر شاهد انتقال تولید وسایل و دیگر کالاهای استانداردشده از کشوری به کشورهای ارزان‌تر هستیم و استانداردشدن صنعتی از پی صنعتی دیگر پدیده‌ای است که دارد رخ می‌دهد. اکنون توسعه‌ی فناوری تقریباً همان کیفیت تولید را در هر نقطه‌ای از جهان امکان‌پذیر می‌سازد. وقتی روند استانداردشدن اتفاق می‌افتد، کشورهایی که هزینه‌ی نیروی کار در آن‌ها زیاد است رقابت را بیش از پیش دشوار می‌یابند (شکل ۱۶ــ۱).



شکل ۱۶ــ۱

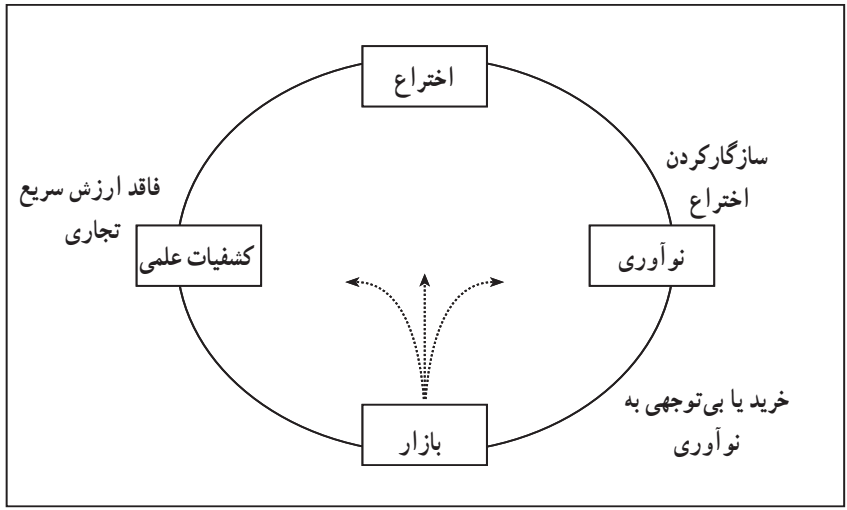
۳ــ۳ــ۱ــ نوآوری[1]: واژه‌ی نوآوری امروزه به عمل یا فرآیند پدیدآوردن موارد نو (روش‌های فنی یا کارآیی صنعتی تازه) معنی شده است. هم‌چنین به معنی ابتکار نیز به‌کار می‌رود. امّا اصطلاحاً نوآوری به هر نوع فرآیند فکری گفته می‌شود که مسئله را به طریق مفید حل کند. در جریان رقابت،

۱ــ (راستین راینز ۱۹۹۱) نوآوری به اجرا گذاشتن یا تولید محصول جدید، خدمات، اصول و یا قبول روش‌های نو به‌صورت اقتصادی است که دارای طرح و برنامه است.

(ویکتور، ای، تامسون ۱۹۹۳) نوآوری به معنای ایجاد، قبول و اجرای ایده‌ها و فرآیندها و محصولات یا خدمات جدید است. بنابراین نوآوری، استعداد و توانایی تغییر یا انطباق را به‌وجود می‌آورد. ←←

کلید حل مشکل، نوآوری در تولید محصولات است.

ــ رواج بازار: هر فناوری جدید غالباً در بدو اعلام خود با تحسین روبه‌رو می‌شود. امّا تأثیر واقعی فکر یا محصولی جدید غالباً نه در هنگام اختراع یا حتی نوآوری و ارتقای آن بلکه هنگام رواج گسترده‌ی آن نمایان می‌شود (شکل ۱۷ــ۱).



شکل ۱۷ــ۱

در ادامه، مفاهیم و منظور دقیق هریک از اصطلاحات به اختصار شرح داده می‌شود.

الف) نوآوری: نوآوری فرآیند اخذ ایده‌ی خلاق و تبدیل آن به محصول، خدمات و روش‌های جدید عملیات است. نوآوری ناشی از به‌کاربستن هوش آگاهانه نسبت به حل مسائل و رکن اصلی پیشرفت و توسعه همه‌جانبه‌ی زندگی انسان است.

ــ فرق خلاقیت و نوآوری: خلاقیت بیش‌تر یک فعالیت فکری و ذهنی است. ولی نوآوری بیش‌تر جنبه‌ی عملی دارد. به عبارت دیگر خلاقیت اشاره به اندیشه‌های نو و فکر تازه است. ولی نوآوری به معنای کاربردی ساختن و به محصول و تولید رساندن افکار نو است.

گونتز (۱۹۹۸) معتقد است که نوآوری به‌کارگیری ایده‌های نوین ناشی از خلاقیت است و می‌گوید : نوآوری می‌تواند محصولی جدید، خدمتی جدید یا راهی برای انجام کاری باشد. درحالی که خلاقیت توانایی و قدرت ایجاد فکر یا ایده‌ی جدید است.

آلبرشت (۱۹۸۷) خلاقیت یک فعالیت ذهنی و عقلانی برای به‌وجودآوردن ایده جدید و بدیع است. حال آن‌که نوآوری تبدیل خلاقیت (ایده‌ی نو) به عمل و یا نتیجه است.

ب) فرق ابداع با خلاقیت: از اندیشمندان بین فرآیند خلاقیت و فرآیند ابداع تفاوت‌هایی قایل شده‌اند. در ظاهر ابداع به معنی نوآوری، با معنای خلاقیت یکسان است. ابداع، نتیجه‌ی حرکتی است که نقطه‌ی شروعش در خلاقیت و حیطه‌ی فکر است.

خلاقیت از همان آغاز ارزشمند و قابل تحسین است ولیکن مانند یک پدیده‌ی خارجی قابل توصیف و مشاهده نیست. مثل شیئی مادی و یا نوشته یا گفتار که صورت ظاهری محسوس پیدا کند و قابل لمس و مشاهده باشد. بدین ترتیب مشخص می‌شود که ابداع بدون خلاقیت بی‌معنی است ولیکن خلاقیت بدون ابداع قابل تصور است.

پ) اختراع: اختراع به معنی نوآوری و ابداع یک روش جدید برای انجام کاری است. اختراع زاده‌ی فکری افراد است که به آن‌ها مخترع می‌گویند. اختراع حاصل فکر یک شخص و یا گروه است و قبل از آن وجود نداشته است.

ت) ابتکار: هر نوع راه‌حل فنی مربوط به شکل، ساختمان یا ترکیب شکل و ساختمان یک محصول، که موجب بهبود آن شود، ابتکار نامیده می‌شود.

ث) کشف علم: کشف علم به‌صورت ساده به معنی دست‌یابی و پیدا کردن دانش جدید راجع به موضوعات طبیعی است. البته صحت جدیدبودن و علمی‌بودن و حقیقت‌داشتن کشف می‌بایست مورد بررسی قرار گیرد. شخص یا گروهی که کشف علمی جدیدی را ارائه کنند کاشف نامیده می‌شوند.

کشف علمی باعث گسترش بینش و درک انسان از طبیعت اطراف خود می‌شود ولی از همه مهم‌تر زمینه‌ی رشد و توسعه را برای فناوری فراهم می‌سازد. برای مثال کسی نمی‌داند کاشف علم مخلوط‌نشدن آب با چربی چه کسی است و یا در چه زمان و چگونه این کشف انجام گرفته است. ولی بدون این کشف پیدایش و توسعه فناوری چاپ افست امکان نداشته است. شکل ۱۸ــ۱ نشان می‌دهد چگونه سطح غیرچاپی فرم افست توسط آب (رطوبت) پوشیده می‌ماند و مرکب فقط اجازه پیدا می‌کند بر روی سطح باقی‌مانده (سطح چاپی)ی فرم انتقال یابد.

شکل ۱۸ــ۱

ج) فناوری و علم: مفهوم فناوری در بسیاری از مواقع با علم اشتباه می‌شود. علم با دنیای طبیعی مرتبط است، درحالی که روش استفاده از قوانین حاکم برطبیعت، فناوری است. برای درک بهتر علم به مثال‌هایی توجه کنید :

اگر شیئی در هوا رها شود دراثر نیروی جاذبه به زمین می‌افتد (علم فیزیک). چرا فقط بعضی از گیاه‌ها می‌توانند در بیابان‌های خشک زندگی کنند (علم گیاه‌شناسی). آهن در مجاورت هوا یا اکسیژن ترکیب شده زنگ می‌زند (علم شیمی). نفت بیش‌تر در اعماق زمین در لایه‌های سنگی به‌خصوص یافت می‌شود (علم زمین‌شناسی).

علم با درک و فهم سروکار دارد و فناوری با روش انجام کار. علم به ما کمک می‌کند تا بفهمیم چگونه کاری را بهینه انجام دهیم. پیشرفت در عرصه‌ی علم را «کشف» و در عرصه‌ی فناوری «اختراع» می‌نامند.

آزمون پایانی (۱)

۱ــ مفهوم درست فناوری کدام است؟

الف) شناخت فن
پ) راهکار توسعه
ب) فرآیند توسعه
ت) فرآیند بهبود زندگی

۲ــ فناوری کدام دستگاه به سبب برطرف‌نکردن نیاز جامعه از بین رفت؟ ماشین ...

الف) چاپ سیلندری
پ) حروف‌چینی سطری
ب) چاپ فلکسو
ت) حروف‌چینی فتویی

۳ــ دسته‌بندی درست دوره‌های فناوری کدام است؟ دوران ...

الف) قبل از تاریخ، قرون وسطی، معاصر
ب) عصر سنگ، عصر بخار، عصر الکتریسیته
پ) اولیه، پیشرفته، فوق پیشرفته
ت) پیش‌صنعتی، صنعتی، پساصنعتی

۴ــ در تاریخچه‌ی فناوری چاپ قدیمی‌ترین اثر مربوط این فناوری کدام است؟

الف) مهرهای چوبی
پ) حروف سفالی
ب) مهرهای استوانه‌ای
ت) حروف مسی

۵ــ مزیت فناوری سیستم مُنوتایپ نسبت به لاینوتایپ کدام است؟

الف) امکان حروف‌چینی بدون غلط
ب) عدم تعویض سطر در غلط‌گیری
پ) حروف‌چینی با سرعت بیش‌تر
ت) مصرف کم‌تر آلیاژ حروف

۶ــ دستگاه اسکنر در کدام بخش صنعت چاپ تحول بزرگی به‌وجود آورد؟

الف) حروف‌چینی سربی
پ) فتولیتوگرافی
ب) کارهای تکمیلی
ت) پس از چاپ

۷ــ در سال ۱۹۷۶ فناوری اشعه‌ی لیزر در کدام دستگاه به‌کار گرفته شد؟

الف) حروف‌چینی و پس از چاپ

ب) چاپ و پس از چاپ
پ) فتولیتوگرافی و پس از چاپ
ت) حروف‌چینی و فتولیتوگرافی

۸ــ فناوری به‌عنوان کدام عامل به جامعه عرضه می‌شود؟
الف) تسهیل کار
پ) ارائه‌ی کار نو
ب) راه‌حل مشکل
ت) نشانه‌ی پیشرفت

۹ــ دستگاه تلفن جزء کدام فناوری‌ها محسوب می‌شود؟
الف) تحول‌زا
پ) پیشرفته
ب) گسترش‌یافته
ت) انحصاری

۱۰ــ نام فناوری‌ای که دامنه‌ی جدید و کاربرد تازه برای فناوری فراهم می‌کند کدام است؟
الف) انحصاری
پ) تحول‌زا
ب) گسترش‌یافته
ت) تأثیرگذار

۱۱ــ شبکه‌سازی جزء کدام فناوری محسوب می‌شود؟
الف) صنعتی
پ) پساصنعتی
ب) انحصاری
ت) گسترش‌یافته

۱۲ــ فناوری‌های انحصاری را معمولاً کدام شرکت‌ها ایجاد می‌کنند؟
شرکت‌های ...
الف) بزرگ
پ) کوچک
ب) خیلی بزرگ
ت) متوسط

۱۳ــ تأثیر واقعی فکر یا محصول جدید در کدام زمان نمایان می‌شود؟
الف) هنگام رواج گسترده
پ) قبل از رواج
ب) آغاز معرفی محصول
ت) پس از رواج

۱۴ــ به فعالیت فکری و ذهنی چه می‌گویند؟
الف) نوآوری
پ) اندیشه‌ی نو

ب) خلاقیت ت) ابداع

۱۵ــ هر نوع راه‌حلّ فنی مربوط به مشکل که موجب بهبود محصول شود چه نامیده می‌شود؟

الف) نوآوری پ) ابتکار

ب) اختراع ت) خلاقیت

۱۶ــ نام پیشرفت در عرصه‌ی علم و فناوری به‌ترتیب کدام‌اند؟

الف) کشف ــ اختراع پ) ابتکار ــ کشف

ب) اختراع ــ نوآوری ت) اختراع ــ کشف

فصل دوم

تحولات فناوری در حوزه‌ی دانش

اهداف رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود :

۱ــ فرآیند چاپ را توضیح دهد.

۲ــ نقش عوامل تأثیرگذار را در فرآیند چاپ شرح دهد.

۳ــ طراحی مرکبدان‌ها را شرح دهد.

۴ــ طراحی واحد چاپ را توضیح دهد.

۵ــ فناوری اشکال کاغذ را شرح دهد.

۶ــ فناوری چاپ فلکسو را شرح دهد.

چاپ افست یک فناوری چاپ لیتوگرافی غیرمستقیم است. از سال ۱۹۷۰ تاکنون، این فناوری در مقایسه با فناوری چاپ لترپرس از قلمروی گسترده‌تر و تأثیراتی چشمگیرتر برخوردار بوده است. در حال حاضر فناوری چاپ افست، یکی از فناوری‌های اصلی صنعت چاپ به‌شمار می‌آید. به سبب گستردگی این فرآیند، ابتدا تحولات فناوری این روش چاپی را مورد بررسی قرار می‌دهیم :

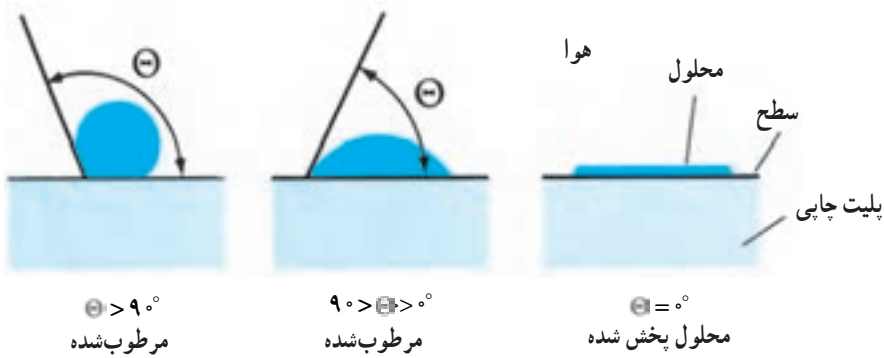
۱ــ۲ــ فرآیند چاپ (Print Process)

در فرآیند چاپ افست، مناطق چاپی و غیرچاپی عملاً در یک سطح‌اند. مناطق چاپی روی پلیت را، که پذیرای مرکب و دافع آب‌اند، (Oleophilic) و مناطق غیرچاپی روی پلیت را، که جاذب آب و دافع مرکب‌اند، (Hydrophilic) می‌نامیم.

این اثر توسط پدیده‌ی فیزیکی در سطوح تماس به‌وجود می‌آید. در این فناوری، سیستم رطوبت‌دهی وظیفه پوشش مناطق غیرچاپی روی پلیت را با یک لایه‌ی نازک محلول رطوبت‌دهنده به عهده دارد.

محلول رطوبت‌دهنده (آب، به‌اضافه افزودنی‌ها) روی مناطق غیرچاپی گسترده می‌شود. برای

دست‌یابی به رطوبت مطلوب، کشش سطحی (Surface Tension) توسط افزودنی‌ها می‌بایست کاهش یابد (شکل ۱ــ۲).



شکل ۱ــ۲ــ قابلیت رطوبت‌پذیری سطوح و زاویه‌ی رطوبت‌پذیری θ

در بسیاری از موارد، کاهش کشش سطحی تأثیر به‌سزایی در امولسیون مرکب چاپی و محلول رطوبت‌دهنده دارد. این مورد باعث می‌شود مناطق چاپی و غیرچاپی با هم تقابل مناسب داشته باشند و در زمان مرکب‌دهی نیز از هم تفکیک شوند.

۱ــ۱ــ۲ــ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مواد: فرآیند کارآمد چاپ افست، بستگی به بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مواد و اجزای دربرگیرنده‌ی این فرآیند دارد. در زیر، مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی تأثیرگذار در فرآیند را به‌اختصار توضیح می‌دهیم.

الف) ویژگی‌های تأثیرگذار پلیت چاپی در فرآیند چاپ افست شامل موارد زیر است :

- کشش سطحی مناطق پذیرای مرکب
- کشش سطحی مناطق پذیرای محلول رطوبت‌دهنده
- زبری سطح پلیت، در قسمت بدون تصویر و مرکب‌ناپذیر
- جاذبه مویی، ساختار میکروسکوپی سطح بدون تصویر (Cohesion)
- نوع مواد سازنده‌ی پلیت چاپی
- روش‌های تولید در ساخت پلیت (دانه‌بندی مکانیکی یا الکترولیتی)

ب) ویژگی‌های تأثیرگذار نوردهای مرکب‌دهی در فرآیند چاپ افست شامل موارد زیر است :

- مختصات پوشش نوردها
- کشش سطحی، جنس نوردها

- زبری سطح نورد
- خواص گرانروی (ویسکوزیته) روکش نوردها
- فشار در خط تماس بین نوردها
- حرکت دورانی و نحوه‌ی انتقال مرکب توسط نوردها

پ) ویژگی‌های تأثیرگذار لاستیک در فرآیند چاپ افست شامل موارد زیر است :

- کشش سطح لاستیک
- زبری سطح لاستیک
- قابلیت تراکم و فشرده‌شدن لاستیک
- پذیرش مرکب و نحوه‌ی انتقال آن
- نحوه‌ی انتقال مقادیر ته‌رنگ (Tone)
- نحوه‌ی بستن، تأثیر بادکردن و جاخوردگی لاستیک، سختی و استحکام ابعادی آن

ت) ویژگی‌های تأثیرگذار مرکب در فرآیند چاپ افست شامل موارد زیر است :

- کشش سطحی
- مشخصه‌های فیزیکی تغییرپذیر (ویسکوزیته، چسبندگی،...) (Rheological Parameters)
- تأثیر حرارت بر مرکب
- میزان جذب‌پذیری محلول رطوبت‌دهنده و نحوه‌ی امولسیون
- نحوه‌ی جریان و حرکت درست در زمان شروع انتقال
- ترکیب مرکب
- نحوه‌ی خشک‌شدن

ث) ویژگی‌های تأثیرگذار محلول رطوبت‌دهنده در فرآیند چاپ افست شامل موارد زیر است :

- سختی آب، آلودگی‌های آب
- افزودنی‌های محلول رطوبت‌دهنده (الکل، شوینده‌ها، محلول‌های بافر ثابت نگهدارنده pH)
- میزان pH سطح چاپی
- مشخصه‌های رفتاری (گرانروی، چسبندگی)
- مشخصات رفتاری مواد و ارتباطش با تغییرات حرارت

ج) ویژگی‌های تأثیرگذار ماشین چاپ از نظر کیفیت و ثبات فرآیند چاپ شامل موارد

زیر است :

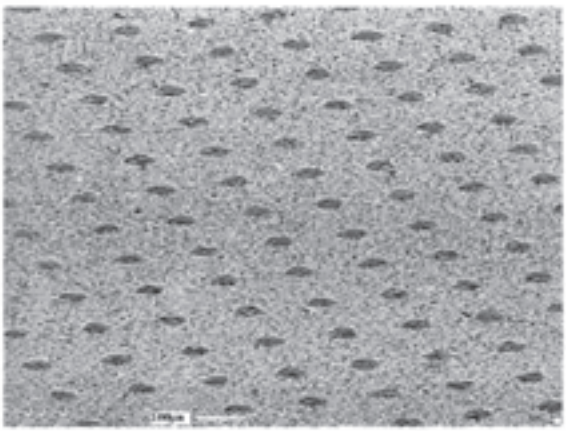
- طراحی واحدهای چاپ (دقیق‌بودن، پایداری، مقاومت در برابر لرزش و ...)
- طراحی واحد مرکب‌دهی
- طراحی واحد رطوبت‌دهی (رطوبت‌دهی تماسی، غیرتماسی)
- طراحی سیستم مرکب‌رسانی (اندازه‌گیری میزان مرکب)
- کنترل حرارت

این مرور کوتاه نشانگر آن است که فناوری چاپ افست باید به‌صورت یک سیستم چندعاملی دیده شود. تغییر تنها یک عامل می‌تواند بلافاصله در فرآیند چاپ افست اثر بگذارد. چاپ افست یک فناوری دوگانه با دو طبیعت فیزیکی و شیمیایی است.

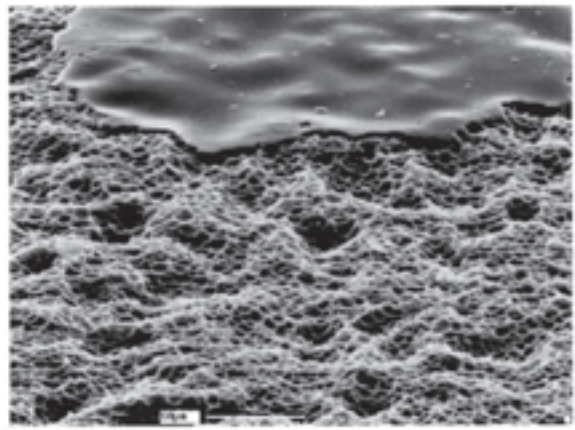
۲ــ۲ــ نقش عوامل تأثیرگذار در فرآیند چاپ

ویژگی‌های پلیت، شیوه مرکب‌دهی و شیوه‌ی رطوبت‌دهی در فرآیند چاپ نقش عمده‌ای ایفا می‌نماید. در زیر به شرح هریک از آن‌ها می‌پردازیم :

۱ــ۲ــ۲ــ نقش پلیت‌های چاپی: آلومینیم در مقایسه با فلزات روی و استیل بیش‌ترین کاربرد را در میان پلیت‌های فلز پایه دارد. امروزه عملاً تمام پلیت‌های چاپی توسط فرآیند الکترولیتی دانه‌بندی می‌شوند. این دانه‌بندی به روش الکتروشیمیایی و اکسیداسیون صورت می‌گیرد. شکل ۲ــ۲ دانه‌بندی پلیت چاپی آلومینیم و نقاط چاپی (هافتن) را نشان می‌دهد.



بزرگنمایی یکصد برابر ۱۰۰µm ⟵ مقیاس



بزرگنمایی دوهزار برابر ۱۰µm ⟵ مقیاس

شکل ۲ــ۲ــ دانه‌بندی سطح پلیت آلومینیم و نقاط هافتن

ــ **ویژگی لایه‌ها:** لایه‌ی مرکب‌پذیر حساس به نور بر روی سطح پلیت انتقال داده می‌شود (ضخامت لایه حدود یک میکرومتر). معمولاً مواد پایه‌ی پلیت در پلیت‌های چندفلزی پلیمر و یا مس است.

هم‌اکنون، پلیت‌های مورد استفاده در چاپخانه‌ها، بیش‌تر پلیت‌های آلومینیم هستند با روکش اولیه و دیازو (فتوپلیمر، پلیمرهای حساس به نور). انتقال تصویر بر روی سطح پلیت با توجه به مشخصات لایه‌ی حساس پلیت و عملیات نوردهی صورت می‌گیرد. در این حالت سطح پلیت دارای دو خاصیت متفاوت پذیرش آب و مرکب است.

لایه‌ی حساس روی پلیت براثر نور، تغییر می‌یابد و مناطق مرکب‌پذیر (Oleophilic) را، که تشکیل‌دهنده‌ی اجزای تصویرند، به‌وجود می‌آورد.

لایه‌ی نازک اکسید آلومینیم با روش خاصی روی آلومینیم پایه ایجاد می‌شود و بدین ترتیب سطح پلیت، آمادگی پذیرش آب (Hydrophilic) را به‌دست می‌آورد.

ــ **نوردهی:** در فرآیند نوردهی مهم‌ترین هدف، دست‌یابی به سطح تفکیک‌پذیر پلیت است. این سطح پس از مراحل ظهور و ثبوت به‌دست می‌آید. تغییرات شیمیایی درنتیجه‌ی تأثیر و نفوذ تابش نور مؤثر (نور مشتق شده از اشعه‌ی UV)، رخ می‌دهد. این تغییرات واکنش‌های متفاوتی را در لایه‌ی حساس به نور، نسبت به نوع و ساختار آن ایجاد می‌کند.

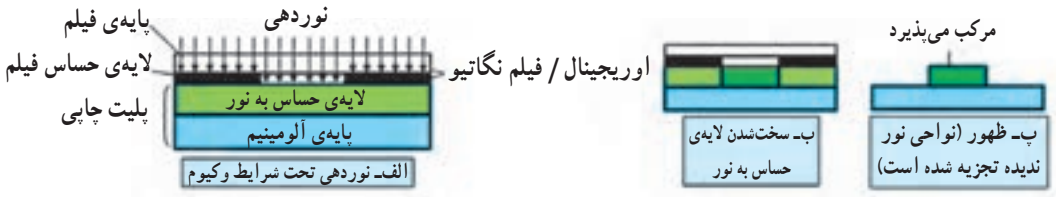
در زیر نوردهی و نوع پلیت نگاتیو و پلیت پازتیو به‌اختصار شرح داده می‌شود.

الف) نوردهی پلیت نگاتیو: برای کپی پلیت نگاتیو از یک فیلم نگاتیو به‌عنوان اوریجینال استفاده می‌شود.

با تابش نور لایه‌ی حساس به نور روی پلیت چاپی سخت می‌شود. این نواحی پس از فرآیند ثبوت باقی می‌مانند. در مقابل نواحی نور نخورده برداشته می‌شوند و نواحی نوردیده در چاپ مرکب می‌گیرند (شکل ۳ــ۲).

شکل ۳ــ۲ــ تهیه‌ی پلیت نگاتیو

ب) *نوردهی پلیت پازتیو:* تجزیه اگر لایه‌ی حساس به نور به‌صورت فتوشیمیایی سخت گردد، این لایه در مرحله‌ی ظهور به یک لایه‌ی حل‌نشدنی تبدیل خواهد شد. از سوی دیگر، اگر لایه‌ی حساس به نور به‌صورت فتوشیمیایی تجزیه شود، محلول ظهور، لایه‌ی حساس به نورِ مورد تابش قرارگرفته را از سطح پایه‌ی پلیت حل می‌کند و برمی‌دارد. بدین ترتیب نواحی شفاف در چاپ مرکب می‌گیرند (شکل ۴ــ۲).



شکل ۴ــ۲ــ تهیه‌ی پلیت پازتیو

ــ در کپی پلیت پازتیو (تولید پلیت سنتی) از یک فیلم پازتیو به‌عنوان اوریجینال استفاده می‌شود.

ــ تابش نور بر روی لایه‌ی حساس به نور در نواحی بدون تصویر و نواحی بدون مرکب، باعث می‌شود تا لایه‌ی حساس به نور، ضمن تجزیه‌شدن، در مرحله‌ی ظهور از روی آلومینیم پایه حل شود.

ــ سپس به پلیت‌های تثبیت‌شده صمغ می‌زنند، درنتیجه سطح پلیت‌ها حفاظت و نگهداری می‌شود.

پلیت‌های چاپی آماده، صرف نظر از نگاتیو و یا پازتیوبودن آن، برای انتقال اطلاعات در چاپ افست مورد استفاده قرار می‌گیرند. فقط نوع فیلم آن‌ها برای تولید پلیت متفاوت است. مطلب مهم دیگر تفاوت میزان رنگ پایه‌ی تصاویر است هنگامی که کپی پلیت از فیلم به روی پلیت قرار گرفته، که باید در مرحله‌ی پیش از چاپ محاسبه شود.

برخی از پلیت‌های چاپی قابلیت سوزاندن نیز دارند، که این مهم جهت افزایش راندمان تیراژدهی پلیت استفاده می‌گردد.

در ابعاد چاپی کوچک‌تر، و کارهای چاپی تک رنگ و یا چندرنگ با کیفیت متوسط، هزینه‌ی پلیت‌های (پایه پلی‌استر)، نسبت به پلیت‌های (پایه آلومینیم) کم‌تر است، ضمن این که در چاپ استحکام کم‌تری دارند.

برای تضمین کیفیت در حین کپی پلیت، از «نوار کنترل» با مشخصه‌های ویژه‌ی کنترل کیفیت استفاده می‌شود. این نوار را روی پلیت کپی می‌کنند.

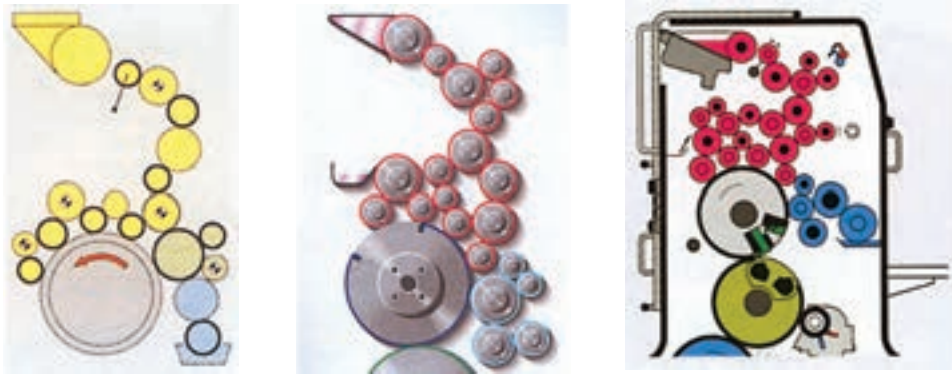
شکل ۵ــ۲ــ نوار کنترل رنگ با مربع‌های نشانه سنجش رنگ

نوارهای استانداردسازی از سوی مؤسسات معتبری چون (FOGRA و UGRA) عرضه می‌شود.

۲ــ۲ــ۲ــ واحدهای مرکب‌دهی: واحدهای مرکب‌دهی در انواع گوناگونی طراحی شده‌اند. مرکب‌دهی از نوع نوردی و واحد مرکب‌دهی آنیلوکسی با مسیر کوتاه از رایج‌ترین انواع آن است که در زیر به شرح آن‌ها می‌پردازیم :

مرکب‌دهی نوردی (Roller - type Inking Units): واحد مرکب‌دهی از نوع نوردی، متشکل از تعدادی نورد روکش‌شده‌ی نرم و سخت است. نوردهای سخت عموماً در حین دَوَران، حرکتی جانبی نیز دارند. این نوردها با حرکت در مسیر جانبی به‌صورت رفت و برگشت، باعث نرم و صاف‌شدن ضخامت لایه‌ی مرکب بر روی نوردها می‌شوند و از خطوطی که مرکب در مسیر حرکت کاغذ ایجاد می‌کند، جلوگیری می‌کنند. این نوع نوردها، نوردهای توزیع‌کننده (Distributor Roller) نیز نام گرفته‌اند.

در شکل ۶ــ۲ طراحی‌های متنوعی از واحدهای مرکب‌دهی از نوع نوردی مشاهده می‌شود.



الف ــ اسپیدمستر ۱۰۲ (هایدلبرگ) ب ــ رولند ۷۰۰ (مان‌رولند) پ ــ رپیدا ۱۰۴ (ک ب ا)

شکل ۶ــ۲ــ طراحی‌های واحد مرکب‌دهی

مرکب‌دهی آنیلوکسی با مسیر کوتاه (Anilox Inking Units): ماشین‌های چاپ روزنامه، نسبت به ماشین‌های چاپ تجاری، به کیفیت چاپی پایین‌تری نیاز دارند. در این نوع ماشین‌ها از فناوری واحدهای مرکب‌دهی مسیر کوتاه استفاده می‌کنند.

واحدهای مرکب‌دهی آنیلوکسی، نسبت به واحدهای مرکب‌دهی نوردی، از طراحی ساده‌تری برخوردار است و مزایای بسیاری دارد. در این واحدها با مقدار کمی از مرکب و گردش کوتاه آن می‌توان به موازنه‌ی پایدار مرکب دست یافت.

مزیت اصلی این سیستم‌ها توانایی در استفاده از مرکب با ویسکوزیته‌ی پایین است، به‌طوری که امکان چاپ با سرعت‌های بالا را میسر می‌کند. البته این نوع مرکب‌ها، در حین چاپ، موجب چاقی ترام بیش‌تر نیز می‌شوند. مزیت اصلی دیگر واحدهای مرکب‌دهی کوتاه مسیر، عدم وجود مناطق مرکب‌دهی و شیرهای مرکب است.

۳ــ۲ــ۲ــ شیوه‌ی رطوبت‌دهی (Dampening Units): واحدهای رطوبت‌دهی از نوردهای رطوبت‌دهی، که برای مرطوب‌کردن سنگ لیتوگرافی به‌کار می‌رفته نشئت گرفته است. سیستم‌های متداول چاپ افست نیازمند یک سیستم رطوبت‌دهی است. این سیستم لایه‌ی بسیار نازک محلول رطوبت‌دهی (حدود ۲ میکرومتر) را روی نواحی بدون تصویر پلیت چاپی تأمین می‌کند.

از آن‌جایی که بخشی از محلول رطوبت، از طریق مرکب، پلیت و لاستیک، به سطح چاپ‌شونده انتقال می‌یابد و بخش دیگر منتشر می‌گردد، لازم است محلول رطوبت‌دهی به‌صورت یکنواخت و ثابت تأمین گردد.

سیر تکامل فناوری در سیستم‌های رطوبت‌دهی نشانگر آن است که در طراحی‌های اولیه، برای انتقال و توزیع لایه‌ی رطوبت، از سیستم‌های رطوبت‌دهیِ بدون تماس و سپس با تماسِ نوسانی و حرکت پاندولیِ نورد توزیع رطوبت، استفاده شده است. انتقال غیرمستقیم رطوبت از طریق نورد مرکب روی پلیت نیز از فناوری‌هایی است که در ماشین‌های کوچک چاپ با سیستم ساده‌تر به کار رفته و در طراحی‌های پیشرفته از سیستم‌های رطوبت‌دهی پیوسته بهره گرفته‌اند. در زیر به‌صورت مختصر به‌شرح آن‌ها می‌پردازیم :

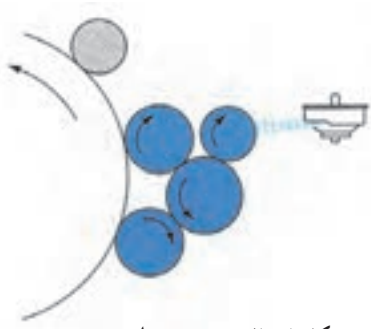
رطوبت‌دهی بدون تماس (Contact - free Dampening Systems): محلول رطوبت‌دهی باید خیلی دقیق اندازه‌گیری شود. در سیستم‌های رطوبت‌دهیِ بدون تماس، به دلیل عدم تماس پیوستگی نوردها، محلول رطوبت قابلیت بازگشت به منشأ رطوبت را از پلیت ندارد. این‌ها به سیستم (نورد فرچه‌ای یا ماهوتی) و سیستم رطوبت‌دهی گریز مرکز (سانتریفوژی) معروف‌اند.

رطوبت‌دهی فرچه‌ای (Brush - type Dampening System): یکی از فناوری‌های این سیستمِ رطوبت‌دهیِ بدون تماس، سیستم رطوبت‌دهی فرچه‌ای است. در این سیستم، برای توزیع رطوبت و انتقال آن به پلیت، از نورد فرچه‌ای (Brush roller) استفاده می‌شود (شکل ۷ــ۲).

رطوبت‌دهی گریز مرکز (سانتریفوژی) (Centrifugal Dampening System) : در این روش، محلول رطوبت‌دهی به‌صورت قطرات ریزی به روی پلیت پرتاب می‌شوند. میزان کشش سطحی باید به‌گونه‌ای باشد که قطرات به‌سرعت گسترده شوند (شکل ۸ــ۲).

امتیاز اصلی سیستمِ رطوبت‌دهیِ گریز مرکز، که به‌صورت پراکنشی عمل می‌کند، این است که مقدار محلول رطوبت می‌تواند در راستای محوریِ نورد و پلیت اندازه‌گیری شود و شرایط مناسب تعادل مرکب و محلول را در هر منطقه به میزان متفاوت از مرکب پدید آورد.

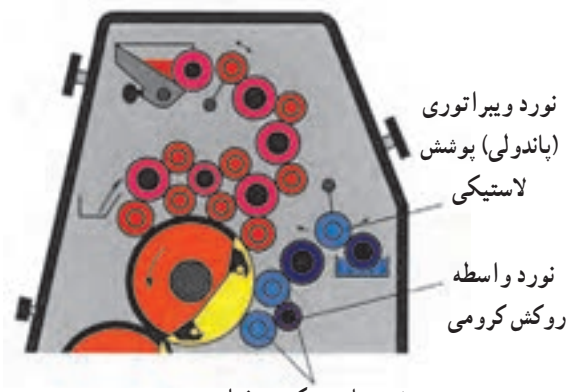
شکل ۷ــ۲ــ سیستم رطوبت‌دهی فرچه‌ای



شکل ۸ــ۲ــ سیستم رطوبت‌دهی گریز مرکز (سانتریفوژی)

رطوبت‌دهی ویبراتوری (Vibrator-type Dampening System):

سیستم رطوبت‌دهیِ ویبراتوری از نوع سیستم‌هایی هستند که با تماس بین تشتک محلول رطوبت‌دهی، نورد ویبراتور و پلیت چاپی کار می‌کنند (شکل ۹ــ۲).



شکل ۹ــ۲ــ سیستم رطوبت‌دهی ویبراتوری (پاندولی)

از معایب این سیستم رطوبت‌دهی این است که، ذرات زایدی از قبیل گرد و غبار کاغذ و مرکب می‌تواند از طریق پلیت چاپی به تشتک محلول رطوبت‌دهی سرایت نموده و باعث آلودگی این منشأ بشود. این مورد در سیستم‌هایی که بدون تماس‌اند اتفاق نمی‌افتد و از جریان برگشتی از پلیت تأثیری نمی‌گیرند.

سیستم‌های رطوبت‌دهی ویبراتوری اغلب دارای نوردهای رطوبت‌دهی‌اند و با روکش جاذب رطوبت (روکش مخملی) پوشیده شده‌اند. با توجه به نیاز تغییرات رطوبتِ مورد انتقال، نورد دارای لایه‌ی جاذب رطوبت، به‌مرور میزان زیادی از رطوبت را در خود ذخیره می‌کند. این ذخیره در افزایش سرعت باعث انتقال ناخواسته‌ی رطوبت اضافی می‌شود، که از جمله معایب این سیستم به‌شمار می‌آید.

نوردهای رطوبت‌دهیِ با روکش مخملی باعث بروز مشکلات عدیده‌ای در فرآیند چاپ می‌شوند. در زیر به تعدادی از مشکلات اشاره می‌کنیم :

ــ نیاز به تعمیر زیاد و نیز هزینه‌ی زیاد نگهداری سیستم

ــ بیش‌تر بودن میزان باطله‌ی کاغذ (زیرا تعادل آب و مرکب در آن به کندی به‌دست می‌آید).

ــ سوء عملکردهای مکرر : اثر منفی کرک و پرز پوشش مخملی نوردها به‌ویژه در زمان نوبودن پوشش‌ها

ــ غیریکنواخت‌بودن توزیع محلول رطوبت‌دهی دراکثر مواقع

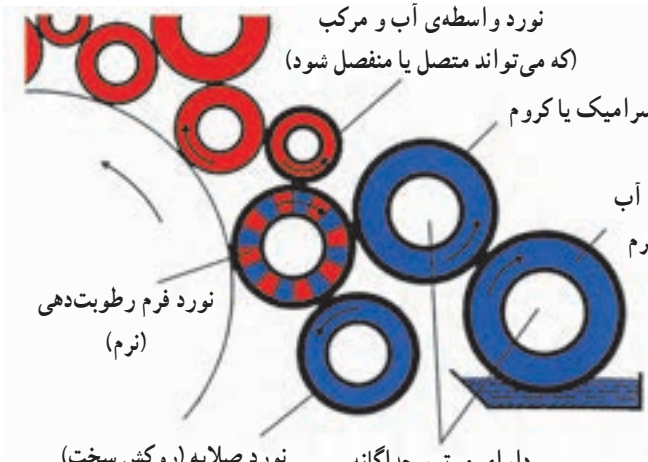
ــ خطر انتقال بیش از اندازه‌ی محلول رطوبت‌دهی

رطوبت‌دهی غیرمستقیم (Indirect Systems): سیستم‌های رطوبت‌دهی با استفاده از نوردهای روی فرم رطوبت، اثر مستقیمی بر روی پلیت چاپی دارند. در مورد سیستم‌های غیرمستقیم، محلول رطوبت‌دهی، از طریق نورد مرکب، روی پلیت گسترده می‌شود (شکل ۱۰ــ۲).

شکل ۱۰ــ۲ــ انتقال محلول رطوبت‌دهنده از طریق نورد مرکب

رطوبت‌دهی پیوسته (Continuous - type Dampening System): سیستم «رطوبت‌دهی پیوسته» بدون نورد ویبراتور کار می‌کند و فاقد پوشش پارچه‌ای، بر روی نوردهاست.

این سیستم‌ها معمولاً به افزودنی‌های الکل و افزودنی‌های محلول رطوبت‌دهی (ماده بافر و افزودنی‌های ضدمیکروب) نیاز دارند (شکل ۱۱ــ۲).



شکل ۱۱ــ۲ــ سیستم رطوبت‌دهی پیوسته

ــ امولسیون محلول رطوبت و مرکب: در فرآیند چاپ افست، لازم است تعادل میزان محلول رطوبت و مرکب رعایت شود. این مفهوم در بین چاپکاران به امولسیون باز می‌گردد و حاکی از آن است که مرکب‌های چاپ، محلول رطوبت‌دهی را جذب می‌کنند تا به حالت پایدار و ثابت خود دست یابند. در مفاهیم فیزیک و شیمی به این پدیده «مخلوط آب و مرکب» می‌گویند.

محلول رطوبت، مرکب را به‌صورت قطرات و یا لایه‌ای سوار بر مرکب دربر می‌گیرد. اگر قطرات محلول رطوبت، بیش از اندازه‌ی مناسب گسترش یابد، فرآیند چاپ افست بلافاصله شکسته می‌شود و مرکب بر روی پلیت منتقل نمی‌شود و یا انتقال کم‌تر صورت می‌پذیرد. به دلیل نازکی لایه‌ی محلول، تفکیک نواحی دارای تصویر و بدون تصویر مدتی به طول نمی‌انجامد و درنتیجه نواحی بدون تصویر هم مرکب می‌گیرند.

این پدیده‌ی منفی زمینه آوردن (Scumming) نام دارد. به همین دلیل همزمان با طراحی واحدهای مرکب‌دهی، سیستم‌های رطوبت‌دهی طراحی شده‌اند که امکان تعویض مسیر و انتشار

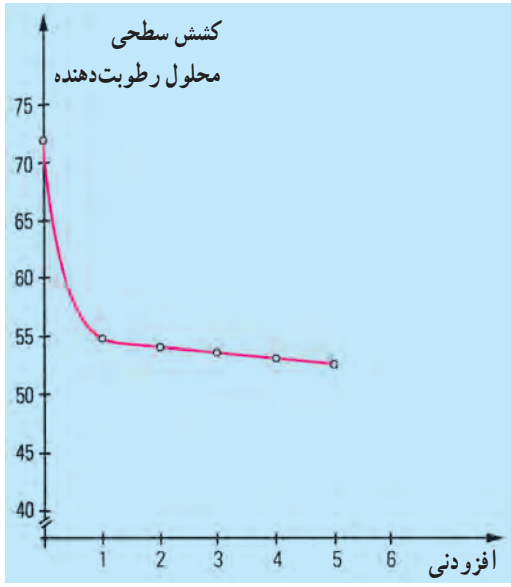
محلول رطوبت را داشته باشند. این عملکرد از طریق نوردهای رابط که می‌توانند درگیر و یا جدا شوند، صورت می‌گیرد. شکل ۱۱ــ۲ کنترل میزان انتقال رطوبت در این سیستم موجب می‌شود از عارضه‌ی منفی بر روی پلیت جلوگیری به‌عمل آید.

ــ محلول رطوبت‌دهی (Dampening Solution): در فرآیند متداول چاپ افست، محلول رطوبت‌دهی برای تفکیک نواحی دارای تصویر به‌کار می‌رود و این به معنای جلوگیری از انتقال مرکب به نواحی بدون تصویر بر روی پلیت است.

عامل عمده‌ی تشکیل‌دهنده محلول رطوبت‌دهی آب است. تجربه نشان می‌دهد که در فرآیند چاپ افست محلول رطوبت‌دهی باید دارای pH به میزان ۵/۵ الی ۴/۸ باشد و آب به‌کاررفته در این محلول باید دارای درجه‌ی سختی بین ۱۲°dH ~ ۸ باشد (یک میلی‌مول بر لیتر برابر یکصد میلی‌گرم کربنات کلسیم میلی‌مول بر لیتر ۲/۱۴ ~ ۱/۴۳ در یک لیتر آب است).

محلول رطوبت‌دهی معمولاً شامل، عامل محافظ پلیت، عامل مرطوب‌کننده، الکل ایزوپروپیل IPA، ماده‌ی بافر و افزودنی‌های ضدمیکروب است.

صمغ عربی برای حفاظت از پلیت به‌کار می‌رود و عامل مرطوب‌کننده و الکل ایزوپروپیل برای کاهش کشش سطحی به‌کار می‌روند. در نمودار ۱ــ۲ تأثیر افزودنی‌ها را در کاهش کشش سطحی محلول رطوبت‌دهی نشان می‌دهد.

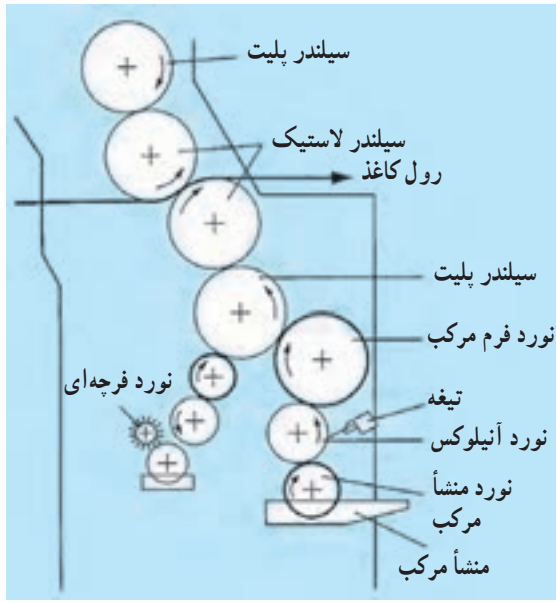


نمودار ۱ــ۲ــ وابستگی کشش سطحی محلول رطوبت‌دهنده با توجه به میزان افزودنی‌ها

عوامل مخلوط‌شده‌ی بافر برای ثبات میزان pH به‌کار می‌رود و افزودنی‌های ضدمیکروب بسیار الزامی‌اند، به ویژه در زمانی که از یک واحد مرکزی سنجش میزان افزودنی، برای چندین ماشین چاپ افست، محلول رطوبت‌دهنده تهیه می‌شود. بدون این افزودنی‌ها مجاری لوله‌ها دراثر رشد میکروب‌ها مسدود خواهد شد.

در محلول‌های رطوبت‌دهنده بدون الکل از محلول جانشین الکل مانند گلیکول، به‌جای الکل ایزوپروپیل استفاده می‌شود.

از سوی دیگر، سنجش میزان محلول رطوبت‌دهنده در واحدهای مرکب‌دهیِ با مسیر کوتاه، حیاتی است، به دلیل آن‌که مازاد محلولی که توسط پلیت چاپی جذب نشده، امکان تبخیر در مسیر کوتاه نداشته و در منشأ مرکب جمع می‌شود (شکل ۱۲ــ۲).

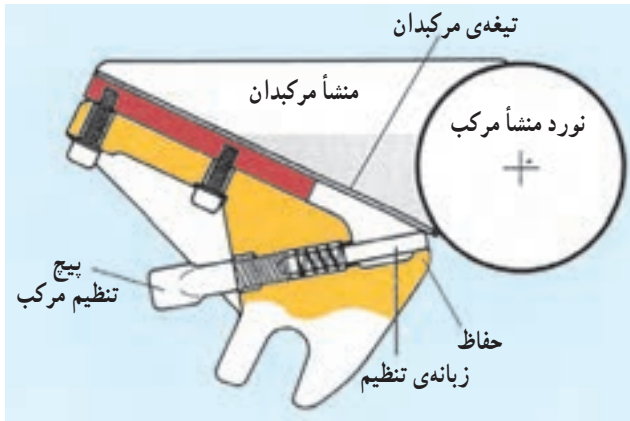


شکل ۱۲ــ۲ــ واحد مرکب‌دهی کوتاه (افست رول چاپ روزنامه)

ــ نوردهای آنیلوکس: نوردهای آنیلوکس هم‌چون سیلندرهای چاپ گراور، سطحی مشبک (سلول) دارند. این سلول‌ها دارای حجم یکسانی هستند. نگهداری این نوردها به منظور جلوگیری از فرسودگی یکی از عوامل مهم بوده و امروزه با به‌کارگیری مواد با آلیاژ عالی‌تر باعث افزایش طول عمر نوردها می‌شوند.

۳ــ۲ــ طراحی مرکبدان‌ها

مرکبدان بخش مهم سیستم انتقال مرکب به دستگاه چاپ است و میزان مرکب‌رسانی به سطح چاپی را کنترل می‌کند. به‌همین دلیل تولیدکننده‌های دستگاه چاپ جهت فراهم‌سازی امکانات کنترل و هماهنگی با نوع سیستم انتقال مرکب دستگاه انواع مختلف مرکبدان را طراحی و استفاده می‌کنند که به چند نوع از آن‌ها اشاره می‌شود (شکل ۱۳ــ۲).



شکل ۱۳ــ۲ــ مرکبدان با تیغه‌ی یکپارچه و پیچ‌های تنظیم مرکب

ــ مرکبدان با تیغه‌ی یکپارچه و پیچ‌های تنظیم مرکب

(Ink Fountain with Continuous Ink Duct Blade and Fountain Screws): واحدهای متداول مرکب‌دهی از نوع نوردی نیاز به سیستم‌های مخصوص تغذیه مرکب و هم‌چنین تجهیزاتی برای محاسبه و سنجش میزان مرکب در مناطق مرکب (شکل ۱۳ــ۲).

تیغه‌ی مرکبدان با انعطاف خود، به‌وسیله پیچ‌های تنظیم‌کننده امکان تنظیم میزان مرکب خروجی را از منشأ مرکبدان فراهم می‌آورد.

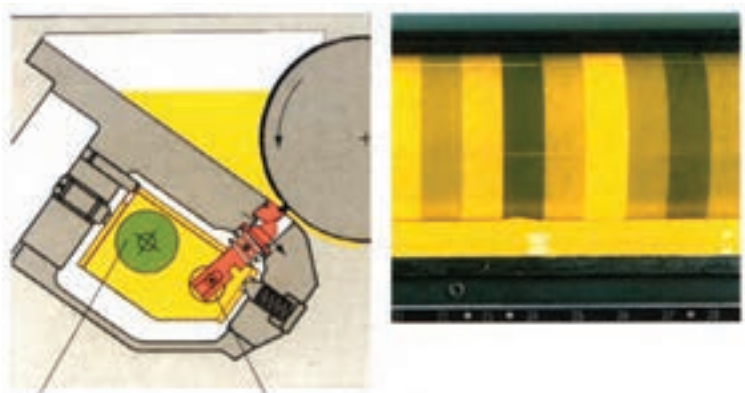
این سیستم تیغه‌ی مرکبدان بدون اثرات حاشیه‌ای مرکب نخواهد بود. تنظیم یک پیچ مرکب ممکن است نه‌تنها بر منطقه‌ی تنظیم‌شده‌ی مرکب مجاور خود اثر داشته باشد، بلکه در تمام سیستم اثر بگذارد. به هر حال کارخانه‌های سازنده ماشین‌های چاپ راهکارهای گوناگونی برای سیستم‌های منطقه‌ای مرکب طراحی و عرضه کرده‌اند.

۱ــ۳ــ۲ــ طراحی مرکبدان با تنظیمات منطقه‌ای

(Ink Fountain Systems with Zonal Adjustment): این سیستم‌ها در انواع متنوعی طراحی

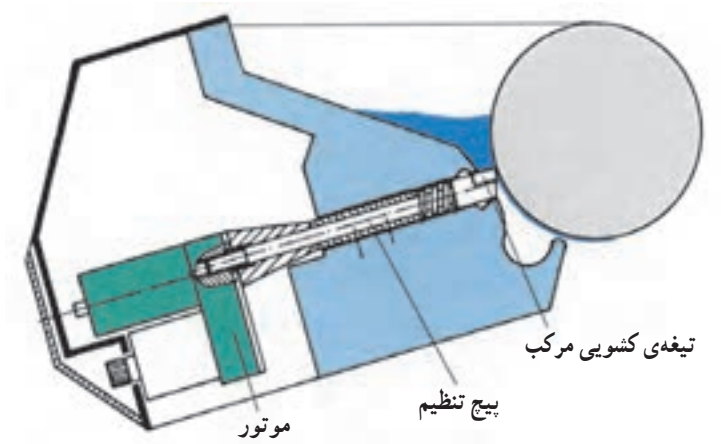
شده‌اند از قبیل سیستم مرکبدان اهرمی، سیستم مرکبدان تیغه کشویی و سیستم مرکبدان تیغه‌ای. در ادامه‌ی فناوری سیستم منطقه‌ای مرکب را به‌طور خلاصه توضیح می‌دهیم :

ـ ***طراحی مرکبدان اهرمی (Metering Lever System):*** در این سیستم میزان جریان مرکب با حرکت اهرم‌های تنظیم‌کننده تعیین می‌شود (شکل ۱۴ـ۲).



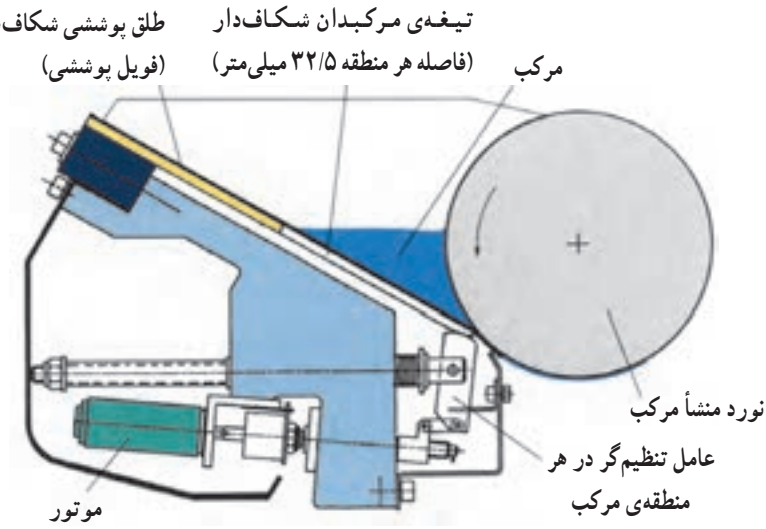
شکل ۱۴ـ۲ـ سیستم مرکبدان اهرمی (کالرترونیک. ک ب ا)

ـ **طراحی مرکبدان تیغه‌ی کشویی (Ink Slide System):** در این سیستم تیغه‌ی تنظیم مرکب با حرکت کشویی به سمت جلو و عقب، میزان عبور مرکب را تنظیم می‌کند (شکل ۱۵ـ۲).



شکل ۱۵ـ۲ـ سیستم مرکبدان تیغه‌ی کشویی (RCI/CCI، مان رولند)

ــ طراحی مرکبدان تیغه‌ای (Ink Knife System): در این سیستم به منظور جلوگیری از اثرات حاشیه‌ای مرکب، تیغه‌ی مرکبدان را توسط لیزر برش می‌دهند. تقسیم تیغه‌ی مرکبدان به تیغه‌های باریک‌تر باعث می‌شود عملکردش مستقل و بدون اثرات حاشیه‌ای باشد (شکل ۱۶ــ۲).

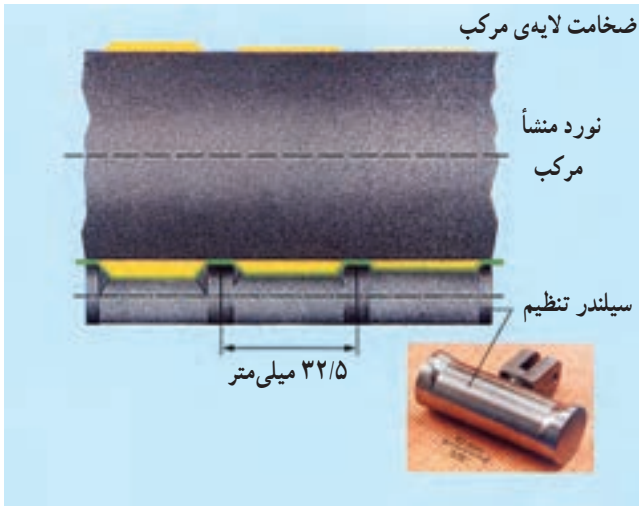


شکل ۱۶ــ۲ــ سیستم مرکبدان تیغه‌ای (CPC/Web، هایدلبرگ)

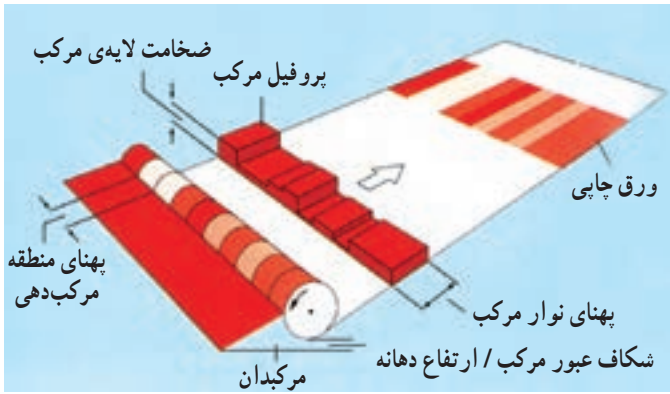
ــ طراحی مرکبدان کنترل مرکزی با تنظیم منطقه‌ای مرکب

(CPC Ink Fountain with Zonal Ink Feed Adjustment): در سیستم‌هایی که به صورت ساختار منطقه‌ای مرکب و با تنظیم از راه دور طراحی شده‌اند، نورد منشأ دارای موتور جداگانه است و با حرکت پیوسته خود شرایط مطلوب تغذیه‌ی مرکب را فراهم می‌آورد. پیچ‌های مرکب نیز با گرفتن فرمان الکترونیکی از سیستم کنترل مرکزی تنظیم می‌شوند. در سیستم‌های کنترل مرکزی، سیلندرهای کوچک تنظیم‌گر مرکب جای‌گزین تیغه‌ی مرکبدان شده است (شکل ۱۷ــ۲).

سیلندرهای تنظیم‌گر دارای یک بخش بادامکی شکل (اکسنتریک) هستند. این سیلندرها با فاصله‌ی خود، نسبت به نورد منشأ، ضخامت لایه‌ی مرکب را در هر منطقه تعیین می‌کنند. در شکل ۱۸ــ۲ نموداری از ضخامت لایه‌ی مرکب را در هر منطقه‌ی مرکبدان نشان داده است.



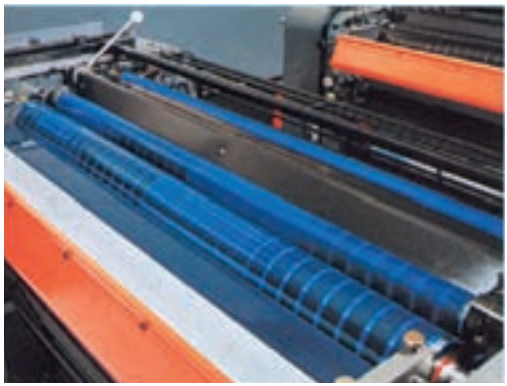
شکل ۱۷ــ۲ــ سیلندرهای تنظیم ضخامت لایه‌ی مرکب

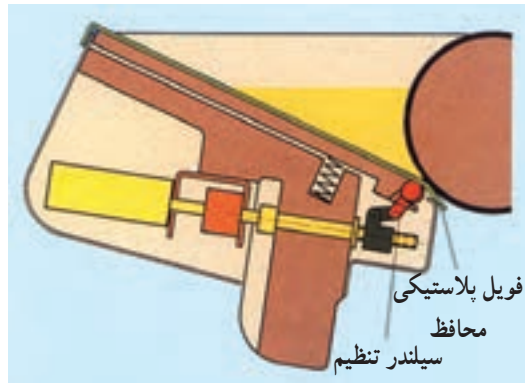


شکل ۱۸ــ۲ــ نمودار تنظیم منطقه‌ای مرکب

در مرحله‌ی انتقال مرکب روی تصویر، از یک سو نواحی عاری از مرکب و فاقد تصویر در اثر تماس کامل سیلندرهای تنظیم‌گر و نورد منشأ به وجود می‌آیند، از سوی دیگر نوردهای صلایه‌ی مرکب با حرکت جانبی خود یک لایه‌ی هموار و یکسان از مرکب را در نواحی دارای تصویر ایجاد می‌کنند.

در این فناوری برای محافظت از مرکبدان از ورقه‌ی فویل پلاستیکی استفاده می‌شود. با جای‌گزینی این فویل در حد فاصل نورد منشأ و سیلندرهای تنظیم‌گر، از ساییده‌شدن آن‌ها جلوگیری می‌شود و عملیات پاک‌سازی مرکبدان نیز تسهیل می‌گردد (شکل ۱۹ــ۲).

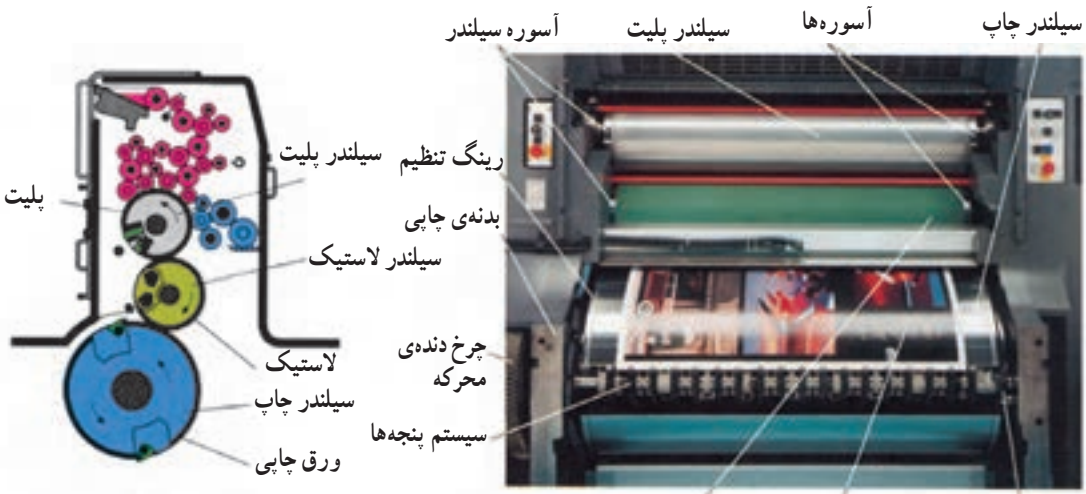




شکل ۱۹ــ۲ــ استفاده از فویل پلاستیکی برای حفاظت و تسریع در عملیات پاک‌سازی مرکبدان

۴ــ۲ــ طراحی واحد چاپ

ساختار واحد چاپ افست در شکل ۲۰ــ۲ نشان داده شده است. این ساختار از نوع واحدی است. واحد چاپ از سه سیستمِ مرکب‌دهی، رطوبت‌دهی و سیلندرهای چاپ تشکیل شده است. سیلندرهای چاپ عبارت‌اند از : سیلندر پلیت، سیلندر لاستیک و سیلندر فشار (چاپ). سیلندر پلیت بر روی محیط سیلندر لاستیک می‌گردد. سیلندر لاستیک نیز، که با سیلندر چاپ در تماس است، پیرامون آن می‌گردد. سیلندر فشار (چاپ) توسط پنجه‌های خود ورق کاغذ را می‌گیرد و انتقال می‌دهد. خط تماس بین سیلندر لاستیک و سیلندر چاپ را خط تماس چاپی (Printing Nip) می‌نامند.



الف ــ آسوره‌ها، چرخ‌دنده محرکه و کنترل پنجه

ب ــ آرایش سیلندرها

شکل ۲۰ــ۲ــ واحد چاپ افست ورقی

ضخامت پلیت چاپی به‌طور میانگین ۰/۳ میلی‌متر است. این پلیت از جنس فلز یا فویل است. پلیت چاپی حامل جزئیات تصویر به دست آمده از رنگ‌های تفکیک شده است. ضخامت لاستیک قابل تعویض حدود ۲ میلی‌متر است. لاستیک سیلندر از مواد قابل ارتجاع و از الیاف ساخته شده است. همان‌طور که در شکل ۲۰ــ۲ دیده می‌شود، سیلندر پلیت دارای دو رینگ (حلقه) است. قطر این رینگ‌ها بزرگ‌تر از قطر سیلندر پلیت است. رینگ‌ها در دو سوی سیلندر تعبیه شده‌اند. سیلندر پلیت دارای فضایی خالی (شکاف سیلندر) است که مکانیزم گیره‌های پلیت در آن قرار دارد. سیلندر لاستیک نیز دارای رینگ‌های مشابه سیلندر پلیت است و برای تعبیه‌ی مکانیزم گیره‌های لاستیک نیز، دارای فضایی خالی است. سیلندر فشار (چاپ) نیز دارای فضایی برای قرارگیری پنجه‌هاست.

۱ــ۴ــ۲ــ حرکت دورانی سیلندرها: برای آن‌که انتقال تصویر کاملاً دقیق و با کیفیت عالی، از پلیت به ورق چاپی، تضمین شود، لازم است هر سه سیلندر در خط تماس چاپی سرعت و محیط یکسانی داشته باشند. حرکت دورانی سیلندرها، به دلیل اصطکاک سطوح سیلندرها، به مقاومت و در نتیجه پس‌زنی آن‌ها منجر می‌شود. گردش دورانی پیوسته‌ی سیلندرها به سادگی به دست نمی‌آید و لازم است تا سیلندرها توسط مجموعه‌ای از چرخ‌دنده‌ها به یکدیگر متصل شوند. واحد چاپ توسط سیلندر چاپ و از طریق نیروی محرکه‌ی چرخ‌دنده‌ها به حرکت درمی‌آید. این نیروی محرکه بایستی واحد مرکب‌دهی را نیز به حرکت درآورد.

۲ــ۴ــ۲ــ کاربرد چرخ‌دنده‌های مورب: حرکت چرخ‌دنده‌ها در برخی موارد باعث بروز مشکلات چاپی می‌شوند (اثر لغزش ناخواسته‌ی دنده‌ها). این مشکل در اثر لغزش اندکی است که در درگیری چرخ‌دنده‌ها ایجاد می‌شود. این امر با سیستم‌های کنترل و فناوری تولید مورد آزمایش و تأیید قرار گرفته است. مهم‌ترین ویژگی در طراحی چرخ‌دنده‌ها، قابلیت تنظیم فاصله‌ی سیلندرهاست. نحوه‌ی تماس‌داشتن و نداشتن سیلندرها در وضعیت‌های کاری ماشین بسیار اهمیت دارد. وقتی ماشینِ هنگام چاپ، نسبت به ضخامت ورق چاپی، تنظیم می‌شود، ناگزیر فاصله‌ی متغیری بین محورهای سیلندرِ لاستیک و سیلندر چاپ خواهیم داشت. در این صورت، برای دست‌یابی به بهترین نتایج، معمولاً از چرخ‌دنده‌های ویژه‌ی مورب (Helical Gear) با عمق زیاد، استفاده می‌شود (شکل ۲۱ــ۲). فناوری به کار رفته در این دنده‌ها باعث می‌شود حتی در کم‌ترین فاصله‌ی محور و نیز بیش‌ترین فاصله‌ی آن، دنده‌ها به خوبی درگیر باشند. عمق دنده‌ی این چرخ‌دنده‌ها و حرکت کاملاً همزمان سیلندرها، درگیری و حرکت چرخ‌دنده‌ی مورب را کامل می‌کند.

شکل ۲۱ــ۲ــ چرخ‌دنده‌های ویژه‌ی مورب (Helical Gear) با عمق زیاد

۳ــ۴ــ۲ــ فشار چاپ: برای انتقال مناسب مرکب، از پلیت به لاستیک و از لاستیک به ورق چاپی، فشار متناسبی بین سیلندرها لازم است. از سوی دیگر، سرعت گردش همزمان آن‌ها نیز اهمیت زیادی دارد.

تنظیم فشار سیلندر پلیت و سیلندر لاستیک با حرکت محوری سیلندر لاستیک، در فاصله‌ای که به این منظور در نظر گرفته شده است، صورت می‌گیرد. پلیت یا لاستیک‌ها زیرلایه‌هایی دارند. به کمک این زیر لایه‌ها می‌توان قطر سیلندر لاستیک را به میزان ۰/۱۵ــ ۰/۰۵ میلی‌متر تغییر داد.

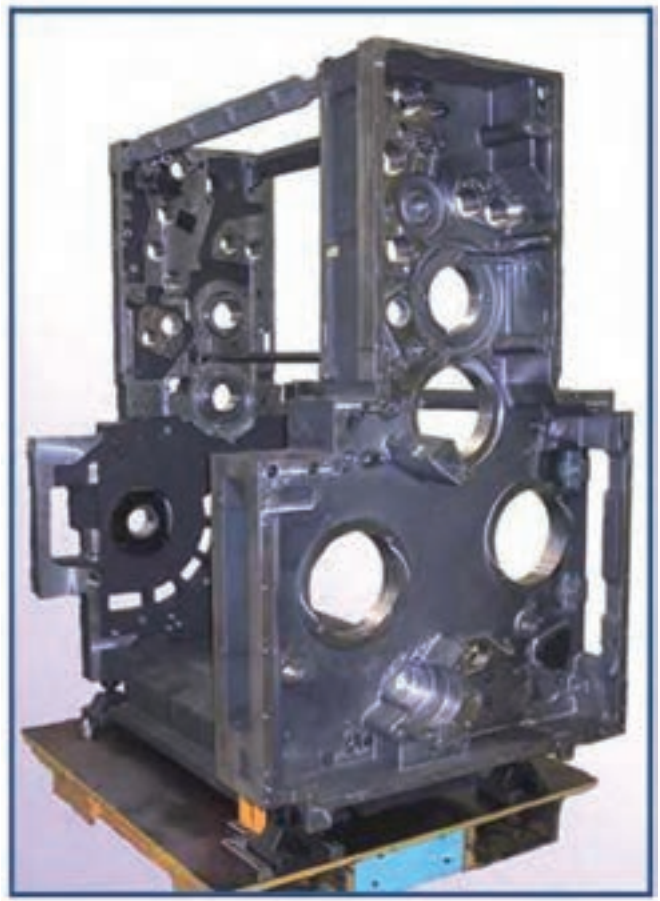
تنظیم فشار چاپ بین سیلندر لاستیک و سیلندر چاپ هم به تناسب ضخامت و نوع ورق چاپی صورت می‌گیرد. حرکت چرخ دنده‌ها باعث لغزش بین سطوح سیلندرها می‌شود. این لغزش به معنای آن است که علاوه بر تغییر شکل شعاعی لاستیک در ناحیه‌ی فشار، سیلندرها متحمل تغییر شکل مماسی نیز می‌شوند. این لغزش‌ها موجب می‌شود شکل لاستیک تغییر یابد و در لبه‌ی کار لاستیک (نقطه‌ی آغاز تماس پس از فاصله‌ی گیره‌های لاستیک) فرسودگی زودرس ایجاد شود. هم‌چنین، در زمانی که سیلندرها مجدداً درگیر می‌شوند، این رخداد را خواهیم داشت. این نوسان بین حالت صفر و حداکثر فشار تماس ، «شوک شکاف سیلندر» (Cylinder Gap Shock) نامیده می‌شود.

۴ــ۴ــ۲ــ طراحی آسوره‌های سیلندر: برای به حداقل رساندن ارتعاش سیلندرها رینگ‌های حاملی در دو طرف سیلندرها تعبیه شده‌اند. این رینگ‌ها را آسوره‌های سیلندر (Cylinder Bearers) می‌نامند. جنس آسوره‌ها از فولاد سخت است. آسوره‌های دو سیلندر تقریباً هم‌قطر و حرکت آن‌ها با چرخ‌دنده‌های محرک سیلندرها هم‌گام است. این چرخ‌دنده‌ها تحت فشار اولیه‌ی زیادی بر روی یکدیگر می‌گردند. به طور مثال، تنش اولیه‌ی آسوره‌های سیلندر ماشین چاپ با اندازه‌ی چاپی ۷۰×۱۰۰ سانتی‌متر، حدود ۱۵۰۰۰ نیوتن است. وظیفه‌ی اساسی آسوره‌های سیلندر جلوگیری از ارتعاشاتی چرخشی است که به طور معمول بین سیلندر و چرخ‌دنده به وجود می‌آید.

علاوه بر آن، ثبات حرکتی سیلندرها توسط آسوره‌های سیلندر افزایش می‌یابد. از سوی دیگر فضای خالی (شکاف) سیلندرها باعث می‌شود تا هنگام حرکت دورانی سیلندرها روی یکدیگر (به علت شکاف سیلندرها) صدای طنین داری را ایجاد کند. آسوره‌های سیلندر این صدا را کاهش می‌دهند و آن را به حد قابل قبول می‌رسانند. هم‌چنین، با آن‌که فشار و تنش بین سیلندرها باعث اصطکاک حرکتی و پس رفت آن می‌شود، ولیکن این تنش به منظور درگیر ماندن چرخ‌دنده‌ها کاملاً ضروری است. از این‌رو قطر آسوره‌ی سیلندر پلیت را از قطر آسوره‌ی سیلندر لاستیک، اندکی کم‌تر در نظر می‌گیرند تا سبب شود، در راستای حرکت دورانی سیلندرها، تنش لازم برای درگیری چرخ‌دنده‌ها ثابت بماند.

۵ــ۴ــ۲ــ نصب سیلندرها: برای دست‌یابی به عملکرد مناسب سیلندرهای پلیت، لاستیک و چاپ، ارتباط منطقی آن‌ها با یکدیگر کاملاً ضروری است. با توجه به این که در اثر حرکت دورانی سیلندر اندکی ارتعاش به وجود می‌آید، لازم است سیلندرها به گونه‌ای بر روی یکدیگر نصب شوند که کم‌ترین نوسان را داشته باشند. از این‌رو نحوه‌ی ساختار طراحی آسوره‌ها و بدنه‌ی واحد چاپ بسیار مهم است. مجموعه‌ی آسوره‌های سه سیلندر هم برای ایجاد نیروی محرکه‌ی زیاد لازم است سازگار باشند. ضمن آن‌که، برای انتقال دقیق مرکب، سیلندرها نیز باید بسیار سخت و محکم باشند و افت گردشی (پس رفت) نداشته باشند.

۶ــ۴ــ۲ــ طراحی بدنه‌ی ماشین: سیلندرها با آسوره‌هایشان بین دو بدنه‌ی جانبی، که از موادی با کیفیت بسیار بالا ریخته‌گری شده‌اند، کاملاً حمایت می‌شوند. از آن‌جایی‌که موازنه‌ی دقیق سیلندرها بسیار حیاتی است، هنگام ساخت، برای قرارگیری دقیق آسوره‌ها بدنه‌های جانبی توسط دستگاه‌های ویژه، به صورت زوجی مخصوص سوراخ‌کاری می‌شوند. واحد چاپ لازم است در برابر ارتعاش و پیچش ساختاری بسیار مقاوم داشته باشد. از این‌رو طراحی و ساخت آن به صورت



شکل ۲۲ــ۲ــ طراحی بدنه‌ی اصلی روی شاسی دستگاه

جعبه‌ای شکل است. این چارچوب، مقاومت دیواره‌ها را افزایش می‌دهد. در برخی از طراحی‌ها، بدنه‌ی اصلی بر روی شاسی دستگاه قرار می‌گیرد و اتصالات عرضی دو دیواره را همانند بدنه‌ی اصلی تقویت می‌کند (شکل ۲۲ــ۲).

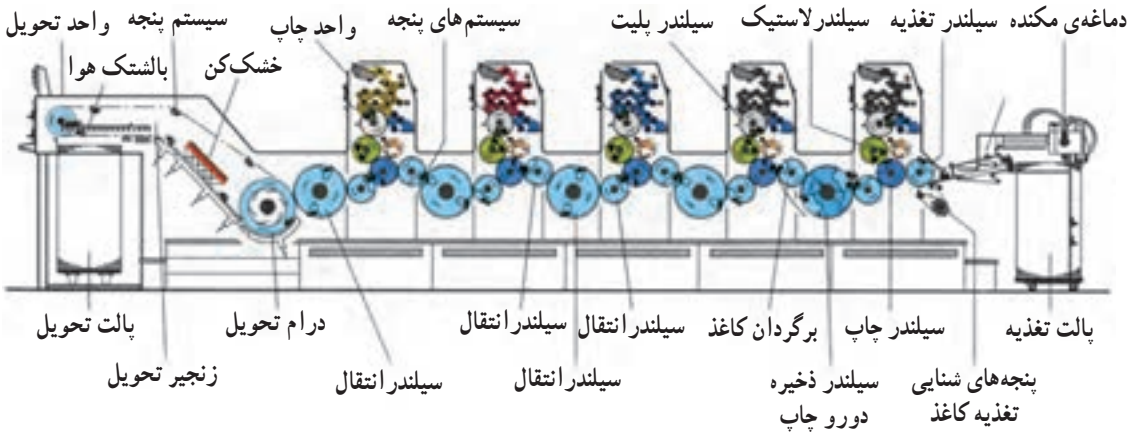
بدنه‌ی ماشین علاوه بر حمایت سیلندرها، وظیفه‌ی جذب نیروها و گشتاورهایی را دارد که در حین کار واحد چاپ به وجود می‌آیند. به طور مثال، سیستم پنجه‌ها توسط غلتک‌های حمایت‌کننده و لنگ‌های دوار، که بر روی پنجه‌ها تعبیه شده‌اند عمل می‌کنند. این تجهیزات به بدنه‌ی ماشین چاپ محکم متصل شده‌اند و باز و بسته شدن پنجه‌ها را نسبت به زاویه‌ی گردش سیلندر چاپ کنترل می‌کنند. شکل ۲۳ــ۲ سیستم پنجه‌ی سیلندر فشار (چاپ) و اجزای پنجه را نشان می‌دهد.

شکل ۲۳ــ۲ــ سیستم پنجه سیلندر فشار (چاپ) و اجزای تشکیل‌دهنده‌ی آن

۷ــ۴ــ۲ــ روغنکاری: در واحد چاپ اجزای بسیاری وجود دارند، که پیوسته یکی بعد از دیگری حرکت می‌کنند. از این‌رو به روغنکاری نیاز دارند تا عمرشان طولانی و با ثبات گردد. یاتاقان‌ها و چرخ‌دنده‌ها، به ویژه، از مواردی است که باید به خوبی گریس‌کاری شوند. از جهت فنی، روغنکاری بسیار مفید است. هر چند، نشتِ روغن می‌تواند مشکل آفرین باشد. در ماشین‌های چاپ کوچک و متوسط از گریس مایع نیز استفاده می‌شود. وقتی روغنکاری مد نظر باشد، عواملی چون سازگاری آن‌ها با حلّال‌های متفاوت، تأثیر آن‌ها بر فلزات غیرآهنی و پلاستیک‌ها و دوام آن‌ها نیز باید لحاظ شود. در زمانی‌که از گریس‌کاری مرکزی استفاده می‌شود، کیفیت روانی آن نیز نقش مهمی را ایفا می‌کند.

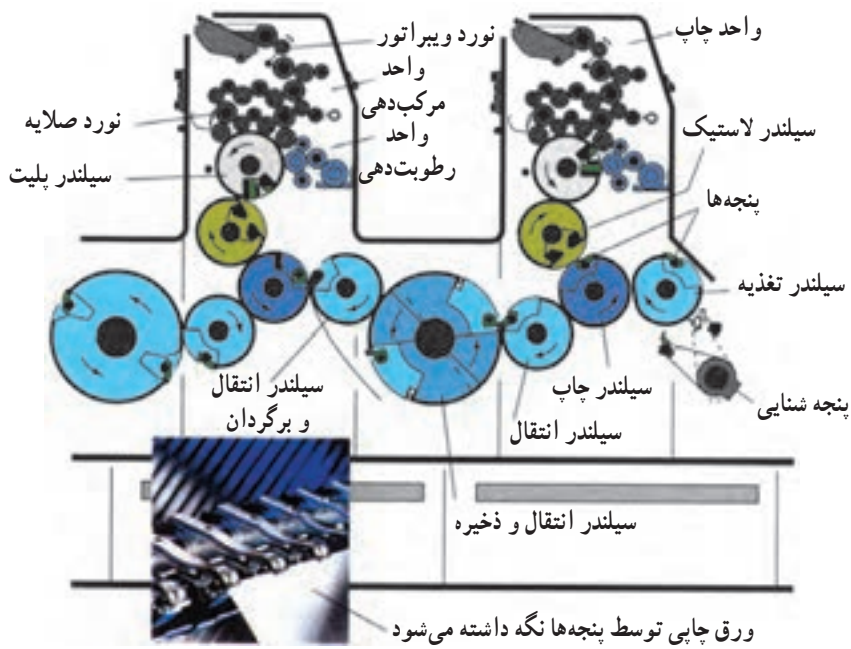
۵ــ۲ــ فناوری انتقال کاغذ (Paper Travel)

برای انتقال سالم و بدون آسیب ورق چاپی، تجهیزات متعدّدی به کار گرفته می‌شوند تا هدایت و انتقال کاغذ به خوبی صورت پذیرد. از این‌رو وجود سیستم‌های انتقال بسیار دقیق، اجزای هدایت‌گر، نظارت و بازرسی در امر تصحیح خطاهای ورود و عبور کاغذ در مسیر (تغذیه، واحدهای چاپ و در نهایت قسمت تحویل) بسیار الزامی است (شکل ۲۴ــ۲).



شکل ۲۴ــ۲ــ مسیر انتقال ورق چاپی

در واحد تغذیه، هر ورق کاغذ توسط نیروی مکش و اصطکاک حمل می‌شود. هر ورق قبل از آن‌که وارد واحد چاپ شود به نحو بسیار دقیقی تنظیم و به عبارتی سنجاق و نشان می‌شود. برای این منظور باید از سرعت حرکت کاغذ بکاهیم تا کاغذ از پهلو و جلو کنترل شود. در این صورت ورق کاغذ در حالتی کاملاً ایستا و ساکن، «تعیین راستا» می‌شود (شکل ۲۵ــ۲).



شکل ۲۵ــ۲ــ انتقال کاغذ به واحدهای چاپ

سپس توسط پنجه‌های انتقال (تعبیه شده بر روی سیلندر واسطه) شتاب می‌یابد و سرعت آن با سرعت تولید هماهنگ می‌شود.

در ماشین‌های چاپ با اندازه‌ی ۷۰×۱۰۰ سانتی‌متر، که معمولاً سرعتی معادل ۱۸۰۰۰ یا ۱۵۰۰۰ ورق در ساعت دارند، ورق چاپی سرعتی بیش از ۳/۵ متر در ثانیه پیدا می‌کند. سرعت بخشیدن به حرکت آرام ورق، از واحد تغذیه به واحد چاپ و هماهنگی آن با سرعت تولید، از جابه‌جایی و چرخش مؤثر و مناسب سیلندر واسطه‌ی تغذیه و سیستم‌های پنجه شناور به دست می‌آید.

۱ــ۵ــ۲ــ انتقال به واحد چاپ: در واحدهای چاپ ورق تغذیه شده به سیلندر چاپ منتقل می‌شود و سیستم‌های پنجه‌ی سیلندر (شکل ۲۴ــ۲) (تعبیه شده بر روی سیلندر چاپ)، ضمن حفظ کاغذ و حرکت دورانی سیلندر به دور خود، باعث می‌شود کاغذ از میان دو سیلندر لاستیک و چاپ شده عبور کند و تصویر بر روی کاغذ منتقل گردد. سپس انتقال به سیلندر واسطه بین دو واحدِ چاپ انجام می‌گیرد و ورق چاپی به واحد چاپی بعدی منتقل می‌گردد و یا در ماشین‌های تک رنگ به واحد تحویل هدایت می‌شود.

ــ ***فشار چاپ:*** برای فرآیند چاپ و انتقال مرکب بر روی ورق، لازم است فشاری بین سیلندر لاستیک و چاپ وجود داشته باشد. این فشار نسبت به ساختار سطح چاپی و ضخامت آن تعیین و اعمال می‌شود. این مورد، معمولاً با تنظیمات مناسب سیلندر لاستیک با سیلندر چاپ صورت می‌گیرد، به نحوی که اثری بر فشار تماس سیلندر و پلیت و لاستیک نگذارد.

ــ ***تأثیر مرکب:*** مرکب‌های افست حالتی سفت و خمیری و بسیار غلیظ دارند و در نتیجه چسبناک‌اند و این در صورتی است که کاغذ تازه چاپ شده نباید در تماس با لاستیک بچسبد، (وگرنه باعث جداشدن لایه‌ی سطحی کاغذ، ایجاد کندگیِ کار چاپی و یا پارگی آن می‌شود). بدین منظور پنجه‌ها با نیروی کششی مؤثر خود، ورق چاپ شده را از لاستیک جدا می‌سازد و هدایت می‌کند. بنابراین نیروی گیرایش پنجه‌ها و حفظ و کنترل لبه‌ی کاغذ درگیر پنجه‌ها بسیار مهم است. در عین حال این نیروی پنجه نباید بر روی کاغذ اثر بگذارد و به آن آسیب برساند.

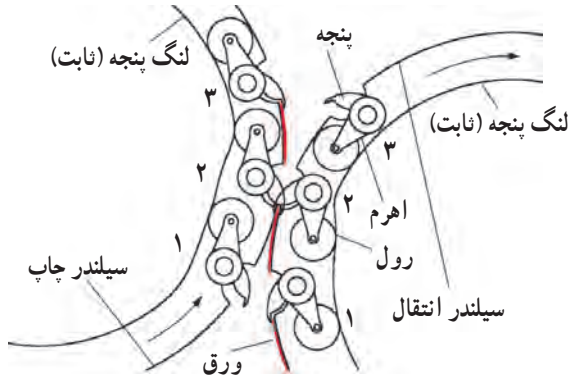
۲ــ۵ــ۲ــ انتقال به سیلندرها: انتقال ورق از سیلندری به سیلندر دیگر و از سیستم پنجه به پنجه‌ی دیگر، در صورتی به انجام می‌رسد که گردش کامل هر سیلندر به پایان رسیده باشد. زمان تبادل ورق از پنجه‌ای به پنجه‌ی دیگر در محدوده‌ی زاویه‌ای نزدیک به صفر و در مقطع کوتاهی صورت می‌گیرد. در این حالت در فاصله‌ای بسیار کوتاه دو سری پنجه از دو سیلندر تبادل‌کننده‌ی کاغذ، به طور همزمان، لبه‌ی کاغذ را می‌گیرند.

ــ ***فناوری حرکت همزمان:*** اگر این حرکت همزمان به طول انجامد، کاغذ توسط لبه‌های پنجه دچار پارگی می‌شود. حرکت مکانیکی باز و بسته‌شدن پنجه‌ها، که توسط لنگ‌ها کنترل می‌شوند، عهده‌دار این وظیفه‌اند و این امر مستلزم تنظیمی بسیار دقیق و هماهنگ با حرکت سیلندرهاست. این چرخه‌ی حرکتی بستگی کامل به نوع طراحی پنجه‌ها و نحوه‌ی کنترل عملیات آن دارد. مراحل حرکت پنجه‌ها و موقعیت لبه‌ی کاغذ در شکل ۲۶ــ۲ به نمایش درآمده است.

مرحله‌ی اول: پنجه‌ی سیلندر چاپ به سمت داخل حرکت می‌کند.

مرحله‌ی دوم: با حرکت همزمان، دو سیستم پنجه‌ها بسته هستند.

مرحله‌ی سوم: ورق توسط سیلندر چاپ تحویل گرفته می‌شود.



شکل ۲۶ــ۲ــ مراحل مختلف کنترل پنجه تا انتقال ورق

ــ ***آسیب‌پذیری ورق چاپ شده:*** هنگام انتقال ورق چاپی توسط «سیلندر انتقال» بین واحدهای چاپ، ورق چاپی‌ای که دارای مرکب تازه است، با سطح سیلندر انتقال تماس مستقیم می‌یابد و این در حالی است که هنوز مرکب به خوبی خشک نشده و ممکن است مرکب تازه بر روی سطح «سیلندرِ انتقال» منتقل شود. این مرکب به جا مانده موجب می‌شود ورق‌های چاپیِ بعدی آسیب ببینند و خدشه‌دار شوند.

ــ ***جلوگیری از آسیب‌پذیری:*** یک روش ساده برای جلوگیری از آسیب‌پذیری کار چاپی، استفاده از میل ستاره‌هاست. در این روش، میل ستاره‌ها جای‌گزین سطح بسته‌ی سیلندر می‌شود و نقاط تماس کار چاپی با سطح سیلندر، توسط ستاره‌ها دور نگه‌داشته می‌شوند. در این حالت ستاره‌ها در نوارهای بدون تصویر کار چاپی تنظیم می‌شوند تا بر روی آن خط نیندازند.

به هر حال، در این روش نیز تعویض پیاپیِ موقعیت ستاره‌ها نسبت به کار چاپی، کاری خسته‌کننده و وقت‌گیر خواهد بود. در بعضی موارد تصویر چاپی جایی بدون تصویر را برای تنظیم موقعیت ستاره‌ها ندارد و نیز ممکن است برای کارهای حساس، بر روی کار چاپی خط بیفتد.

راهکارهای دیگری نیز برای این منظور فراهم شده است. در این روش با استفاده از ساختار اختصاصی سطح سیلندرهای انتقال، نقاط تماس را به حداقل می‌رسانند و یا از روکش‌های اختصاصی و قابل تعویضی که دارای سطحی غیر چسبنده‌اند، بهره می‌گیرند.

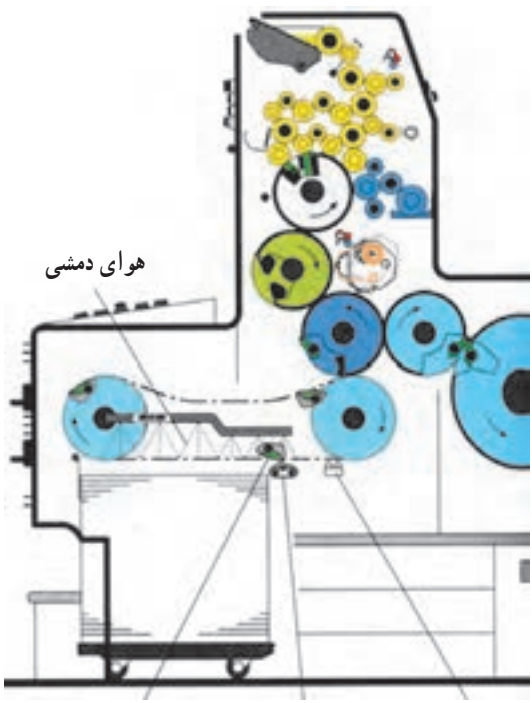
۳ــ۵ــ۲ــ انتقال به واحد چاپ دیگر: ورق انتقال یافته از یک واحد چاپ به واحد چاپ دیگر، باید دارای راستایی کاملاً یکسان باشد تا کیفیت بالای چاپی (تقریباً با دقتی معادل ۰/۰۱ میلی‌متر) را داشته باشد.

این نیاز به انتقال ورق چاپی در کنار سرعت‌های بالای تولید، از الزامات قابل توجه در نحوه‌ی حرکت ماشین‌ها و همزمانی عملکرد کلیه‌ی واحدهای چاپی است.

۴ــ۵ــ۲ــ انتقال به پالت

تحویل: قبل از آن‌که ورق چاپی در پالت تحویل دسته شود (شکل‌های ۲۴ــ۲ و ۲۵ــ۲) و بعد از آن‌که آخرین واحد چاپ را ترک کند (شکل ۲۷ــ۲)، تجهیزات متعددی برای اکثر ماشین‌های چاپ پیش‌بینی شده است تا عملیات تکمیلی ؛ مانند ورنی‌زنی، خشک‌کردن کار چاپی و یا، در ساده‌ترین حالت، پودرپاشی و تاب‌گیری ورق چاپی را به عهده گیرند (شکل ۲۷ــ۲).

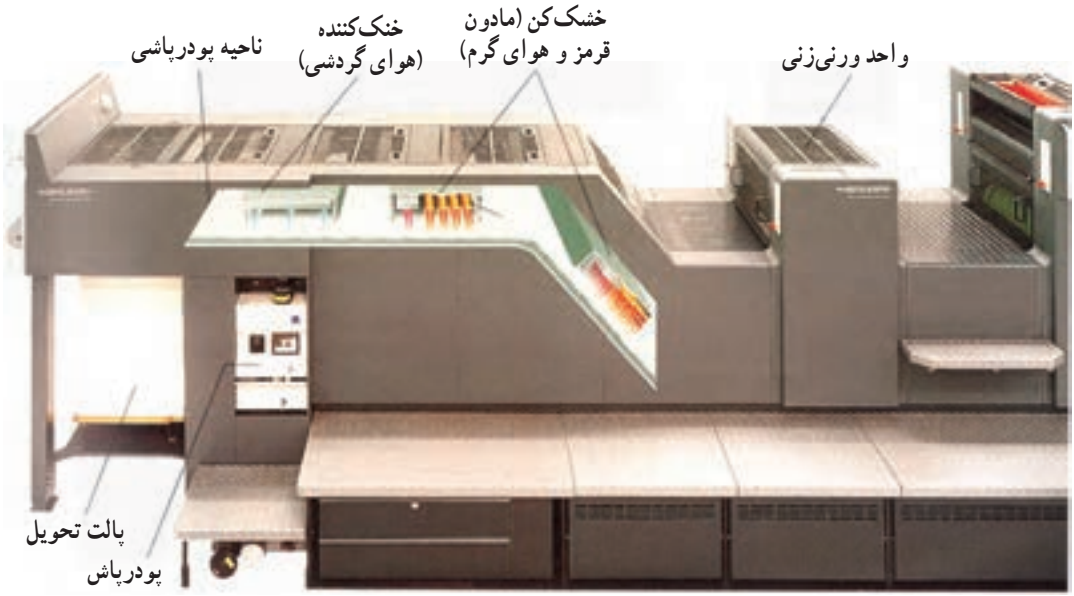
ــ سیستم‌های پنجه زنجیر: در مسیر آخرین «سیلندر چاپ» به «پالت تحویل»، ورق‌ها با سرعتی که در حال چاپ‌اند به سیستم‌های پنجه‌ی زنجیر منتقل می‌شوند تا در پالت تحویل



شکل ۲۷ــ۲ــ تحویل زنجیری برای واحد تحویل استاندارد

دسته‌سازی شوند. در این حالت قطعاً لازم است از سرعت حرکت ورق‌ها کاسته شود تا به آرامی به حالت ایستایی برسد و بر روی پالت بنشیند. در این قسمت، ورق بر روی بالشتکی از هوای فشرده شناور می‌شود و در نقطه‌ی انتهایی نیز توسط ترمزهای کاغذ و مکشِ انتهایِ ورق چاپی، سرعت و شتاب کاغذ گرفته می‌شود (شکل ۲۷ــ۲).

از دیگر عملیات در این قسمت، خشک‌کردن مرکب توسط خشک‌کن‌های مختلف و پودرپاشی آن به منظور جلوگیری از عارضه‌ی «پشت‌زدن» است که در قسمت تحویل صورت می‌گیرد (شکل ۲۸ــ۲).



شکل ۲۸ــ۲ــ اجزای ماشین چاپ پس از واحد چاپ

۶ــ۲ــ فناوری چاپ فلکسوگرافی

چاپ فلکسوگرافی، از فناوری چاپ برجسته بهره می‌گیرد. این روش چاپی به ویژه در چاپ بسته‌بندی، لیبل و روزنامه پیشرفت قابل توجهی داشته است. ویژگی اصلی چاپ فلکسو استفاده از فرم‌های چاپی منعطف است. این فرم‌ها نرم و قادر به تغذیه‌ی مرکب خاصی‌اند. استفاده از فرم‌های چاپی نرم و منعطف و هم‌چنین مرکب مناسب (ویسکوزیته پایین)، این امکان را می‌دهد که چاپ بر روی طیف وسیعی از سطوح چاپی جاذب یا غیرجاذب انجام گیرد. البته لازم است فرم‌های چاپی لاستیکی یا پلاستیکی فلکسو روی سیلندر پلیت چسبانده شوند.

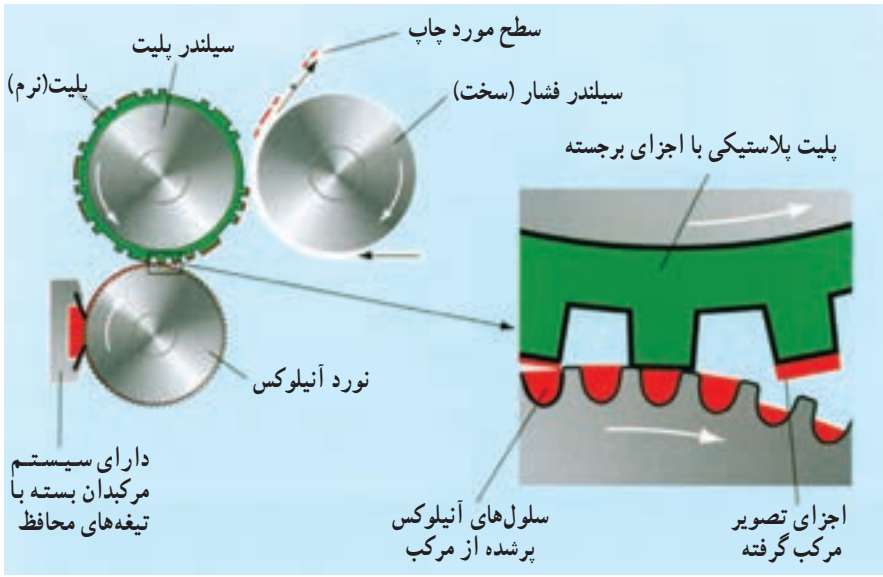
در این روش چاپ، فقط فشار اندکی لازم است تا بر اثر آن مرکب از روی پلیت بر روی کاغذ منتقل شود. در عین حال، این فشار ناچیز، باید تا حد ممکن به درستی روی تمام محل‌های چاپ شونده و در حال گذر اعمال شود. با این فشار نیروی گریز از مرکز در سیلندر و انحراف محور بیش‌تر جبران می‌شود.

حتی یک فشار کم برای پلیت‌های نرم و منعطف این روشِ چاپی کافی است تا یک چاپ خوب را برای ما به ارمغان آورد. این چاپ می‌تواند روی کارتن لایه‌دار نیز اعمال شود، بدون آن‌که آسیبی به آن برساند.

این نکته حائز اهمیت است که تغییر شکل یا دفرمه‌شدن پلیت فلکسو، به ویژه در مناطق روشن تصویر، می‌تواند به چاقی قابل ملاحظه‌ی ترام و دفرمه‌شدن اجزای تصویر منجر شود.

امروزه برای کارهای چاپیِ با کیفیت بالا، به ویژه در چاپ بسته‌بندی، از پلیت‌های فتوپلیمری استفاده می‌شود. این نوع پلیت‌ها دقت را تا ۶۰ خط بر سانتی‌متر افزایش می‌دهند.

۱ــ۶ــ۲ــ مرکب چاپ: مرکب با ویسکوزیته‌ی پایین توسط یک نورد مشبک دارای سلول (Cell) به نام نورد آنیلوکس (Anilox Roller) به فرم چاپی منتقل می‌شود. دقت این نورد ۶۰۰ــ۲۰۰ خط بر سانتی‌متر و سطح آن از جنس سرامیک یا فلز کروم سخت است. سلول‌های نورد آنیلوکس باعث انتقال مقادیر کنترل شده و یک‌نواخت مرکب می‌شود. استفاده از تیغه‌ی داکتر (Doctor Blade) بر روی نورد آنیلوکس، باعث می‌شود مرکب اضافه به روی نورد منتقل نشود (شکل ۲۹ــ۲).



شکل ۲۹ــ ۲

در حال حاضر کاربرد این شیوه‌ی چاپی رو به رشد است. مهم‌ترین دلایل کاربرد رو به رشد ماشین‌های فلکسوگرافی عبارت‌اند از :

الف) کاربری نسبتاً آسان

ب) سازگاری مناسب این شیوه با مرکب‌های پایه‌ی آب

استفاده از این مرکب‌های پایه‌ی آب موجب می‌شود مقادیر ذرات ارگانیک فرار (VOC) به‌طور چشم‌گیری کاهش یابند. این ذرات، آلاینده‌ی محیط زیست‌اند.

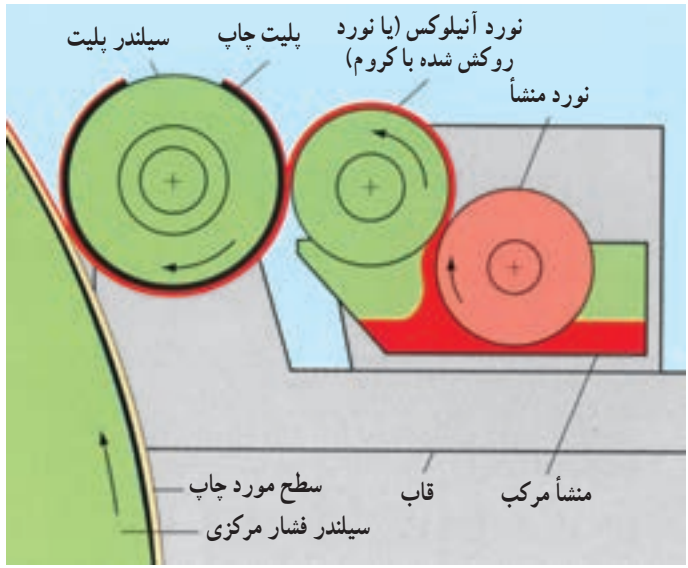
۲ــ۶ــ۲ــ سطح چاپی: فلکسوگرافی تنها روش چاپی‌ای است که چاپ با آن بر روی لفاف‌های بسیار نازک و منعطف عملی است. هم‌چنین با آن، بر روی تمام کاغذها، مقواهای کلفت، مواد بسته‌بندی با سطح زبر و انواع پارچه‌ها می‌توان چاپ کرد.

۳ــ۶ــ۲ــ کیفیت چاپ: کیفیت چاپی این روش، در قیاس با روش چاپ افست، پایین‌تر است. دقت تصویر چاپ شده در چاپ فلکسوگرافی، ۴۸ خط بر سانتی‌متر (معادل ۱۲۰ خط بر اینچ) است، که در مقایسه با روش چاپ افست، با حد استاندارد ۱۲۰ــ۶۰ خط بر سانتی‌متر (معادل ۳۰۰ــ۱۵۰ خط بر اینچ) اندکی کم‌تر است. کاربرد فناوری از کامپیوتر به پلیت عامل مهمی در بهبود کیفیت پلیت‌های فلکسو بوده است. استفاده از این نوع پلیت‌ها دقت را تا ۳۰۰ــ۱۵۰ خط بر اینچ افزایش داده است.

۴ــ۶ــ۲ــ واحدهای چاپ: واحدهای چاپ به طور معمول شاملِ واحد مرکب‌دهی، سیلندر چاپ و سیلندر فشار است (شکل ۲۹ــ۲). در حال حاضر از دو نوع فناوریِ متفاوت واحد مرکب‌دهی استفاده می‌شود :

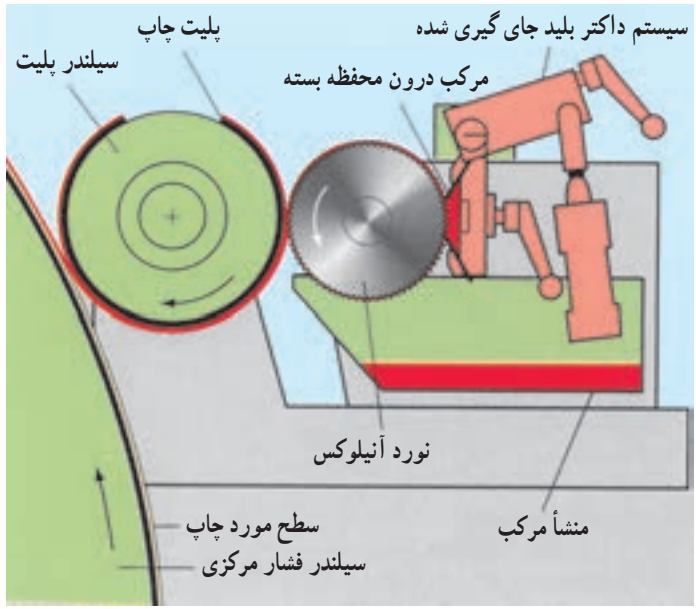
ــ ***سیستم نورد منشأ (Fountain Roller System):*** در این سیستم میزان مرکب توسط تماس نورد آنیلوکس با نورد غوطه‌ور، در منشأ مرکب اندازه‌گیری و تأمین می‌شود (شکل ۳۰ــ۲).

واحد مرکب‌دهی نورد منشأ (واحد مرکب‌دهی سه نوردی) سیستمی ساده و کم‌هزینه است، اگر چه این سیستم، امروزه به ندرت در ماشین‌های چاپ جدید استفاده می‌شود. اندازه‌گیری درست مرکب در این سیستم تنها برای حیطه‌ی محدودی ممکن است. زیرا اگر هنگام تولید طولانی مدت، بیش از اندازه مرکب ارسال شود، توده‌ای از آن در فضاهای خالی بین نقاط تصویریِ روی فرم چاپ جمع می‌شود. اگر مرکب خیلی کم ارسال شود، دیگر نمی‌توان مطمئن بود که فرم چاپ به طور کامل مرکب بگیرد. در این صورت تصویر چاپی دچار ایراد می‌شود. در چاپ افست، از این فناوری به تناوب در واحدهای ورنی برای ورنی‌زنی تمام سطح و موضعی، با استفاده از پلیت‌های فلکسوگرافی استفاده می‌شود.



شکل ۳۰ــ۲

ــ ***واحد مرکب‌دهی داکتر بلید:*** این واحد به نورد آنیلوکس و تیغه مجهز است. سیستم چمبر داکتر بلید نوع پیشرفته این سیستم است (شکل ۳۱ــ۲).



شکل ۳۱ــ۲

با افزایش اهمیت چاپ‌هافتن و نیاز فزاینده به کیفیت چاپ، سیستم‌های مرکب‌دهی ارتقا می‌یابند و مورد نیاز واقع می‌شوند. واحدهای مرکب‌دهی با نورد آنیلوکس و سیستم‌های محفظه‌ی بسته چمبر داکتر بلید، امروزه از ترکیبات استاندارد کلیه‌ی ماشین‌های چاپ با کیفیت بالاست.

۵ــ۶ــ۲ــ فناوری نورد آنیلوکس: در سال ۱۹۳۸ م. «داگلاس تاتل» و «جووینر» از کشور آمریکا درخواست کردند «نورد» آنان به نام Anilox Roller به ثبت برسد.

این دو، در بزرگ‌ترین کمپانی بین‌المللی مرکب‌سازی، که مرکب‌های هلیوگراور، افست، لترپرس و فلکسو (ANILINE) را تولید می‌کرد، مشغول به کار بودند. هر دو نفر مدت‌ها درباره‌ی انتقال مرکب به وسیله‌ی سیلندر حکاکی شده‌ی هلیوگراور و چگونگی سهولت چاپ در آن، بحث و گفت‌وگو می‌کردند.

برای انجام این کار سیلندری را آب مس دادند و به وسیله‌ی عمل مکانیکی ترام‌های کنترل شده را از نظر شکل و اندازه بر روی سیلندر حکاکی نمودند. سپس برای استحکام بهتر و دوام بیش‌تر دیواره‌ی ترام‌ها، آن‌را درون وان کروم قرار دادند و به وسیله‌ی جریان برق به آبکاری سیلندر اقدام کردند و پس از تست سیلندر دریافتند که عمل انتقال مرکب به راحتی و سهولت بیش‌تری انجام می‌گیرد. ضمن این که با این روش می‌توانستند بسیاری از کنترل‌های لازم را بر روی مرکب انجام بدهند.

در نهایت آن‌را نورد آنیلوکس نام‌گذاری کردند. این فناوری عملاً در سال ۱۹۳۹ م. به بازار عرضه شد و هم اکنون می‌توان آن‌را قلب سیستم چاپ فلکسوگرافی نام نهاد. بعدها (در سال ۱۹۷۰) صنعت‌گران رول و چاپ فلکسو به وجود پودری به نام سرامیک و کاربرد آن در این صنعت پی بردند و طی پروژه‌ای آن‌را تا ۹۰۰۰ درجه فارنهایت حرارت دادند تا به صورت اسپری درآید و در این حالت سرامیک را بر روی سیلندر حکاکی شده اسپری می‌کردند.

طی پژوهش‌های علمی و عملی‌ای که در طول این سال‌ها انجام گرفت، به وضوح پذیرفته شد که :

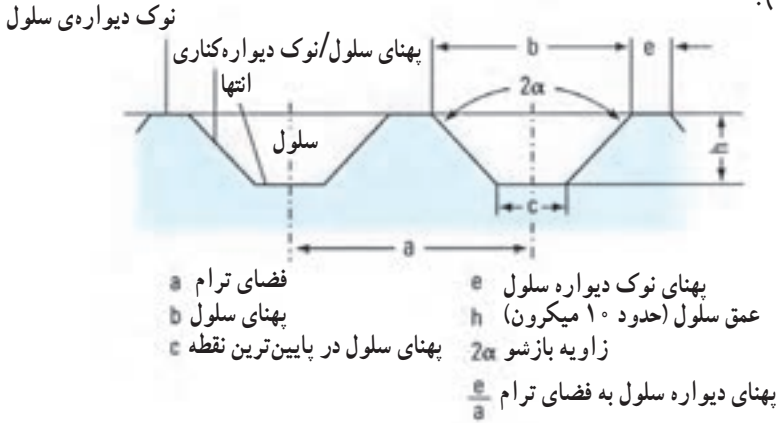
سیلندرهای سرامیکی دارای استحکام بیش‌تری در دیواره سلول‌ها دارند و مدت عمری تا ۱۰ برابر بیش‌تر از سیلندرهای با پوش کُرومی خواهند داشت. هم‌چنین در مقایسه‌ی این دو سیلندر، با در نظر گرفتن سلول‌های هم شکل و هم اندازه مشاهده شده است که در سیلندرهای سرامیکی، مرکب بیش‌تری به پلیت انتقال می‌یابد. ضمن این‌که با استفاده از سیلندر سرامیکی، سرعت ماشین را به راحتی می‌توان افزایش داد.

امروزه سیلندرهای سرامیکی به جهت داشتن حساسیت و دقت بالا و بهتر، به وسیله‌ی سیستم‌های لیزری تهیه و به بازار عرضه می‌شوند.

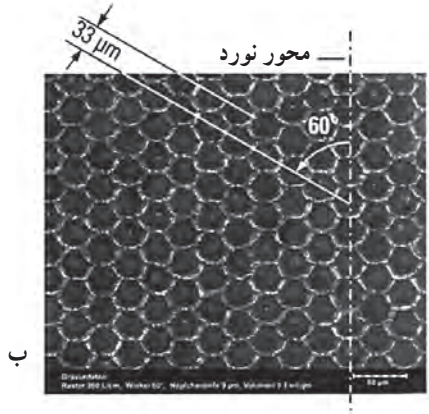
یکی دیگر از ابزارهای مورد نیاز مرتبط با نورد آنیلوکس، نوعی تیغه به نام داکتر بلید (Doctor Blade) است. این تیغه‌ها که عموماً از جنس استیل‌اند روی جعبه‌ی مستطیل شکلی نصب شده‌اند و دو سر این جعبه به وسیله‌ی دو پوشش لاستیکی انعطاف‌پذیر بسته شده است. تیغه‌ی داکتر بلید به شکلی روی نورد آنیلوکس قرار می‌گیرد که در محل تماس تیغه با نورد، تانژانت زاویه‌ی آن ۳۰ درجه باشد.

سیستم داکتر بلید در تنظیم مقدار مرکبی که از نورد آنیلوکس به سیلندر پلیت منتقل می‌شود و هم‌چنین در افزایش سرعت ماشین، نقش مهم و قابل توجهی دارد.

ساختار نورد آنیلوکس: نورد آنیلوکس، عنصر مرکزی واحد مرکب‌دهی است. در اصل هندسه‌ی سلولی و توزیع سلولی، حجم نورد آنیلوکس را تعیین می‌کند ($Scoop/cell\,(cm^3/m^2)$) (شکل ۳۲ــ۲).



الف ــ هندسه سلول



ب

ب ــ عکس میکروسکوپی سطح نورد سرامیک ۳۰۰ سلول در سانتی‌متر

شکل ۳۲ــ۲ــ نورد آنیلوکس

برای دست‌یابی به ضخامت لایه‌ی مرکب، باید از نوردهایی با حجم متفاوت سلولی، بر طبق نیاز استفاده شود. واحد تیغه اطمینان ایجاد می‌کند که سلول‌ها طوری پر شده‌اند که قابلیت بازْتولید با مرکب را داشته باشند. در نتیجه حجم مشخصی از مرکب همیشه به فرم چاپی ارسال می‌شود.

مرکب در مرحله‌ی انتقال (یک‌نواختی، ضخامت لایه‌ی مرکب، نبود اثر پیچازی و غیره) از حجم سلول (Cell Volume)، شیوه‌ی خالی شدن سلول (Emptying Behavior)، ویژگی‌های تغییر شکل، برگشت مکانیکی و نورد کاری مرکب، و هم‌چنین از شیوه و تنظیم ویژگی‌های سطح پلیت چاپ و سطح مورد چاپ، تأثیر می‌گیرد.

کروم و سرامیک که در حال حاضر گسترده‌ترین استفاده را دارند، استاندارد سطوح نورد هستند (شرح تولید در جدول ۱ــ۲) فرکانس یا فراوانی ترام ۳۰۰ــ۱۵۰ خط در سانتی‌متر برای حجم سلولی $10\ cm^3/m^2$ مقادیر معمول هستند.

جدول ۱ــ۲ــ ویژگی‌ها و مرحله تولید نوردهای آنیلوکس کروم و سرامیک

شرح	نورد کروم	نورد سرامیک
ویژگی‌ها	• ارزان قیمت، زمان اجرای کوتاه • فراوانی ترام تا حدود ۲۰۰ سلول در سانتی‌متر (۵۰۰ سلول در اینچ) • حجم سلول محدود به فرآیند تولید	• گران قیمت، بسیار مقاوم در برابر سایش • فراوانی ترام تا حدود ۶۰۰ سلول در سانتی‌متر (۱۵۰۰ سلول در اینچ) • سطح بالاتر حکاکی ظریف، حجم‌های مختلف سلول با همان قانون ترام‌گذری ممکن است.
تولید	• آبکاری مس نورد حکاکی نشده (مانند استیل) • شکل دادن سطح توسط : ــ نورد عاج‌دار ــ ایجاد سلول به وسیله‌ی ابزار الماسه ــ حکاکی با قلم فولادی (Stylus) ــ اسیدزنی پس از ماسک‌کردن • آبکاری کروم سطح (پوشش ضد سایش)	• پوشش پلاسما نورد حکاکی‌نشده (مانند استیل) با سرامیک • پرداخت ماشینی دقیق • حکاکی لیزری (تبخیر مواد)

ـ انتخاب نورد: قوانین کاربردی برای انتخاب نوردهای آنیلوکس به شرح زیرند :

برای لایه‌ی مرکب ۲ میکرونی (خیس) روی سطح (برابر با $۲\ cm^3/m^2$)، حجم سلولی نورد آنیلوکس باید برابر با $۴\ cm^3/m^2$ باشد. (هم‌چنین در فلکسوگرافی، مثل چاپ افست، به عنوان یک تخمین اولیه دو لایه شدن مرکب حدود نصف است) فراوانی شبکه‌های نورد باید حداقل ۵/۵ برابر ترام روی پلیت باشد (مثال : حداقل ۲۶۰ خط در سانتی‌متر برای ترام‌گذاری معمول ۴۸ خط در سانتی‌متر). فرکانس‌های ترامِ کم‌تر روی پلیت هم توسط فرکانس‌های ترامِ بالاتر نورد آنیلوکس پوشیده می‌شوند. اگر فرکانس نورد در مقایسه با ترام روی پلیت خیلی کم‌تر باشد، در مرکب‌رسانی خلل ایجاد می‌کند و یا ممکن است پدیده پیچازی روی دهد.

زاویه‌ی حکاکی (زاویه نسبت به محور نورد) ۶۰ درجه در خصوص یک سلول، در بیش‌تر موارد، به شکل شش ضلعی ترجیح داده می‌شود، ولی نمی‌توان آن را به عنوان یک قانون کلی قلمداد کرد. شرح کلی و اطلاعات در مورد نوردهای کروم و سرامیک در جدول ۱ـ۲ آمده است.

۷ـ۲ـ فناوری چاپ گراور (Gravure Printing)

«گراور» روشی قدیمی است که آغاز آن به صفحات مسی حکاکی شده در قرن پانزدهم باز می‌گردد. حدود ده تا پانزده درصد از کارهای چاپی به این روش تولید می‌شوند. البته این درصد رو به کاهش است. زیرا ساخت سیلندرهای گراور گران قیمت است و چاپ آن به نیروی انسانی زیادی نیاز دارد. این نوع چاپ برای تیراژهای بالا مقرون به صرفه است. این روش چاپی قابلیت چاپ روی سطوح مختلف (از نازک‌ترین فویل‌ها تا ضخیم‌ترین مقواها) را دارد. چاپ گراور می‌تواند به صورت یک رو و دورو و به صورت چند رنگ صورت بگیرد.

معمولاً از چاپ گراور برای تیراژ در حدود میلیون استفاده می‌شود. مهم‌ترین تولیدات این روش چاپی گاهنامه، مجله، فیلم‌های پلاستیکی، فویل‌های متالیک، فیلم‌های شفاف، ساک‌های دستی و چاپ امنیتی است. شکل ۳۳ـ۲ تصویری از ماشین روتوگراور را، که برای چاپ مجلات به کار می‌رود، نشان می‌دهد.

۱ـ۷ـ۲ـ روش کلی چاپ گراور: قاعده‌ی کلی بدین صورت است که قسمت‌های چاپی داخل سیلندر گراور گود می‌شود و قسمت‌های غیرچاپی در همان سطح اولیه خود باقی می‌ماند. قبل از این‌که چاپ صورت گیرد پلیت (شامل قسمت‌های چاپ شونده و چاپ نشونده) داخل مرکبدان قرار می‌گیرد. سپس تیغه‌ی داکتر روی سطح سیلندر فرم، مرکب‌های اضافی را از

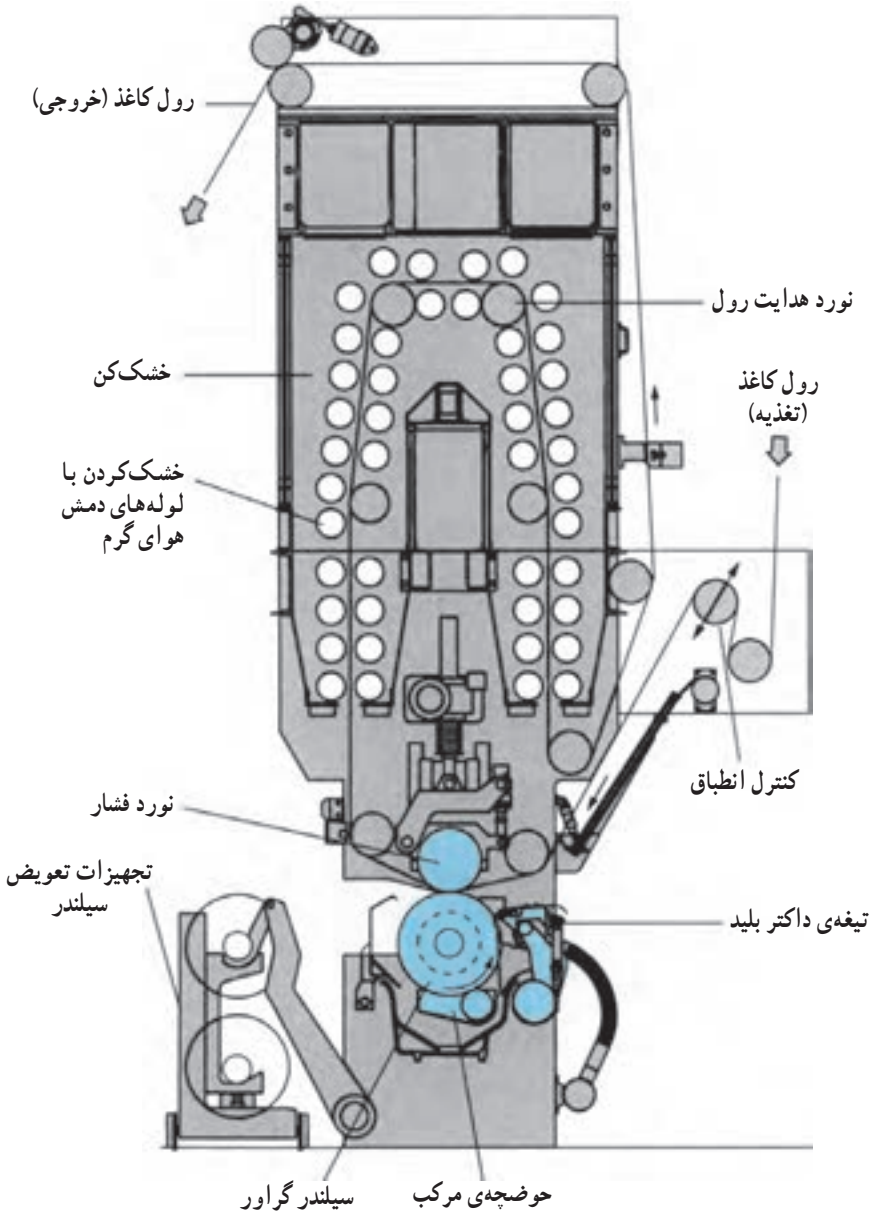
شکل ۳۳ــ۲

قسمت‌های چاپ نشونده پاک می‌کند. در نتیجه مرکب فقط داخل سلول‌ها (قسمت‌های گود سیلندر فرم که شامل تصاویرند) می‌ماند. در حالی‌که فشار زیادی بین کاغذ (یا هر سطح چاپ‌شونده‌ی دیگر) و سیلندر فرم وجود دارد مرکب به کاغذ منتقل می‌شود. چاپ گراور به دو صورت تخت و روتوگراور وجود دارد، که نوع دوم ارزان‌تر است. شکل ۳۴ ــ۲ نمای واحد چاپ گراور را نشان می‌دهد.

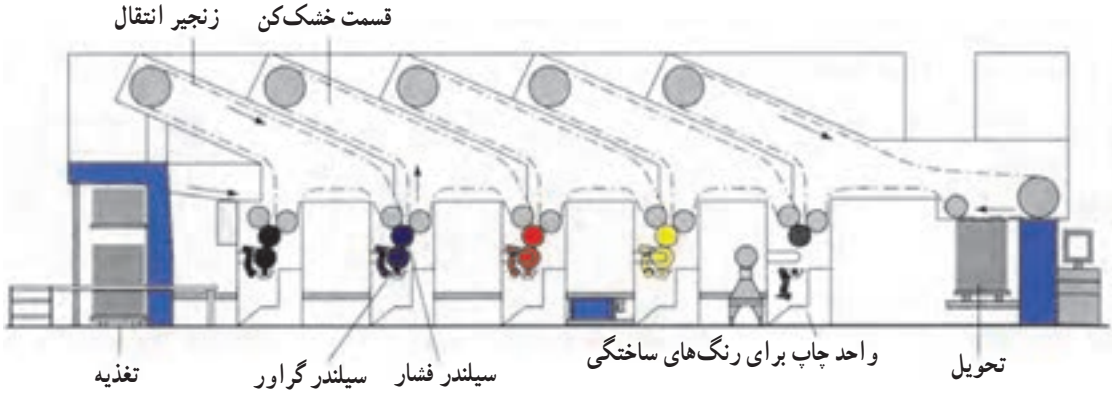
۲ــ۷ــ۲ــ ویژگی چاپ: در چاپ گراور هر سیلندر فرم، شامل یک رنگ است. یعنی اگر کار ۴ رنگ باشد ۴ سیلندر فرم مورد نیاز است. از این‌رو چاپخانه‌هایی که چندین کار چاپی تکراری دارند، با هدف بهره‌وری بیش‌تر، سیلندرها را برای دوره‌های بعد نگه‌داری کنند.

سیستم چاپ خیس روی خیس در چاپ گراور وجود ندارد، زیرا ویسکوزیته‌ی مرکب آن بسیار پایین است. بعد از هر واحد رنگ چاپ، یک واحد خشک‌کن وجود دارد.

چاپ گراور چاپ نسبتاً با کیفیتی است. زیرا عمق و سطوح متفاوت سلول‌ها قادرند تن‌های مختلف یک عکس را به چاپ برسانند. به همین دلیل از این چاپ در صنعت بسته‌بندی استفاده می‌شود. حروفی که با چاپ گراور به چاپ می‌رسند اکثر لبه‌های دندانه‌دار (حالت رنجه) دارند. این مشخصه‌ی شناسایی چاپ گراور است.


رول کاغذ (خروجی)
نورد هدایت رول
خشک‌کن
رول کاغذ
(تغذیه)
خشک‌کردن با
لوله‌های دمش
هوای گرم
کنترل انطباق
نورد فشار
تجهیزات تعویض
سیلندر
تیغه‌ی داکتر بلید
سیلندر گراور
حوضچه‌ی مرکب

شکل ۳۴ــ۲

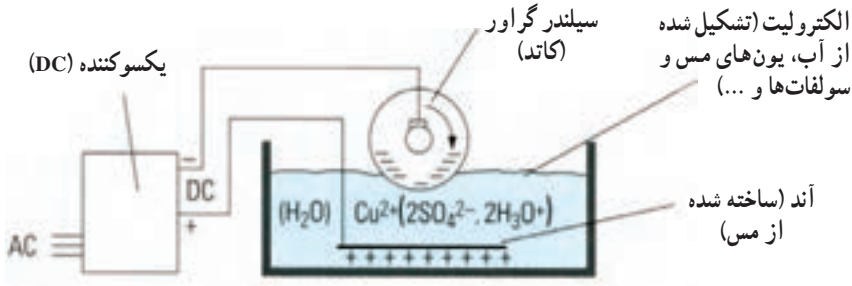


شکل ۳۵ــ۲

امروزه نوع چاپ ورقی گراور شکل ۳۵ــ۲ کم‌تر به کار می‌رود و در اکثر موارد از چاپ رول استفاده می‌کنند. در سیستم رول به سیلندرهای بدون درز و یک‌پارچه احتیاج داریم و تصویر به روش اسیدزنی و یا الکترومکانیکی به سیلندر منتقل می‌شود. گفتنی است این روش انتقال خیلی گران قیمت است.

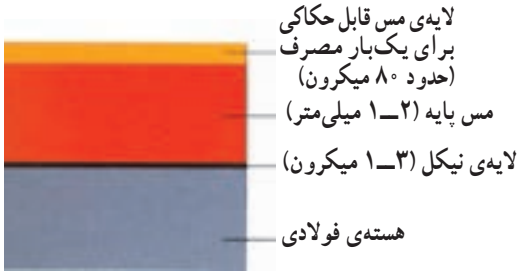
۳ ــ۷ــ۲ــ فناوری گودسازی سیلندرهای فرم: طراحی اولیه‌ی سیلندرها بدین صورت است که یک استوانه‌ی توخالی از جنس استیل ساخته می‌شود. این استوانه یک‌پارچه و بدون درز است. روی آن یک لایه‌ی مس قرار می‌گیرد با این هدف که اندازه‌ی قطر سیلندر با این لایه تنظیم شود. سپس روی این لایه یک لایه‌ی دیگر مس قرار می‌گیرد. عمل گودسازی سیلندرِ فرم روی این لایه صورت می‌گیرد. در زیر، انواع فناوری آبکاری مس سیلندر گراور را به اختصار شرح می‌دهیم.

الف) روش لایه‌ی نازک (The Thin Layer Method): در این روش لایه‌ی مسِ خیلی نازکی (حدود ۸۰ میکرون) روی لایه‌ی مس پایه قرار می‌گیرد. در مرحله‌ی آبکاری الکتریکی (Electroplating) این لایه را فقط یک‌بار می‌توان گود ساخت (شکل ۳۶ــ۲).



شکل ۳۶ــ۲

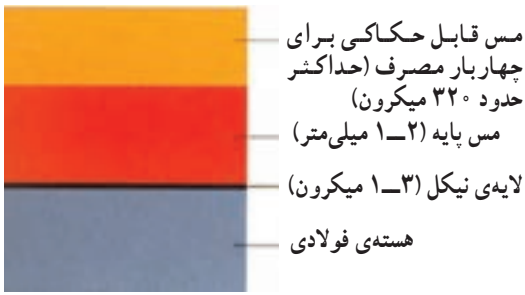
مزیت این روش این است که کلیه‌ی سیلندرهای گراور از یک نوع، دارای قطر هم‌سانی خواهند بود و بعد از آبکاری الکتریکی، به عملیات ترمیم مکانیکی سطح سیلندر کم‌تر نیاز دارد. کاربرد روش لایه‌ی نازک در حدود ۳۵٪ است (شکل ۳۷ــ۲).



شکل ۳۷ ــ۲

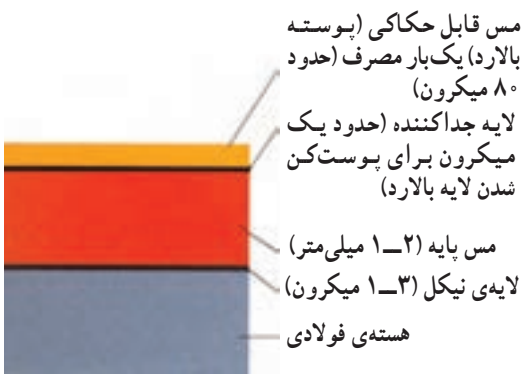
ــ روش بازیافت مس: در روش بازیافت مس، لایه‌ی دوم مس در مرحله‌ی آبکاری الکتریکی از بین می‌رود. در این روش یک لایه‌ی نازک نیکل به ضخامت ۲۵ میکرون بین دو لایه قرار می‌گیرد. روش بازیافت مس در حدود ۵٪ کاربرد دارد.

ب) روش لایه‌ی ضخیم (The Thick Layer Method): در این روش لایه‌ی دوم مس به ضخامت تقریبی ۳۲۰ میکرون روی لایه‌ی مس پایه قرار می‌گیرد. از سیلندری با این لایه‌ی ضخیم می‌توان حدود چهار بار در کارهای چاپی مختلف استفاده کرد. لایه‌ی مسِ حدود ۸۰ میکرون، در مراحل مکانیکی و یا آبکاریِ الکتریکی از بین می‌رود. بعد از این‌که این ۸۰ میکرون تحلیل رفت لایه‌ی جدید مس گود می‌شود و جای آن را می‌گیرد. کاربرد این روش در حدود ۲۰٪ است (شکل ۳۸ــ۲).



شکل ۳۸ ــ۲

پ) روش پوسته‌ی بالارد (The Ballard Method): این روش شبیه به روش لایه‌ی نازک است (لایه‌ی مس حکاکی شده‌ی یک‌بار مصرف). لایه‌ی مس پایه به روش الکتریکی توسط پوسته‌ای به ضخامت ۱۰۰ــ۸۰ میکرون پوشش می‌شود. لایه‌ی ویژه‌ای هم بین

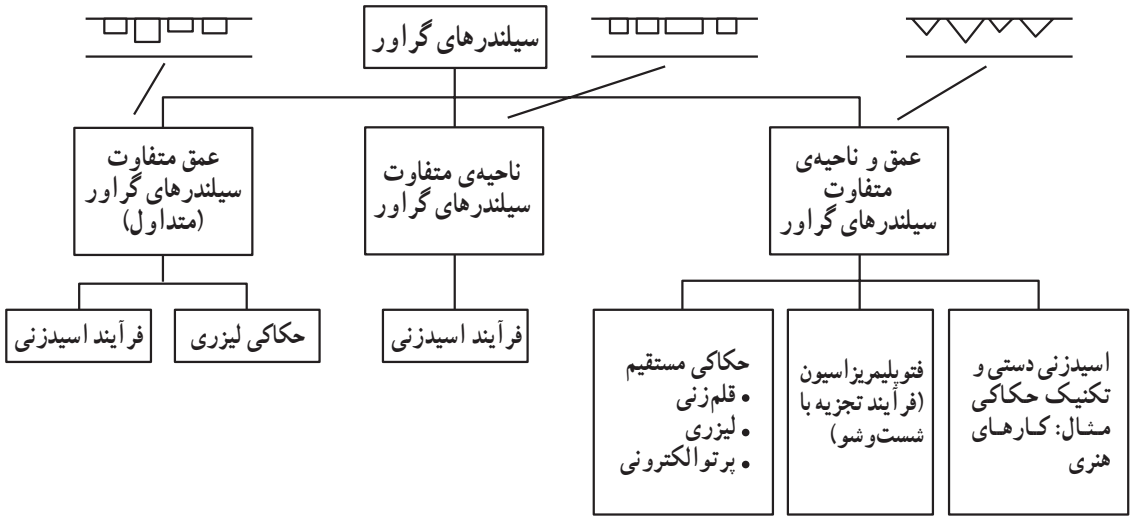


شکل ۳۹ ــ۲

مس پایه و پوسته‌ی بالارد قرار داده می‌شود تا پوست‌کن شدن لایه‌ی بالارد را بعد از چاپ سیلندر گراور، تضمین کند. کاربرد این روش در حدود ۴۵٪ است (شکل ۳۹ــ۲).

۴ــ۷ــ۲ــ فناوری نگاشت سیلندر: ریشه‌ی چاپ گراور به قرن پانزدهم، زمانی که هنرمندان قلم‌زن صفحات مسی را حکاکی می‌کردند، باز می‌گردد. در قرن شانزدهم با فناوری اسیدزنی (Etching) و بعد از آن با دست‌یابی به روش انتقال تصویر ژلاتینی به فلز، موجبات ظهور فناوری‌های نگاشت سیلندرهای فرم در چاپ گراور فراهم آمد. امروزه فناوری‌های نگاشت سیلندر به سرعت در حال گسترش است، تا جایی که صاحب‌نظران گسترش چاپ گراور را مدیون فناوری‌های نوین نگاشت سیلندر دانسته‌اند.

تن‌های پیوسته مانند سایه‌روشن تصویر در گراور سنتی (اسیدزنی) از سلول‌های با عمق متفاوت به دست می‌آید. در عین حال، شکل ترکیبی این روش با نواحی متفاوت سلول‌ها، یعنی استفاده از قطر و عمق قابل تغییر سلول‌ها، امکانات بهتری را برای ایجاد تن‌های پیوسته سایه‌روشن به وجود آورده است. شکل ۴۰ــ۲ نمای کلی تولید سیلندرهای گراور را نشان می‌دهد.



شکل ۴۰ــ۲

در ادامه روش‌های مختلف نگاشت تصویر را توضیح می‌دهیم.

الف) روش اسیدزنی (Etching): برای انتقال تصویر به روش سنتی اسیدزنی (تیزاب‌کاری) مراحل زیر صورت می‌گیرد :

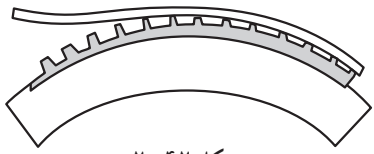
ــ حساس‌کردن ورقه‌ی پیگمنتی آغشته به ژلاتین توسط محلول نمک کرومی

ــ انتقال تصویر از طریق نوردهی ورق پیگمنتی

ــ لمینیت ورق پیگمنتیِ حامل تصویر، توسط ماشین انتقال ورق به سیلندر (شکل ۴۱ــ۲).

شکل ۴۱ــ۲

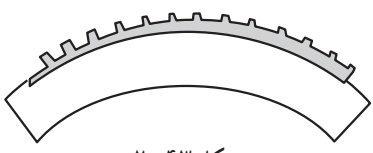
ــ تثبیت ورق پایه (که بعداً برداشته می‌شود) برای اطمینان از انتقال با انطباق دقیق



شکل ۴۲ــ۲

ــنرم‌سازی و برداشت کاغذ پایه (شکل ۴۲ــ۲).

ــ مرحله‌ی ظهور، شامل شست‌وشوی قسمت‌های نور نخورده‌ی ژلاتین در وان آب گرم (۴۰ درجه) و خشک‌کردن سیلندر، که باعث می‌شود لایه‌ی ژلاتین با ضخامت‌های متفاوت ایجاد شود (شکل ۴۳ــ۲).

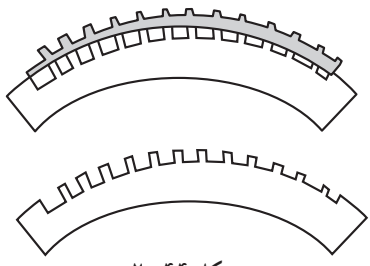


شکل ۴۳ــ۲

ــ پوشش قسمت‌های غیرچاپی با ورنی آسفالت، در صورت نیاز به تصحیح

ــ اسیدکاری سیلندر در داخل وانی از محلول کلرور آهن‌دار (Ferrous Chloride)

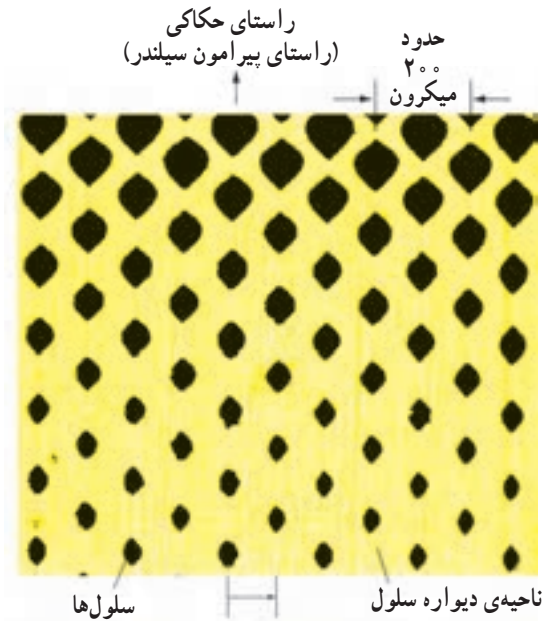
ــ نفوذ اسید به داخل لایه‌ی ژلاتین و لایه‌ی مسِ حامل تصویر (هر چه لایه‌ی ژلاتین عمیق‌تر باشد اسید زودتر به مس می‌رسد و در نتیجه سلول‌های عمیق‌تری به وجود می‌آورد) (شکل ۴۴ــ۲).



شکل ۴۴ــ۲

ب) روش الکترومکانیکی: مدت زمان لازم برای گودسازی سیلندر به روش الکترومکانیکی کم‌تر از روش اسیدزنی است. در این روش داده‌های تصویر در یک سیستم پردازشگر به علائم دیجیتال و سپس به علائم آنالوگ تبدیل می‌شود.

این علائم به ماشین حکاکی مجهز به قلم‌های الماسه انتقال می‌یابد. سیلندر گراور بسته شده در این ماشین با سرعت سطحی ثابت می‌گردد (بسته به نوع ترام، حدود یک متر در ثانیه) و همزمان قلم



شکل ۴۵ــ۲

حکاکی (Stylus) با ایجاد ضربان مکانیکی و حرکت نوسانی عمق‌های متفاوتی را در لایه‌ی مس به وجود می‌آورد (تولید ۴۰۰۰ سلول در ثانیه) (شکل ۴۵ ــ۲).

فواصل سلول‌ها یکسان‌اند و در جهت حکاکی قرار می‌گیرد. تعداد سرهای ماشین گودسازی به عرض ماشین رول بستگی دارد و تا ۱۶ سر می‌تواند داشته باشد. ولی معمولاً از ۸ سر استفاده می‌شود. پس از مرحله گودسازی سیلندر، مقدار کمی صیقل داده می‌شود (شکل ۴۶ــ۲).

پ) روش لیزر: در گذشته تلاش زیادی می‌شد تا عمل گودسازی سریع‌تر و ارزان‌تر انجام شود. امروزه این اتفاق رخ داده است و روش گودسازی بدون تماس به‌وجود آمده است. این روش به وسیله‌ی پرتو الکترونی یا لیزر صورت می‌گیرد. در سال ۱۹۹۵ روش گودسازی با استفاده از لیزر اختراع شد. در این روش، داده‌های تصویر از طریق انرژی حرارتیِ حاصل شده از پرتو لیزر، مستقیماً به لایه‌ی روی منتقل می‌شود. ضربان پرتو لیزر با سرعتی تا هفتاد هزار بار در ثانیه، باعث می‌شود در فلزِ روی تبخیر نقطه‌ای و سپس ایجاد حفره صورت گیرد. نکته قابل توجه این است که روش لیزر از محدودیت‌ها و لغزش‌های روش‌های اسیدزنی و الکترومکانیکی مبرّاست.

شکل ۴۶ــ۲

آزمون پایانی (۲)

۱ــ کدام یک از گزینه‌های زیر از ویژگی‌های تأثیرگذار لاستیک بر فرآیند چاپ افست است؟

الف) انتقال ته‌رنگ　　پ) کشش سطحی

ب) ترکیب مرکب　　ت) زبری سطح نورد

۲ــ کدام یک از گزینه‌های زیر از ویژگی‌های محلول رطوبت‌دهنده در چاپ افست است؟

الف) آلودگی آب و pH اسیدی

ب) شوینده‌ها، محلول‌های بافر و pH بازی

پ) تغییرات حرارت در لاستیک بر روی سطح چاپ‌شونده

ت) گرانروی و چسبندگی

۳ــ به چه صورت سطح پلیت آمادگی جذب آب را پیدا می‌کند؟

الف) توسط تأثیر نور

ب) تابش نور مؤثر UV

پ) لایه‌ی نازک اکسید آلومینیم

ت) توسط داروی ظهور و ثبوت مخصوص

۴ــ امتیاز اصلی سیستم رطوبت‌دهی گریز از مرکز چیست؟

الف) تناسب بین مرکب و محلول رطوبت‌دهی

ب) تناسب بین رطوبت در نورد مرکب

پ) تناسب بین تشتک محلول و پلیت چاپی

ت) امتیازی در این سیستم وجود ندارد. فقط به روش قطره‌ای روی نورد پرتاب می‌شود.

۵ــ سفتی و خمیری مرکب چه مشکلی در روی سطح کاغذ ایجاد می‌کند؟

الف) پشت‌زدن کاغذ　　پ) روی کاغذ پخش می‌شود

ب) کندگی روی سطح کاغذ　　ت) مشکلی ندارد

۶ــ در محلول‌های رطوبت‌دهنده بدون الکل از چه محلولِ جانشینی استفاده می‌شود؟

الف) pH خنثی　　پ) الکل ایزوپروپیل

ب) مخلوط شده‌ی بافر　　ت) گلیکول

۷ــ سطح سیلندرهای نوردهای آنیلوکس به چه صورت است؟

الف) ۶ ضلعی　　پ) مشبک سلولی

ب) حفره‌ای　　ت) دایره‌ای

۸ــ بخش بادامکی سیلندرهای تنظیم‌گر چه عملی بر عهده دارند؟

الف) فاصله‌ی خود را با نورد منشأ ضخامت لایه‌ی مرکب تعیین می‌کند.

ب) انتقال مرکب روی تصویر را بهبود می‌بخشد.

پ) محافظت مرکبدان را به عهده دارد.

ت) از ساییده‌شدن نورد منشأ و تنظیم‌کننده جلوگیری می‌کند.

۹ــ خط تماس چاپی در واحد چاپ کدام سیلندر است؟

الف) سیلندر لاستیک و سیلندر پلیت

ب) سیلندر لاستیک و فشار (چاپ)

پ) سیلندر پلیت و فشار

ت) هیچ‌کدام

۱۰ــ برای انتقال تصویر به صورت عالی و با کیفیت چه تدبیری شده است؟

الف) سه سیلندر موازی یکدیگر قرار دارند.

ب) سیلندر چاپ و لاستیک دقیقاً در زیر هم قرار می‌گیرند.

پ) در خط چاپی دو سیلندر قطری یکسان داشته باشند.

ت) سه سیلندر سرعت و محیطی برابر در خط تماس چاپی باشند.

۱۱ــ قبل از واردشدن کاغذ به ماشین (واحد چاپ) تنظیم کاغذ به چه صورت انجام می‌شود؟

الف) کاسته‌شدن سرعت ماشین　　پ) سنجاق و نشان

ب) متوقف نگه‌داشتن ماشین　　ت) توسط پنجه‌ی ماشین

۱۲ــ وظیفه‌ی اساسی آسوره‌های سیلندر چیست؟

الف) کم‌کردن فشار بین سیلندر و چرخ‌دنده

ب) تنظیم چرخ‌دنده

پ) کنترل بین سیلندر چاپ و لاستیک

ت) جلوگیری از ارتعاشات چرخشی

۱۳ــ علّت وسیع‌بودن طیف چاپی در چاپ فلکسو چیست؟

الف) فرم‌های نرم و منعطف لاستیکی

ب) ویسکوزیته‌ی پایین مرکب

پ) کلیشه‌ی پلیمری

ت) هیچ‌کدام

۱۴ــ زاویه‌ی بین تماس تیغه و سیلندر ترام چه اندازه‌ای است؟

الف) $\sin ۳۰^\circ$

ب) $Ctg ۳۰^\circ$

پ) $\sin ۶۰^\circ$

ت) $tg ۳۰^\circ$

۱۵ــ حجم لایه‌ی مرکب روی سطح نورد آنیلوکس برابر است با :

الف) $۲\ cm^3/m^2$

ب) ۲ میکرون

پ) $۲\ cm^3$

ت) $۴\ cm^3/m^2$

۱۶ــ در مقایسه‌ی نورد کرم و نورد سرامیکی با سلول هم اندازه و هم شکل، اندازه‌ی ترام چه‌قدر بیش‌تر است؟

الف) ۲ برابر

ب) ۱ برابر

پ) ۳ برابر

ت) یکسان است.

فصل سوم

تحولات فناوری در حوزه‌ی مواد مصرفی

اهداف رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود :

۱ــ فناوری پلیت‌های افست را شرح دهد.

۲ــ فناوری فرم‌های چاپ فلکسو را توضیح دهد.

۳ــ فناوری مرکب‌های افست را تعریف کند.

۴ــ فناوری روکش سیلندر را شرح دهد.

۵ــ فناوری لاستیک را توضیح دهد.

۶ــ تأثیر مواد در محیط زیست را تشریح کند.

تحولات روز افزونی که امروزه در تولید انواع مواد مصرفی با فناوری‌های جدید به وجود آمده تغییرات بسیار شگرفی را در زمینه‌ی تولیدات محصولات چاپی ایجاد کرده است. در زیر برخی از فناوری‌های مواد مصرفی صنعت چاپ را به اختصار توضیح می‌دهیم.

۱ــ۳ــ فناوری پلیت‌های افست

این فناوری با ترکیبات مختلف و به منظور کاربردهای گوناگون، با قدرت چاپ‌دهی متفاوت، عرضه شده است، از جمله :

۱ــ۱ــ۳ــ پلیت‌های دیازو (Diazo Plates): پلیت‌های دیازو با لایه‌ای از ترکیبات آلی پوشش داده شده‌اند و با یک حلّال ویژه ظاهر می‌شوند. مدت زمان نگهداری این پلیت‌ها در حدود یک‌سال است. این پلیت‌ها برای تیراژهای چاپی ۱۵۰،۰۰۰ نسخه به کار گرفته می‌شوند.

۲ــ۱ــ۳ــ پلیت‌های فتو پلیمر (Photopolymer Plates): پلیت‌های فتو پلیمر نیز با لایه‌ای از ترکیبات مواد آلی پوشش داده می‌شوند. این لایه در برابر ساییدگی بسیار ماندگار و مقاوم است. پلیت‌های فتوپلیمر برای تیراژهای چاپی تا ۲۵۰،۰۰۰ نسخه به کار گرفته می‌شوند.

۳ــ۱ــ۳ــ پلیت‌های هالید نقره (Silverhalide Plates): پلیت‌های هالید نقره با لایه‌ی حساس به نور، مشابه فیلم‌های عکاسی پوشش داده می‌شوند. به استثنای این‌که تأثیر امولسیون‌های هالید نقره آهسته و تدریجی است و برای تکثیر رنگی این پلیت‌ها به صورت لایه‌ای حساس بر روی آلومینیم آنودایز و سپس پوشش داده می‌شوند. در مراحل ظهور و ثبوت این پلیت‌ها مقادیری نقره در محلول به جای می‌ماند. نقره‌ی به جای مانده با تجهیزات مناسبی بازیافت می‌شود. آن‌گاه پس‌مانده‌ی محلول‌ها از طریق فاضلاب دفع می‌شود.

ــ پلیت‌های هالید نقره با پایه ی فیلم (پلیت پلی‌استری) : این پلیت‌ها برای چاپ تک رنگ مورد استفاده قرار می‌گیرند.

ــ پلیت‌های هالید نقره با پایه فلزی : این پلیت‌ها برای سیستم‌های خروجی مستقیم پلیت (CTP) مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۴ــ۱ــ۳ــ پلیت‌های دو فلزی (Bimetal Plates): پلیت‌های دو فلزی دارای یک لایه‌ی پلیمری از قبل حساس شده (Presensitized) هستند. این پلیت‌ها به چند نوع تقسیم می‌شوند که به دو نوع آن‌ها اشاره می‌شود :

الف) پلیت با روکش مسی بر روی فولاد ضد زنگ یا آلومینیم

ب) پلیت با روکش کرم روی مس

ــ پلیت‌های دو فلزی ضمن آن‌که بسیار گران‌قیمت‌اند، بسیار سخت و با دوام‌اند. هم‌چنین تیراژدهی بسیار بالایی دارند، به طوری که قادر به تکثیر تیراژهای میلیونی‌اند.

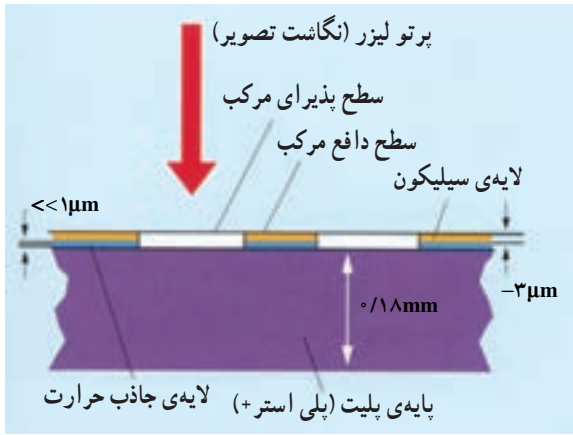
۵ــ۱ــ۳ــ پلیت‌های الکترواستاتیکی (Electrostatic Plates): ساختار این نوع پلیت‌ها مشابه ساختار دستگاه‌های کپی الکترواستاتیکی است. پلیت‌های الکترواستاتیک نیز بر دو نوع‌اند :

الف) پلیت با ترکیبات معدنی و غیرآلی نور رسانا (Photo Conductors)

ب) پلیت‌های با ترکیبات مواد آلی نور رسانا (مستر کاغذی)

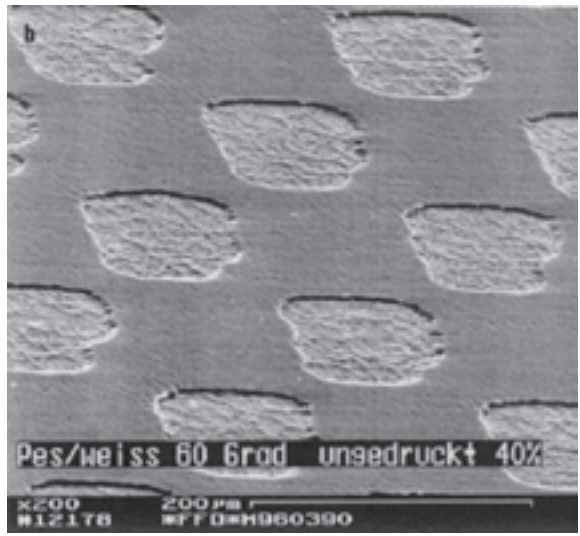
بیش‌ترین کاربرد این پلیت‌ها برای کارهای چاپی تا ۱۰۰،۰۰۰ تیراژ و پایین‌تر است.

۶ــ۱ــ۳ــ پلیت‌های افست خشک (بدون آب) (Waterless Plates): این نوع پلیت‌ها فقط در ماشین‌های چاپ افست خشک (بدون آب) استفاده می‌شوند. برای نواحی دارای تصویر و پذیرای مرکب از آلومینیم پایه و برای نواحی بدون تصویر از لایه‌ی سیلیکون استفاده می‌شود. لایه‌ی سیلیکون جای‌گزینی برای لایه‌ی رطوبت خواهد بود. استفاده از این نوع پلیت‌ها نیاز به مرکب ویژه دارد (شکل ۱ــ۳).



شکل ۱ــ۳ــ ساختار پلیت افست بدون آب با نگاشت دیجیتالی تصویر به روش زدایش حرارتی

۷ــ۱ــ۳ــ پلیت‌های زدودنی (Ablation Plates): نگاشت تصویر در این نوع پلیت‌ها از طریق داده‌های دیجیتالی صورت می‌پذیرد و نیازی به طی مراحل شیمیایی ندارد. این پلیت‌ها به صورت دیجیتالی حساس می‌شوند. پلیت‌های زدودنی در انواع پایه‌ی فلزی و پلی‌استری عرضه می‌شوند. نگاشت تصویر از طریق سوزاندن لایه‌ی حساس توسط لیزرهای حرارتی صورت می‌گیرد. پلیت سترهای جدید از این فناوری بهره گرفته‌اند. هم‌چنین در ماشین‌های DI (از کامپیوتر به ماشین چاپ) نیز این پلیت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند (شکل ۲ــ۳).



شکل ۲ــ۳ــ سطح پلیت افست بدون آب

۸ــ۱ــ۳ــ پلیت‌های حساس به حرارت (Heat Sensitive Plates): این پلیت‌ها را می‌توان همانند فیلم‌ها از طریق دستگاه‌های فیلم ستر، که با تابش دیودهای مادون قرمز کار می‌کنند، حساس نمود و در محلول‌های شیمیایی با پایه‌ی آب ظاهر و ثابت کرد. این فناوری نسبتاً جدید است و به سرمایه‌گذاری برای تهیه‌ی ابزارهای جدید نیاز دارد.

۲ــ۳ــ فناوری فرم‌های چاپ فلکسوگرافی

۱ــ۲ــ۳ــ پلیت‌های فلکسوگرافی: از لاستیک و یا فتوپلیمر ساخته می‌شوند. سختی و ضخامت آن‌ها براساس سطوح چاپی و نقوش موردنظر ما تعیین و انتخاب می‌شود. این فناوری از گستره‌ی سطوح چاپی برخوردار است ؛ از جمله کارتن لایه‌دار، کاغذ، لفاف‌های پلاستیکی، فویل‌های فلزی و مواد ترکیبی. هم‌چنین دارای الزامات فراوان و متنوع بسته‌بندی از محصولات صنعتی تا غذایی و انواع مرکب‌هاست ؛ از جمله مرکب‌های پایه آب، مرکب‌های حاوی الکل یا بنزن، مرکب‌های پایه‌ی حلّالی و مرکب‌های یووی.

نوع پلیت‌های مورد استفاده در این نوع روش چاپی باید به گونه‌ای انتخاب شود که در اثر تقابل با مرکب‌ها باد نکند و خورده یا خشک نشود.

پلیت‌های چاپی فلکسو در اشکال تخت، پشت چسب‌دار و دارای چسب‌های دو طرفه، روی سیلندر متصل می‌شوند. هم‌چنین در فرم‌های غلافی (Sleeve) نیز، که استوانه‌ای شکل‌اند، تولید می‌شوند. فناوری پلیت‌های غلافی، امکان تولید پلیت‌های بدون درز و بی‌نیاز از مراحل چسباندن را میسر ساخت. این فرم‌های چاپی استوانه‌ای شکل به صورت غلاف بر روی سیلندر فرم سوار می‌شوند.

۲ــ۲ــ۳ــ پلیت‌های لاستیکی: تهیه‌ی این پلیت‌ها با ساخت یک قالب گود آغاز می‌شود. این مرحله با نوردهی یک کلیشه‌ی فلزی، از طریق نگاتیو و آماده‌سازی پلیت نور داده شده، در وان اسیدی به انجام می‌رسد. این کلیشه گود است و جنس قالب از مواد پلاستیکی یا شیشه است. ماده‌ی ژلاتینی را درون قالب گود می‌ریزند و آن را تحت اعمال حرارت و فشار، قالب‌گیری می‌کنند. وقتی سرد شد در حالی که به مستر قالب‌گیری شده تبدیل گردیده (از ترکیبات لاستیک یا پلاستیک) تحت حرارت و فشار کنترل شده در دستگاهِ قالب‌گیری شکل گرفته است. این فرم چاپی انعطاف دارد و مناطق برجسته‌ی آن مرکب را به سطح چاپی انتقال می‌دهد.

بهترین کیفیت پلیت‌های لاستیکی هنگامی به دست می‌آید که عمل برجسته‌سازی توسط حکاکی لیزر روی پوششی مرتجع (Elastomer) صورت گیرد. در این حالت قدرت ایستایی پلیت (توسط

شیب عمودی که در رأس دیواره دارد) افزایش می‌یابد و هم‌چنین در هنگام چاپ از چاقی ترام نیز تا حد زیادی جلوگیری می‌شود. اما روش قالب‌گیری هم‌اکنون خیلی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد، چرا که حداکثر دقت این روش ۴۰ خط بر سانتی‌متر است. در صورتی که در روش شیمیایی دقت به ۶۰ خط بر سانتی‌متر می‌رسد (شکل۳ــ۳).

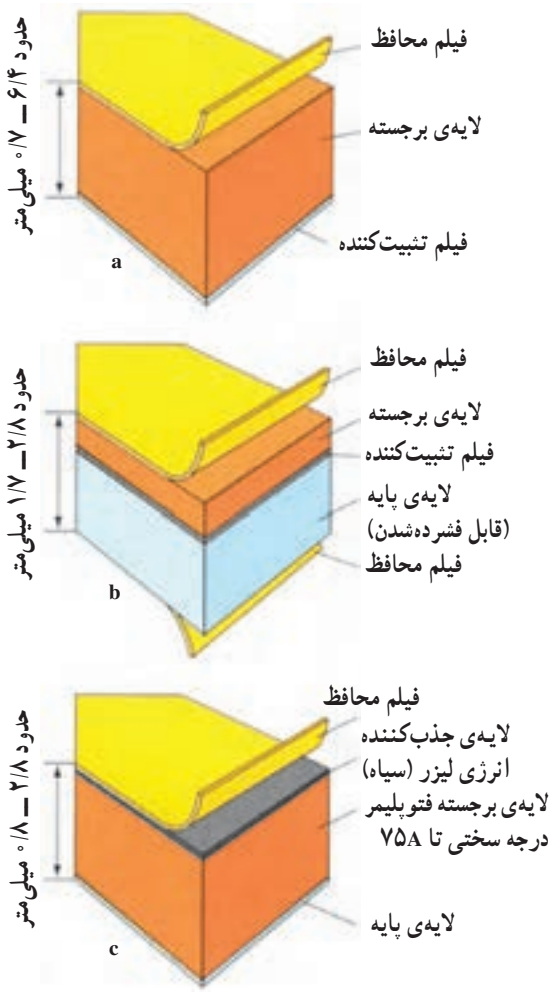
شکل ۳ــ۳ــ مقایسه‌ی ایجاد نقش برجسته‌ی یک پلیت چاپ فتوپلیمر تولید شده در یک مرحله‌ی فتوگرافیک / شیمیایی با پلیت (لاستیکی) حکاکی شده توسط لیزر

۳ــ۲ ــ۳ــ پلیت‌های چاپی فتوپلیمری: فتوپلیمر برای تولید پلیت‌های چاپ فلکسوگرافی در شکل مایع یا جامد موجود است. با این توضیح که سیستم جامد آن به طور فزاینده‌ای رواج پیدا کرده است. فتوپلیمرهای عمل‌آوری نشده، شامل یک ماده‌ی سیال مرتجع (Elastomer Vehicles)، منومرهای اشباع نشده و آغاز کننده‌های نوری یووی (UV)اند. آن‌ها در آب یا حلّال‌های آلی قابل حل‌اند. واکنش ایجاد زنجیره‌ی مولکولی به سبب در معرضِ نور یووی (UV) قرار گرفتن، رخ می‌دهد. فتوپلیمرها پس از آن‌که دارای اتصال شبکه‌ای شدند، دیگر قابل حل نیستند.

فتوپلیمرها با قدری تابش نور یووی در هر ناحیه‌ای زنجیره‌ای مولکولی تشکیل می‌دهند. قسمت‌های نوردهی نشده قابل حل‌اند و از این رو خاصیت شسته شدنشان را حفظ می‌کنند. از این ویژگی برای تولید پلیت‌های برجسته چاپ استفاده می‌شود.

کلیشه‌های دارای پایه‌ی فتوپلیمر جامد، امروزه به صورت آماده‌ی مصرف، تولید می‌شوند (مثل پلیت‌های چاپ Nyloflex از BASF یا Cyrel از DuPont). آن‌ها به صورت پلیت‌های تک یا چند لایه‌ای وجود دارند.

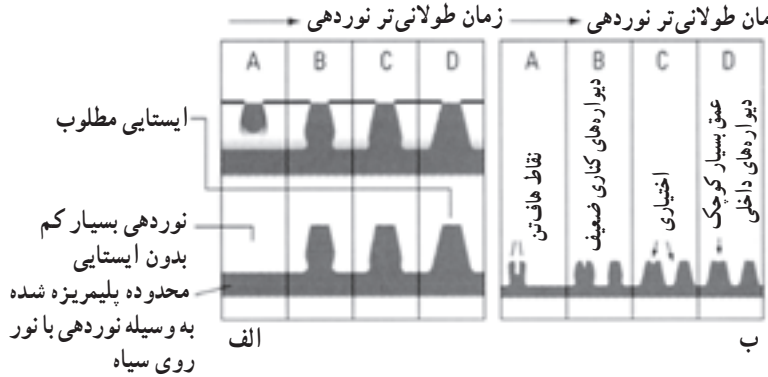
۴ــ۲ ــ۳ــ پلیت‌های تک لایه: پلیت‌های تک لایه شامل یک لایه‌ی برجسته (فتوپلیمر عمل آورده نشده) است که با لایه‌ی محافظ پوشیده شده‌اند. جداسازی لایه‌ی محافظ به راحتی امکان‌پذیر است. یک لایه‌ی پلی‌استر بر پشت پلیت نیز باعث تثبیت و استحکام آن می‌شود (شکل ۴ــ۳).



شکل ۴ــ۳ــ ساختمان تعدادی از پلیت‌های فلکسوگرافی: پلیت a ــ تک لایه (BASF) ، پلیت b ــ چند لایه (BASF)، پلیت c ــ برای سیستم کامپیوتر به پلیت (digiflex, BASF)

در فرآیند تهیه پلیت تک لایه، ابتدا سمت پشت پلیت به طور کامل و یک‌نواخت (بدون کپی فیلم) از طریق لایه‌ی پلی‌استر نور داده می‌شود. بدین ترتیب با ایجاد زنجیره‌ی مولکولی، لایه‌ی تحتانی پلیت مستحکم می‌شود و منطقه‌ی قابل شست‌وشوی آن محدود می‌شود. هم‌چنین با افزایش پوشش حساس به نور، ساختمان محکم دیواره را تضمین می‌کند و ایستادگی نقوش برجسته را با تعداد بیش‌تری از لایه‌های گود شده آسان می‌کند.

پس از این‌که فیلم محافظ از سطح‌رویی جدا شد، نوردهی اصلی از طریق فیلم نگاتیو (فیلم کپی) تحت نیروی مَکِش (vacuum) انجام می‌شود. عمل برجسته سازی توسط فتوپلیمریزاسیون شکل می‌گیرد. مدت زمان و شدت نوردهی اصلی بر ثابت ماندن نقاط، زوایای گوشه‌ها و در عمق میانی در کارهای دقیق، (مانند نواحی هاف‌تن) تأثیر می‌گذارد (شکل ۵ــ۳).



شکل ۵ــ۳ ــ نوردهی اصلی، تأثیر زمان نوردهی. الف ــ عمود شدن نقطه (مثلاً با ساختمان خط توسط آشکارشدن UV)، ب ــ زاویه دیواره کناری و عمق متوسط (با عناصر نمایان شده) برجستگی در صورت ۱/۱۴ میلی‌متر پلیت دیجی فلکس حدود ۰/۷ــ ۰/۶ میلی‌متر عمق متوسط ۷۰ میکرون

نوردهی اصلی توسط مرحله‌ی شست‌وشو دنبال می‌شود. نواحی پلیمریزه نشده پلیت توسط یک حلّال، حل می‌شوند و به وسیله‌ی برس‌زدن مکانیکی، این مرحله تقویت می‌شود. پس از شسته شدن، کلیشه باید به طور کامل خشک شود تا هر عامل شست‌وشو، که ممکن است در لایه‌های نقش برجسته نفوذ کرده باشد، تبخیر شود. این کار با نوردهی ثانویه، بدون فیلم ادامه می‌یابد تا تمام قسمت‌های نقش برجسته به طور کامل سخت شوند.

در این مرحله، پلیت چاپ فلکسوگرافی دارای یک سطح چسبناک است، که ممکن است گرد و غبار روی آن جمع شود.

این چسبناکی با در معرض قراردادن پلیت تحت نور UV-C (طول موج ۲۸۰ ــ۱۰۰ نانومتر، که باعث واکنش کامل می‌شود) و یا پس از فروکردن در محلول برومین، از بین می‌رود (شکل ۶ــ۳).

اکنون پلیت چاپ فلکسوگرافی به طور کامل آماده است.

پلیت‌های تک لایه به ضخامت ۰/۷۶ میلی‌متر (به طور مثال برای چاپ روی کیسه‌های پلاستیکی،

گیرایی مرکب و لایه‌های پوششی بسیار غلیظ را حتمی می‌کند.

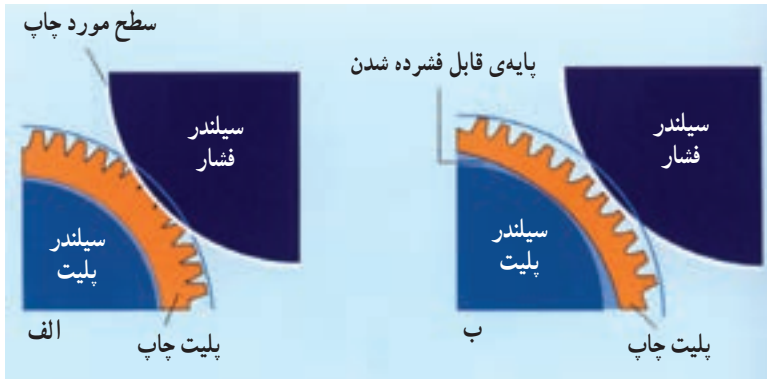
از واکنش‌های اولیه محافظت و برای گیرایی بهتر تدارک می‌بیند (به خاطر طول موج‌های بلندتر).

بسیار ضروری برای پلیمریزه شدن مرکب‌ها و ورنی‌های چاپ برای یک واکنش سریع و کامل.

شکل ۶ــ۳ــ سری طیف‌های یووی (UV) و تأثیرات آن‌ها

فیلم، مقوای نازک) تا ۶/۳۵ میلی‌متر (به طور مثال برای کارتن لایه‌دار و کیسه‌های حمل بار سنگین ساخته شده از کاغذ و فیلم) ساخته می‌شوند. تصویرهای ترامه تا ۶۰ خط در سانتی‌متر (۱۵۰ خط در اینچ) را می‌توان با پلیت‌هایی با ضخامت کم‌تر از ۳/۲ میلی‌متر به‌دست آورد و ترام‌های ٪۹۵ــ۲ را به چاپ رساند. کلیشه‌های ضخیم‌تر (حدود ۵ــ۴ میلی‌متر) برای تصاویر ترامه تا ۲۴ خط در سانتی‌متر (۶۰ lpi) با ترام‌های حدود ٪۹۰ــ۳ مناسب‌اند.

۵ــ۲ــ۳ــ پلیت‌های چند لایه: پلیت‌های چند لایه برای چاپ هاف‌تن، هم‌چنان که ساختار آن‌ها را در شکل ۷ــ۳ می‌بینید، با کیفیت بالا ساخته شده‌اند. در ساختمان این پلیت‌ها، از ترکیب پلیت‌های لایه‌های نازک با یک لایه‌ی پایه‌ی فشارپذیر استفاده شده است. لایه‌ی پایه، با حالت ارتجاعی خود، فشار اعمال شده در حین چاپ به لایه‌ی دارای نقوش برجسته را می‌گیرد. این لایه، فشاری را که باعث دفرمه شدن نقاط تصویری می‌شود، جذب می‌کند (شکل ۷ــ۳).



شکل ۷ــ۳ــ انتقال تصویر چاپی در فلکسوگرافی. الف) تغییر شکل پلیت چاپ، پلیت تک لایه، ب) انتقال مناسب تصویر چاپی با استفاده از یک پلیت چاپی با پایه‌ی فشارپذیر

لایه‌ی تثبیت کننده هنگام بستن پلیت تخت بر روی سیلندر فشار، از کشیدگی طولی آن (براثر خم شدن) جلوگیری می‌کند. ضمناً هرگاه پلیت‌های نازک تک‌لایه‌ی دارای لایه‌ی فشارپذیر بر روی سیلندر پلیت چسبانده شود، کیفیت چاپ بهتر خواهد شد.

پلیت‌های مناسب برای چاپ دیجیتال (تصویرارسال شده توسط سیستم CTP)، در شکل ۴ــ۳ نشان داده شده است (مانند دیجیفلکس BASF). «لایه‌ی سیاه» که پس از جدا کردن «لایه‌ی محافظ» آشکار می‌شود، قابل زدودن است و مشکلی برای نگاشت تصویر با اشعه‌ی لیزر YAG (طول موج ۱۰۶۴ نانومتر) ایجاد نمی‌کند. دراین مرحله اشعه‌ی لیزر لایه‌ی سیاه جذب کننده‌ی انرژی لیزر را ازبین می‌برد، تا این که نقطه به نقطه تصویر بر روی پلیت تشکیل شود. لایه‌ی سیاه نقش کپی فیلم را بازی می‌کند (فیلم نگاتیو). پس از نگاشت تصویر، تمام سطح پلیت نور داده می‌شود (نوردهی اولیه و اصلی). نوردهی به همان روش پلیت‌های تک‌لایه صورت می‌گیرد تا نقش برجسته را ایجاد کند (در این‌جا حکاکی لیزری، که برای تولید پلیت لاستیکی توضیح داده شد، هیچ‌گاه روی نمی‌دهد).

۳ــ۳ــ فناوری مرکب‌های افست لیتوگرافی

مرکب‌های چاپ افست لیتوگرافی براساس مواد آن دسته‌بندی می‌شوند. در زیر تعدادی از مرکب‌ها را نام می‌بریم و به شرح مختصر آن‌ها می‌پردازیم :

- مرکب با پایه‌ی مواد نفتی (Petroleum Based)
- مرکب با پایه‌ی روغن گیاهی (Vegetable Oil Based)
- مرکب فرابنفش و پرتوِ الکترونی (EB,UV)
- مرکب هیت ست (Heatset)

ــ گروه‌های اصلی مرکب: مرکب‌های ردیف یک تا سه، گروه‌های اصلی مرکب‌های شناخته شده در افست لیتوگرافی است. برخلاف مرکب‌های چاپ گراور، فلکسو و سیلک اسکرین که بسیار چسبنده‌اند، این مرکب‌ها حالت خمیری دارند. مرکب‌های افست لیتوگرافی عموماً دارای رنگ‌دهی قوی است و با مقدار کمی از آن می‌توان به نتیجه‌ی خوبی رسید. مرکب‌های افست ورقی لیتوگرافی مشابه انواع مرکب‌های اکسیدشونده لترپرس است. سرعت خشک شدن و کنترل روان شدن مرکب‌های افست لیتوگرافی به نحوه‌ی استفاده از حلّال‌ها (روغن‌های خشک‌شونده) بستگی دارد. استفاده نکردن از آن‌ها می‌تواند باعث انتشار VOC (ترکیبات فرّار آلاینده) در بعضی

از گونه‌های مرکب شود.

روغن تخم کتان و تخم کلم و روغن کانولا (نوعی ذرت Canola) سال‌هاست که به صورت افزودنی در مرکب‌های افست لیتوگرافی به‌کار گرفته می‌شوند.

از دیگر روغن‌های گیاهی، مانند روغن سویا (Soybean) استفاده بیش‌تری می‌شود زیرا آن‌ها مقادیر VOC کم‌تری دارند. در نتیجه آلودگیِ روغنیِ کم‌تری نیز در محیط زیست خواهند داشت.

۱ــ۳ــ۳ــ مرکب‌های هیت‌ست (Heatset): این مرکب‌ها به‌طور کلی با مرکب‌های غیرهیت‌ست متفاوت‌اند و امکان استفاده از آن‌ها به صورت جای‌گزینی در روند تولید ممکن نیست. مرکب‌های هیت‌ست سریع خشک شونده‌اند و برای چاپ افست رول به‌کار می‌روند. حلّال‌های این مرکب تبخیر شونده‌اند و با تبخیر آن‌ها رزین بر روی کاغذ می‌نشیند. با این روش مجالی برای پخش شدن، آغشته‌شدن، رسوخ مرکب به درون کاغذ خواهد بود.

ماشین‌های هیت ست در مقایسه با ماشین‌های غیرهیت‌ست مقادیر قابل توجهی از VOC را ساطع می‌نمایند. درعین حال ماشین‌های هیت‌ست نیز به سیستم‌های کنترل آلودگی ؛ مثلاً اکسیدکننده‌های حرارتی با پس‌سوز (Afterburner) مجهزند. اکسیدکننده‌های حرارتی با سیستم پس‌سوز حجم زیادی از آلاینده‌های VOC را نابود می‌کنند و باعث خارج شدن آن‌ها از مرکب‌ها می‌شوند.

۲ــ۳ــ۳ــ مرکب‌های فرابنفش (Utlra Violet): این مرکب‌ها در چاپ افست لیتوگرافی نیز قابل استفاده‌اند. بنابراین لازم است ماشین‌های چاپ جهت استفاده از این مرکب‌ها (UV) تجهیز شوند.

کاربرد مرکب‌های یووی، به‌ویژه برای عملیات تکمیلی ورنی بر روی کارهای چاپی، روبه‌افزایش است. یکی از مزایای مرکب‌های یووی پائین بودن حجم VOC آن است. علاوه بر آن این مرکب‌ها توسط تابش اشعه بلافاصله سخت می‌شوند. این ویژگی بر سرعت تولید می‌افزاید.

از سوی دیگر مصرف آن به دلیل هزینه‌بر بودن تجهیزات چاپ یووی و هم‌چنین هزینه‌ی مرکب‌ها و ورنی‌های یووی (حدود سه برابر مرکب و ورنی‌های متداول)، محدود است.

۳ــ۳ــ۳ــ مرکب‌های پرتوِ الکترونی (Electron Beam): این مرکب‌ها می‌تواند جای‌گزین خوبی برای مرکب‌های یووی باشد. مرکب‌های پرتو الکترونی دارای هزینه‌ی کم‌تری است و برای سخت شدن مرکب، در مقایسه با یووی به انرژی کم‌تری نیاز دارد.

مهم‌ترین عامل مقرون به صرفه بودن این مرکب‌ها (EB) حذف هزینه‌های کلان در تجهیز ماشین چاپ است.

در عین حال، مرکب‌های ای‌بی و یووی می‌توانند حساسیت‌های پوستی ایجاد کنند و باعث تورم و آماس پوستی و حتی سوختگی‌های شیمیایی (در پوست‌های حساس) شوند.

۴ــ۳ــ۳ــ ترکیبات مرکب چاپی: مرکب مورد استفاده در چاپ افست، معمولاً ماده‌ای ترکیبی با گرانروی (ویسکوزیته) بالاست.

ترکیبات مرکب شامل رنگدانه (Pigment)، حامل (Vehicles) یا چسب (Binder)، حلّال و افزودنی است. در زیر به هرکدام از آن‌ها مختصراً اشاره می‌شود.

ــ ***رنگدانه:*** رنگدانه‌ها، تعیین کننده‌ی رنگ مایه‌ی مرکب چاپی‌اند و از ذرات جامد با اندازه‌ی حدود ۱/۵ الی ۲ میکرومتر تشکیل می‌شوند.

ــ ***حامل‌ها (Vehicles):*** حامل‌ها و یا چسب‌ها جهت نگهداشتن رنگدانه‌ها به‌کار می‌روند. حامل‌ها به صورت یک لایه‌ی محافظ اطراف رنگدانه را فرا می‌گیرد و آن را از سایش‌های مکانیکی حفظ می‌کند. ترکیب حامل‌ها بستگی به فناوری چاپی و سطح زیر چاپ (کاغذ و ...) دارد. نام دیگر حامل «وارنیش» است. فنون و رموز کار واقعی تولیدکنندگان مرکب چاپی به نحوه‌ی ترکیب و تهیه مواد خام و ساخت حامل با فرمول‌های خاص آن مربوط می‌شود.

۵ــ۳ــ۳ــ افزودنی‌های مرکب: به منظور غلبه بر مشکلات چاپیِ خاص، افزودنی‌ها را در مرکب مخلوط می‌کنند. در جدول ۱ــ۳ انواع افزودنی‌ها و کاربرد آن‌ها ارائه شده است.

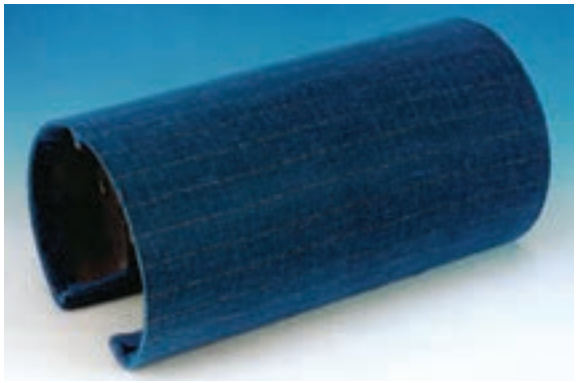
جدول ۱ــ۳ــ افزودنی‌ها و کاربرد آن‌ها

افزودنی‌ها		حیطه‌ی کاربرد متناسب با مشکلات چاپی												
انواع	تأثیرات متقابل مواد افزودنی بر مرکب	پشت زدن	پوسته شدن	مانع پس زننده	خشک شدن	جمع شدن	آلمغال آوردن، غبار گرفتن	تاب برداشتن انتهای کاغذ	ریزه، پس مانده	افزایش مقاومت سایش	بدی مناطق چاپی	چسبندگی در مرکبدان	زمینه آوردن	عدم رضایتمندی از نتایج خشک شدن	مرکب بسیار کوتاه	مرکب بسیار چسبناک
روغن تخم‌کتان وارنیش بسیار ویسکوزیته	وارنیش غلیظ ــ چسبناک ــ افزایش ویسکوزیته		*			*					*					
روغن چاپ	روغن تخم کتان و دیگر روغن‌های خشک‌شونده					*		*	*		*	*				*
رقیق کننده	روغن‌های معدنی با ویسکوزیته‌ی پایین، ترکیب شده با مقداری از روغن‌های خشک کن کاهش چسبندگی، کوتاه و نازک سازی مرکب							*	*			*				*
خمیر چاپ	واکس‌ها و جای‌گزین‌های مشابه که در روغن‌ها محلول‌اند. کاهش چسبندگی، مانند محلول رقیق ولی بدون تغییر در ویسکوزیته							*	*		*					*
ژل چاپ	واسطه‌ی رقیق ژله‌ای : روغن‌های معدنی غلیظ و دیگر روغن‌ها با افزودنی‌های متفاوت با مشخصه‌ی تیکسوتروپی							*	*		*					*
واسطه خشک کن سیکاتیف (محلول) خشک‌کن‌جای‌گزینی(جامد)	مواد متالیک محلول در حلال‌ها یا روغن‌ها ــ کبالت = خشک کننده‌ی سطحی ــ مانگان = خشک‌کننده‌ی داخلی	*									*				*	
هیدرات آلومین	چسب با رنگدانه‌ی شفاف، افزایش چسبندگی، جلا و براقیت بالا		*	*		*							*		*	
خمیر ضد سایش	واکس با روغن‌های خشک‌کن به روش اکسیداسیون ایجاد سطح نرم‌تر با اصطکاک کم‌تر	*									*					
واسطه ضدماندگی	افشاندن، حلال بسیار فرّار				*		*	*	*							*

۴ــ۳ــ روکش سیلندر (Cylinder Jacket)

برای جلوگیری از چسبیدن مرکب به سطح سیلندر از فناوری‌های متعددی استفاده می‌شود تا مرکب سطح چاپ شده در چرخه‌ی تولید و انتقال بدون آسیب باقی بماند. یکی از فناوری‌های عرضه شده جهت انتقال بدون خدشه‌ی ورق چاپی، کاربرد روکش‌های سیلندر است.

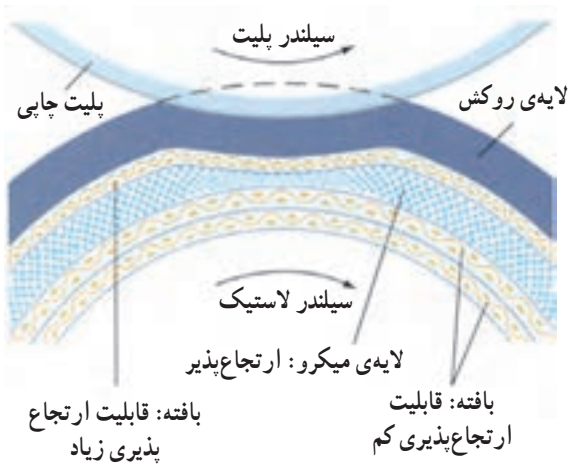
سیلندرها و سینی‌هایی که به عنوان اجزای هدایت کننده ورق چاپی استفاده می‌شوند از فناوری‌های متعددی در بافت و ساختار سطحی خود بهره می‌گیرند. از آن‌جمله می‌توان به روکش‌های با ساختار ریز میکرونی و پارچه‌های سیلیکون اندود و یا لاستیک ویژه اشاره کرد. از فناوری‌های موفقیت‌آمیز، به‌کارگیری توری‌های پارچه‌ای (Fabric Jacket) قابل تعویض است که به سادگی پس از مصرف توسط چاپکار تعویض می‌شوند (شکل ۸ ــ۳).



شکل ۸ ــ۳ــ روکش پارچه‌ای روی درام تحویل (سوپر بلو)

۵ــ۳ــ فناوری لاستیک سیلندر

لاستیک‌ها در دو نوع انعطاف‌پذیر یا فشارپذیر (Compressible) (شکل ۴ــ۳) و انعطاف ناپذیر یا سخت (Incompressible) عرضه می‌شوند. از لاستیک‌های فشارپذیر، که در بازار ایران به لاستیک‌های بادی نیز معروف‌اند، استقبال بیش‌تری شده است.



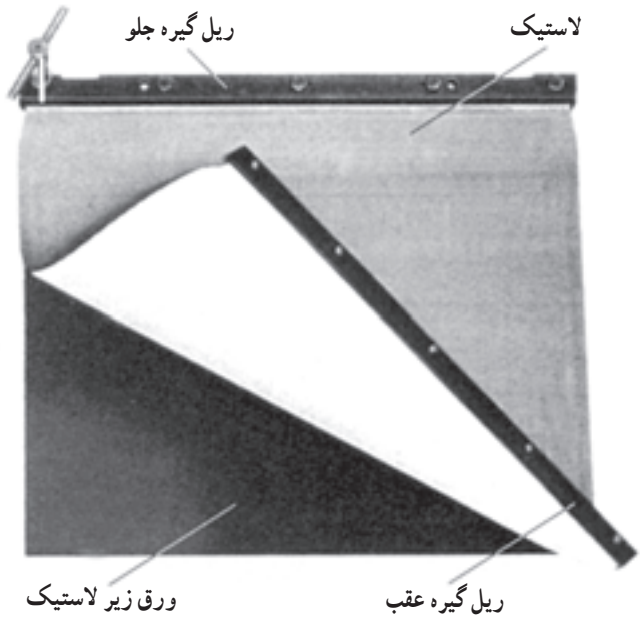
شکل ۹ــ۳ــ نمونه‌ای از ساختار لاستیک فشار پذیر (کانتی تک)

۱ــ ۵ــ۳ــ ویژگی‌های سطح لاستیک: لاستیک‌های انعطاف‌پذیر، با توجه به ویژگی‌های سطح لاستیک، رطوبت مربوط به پلیت (در قسمت‌های بدون تصویر) را هنگام انتقال به خود به نحو بهتری جذب می‌کند و میزان کم‌تری از آن را به کاغذ چاپی انتقال می‌دهد. این ویژگی از ناهمواری سطح زیر چاپ، در قسمت‌های دارای چاپ، جلوگیری می‌کند.

در عمل، انتقال نواحیِ تنپلات و نقاطِ ترامه هاف‌تن به‌طور یکسان صورت می‌گیرد و همین کمک می‌کند تا ضخامت یکسانی از مرکب بر روی کاغذ داشته باشیم. این امر در اثر ساختار فیزیکی و شیمیایی سطح لاستیک‌ها حاصل می‌شود.

لاستیک‌ها ممکن است از ناحیه‌ی لبه‌ها و یا سطح آن دچار آسیب شوند که با بهره‌گیری از گیره‌های لاستیک به سرعت قابل تعویض‌اند.

ــ لاستیک ریل‌دار: لاستیک‌های ریل‌دار (Pre-railed Blankets) در سطح گسترده‌ای در ماشین‌های افست رول به‌کار می‌روند. در ماشین‌های افست ورقی هم نتایج خوبی در تسریع زمان تعویض لاستیک داشته است. (شکل ۱۰ــ۳)



شکل ۱۰ــ۳ــ بستن لاستیک (لاستیک ریل دار)

۶ــ۳ــ تأثیر مواد در محیط زیست

با توجه به کاربرد افزون مواد مصرفی و ویژگی‌های شیمیایی متفاوت آن‌ها لازم است هنگام کاربرد به محدودیت‌های کاربردی آن‌ها نیز توجه شود. به گونه‌ای که هنگام مصرف و پس از مصرف هیچ‌گونه آثار مضری برای سلامتی انسان و سایر موجودات وجود نداشته باشد. از این رو ضرورت دارد با مقررات بین‌المللی محیط زیست و سازگاری مواد مصرفی با این مقررات، آشنا شویم.

مسائل زیست‌محیطی در صنعت چاپ، به طرق گوناگونی در سطوح محلی، ملی و بین‌المللی مورد توجه قرار گرفته و مدیریت شده است.

۱ــ۶ــ۳ــ مواد شیمیایی: تنوع مواد شیمیایی و سطوح چاپی زیاد است و در بسیاری از موارد با محیط زیست در ارتباط هستند. تولید صنعتی کالاها همواره اثراتی بر محیط زیست می‌گذارد. هم‌چنین تولید مواد چاپی (مطبوعات) به محیط زیست و منابع طبیعی وابسته است.

انتقال منابع ؛ مانند انرژی (سوخت)، آب، هوا و تولید دو محصول اصلی و بسیار مهم ؛ یعنی کاغذ و مرکب از مهم‌ترین کارهای صنعت چاپ و سازندگان ماشین‌های صنعتی و نیز شرکت‌های دفع زباله است. امروزه اقدامات حفاظتی زیست‌محیطی موفقیت‌آمیزی در صنعت چاپ به انجام رسیده است.

در زیر به نمونه‌هایی در این زمینه اشاره می‌شود :

۲ــ۶ــ۳ــ مواد خام برگشت‌پذیر: در مرکب‌های چاپ، از موادی استفاده می‌شود که با محیط زیست سازگار است و سلامت بشر را به خطر نمی‌اندازند. در سال ۱۹۹۳ تولیدکننده‌های مرکب، داوطلبانه متعهد شدند تا از به‌کارگرفتن رنگدانه‌ها، حلّال‌ها، نرم‌کننده‌ها و مواد سمی خاص اجتناب کنند. مرکب‌هایی که امروزه در ماشین‌های چاپ افست ورقی استفاده می‌شوند، بیش از ۶۰ درصد مواد خام برگشت‌پذیر تشکیل شده‌اند.

تولید کنندگان مرکب درحال تحقیق و بررسی هستند تا جای‌گزینی روغن‌های معدنی را با روغن‌های گیاهی (مانند روغن سویا) افزایش دهند.

میزان کلر موجود در مرکب‌ها به‌طور میانگین کم‌تر از ۰/۵ درصد است. اما مقادیر کمی از مواد سنگین، هنوز هم در انواع خاصی از مرکب‌ها وجود دارد (برای مثال : آهن و منگنز در پیگمنت‌های معدنی، کبالت به عنوان یک عامل خشک کننده و مس در پیگمنت‌های آلی سبز و آبی. کاهش میزان مصرف این نوع مواد می‌تواند در حفظ محیط زیست مؤثر باشد.

برای کاهش انتشار ذرات (ترکیبات ارگانیک فرّار)، ابتکار و پیشگامی توسط صنعت چاپ آلمان، آغاز شد.

سازندگان و تولیدکننده‌های نوردها متعهد شدند قبل از استفاده از مواد پاک کننده، برای تمامی دستگاه‌هایی که بعد از سال ۱۹۹۵ ساخته شدند، سیستم شست‌وشوی اتوماتیک تولید کنند.

یک انستیتوی آزمایشی مستقل (که امروزه FOGRA نام دارد) مواد پاک کننده را از لحاظ سمی بودن، پیروی از مقررات ایمنی و سلامت و سازگاری ماده و محیط زیست موردبررسی قرار داد و در نهایت یک سند آزمایشی برای استفاده از حلّال در عملیات شست‌وشو منتشر کرد.

از سال ۱۹۹۵ انتشار ذرات به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است. در همایش عادی اولیه (توسط انستیتوی آلمانی برای بیمه‌ی حوادث قانونی و پیش‌گیری آن‌ها در چاپ و صنعت تبدیل کاغذ) موضوعات دیگری مورد بحث قرار گرفت ؛ از جمله کاهش الکل در محلول‌های مرطوب کننده برای چاپ افست یا کاهش پودری که برای جلوگیری از انتقال ناخواسته‌ی مرکب خشک نشده استفاده می‌شود. گسترش و توسعه‌ی اولیه برای سایر کشورهای اروپایی از سال ۱۹۹۸ شروع شد.

۳ــ۶ــ۳ــ مواد خام کاغذ: کاغذ تقریباً همیشه از الیاف چوب تشکیل می‌شود. سایر مواد مانند پرکننده‌ها و رنگدانه‌ها (پیگمنت‌ها) می‌توانند مقدار ۳۵درصد از محتویات کاغذ را تشکیل دهند.

چوب یک ماده خام برگشت‌پذیر است و حدود ۸ درصد کل چوب‌هایی که در سراسر جهان قطع می‌شوند با هدف تولید و ساخت کاغذ بوده است. چوب مناطق گرمسیری در صنعت کاغذسازی قابل استفاده نیست، چون الیاف آن‌ها نامناسب است.

سال‌ها صنعت چاپ به قطع چوب‌ها نیاز داشت و از این کار بر مبنای مقتضیات و شرایط حفاظت از مناطق پردرخت حمایت می‌کرد. در صنعت کاغذسازی تا چند سال قبل، در ابتدا از کلر برای سفید کردن خمیر چوب استفاده می‌شد. بیش‌تر کاغذسازهای اروپایی به دلیل آلودگی فاضلاب، فرایندهای سفیدکردن خود را به پراکسید اکسیژن و هیدروژن (بیرنگ کردن توسط اکسیژن و هیدروژن) تبدیل کردند.

۴ــ۶ــ۳ــ مواد مصرفی در ماشین‌آلات: اخیراً سیستم‌های بازگشت پذیر (Returnable Systems) (که برای استفاده‌ی دوباره، بازگردانی می‌شوند) برای محفظه‌ها و پارچه‌های پاک کننده، به‌طور گسترده‌ای در بسیاری از کشورها پایه‌گذاری شدند یا در حالت پایه‌گذاری هستند. محفظه‌های استاندارد شده‌ای که بر مبنای پرداخت ودیعه یا بیعانه‌ای که هنگام بازگشت محفظه پس از استفاده بازپرداخت می‌کنند، وارد چرخه‌ی سیستم بازیافت (Recycling) می‌شوند. استفاده‌ی دیگر (Further Use) به این معناست که محصول به منظور دیگری هم استفاده شود (مثل محفظه یک‌بار مصرف برای جمع کردن زباله‌های مایع خطرناک).

کلمه‌ی «پردازش» (Processing) به وسیله‌ی تغییر و تبدیل ساختار محصول توصیف می‌شود، که به معنای کاهش بیش‌تر ارزش است. در فرآیند بازپردازش (Reprocessing)، مواد زباله یا مواد تولیدی بازگشتی، در یک فرآیند تولیدی، دوباره مشابه بار اول مورد استفاده قرار می‌گیرد (مثل بازیافت و استفاده دوباره مواد پاک‌کننده‌ی استفاده شده).

«پردازش دیگر» (Further Processing) مواد خام درجه دو (ثانویه) که نامرغوب‌تر است، تولید می‌کند (مثل بازیافت کاغذهای زباله، بازیافت پلیت‌های آلومینیومیِ چاپ یا خالی کردن مرکبدان‌ها).

در ادامه، دیدگاه‌ها و جنبه‌های زیست‌محیطی، با جزئیات بیش‌تر، با اشاره به چاپ افست که بیش‌ترین تنوع و گستردگی استفاده را در فرآیند چاپ دارد، شرح داده شده است. سایر فرآیندهای چاپ نیز بعد از چاپ افست، به‌طور خلاصه‌تر بررسی شده‌اند.

۵ــ۶ــ۳ــ مواد مصرفی در پیش از چاپ افست: پیش از چاپ (نمونه‌گیری مجدد، ترکیب، فیلم و ساخت پلیت) :

روش‌های بازتولید تصویری، پیش از چاپ نیازمند استفاده از محلول‌های ثبوت و ظهور است، از جمله برای فیلم‌های پایه‌ی نقره‌ای، که به عنوان مستری برای پلیت‌های چاپ تلقی می‌شوند.

در این روش، مقدار استفاده شده‌ی داروی ظهور، که به عنوان زباله‌ی خطرناک، جدا شده و نیازمند دفع شدن است و باید به‌طور محدود کنترل شود، به طرز قابل توجهی کاهش می‌یابد. به این ترتیب بخش عمده‌ای از زباله‌های خطرناک نیز، می‌توانند کاهش یابند. نقره‌ی دوباره به‌دست آمده، بازیافت می‌شود. هم‌چنین بازیافت نقره‌ای که دوباره به دست آمده، برای فیلم‌ها و کاغذهای عکاسی، همراه با یک عامل سیاه کننده، بیش از ۳۰ درصد مناسب است. از سوی دیگر وقتی عامل سیاه کننده کم‌تر از ۳۰ درصد باشد، برای بازیافت به زباله‌های غیرخطرناک (زباله خانگی) می‌پردازند.

وقتی سیستم‌های کامپیوتر به پلیت یا کامپیوتر به چاپ مورد استفاده قرار می‌گیرند، نیاز به فتوشیمیایی، تا اندازه‌ای یا حتی به طور کامل نیاز، از بین می‌رود.

زباله‌های تولید شده توسط سیستم‌های چاپ افست کوچک، پس‌مانده‌ی مایعات حذف شده و مواد پاک کننده پلیت و هم‌چنین محلول‌های ظهوری که پلیت استفاده می‌کند، باید به عنوان زباله‌های خطرناک دفع شوند.

امروزه پلیت‌های چاپی پوشیده شده از دی کرومیک، که باعث به‌وجود آمدن زباله‌های سنگین آلاینده‌ی آب می‌شوند مورداستفاده قرار نمی‌گیرند و مدتی است که از پلیت‌های چند فلزی به ندرت استفاده می‌شود.

۶ــ۶ــ۳ــ مواد مصرفی از چاپ افست: انتشار ذرات ارگانیک فرّار، در چاپ افست، عمدتاً ناشی از تبخیرالکل ایزوپروپیل (IPA) موجود در محلول مرطوب‌کننده است، که اغلب به صورت یک دوره ۸ تا ۱۵ درصدی از مواد پاک کننده نوردها، لاستیک‌های سیلندر و دیگر اجزای چاپ، افزوده می‌شوند.

این انتشارات می‌توانند به‌طور مؤثر، به وسیله‌ی کاهش مقدار الکل، به واسطه‌ی استفاده از جانشین‌های مناسب (مانند گلیکول) یا استفاده از نوردهای مرطوب کننده هیدروفیلیک و دیگر پیشرفت‌های فنی (مثل کنترل درجه‌ی حرارت سیستم مرکب دهی، فرآیند اُسمز معکوس آب Reverse-osmosis) بین ۴ تا ۸ درصد کاهش یابند.

در بسیاری از موارد، وقتی مواد پاک کننده‌ی فرّار به وسیله‌ی روغن‌های گیاهی تصفیه شده به روش شیمیایی و روغن‌های معدنی با نقطه ویسکوزیته‌ی بالا و در نتیجه انتشار کم و نقطه‌جوش بالا، جای‌گزین می‌شوند، انتشار ناشی از این مواد پاک کننده کاهش می‌یابد.

ابزارهای جدید و دقیق اندازه‌گیری ای پی آ (مانند اندازه‌گیری طیف‌های جذب آی آر در فازهای گازی یا سنجش سرعت صوتی) که به صورت تجاری مدت‌هاست در دسترس‌اند، می‌توانند جای‌گزین ثابت کننده‌ی الکل غیردقیقی (برمبنای اصل اندازه‌گیری چگالی) شوند که واحدهای اندازه‌گیری افزایشیِ امروزی استفاده می‌کنند. فقط در این صورت کاهش ای پی آ قابل کنترل است.

در چاپ افست خشک نیازی به محلول موطوب کننده نیست و در نتیجه ای پی آ هم وجود ندارد. هم‌چنین وقتی از پلیت‌های حرارتی استفاده می‌شود، به‌طور قابل ملاحظه‌ای مواد شیمیایی ظهور، کم‌تر مورد نیاز واقع می‌شوند.

مرکب‌هایی که در چاپ افست (افست ورقی و افست کلدست) استفاده می‌شوند فاقد ذرات ارگانیک فرّار (VOC) هستند، زیرا روغن‌هایی که به عنوان حلّال استفاده می‌شوند، در دمای محیط تبخیر نمی‌شوند. مرکب‌های یووی هم که گاهی اوقات استفاده می‌شوند، فاقد وی اُ سی (VOC) هستند.

در افست رول هیت‌ست ۹۹درصد از تبخیر کننده‌های حلّال‌ها، هنگام استفاده از خشک‌کن‌های یووی، سوزانده می‌شوند. هوای زائد پاک‌سازی شده از طریق استفاده از تبدیل کننده‌های گرمایی، می‌تواند برای اهداف گرمایشی، شامل گرمایش آب، استفاده شود. هم‌چنین استفاده از کاتالیزور یا فرآیندهای پس‌سوزی احیا کننده، برای تصفیه و پاک‌سازی هوای آلوده و زائد امکان پذیر است.

قوطی‌های فلزی خالی مرکب نیز بازیافت می‌شوند. محفظه‌های مرکبی که محتویاتشان کاملاً

مصرف نشده به عنوان زباله‌های خطرناک دور انداخته می‌شوند. با استفاده از مخزن‌های بزرگ مرکب، پمپ‌های مرکب و سیستم‌های کارتریج مرکب ؛ یا با استفاده ازمرکب‌های تازه، مقدار زباله به میزان زیادی کاهش می‌یابد. ورق‌های باطله ممکن است برای بازیافت به فروشنده‌های کاغذ باطله منتقل شوند. با اختصاص دادن اتوماسیون، مانند سیستم‌های تنظیم کننده‌ی شیر مرکب، فناوری ایستگاه کنترل، سیستم‌های کنترل انطباق یا سیستم‌های اندازه‌گیری رنگ، تولید زباله (باطله) به حداقل می‌رسد و از این طریق، کاغذ و انرژی ذخیره می‌شوند.

محلول مرطوب کننده‌ی باقی مانده، با الکل یا بدون الکل، به‌عنوان یک زباله‌ی خطرناک دفع می‌شود (اگر مقدار آن‌ها از حد مجاز خارج شود).

مواد پاک کننده‌ی باقی‌مانده از تجهیزات اتوماتیک شوینده در ماشین‌های چاپ، زباله‌های خطرناکی هستند.

در چاپخانه‌های بزرگ، این پس مانده‌ها، به خصوص آن‌هایی که از دستگاه‌های شوینده باقی می‌مانند، از طریق تصفیه کردن (فیلتراسیون) بازیافت می‌شوند. آن‌ها معمولاً می‌توانند با اضافه کردن یک ماده‌ی افزودنی مناسب، بازیافت شوند، اما گاهی اوقات هم بدون این مواد افزودنی بازیافت می‌شوند.

فیلترهای آلوده، پارچه‌های تمیزکننده یک‌بار مصرف و پارچه‌های شوینده در تجهیزات شوینده، باید به عنوان زباله‌های خطرناک دفع شوند. سیستم‌های پارچه پاک‌کننده‌ی برگشت‌پذیر که توسط ارائه کنندگان خدمات گوناگون، پیش‌نهاد شده‌اند، قادرند پارچه‌های پاک کننده را دوباره مورد استفاده قرار دهند.

پلیت‌های آلومینیومی یا چندفلزی می‌توانند برای بازیافت به فروشنده‌های قطعات اوراق منتقل شوند. پلیت‌های چاپی با پایه‌ی پلی‌استر می‌توانند به عنوان زباله خانگی دفع شوند و ازبین بروند.

۷ــ۶ــ۳ــ مواد مصرفی پس از چاپ: در عملیات پایانی چاپ که شامل ورنی زنی، برش، تا، دوخت، چسب‌زنی، بسته‌بندی و غیره است، واکنش‌های زیست محیطی کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. معمولاً برای ورنی‌زنی از وارنیش‌های یووی استفاده می‌شود و اثرات زیست‌محیطی آن‌ها همانند اثرات مرحله‌ی چاپ است. ورق‌های باطله، باطله‌های قسمت تیغ‌زنی و برش کاغذ و مواد بسته‌بندی، بازیافت می‌شوند. در مرحله‌ی چسب‌زنی، مواد چسب گرم (Hot-melt) و چسب‌های پلی‌اورتان بارزترند.

در این فرآیند در صورت وجود بوهای تند و ناخوشایند، انتقال بخارات ناشی از آن‌ها توسط مکش، توصیه شده است. باقی‌مانده‌های سخت شده و سخت نشده، به عنوان زباله‌ی خطرناک جدا می‌شوند و از بین می‌روند.

۸ــ۶ــ۳ــ مواد مصرفی در چاپ گراور: در تولید سیلندر چاپ، از نظر زیست محیطی، باید بین اسیدکاری و گودسازی یک سیلندر گراور تفاوت وجود داشته باشد. در هر دو، فرآیند الکتروپلیت (آبکاری برقی) برای سیلندرها مشابه است. امروزه فرآیند کنترل شده‌ی الکتروپلیت، آب فاضلابی کمی تولید می‌کند.

تأثیرات زیست محیطی با برطرف کردن نیاز به استفاده از روش‌های اسیدکاری و فتوشیمیایی، عمدتاً کاهش می‌یابد.

مرکب‌های گراور شامل تولوئن هستند که حدود ۸۰ درصد از محتویات مرکب را تشکیل می‌دهد. تولوئن در خشک‌کن‌ها از طریق کانال‌هایی به سیستم بازیافت منتقل می‌شود. امروزه میزان بازیافت بیش از ۹۸درصد است. زیرا ماشین‌های چاپ گراور پوشیده هستند و میزان تولوئنی که در کارگاه پخش می‌شود تقریباً صفر است. یعنی هیچ تولوئنی از ماشین و محفظه‌ها نشت نمی‌کند.

بخشی از تولوئن بازیافتی در چاپخانه برای رقیق کردن مرکبی که به صورت غلیظ تحویل داده شده، دوباره مورد استفاده قرار می‌گیرد و مازاد آن برای بازیافت به سازنده‌های مرکب بازگردانده می‌شود. به واسطه‌ی مرکب‌های جدیدی که تولوئن کمی دارند، میزان تولوئن در محصولات چاپی کاهش یافته و میزان بازیافت، افزایش بیش‌تری پیدا کرده است.

مرکب‌های گراور پایه آب، به سبب مشکلات انطباق و هدایت و تنظیم، به ندرت مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۹ــ۶ــ۳ــ مواد مصرفی در چاپ فلکسوگرافی و لترپرس: در چاپ لترپرس، پلیت‌های چاپی فتوپلیمری ساخته شده از مواد مصنوعی (سنتزی) به‌طور روزافزون، مورد استفاده قرار می‌گیرند و پلیت‌های چاپی فلزی (پلیت‌های اچینگ ساخته شده از روی، منیزیم یا مس)، که با استفاده ازمواد شیمیایی حیاتی گوناگونی چون اسید کرومیک و اسید نیتریک و غیره ساخته می‌شوند. به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش می‌یابند.

در مورد پلیت‌های ساخته شده از مواد فتوپلیمری، محلول‌های شوینده دارای حلّال، می‌توانند پس از بازیافت حلّال از طریق تقطیر، به طور مکرر مورد استفاده قرار بگیرند. در هرحال باید از استفاده‌ی پرکلرواتیلن، به عنوان یک حلّال، اجتناب کرد.

مرکب‌های چاپ برجسته فاقد ترکیبات آلی فرّار هستند و فرآیند چاپ لترپرس آب فاضلابی یا زائد تولید نمی‌کند. امروزه در چاپ فلکسوگرافی، پلیت‌های فتوپلیمری، به‌طور گسترده‌ای جای‌گزین شده‌اند و تأثیرات زیست محیطی آن، مشابه ساخت پلیت لترپرس پلیمری است.

هم‌چنین فرآیند گودسازی لیزری جدید، برای ساخت پلیت به میزان بالایی از لحاظ زیست‌محیطی سازگار و هماهنگ است.

مرکب‌های چاپ فلکسو دارای حلّال، عمدتاً شامل الکل (اتانول) و اغلب استات اتیل و مقدار معینی از چکیده و عصاره‌ی نفت سفید، تولوئن الکل ایزوپروپیل (IPA) و همین‌طور استون است.

متانول با توجه به تعهد اختیاری بین بخشی از تولید کننده‌ها مدت‌هاست که استفاده نمی‌شود، تولوئن هم کم و کم‌تر استفاده می‌شود.

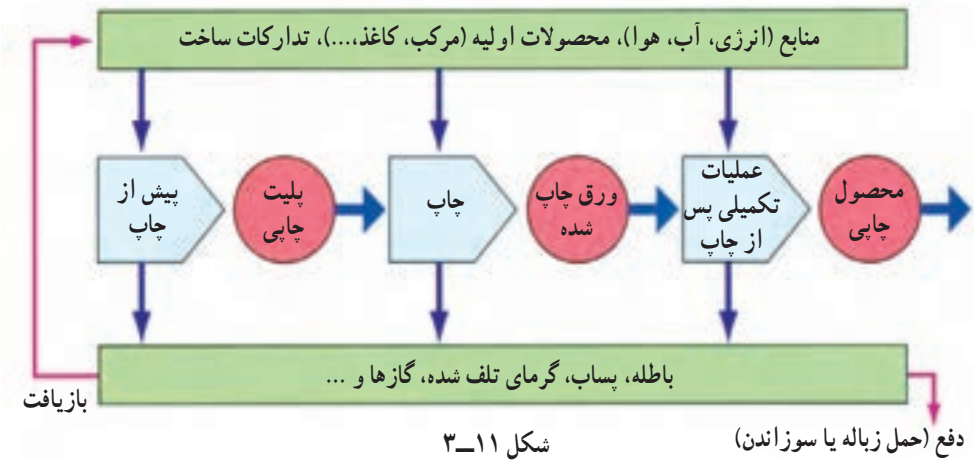
مرکب‌های فلکسوگرافی پایه آبی (فاقد VOC) در چاپ بر روی مواد جاذب استفاده می‌شوند. مرکب‌های یووی فاقد وی‌اُ سی هم در چاپ فلکسو استفاده می‌شود.

انواع مختلفی از مواد برای شست‌وشو استفاده می‌شوند، که به نوع مرکب و هدف کار چاپی وابسته‌اند و زباله‌های حاصل شده از این‌ها همواره خطرناک است. تأسیسات پاک‌کننده گازهای زائد پالایشی یا گرمایی مرحله‌ای از تکنولوژی زیست‌محیطی‌اند.

۱۰ــ۶ــ۳ــ مواد مصرفی در چاپ اسکرین: در ساخت استنسیل، آب زائد (فاضلابی) تولید می‌شود که شامل ذرات معلق آلی است. هم‌چنین اگر نمک‌های دی‌کرومیک به عنوان حساس‌کننده استفاده شوند، در نهایت باید به عنوان زباله‌های خطرناک، دفع شوند.

مرکب‌های دارای VOC و مرکب‌های پایه آبی با VOC کم و مرکب‌های یووی بدون VOCدر این روش چاپی استفاده می‌شوند.

۱۱ــ۶ــ۳ــ فرآیند بازیافت مواد: در شکل ۱۱ــ۳ فرآیندهای کلی در یک چاپخانه بر روی یک نمودار نشان داده شده است.



شکل ۱۱ــ۳

در شکل ۱۲ــ۳ فرآیند بازیافت برای همه موارد، با جزئیات بیش‌تر، شرح داده شده است.

شکل ۱۲ــ۳

آن‌چه که از کلمه‌ی «بازیافت» برداشت می‌شود، دوباره استفاده کردن و پردازش محصولات یا قسمت‌هایی از محصولات در یک سیستم گردشی است. بازیافت، مواد خام ثانویه را تولید می‌کند و از این طریق منابع ذخیره می‌شوند.

کلمه‌ی «استفاده کردن» (Use) ، با حفظ ساختار محصول و کاهش جزئی ارزش و مرغوبیت، شرح داده می‌شود. «استفاده‌ی مجدد» (Reusing)، مستلزم این است که محصول یا فرآورده با همان هدف قبلی مورد استفاده قرار گیرد (مثل پارچه‌های پاک کننده قابل بازگشت یا ظروف حاملی که قابلیت استفاده‌ی مجدد برای مواد شیمیایی چاپ دارند).

۷ــ۳ــ انواع کاغذ و مصارف آن‌ها

اصول ساخت کاغذ همواره یکسان است درحالی که ویژگی‌های درنظر گرفته شده براساس نوع مصرف آن‌ها در هر موردی ممکن است متفاوت باشد.

کاغذ، با توجه به نوع خمیر آن، با کیفیت‌های گوناگون ساخته می‌شود و قیمت آن نیز بر همین اساس تعیین می‌گردد. انواع بسیارگران قیمت آن مانند کاغذهای دست‌ساز، ورق‌هایی که ابعاد آن‌ها

درست بر ابعاد استاندارد منطبق نیست. به‌طور جداگانه بسته‌بندی می‌شوند. درحالی که اغلب کارخانه‌های کاغذسازی، تولیدات ناقص را مجدداً خمیر می‌کنند.

در بازار فعلی ایران در مورد کاغذ محدودیت‌های بسیاری است و تنها تعداد خاصی از انواع کاغذهای موجود در بازار عرضه می‌شود که این کاغذها شامل انواع کاغذهای ایرانی و خارجی با گراماژ مختلف است. در زیر انواع کاغذها به اختصار توضیح داده می‌شود.

۱ــ۷ــ۳ــ کاغذ روزنامه (News Print): کاغذ روزنامه از خمیر مکانیکی، که مقداری خمیر شیمیایی نیز در آن وجود دارد، تهیه می‌شود. این نوع کاغذ برای چاپ روزنامه و مواد چاپی شبیه به کار روزنامه استفاده می‌شود ؛ مانند بعضی از ژورنال‌های خانگی.

کاغذ روزنامه به شکل پرداخت نشده تولید می‌شود و به همین دلیل خاصیت جذب مرکب در آن زیاد است. اما به دلیل استفاده از خمیر مکانیکی در حجم بالا با قرار گرفتن در مقابل نور و تابش خورشید به سرعت تغییر رنگ می‌دهد. کاغذ روزنامه از ارزان‌ترین نوع کاغذ چاپ است که به صورت رول یا ورق عرضه می‌شود و برای چاپ با روش لترپرس و افست بدون خشک کن آماده شده و گراماژ آن معمولاً بین ۴۵ تا ۵۰ گرم در هر متر مربع است.

۲ــ۷ــ۳ــ کاغذ مکانیکی (Mechanical Printing): نوع مرغوب‌تری از کاغذ روزنامه است که درصد خمیر شیمیایی آن نسبت به نوع اول بیش‌تر است. درصد خمیر شیمیایی براساس کیفیت موردنیاز، کم یا زیاد می‌شود. مواد پرداخت کننده موجود در خمیر این کاغذ به میزان معمول است و از این کاغذ برای چاپ تولیدات ارزان قیمت استفاده می‌شود.

این کاغذ را می‌توان با پرداخت بهتر تهیه نمود که در آن صورت به عنوان کاغذ تحریر ارزان قیمت نیز مصرف می‌شود.

۳ــ۷ــ۳ــ کاغذ مکانیکی با سطح بسیار صاف (Mechanical Sc Printing): خمیر این کاغذ از مواد معدنی بیش‌تری برخوردار است و شفافیت آن نیز به دلیل پرداخت شدن زیاد سطح آن با نوردهای سوپر کلندر[1] است.

کاغذ چاپ مکانیکی اس سی (SC) به شکل گسترده‌ای در چاپ با ماشین‌های روتوگراور و برای کارهای چاپی مثل : مجله‌ها با تیراژ بالا، کاتالوگ و ضمائم رنگی مجله‌ها مصرف می‌شود. گراماژ این کاغذ بین ۵۴ تا ۸۰ گرم در متر مربع متغیر است.

۱ــ سوپر کلندر Super Calender

۴ــ۷ــ۳ــ کاغذ شیمیایی (Wood free Printing): این نوع کاغذ بدون خمیر مکانیکی است و از خمیر چوب شیمیایی ساخته شده و کاغذ تولیدی آن از رنگ و کیفیت بسیار خوبی برخوردار است و برای مجله‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

این کاغذ از کاغذ مکانیکی مقاوم‌تر است و به صورت رول یا ورق عرضه می‌شود. این کاغذ به عنوان کاغذ چاپ افست شناخته شده است. گراماژ این نوع کاغذ حدود ۶۰ تا ۱۳۵ گرم در هر متر مربع است.

۵ــ۷ــ۳ــ کاغذ انجیلی (Bible Paper): کاغذ بسیار نازک، سفیدرنگ و دارای خاصیت پشت پوشانی است که برای چاپ کتاب‌های حجیم با تعداد صفحات بالا مورد استفاده قرار می‌گیرد. این کاغذ برای نوشتن مناسب نمی‌باشد.

۶ــ۷ــ۳ــ کاغذ شیمیایی آنتیک[1] (Woodfree Antique Wove): این کاغذ که حجم بیش‌تری دارد برای کتاب‌های نازک مناسب‌تر است.

۷ــ۷ــ۳ــ کاغذ گلاسه مات(Matt-coated Paper): این کاغذ در سال‌های اخیر بسیار رایج شده است. در پوشش سطح این کاغذ از خاک چینی استفاده می‌کنند که باعث صافی سطح و بهبود جذب مرکب می‌شود.

کیفیت چاپ و صافی این کاغذ براساس مقدار پوشش مصرف شده در ساخت بدنه و سپس در مرحله پرداخت آن ارزیابی می‌شود.

کاغذ مات به نظر صاف و نرم است ولی در مقایسه با کاغذ گلاسه بسیار خشن و زبر است. از کاغذهای گلاسه براق و مات برای چاپ انواع مختلف کارهای تجاری و با کیفیت بالا استفاده می‌شود که معمولاً در آن‌ها از مقدار زیادی تصاویر ترامه استفاده می‌شود مانند : چاپ بروشورها و کتاب و کاتالوگ با گراماژ بین ۶۰ تا ۲۰۰ گرم در هر متر مربع.

۸ــ۷ــ۳ــ کاغذ با جلای قوی(Cast Coated Paper): این نوع کاغذ بسیار صاف و براق و یک‌نواخت است و با روشی معمولی اندود می‌شود. گراماژ آن بین ۷۰ تا ۱۳۵ گرم در هر متر مربع است.

۱ــ واژه‌ی آنتیک در ابتدا برای توصیف کاغذهایی استفاده می شد که با ماشین ساخته می‌شدند ولی شبیه به کاغذهای دست‌ساز بودند. اما امروزه به هر نوع کاغذ با حجم خوب (زیردست خوب) و سطح زبر و خشن آنتیک گفته می‌شود.

زیردست خوب و مناسب : بدین معنی که کاغذ دارای بافت و نسوج محکمی نسبت به سایر کاغذهاست و خوب پرس شده به طوری که هنگام چاپ روی کاغذ از هم باز نمی‌شود و الیاف آن بسیار فشرده است و روی کاغذ سفیدک نمی‌زند.

۹ــ۷ــ۳ــ کاغذ با خطوط مشخص(Wove and Laid Paper): این نوع کاغذ با استفاده از سیلندر دندی رول[1] به صورت ساده و یا با خطوط مشخص تولید می‌شود که به راحتی قابل تشخیص است.

کاغذ ساده معمولاً از بافت یک‌نواختی برخوردار است که با قرار دادن آن در مقابل نور مشخص می‌شود. کاغذ خط‌دار با مشاهده‌ی یک سری خطوط مشخص می‌شود.

هر دو نوع کاغذ را می‌توان با آب نقش[2] به شکل طرح یا نوشته در سطح آن تهیه نمود. کیفیت هر دو کاغذ به هیچ‌وجه بستگی به صاف بودن و یا خط‌دار بودن آن ندارد، بلکه تنها پوشش روی دندی رول است که انواع آن را از یکدیگر متمایز می‌کند.

۱۰ــ۷ــ۳ــ کاغذ گلاسه اندود شده(Coater Paper): کاغذ دارای پوشش گلاسه و صاف از بهترین نوع کاغذهای اندود شده است. این کاغذ پوششی بسیار قوی دارد و سطح آن بسیار براق و صاف است. مرغوبیت کاغذ گلاسه را با توجه به کیفیت مواد به‌کار رفته در ساخت آن و هم‌چنین مواد مصرفی در اندود کردن سطح آن و مقدار پرداخت انجام شده که به وسیله نوردهای مخصوص در مرحله‌ی پایانی بر روی آن انجام می‌شود، درجه‌بندی می‌کنند.

کاغذ گلاسه را نیز مانند کاغذهای معمولی با استفاده از نوردهای کلندر در ماشین کاغذسازی و یا با استفاده از ماشین جداگانه پرداخت می‌کنند که این عملیات بستگی به نوع استفاده و درجه مرغوبیت پرداخت دارد. کیفیت چاپ با این نوع کاغذ از کاغذ ام اف(MF) و اس سی (SC) بهتر است اما قیمت آن نسبت به دو نوع ذکر شده گران‌تر می‌باشد.

۱۱ــ۷ــ۳ــ کاغذ کارتریج (Cartridge): این کاغذ از نظر ظاهر شبیه کاغذ آنتیک فشرده است که از انواع آن برای چاپ و رسم استفاده می‌شود. کاغذ نسبتاً سختی است و ازخمیر چوب با الیاف کوتاه ساخته می‌شود و گراماژ آن بین ۶۰ تا ۱۷۰ گرم در هر متر مربع است.

۱ــ Dandy Roll

۲ــ در کاغذهایی که با ماشین ساخته می‌شوند آب نقش کاغذ را با وارد آوردن فشار به سطح کاغذ در حال عبور از روی توری سیمی ــ که طرح موردنظر بر روی آن قرار گرفته است، ایجاد می‌کنند. آب نقش ممکن است به صورتی طراحی شده باشد که در قسمت‌های مشخصی از کاغذ ظاهر شود.

از آب‌نقش کاغذ برای شناسایی کاغذ ساخته شده به وسیله کارخانه‌های مختلف نیز استفاده می‌شود. کارخانه‌های کاغذسازی از آب نقش‌های مختلف در تولیدات خود استفاده می‌کنند که معمولاً به عنوان شناسایی کاغذ با کیفیت خوب قلمداد می‌شود.

۱۲ــ۷ــ۳ــ کاغذ لعاب‌دار(Enamel Paper): این کاغذ تنها از یک طرف پوشش شده است و کیفیت آن بسیار بالاست. نوع ارزان‌تر آن برای پوشش جعبه‌های مقوایی و انواع مرغوب‌تر را برای چاپ اتکت مصرف می‌کنند. این کاغذ در رنگ‌های مختلف تولید می‌شود.

۱۳ــ۷ــ۳ــ کاغذ دفاتر حسابداری (Ledger or Account Paper): این کاغذ از انواع کاغذ تحریر است که در ساخت دفاتر حسابداری مورد استفاده قرار می‌گیرد. این کاغذ معمولاً به رنگ آبی روشن است و با آب نقش و بدون پوشش گلاسه تهیه می‌شود. گراماژ این نوع کاغذ بین ۸۵ تا ۱۲۰ گرم در هر متر مربع است.

۱۴ــ۷ــ۳ــ کاغذ جلد (Cover Paper): معمولاً این کاغذها از نوع ضخیم و با قابلیت تا شدن تهیه می‌شود. کاغذ جلد به شکل ساده و یا با سطح برجسته تهیه می‌شود و به نام شمیز معروف است.

۱۵ــ۷ــ۳ــ کاغذ سربرگ و چندنسخه‌ای(Bank and Bonds): از این نوع کاغذ برای مصارف کارهای تایپی استفاده می‌شود که نیاز به کاغذ مات دارد. اما به عنوان کاغذ تحریر نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد و برای مصارف اداری مناسب است. انواع مرغوب این کاغذ را هنوز هم با استفاده از مقداری پارچه در خمیر آن تولید می‌کنند و در پرداخت نهایی آن آب نقش نیز زده می‌شود، اما انواع معمولی آن از خمیر چوب تهیه می‌شود که ارزان‌تر است.

این کاغذ در رنگ‌های مختلف و سفید عرضه می‌شود و معمولاً به عنوان کاغذ کرم رنگ ساده شهرت دارد. کاغذهای بسیار نازک نیز با وزن ۳۰ گرم در مترمربع که در بعضی موارد، کاغذ پستی یا چند نسخه‌ای نامیده می‌شوند، در مواردی که نیاز به چند نسخه از کار تایپ شده وجود داشته باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱۶ــ۷ــ۳ــ کاغذ فتوکپی(Duplicators): این نوع کاغذ به منظور استفاده در دستگاه‌های فتوکپی ساخته می‌شود. این کاغذ را معمولاً از نوع گلاسه تهیه می‌کنند. کاغذ فتوکپی به رنگ سفید و یا در رنگ‌های دیگر ساخته می‌شود که به شکل ساده و یا با خطوط موازی با آب نقش تهیه می‌شود و به صورت ۷۰ یا ۸۰ گرمی تولید می‌شود.

۱۷ــ۷ــ۳ــ کاغذ تحریر (Writing Paper): سطح کاغذ تحریر مناسب برای نوشتن با خودکار است. به‌طور کلی کاغذهای تحریر را با دقت بیش‌تری تولید می‌کنند و بنابراین قیمت آن نیز نسبت به کاغذ چاپ گران‌تر است. کاغذ تحریر به رنگ سفید و یا در رنگ‌های مختلف ساخته می‌شود و ممکن است دارای خط و نقش معینی باشد. کیفیت و رنگ کاغذ تحریر بستگی به نوع خمیر آن دارد.

۱۸ــ۷ــ۳ــ کاغذ افست (Offset Printings): کاغذ چاپ افست به‌طور مشخص برای چاپ لیتوگرافی ساخته شده و معمولاً کمی سفیدتر از کاغذ کارتریج با ته‌رنگ کرم است. عملیات پرداخت و پوشش کاغذ افست از نوع مرغوب است که معمولاً بدون پرز تهیه می‌شود. بهترین نوع کاغذ افست را در ماشین کاغذسازی مجهز به دو توری آبکش، تولید می‌کنند.

۱۹ــ۷ــ۳ــ کاغذ کرومو(Chromo Paper): این کاغذ با پوشش بسیار زیاد که معمولاً تنها در یک طرف آن انجام می‌شود ساخته شده و ضخامت روی پوشش آن از کاغذ گلاسه بیش‌تر است. مهم‌ترین مورد مصرف آن در چاپ اتکت و برچسب است.

۲۰ــ۷ــ۳ــ کاغذ پوستر(MG Poster): این کاغذ دارای سطح صاف و براق در یک رو و سطح زبر و خشن در طرف دیگر است، سطح این نوع کاغذ در کارخانه براق می‌شود. انواع مختلفی از این کاغذ در بازار وجود دارد که برای مصارف بسته‌بندی استفاده می‌شود. معروف‌ترین نوع آن که برای چاپ مصرف می‌شود، در جهان به نام کاغذ پوستر شهرت دارد که سطح براق آن را چاپ کرده و از طرف زبر و خشن آن به منظور چسباندن پوستر بر روی تابلو استفاده می‌کنند. گراماژ این کاغذ از ۷۰ تا ۱۷۰ گرمی متغیر است.

۲۱ــ۷ــ۳ــ کاغذ خودکپی یا کاربن‌لس(Carbonless): کاغذ خودکپی در انواع سفید و رنگی تهیه می‌شود، که با پوشش مخصوصی می‌توانند نقش‌هایی به رنگ سیاه و آبی را در زمان وارد شدن فشار بر روی آن‌ها به کاغذ زیری منتقل کنند. کاغذ خودکپی به صورت ورق یا رول عرضه می‌شود و گراماژ آن بین ۴۰ تا ۲۴۰ گرم در هر متر مربع است.

۲۲ــ۷ــ۳ــ کاغذ چسب (Gummed Paper): این کاغذ با چسب‌هایی که دراثر آب فعال می‌شوند، اندود شده است و در انواع مختلفی عرضه می‌شود که شامل کاغذهای ام اف (MF)، کاغذ گلاسه، کاغذ کرومو و کاغذ رنگی است. این کاغذ به شکل ورق یا رول عرضه می‌شود.

۸ــ۳ــ کاغذ و انواع روش‌های چاپی

هریک از روش‌های چاپی نیاز به نوعی از کاغذ با مشخصات خاص دارد، تا در عمل امکان دست‌یابی به کیفیت مطلوب و استانداردهای موردنظر فراهم شود و از نظر قیمت نیز مناسب‌ترین کاغذ ممکن تهیه شود.

۱ــ۸ــ۳ــ کاغذ چاپ افست ورقی: برای چاپ افست ورقی باید از کاغذ اندود نشده که سطح آن از الیاف محکم و یکنواخت ساخته شده و به خوبی آهار خورده باشد، استفاده نمود. کاغذ

چاپ افست باید بدون پرز باشد. کاغذهای روکش شده معمولاً مشکل پرزدهی ندارند، اگر راه کاغذ در جهت محور سیلندر قرار داده شده باشد، قابلیت حفظ و پایداری ابعاد آن بیش‌تر است.

۲ــ۸ــ۳ــ کاغذ چاپ افست رول با خشک‌کن (هیت ست): بهتر است کاغذ مصرفی در این روش، از گراماژ بیش‌تری برخوردار باشد (معمولاً ۱۳۵ گرمی)، درجه‌ی رطوبت این نوع کاغذ باید نسبتاً پایین باشد، چون با عبور کاغذ از قسمت خشک‌کن ممکن است تغییراتی در سطح آن ایجاد شود.

در روش چاپ افست سرد (کلدست)، استفاده از کاغذ با پرداخت نسبتاً نرم مناسب است، زیرا قدرت جذب خوبی دارد.

۳ــ۸ــ۳ــ کاغذ چاپ گود (گراور): برای چاپ گود از کاغذ نسبتاً ارزان‌تر مثل کاغذ مکانیکی استفاده می‌شود، که فقط صاف بودن سطح آن مورد نظر است. معمولاً سیستم‌های تاکن ماشین‌های رول از نظر گراماژ کاغذ مصرفی با محدودیت روبه‌رو هستند، به طوری که گراماژ کاغذ نباید بیش‌تر از ۹۰ گرم باشد.

۴ــ۸ــ۳ــ کاغذ چاپ سیلک اسکرین: چاپ سیلک را می‌توان بر روی مواد مختلفی مثل کاغذ، مقوا، پلاستیک، شیشه، فلز و پارچه انجام داد.

۵ــ۸ــ۳ــ کاغذ چاپ لترپرس: در چاپ لترپرس بهتر است از کاغذ صاف و گلاسه استفاده کرد تا امکان چاپ سایه‌روشن‌های دقیق بر روی آن فراهم شود. کاغذ چاپ لترپرس باید قابلیت تحمل فشار را داشته باشد.

۶ــ۸ــ۳ــ کاغذ چاپ فلکسوگرافی: در روش چاپ فلکسو می‌توان از کاغذ گلاسه و یا معمولی و بدون پوشش و یا پلاستیک استفاده کرد.

۷ــ۸ــ۳ــ کاغذ چاپگرهای لیزری: کاغذ چاپگرهای لیزری باید صاف و بدون موج باشد. درجه‌ی رطوبت آن نیز پایین است. گراماژ آن از ۶۰ گرمی به بالاست.

آزمون پایانی (۳)

۱ــ مدت زمان نگهداری پلیت‌های دیازو چه‌قدر است؟

الف) شش ماه　　پ) دوازده ماه

ب) هیجده ماه　　ت) بیست‌وچهارماه

۲ــ کدام‌یک از پلیت‌ها به مراحل شیمیایی نیازی ندارند؟

الف) پلیت‌های زدودنی　　پ) پلیت‌های الکترواستاتیکی

ب) پلیت‌های دوفلزی　　ت) پلیت‌های هالید نقره

۳ــ پلیت‌های فلکسوگرافی معمولاً از چه جنسی است؟

الف) لاستیک و پلیمر　　پ) لاستیک فتوپلیمر

ب) پلیمر و فتوپلیمر　　ت) لاستیک ژلاتینی

۴ــ حداکثر انتخاب ترام (خط بر سانتی‌متر) برای پلیت‌های لاستیکی در چاپ فلکسوگرافی چه‌قدر است؟

الف) ۵۴ خط بر سانتی‌متر　　پ) ۴۰ خط بر سانتی‌متر

ب) ۶۰ خط بر سانتی‌متر　　ت) ۲۴خط بر سانتی‌تر

۵ــ پلیت‌های تک لایه فلکسوگرافی معمولاً دارای چه ضخامتی‌اند؟

الف) ۸۶٪　　پ) ۰/۷۶

ب) ۰/۹۶　　ت) ۶۶٪

۶ــ فیلم‌های دستگاه فیلم ستر به چه نوری حساس‌اند؟

الف) ماورای بنفش　　پ) مادون قرمز

ب) نور زرد　　ت) هالوژن

۷ــ برای به‌دست آوردن ترام از (C_۹۵٪) معمولاً از چه ضخامت پلیت برحسب میلی‌متر استفاده می‌شود؟

الف) کم‌تر از ۳/۳　　پ) کم‌تر از ۳/۲

ب) کم‌تر از ۳/۵　　ت) کم‌تر از ۳/۴

۸ــ برای دست‌یابی به چاپ هاف‌تن با کیفیت بالا از چه پلیت‌های فلکسوگرافی

استفاده می‌شود؟

الف) تک لایه　　پ) چند لایه

ب) دوفلزی　　ت) هالید نقره

۹ــ کدام‌یک از مرکب‌های سیستم‌های چاپی از چسبندگی خوبی برخوردار است؟

الف) گراور　　پ) افست لیتوگرافی

ب) سیلک اسکرین　　ت) فلکسوگرافی

۱۰ــ کدام‌یک از نوع روغن‌های مصرف‌شده در ساختار مرکب آلودگی کم‌تری در محیط زیست دارد؟

الف) کتان　　ب) سویا　　پ) کانولا　　ت) کلم

۱۱ــ ترکیبات مرکب مورد استفاده در چاپ افست را نام ببرید.

۱۲ــ چرا در چاپ افست خشک نیازی به ای پی آ (الکل ایزوپروپیل) نیست؟

۱۳ــ درکدام‌یک از مرکب‌ها از ماده‌ی خشک کننده‌ی تولوئن استفاده می‌شود؟

الف) مرکب افست　　پ) مرکب‌های گراور

ب) مرکب‌های سیلک‌اسکرین　　ت) مرکب‌های برجسته

۱۴ــ تولوئن چند درصد از محتویات مرکب را تشکیل می‌دهد؟

الف) ۷۰٪　　پ) ۸۰٪　　ب) ۸۸٪　　ت) ۷۵٪

۱۵ــ مرکب کدام‌یک از سیستم‌های چاپی فاقد دی‌اُ سی (ترکیبات فرّار آلاینده) است؟

الف) چاپ افست　　پ) چاپ برجسته

ب) چاپ گراور　　ت) چاپ سیلک اسکرین

۱۶ــ مرکب‌های چاپ فلکسوگرافی عمدتاً دارای چه نوع حلّال است؟

الف) تولوئن　　پ) الکل (اتانول)

ب) استون　　ت) اتیل استات

۱۷ــ کاغذ گلاسه مات معمولاً بین چه گراماژهایی برحسب گرم مترمربع تولید می‌گردد؟

الف) ۵۰ــ۲۰۰　　پ) ۶۰ــ۲۰۰

ب) ۶۰ــ۱۵۰　　ت) ۶۰ــ۱۹۰

۱۸ــ سیلندر دندی‌رول (DandyRool) چه نقشی در ساختار کاغذ دارد؟

الف) برجسته کردن کاغذ　　پ) چاپ روی کاغذ

ب) آب نقش درون کاغذ　　ت) چاپ در پشت کاغذ

۱۹ــ در چاپ اتیکت و برچسب معمولاً از چه نوع کاغذی استفاده می‌شود؟

الف) با جلای قوی　　پ) کرومو

ب) آب چسب　　ت) گلاسه مات

۲۰ــ کاغذ خودکپی (کاربن لس) معمولاً بین چه گراماژی برحسب گرم مترمربع تولید می‌شود؟

الف) ۲۰ــ۲۴۰　　پ) ۴۰ــ۲۴۰

ب) ۵۰ــ۲۴۰　　ت) ۳۰ــ۲۴۰

۲۱ــ شُمیز معمولاً به چه نوع کاغذهایی گفته می‌شود؟

الف) کاغذ دفاتر　　پ) کاغذ جلد

ب) کاغذ کارتریج　　ت) کاغذ با جلای قوی

۲۲ــ مشخصه‌ی کاغذ چاپ افست ورقی را شرح دهید.

۲۳ــ فرق عمده‌ی بین کاغذ چاپ افست رول با خشک‌کن حرارتی و کاغذ چاپ افست ورقی چیست؟

الف) گراماژ کم‌تر با رطوبت زیاد　　پ) گراماژ بیش‌تر با رطوبت کم

ب) گراماژ بیش‌تر با رطوبت زیاد　　ت) گراماژ بیش‌تر با رطوبت متوسط

۲۴ــ گراماژ کاغذ در ماشین‌های رول مجهز به سیستم ورق تاکن از چند گرم مترمربع نباید تجاوز کند؟

الف) ۱۲۰ گرم　　پ) ۹۰ گرم

ب) ۷۰ گرم　　ت) ۲۰۰ گرم

فصل چهارم

تحولات فناوری در حوزه ی ماشین آلات

اهداف رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود :

۱ــ واحد تغذیه را تشریح کند.

۲ــ سیستم‌های کنترلی را توضیح دهد.

۳ــ روش‌های برگردان کاغذ را تعریف کند.

۴ــ سیستم‌های انتقال به اولین واحد چاپ را تعریف کند.

۵ــ فناوری در پیکربندی ماشین‌های افست را توضیح دهد.

۶ــ سیلندر پلیت را شرح دهد.

۷ــ سیلندر لاستیک را توضیح دهد.

۸ــ فناوری چاپ دورو را شرح دهد.

۹ــ چاپ دورو چهاررنگ را توضیح دهد.

۱۰ــ واحد تحویل را شرح دهد.

۱۱ــ فناوری پودر پاشی دوسویه را تعریف کند.

۱۲ــ فناوری خشک‌کردن را شرح دهد.

یکی از ویژگی‌های فناوری در حوزه ماشین‌آلات، روش‌های تولید محصولات چاپی با کیفیت بسیار بالاست.

فناوری تولید طیف وسیعی از ماشین‌های چاپ تک‌رنگ، چهاررنگ و دوازده رنگ با قابلیت چاپ دورو را دربر می‌گیرد. در چاپ افست ورقی، چاپ بر روی سطوح چاپی در اندازه‌های گوناگون و گراماژهای متفاوت میسر است. در عین حال صنایع کاغذسازی نیز با پیشرفت‌های عظیم خود بزرگ‌ترین طیف اوراق استاندارد را برای چاپ افست ورقی فراهم کرده‌اند.

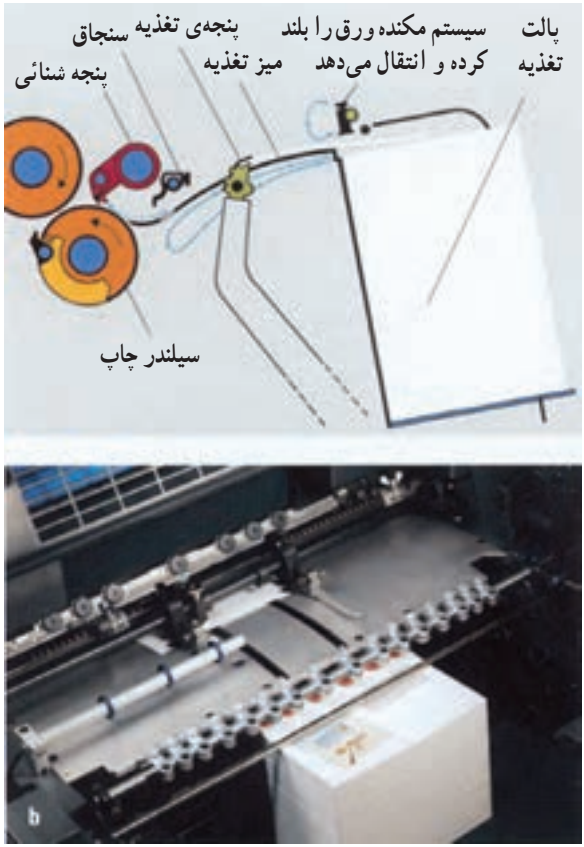
در ادامه، با شناخت تجهیزات و عملکرد واحدهای مختلف ماشین‌های چاپ افست ورقی به بررسی فناوری‌ها و ابداعات فنی آن می‌پردازیم :

۱ــ۴ــ واحدهای تغذیه

واحدهای تغذیه با کارایی متناسب با ماشین‌های چاپ و پس از چاپ عرضه شده‌اند، مانند سیستم‌های تغذیه تک‌برگی (Single Sheet Feeder) و یا سیستم‌های تغذیه پیوسته (Stream Feeder) که روی ماشین‌های افست ورقی به‌کار گرفته شده است. در زیر هریک از آن‌ها را به اختصار توضیح می‌دهیم :

۱ــ۱ــ۴ــ سیستم تغذیه‌ی تک‌برگی (Single Sheet Feeder): در سیستم تغذیه‌ی تک‌برگی ورق‌ها یکی بعد از دیگری به سینی تغذیه ارسال می‌شوند. این عمل توسط مکنده‌هایی که در جلوی پالت تغذیه تعبیه شده است صورت می‌گیرد (شکل ۱ــ۴). پنجه‌های تغذیه و یا نوار نقاله روی سینی تغذیه، ورق‌ها را هدایت می‌کنند و به قسمت سنجاق و نشان می‌رسانند. جداسازی اوراق از روی پالت تغذیه توسط سیستم‌های مکنده و دمنده انجام می‌شود.

بعضی اوقات دو ورق در نتیجه‌ی شارژ الکترواستاتیک (الکتریسیته ساکن) یا گیر در برش لبه‌های کاغذ، به هم می‌چسبند. برای پیش‌گیری از مشکل ورق‌های دوتایی (Double Sheets) تجهیزات جداکننده و هوای دمنده به‌کار گرفته شده است.



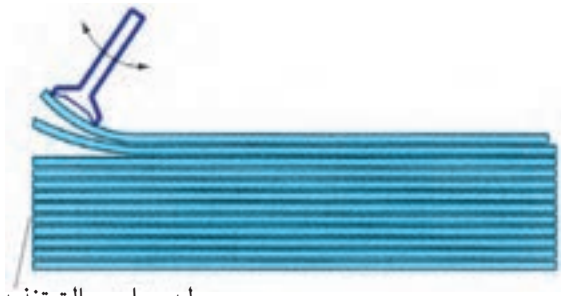
شکل ۱ــ۴ــ سیستم تغذیه تک برگی و نمودار انتقال ورق

در صورت عدم کنترل و نظارت ورق‌های دوتایی، به‌طور یقین پیشامدهایی ازقبیل آسیب لاستیک و پنجه‌ها رخ خواهد داد. در نتیجه‌ی عدم نظارت دقیق و امکان عبور ورق‌های بدون چاپ، لطماتی نیز متوجه تولید خواهد شد.

ـــ ***جداسازی در قسمت تغذیه:*** جداسازی کامل ورق‌ها در قسمت تغذیه توسط تجهیزات دوتایی بگیر (Double Sheet Detector) صورت می‌گیرد که دارای انواع گوناگونی است.

جداسازی ورق‌های بلند شده، از روی پالت تغذیه انجام می‌شود. دمنده‌های هوا از مقابل به لبه کاغذها و هم‌چنین به عقب دسته کاغذها می‌دمند تا کاغذها به خوبی جدا شوند. جدا کننده‌های مکانیکی (ورق‌های فلزی فنری) هم کاغذ بالایی را از دیگر کاغذها جدا می‌کنند تا به یکدیگر نچسبند.

در سیستم‌های ساده، عمل جداسازی از جلوی کاغذ با یک حرکت نوسانی به جلو صورت می‌گیرد. در این حرکت، مکنده‌ها لبه‌ی جلوی کاغذ را خم می‌کنند، در نتیجه کاغذ به راحتی جدا می‌شود. با اندک کشیده شدن کاغذ به جلو، امر جداسازی از پالت با سهولت بیش‌تری انجام می‌شود. (شکل ۲ــ۴).



شکل ۲ــ۴ــ تفکیک و انتقال ورق توسه مکنده نوسانی

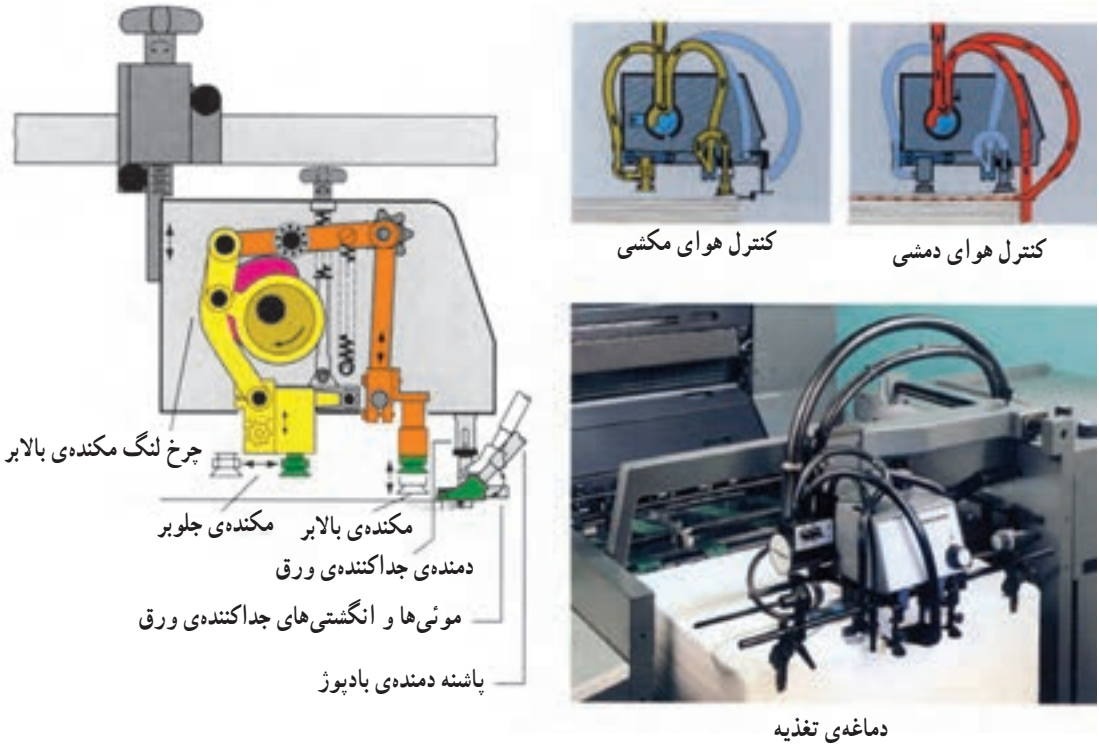
ـــ **مزایای سیستم تغذیه تک برگی:** سیستم تغذیه تک برگی دارای مزایایی است که از آن جمله سهولت تنظیم نسبت به تغییرات در اندازه و کیفیت ورق چاپی را می‌توان ذکر نمود.

سیستم تغذیه‌ی تک برگی با مزایای ساختاری بسیار ساده، عملکردی غیرپیچیده را در اختیار قرار می‌دهد. این سیستم به‌طرز بارزی زمان‌های آماده‌سازی را کوتاه می‌سازد و برای ماشین‌های چاپ در ابعاد کوچک و سرعت‌های پایین مناسب است. استفاده از این سیستم برای ماشین‌های بزرگ و پرسرعت غیرمعقول است.

مزیت دیگر این روش جداسازی ورق‌ها در تغذیه‌ی سطوح چاپی انعطاف‌ناپذیر و سخت است.

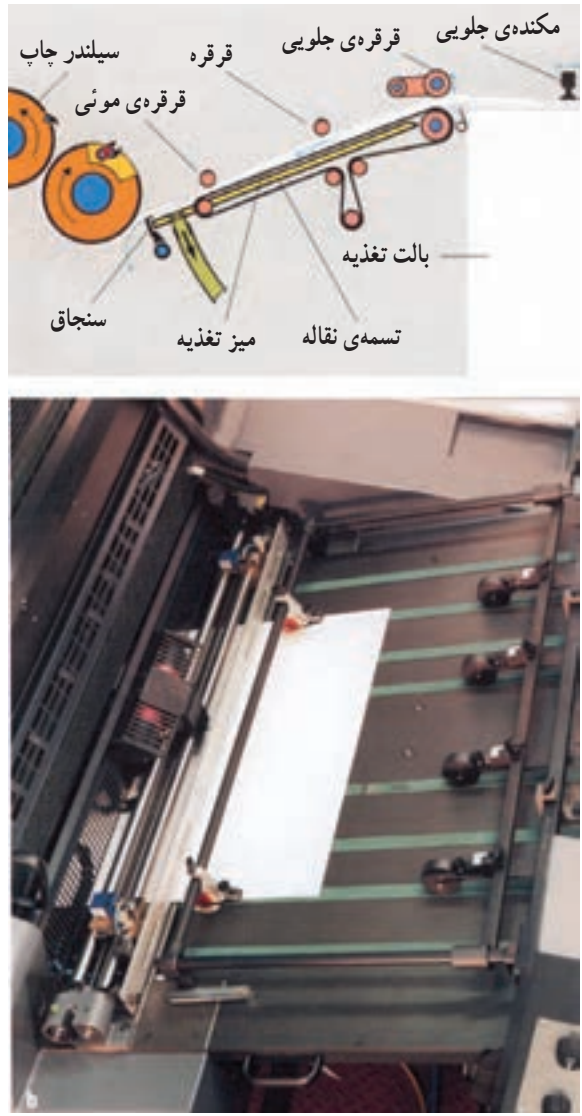
در سیستم تغذیه‌ی تک‌برگی تغذیه‌ی ورق بعدی زمانی امکان‌پذیر است که ورق قبلی کاملاً پالت تغذیه را ترک کرده است. این سرعت انتقال در قسمت تغذیه با سرعت تولید یکی است و زمان مناسب را برای تضمین حرکت ورق‌ها در یک راستا به‌وجود می‌آورد.

۲ــ۱ــ۴ــ سیستم تغذیه‌ی پیوسته (Stream Feeder): در سیستم تغذیه‌ی پیوسته ابتدا ورق‌ها توسط دماغه‌ی مکنده از لبه‌ی انتهایی ورق‌ها جدا می‌شوند. مکنده‌های بالابر (Lifting Suckers) کاغذ را از لبه‌ی عقبی بلند می‌کنند و به‌طور همزمان و به کمک هوای دمنده و سایر تجهیزات، جداسازی انجام می‌شود. چرخه‌ی متناوب باد، بین لایه‌های کاغذ جدا شده باعث حرکت شناور کاغذ بر روی لایه‌ای از هوا می‌شود. درحرکت بعدی ورق‌های تغذیه شده به شکل پیوسته و سوار بر یکدیگر، توسط مکنده‌های جلوبر (Forwarding Suckers) به نوارهای نقاله هدایت می‌شوند (شکل ۳ــ۴). در این حالت کاغذ بعدی در زمانی بلند می‌شود که کاغذ قبلی یک سوم طول مسیر پالت را طی کرده است.



شکل ۳ــ۴ــ دماغه‌ی مکنده‌ی سیستم تغذیه‌ی پیوسته و نمای کنترل هوای دمشی و مکشی

نتیجه‌ی فوق برای دست‌یابی به سرعت‌های بالای تولید وقتی میسر می‌شود که در عین حال زمان مناسب برای سنجاق و نشان ورق‌ها نیز فراهم آید. قرقره‌های جلوبر (روی نوارهای نقاله) نیز به‌طور همزمان با ماشین حرکت می‌کنند و کاغذ را در بین نوار قرقره درگیر می‌نمایند. این حرکت و جابه‌جایی هم‌زمان با حرکت پیوسته ورق‌ها صورت می‌گیرد. مقدار ناچیز انحراف در حرکت پیوسته ممکن است منجر به زود و یا دیر رسیدن ورق شود (شکل ۴ــ۴).



شکل ۴ــ۴ــ سیستم تغذیه پیوسته و نمودار انتقال ورق

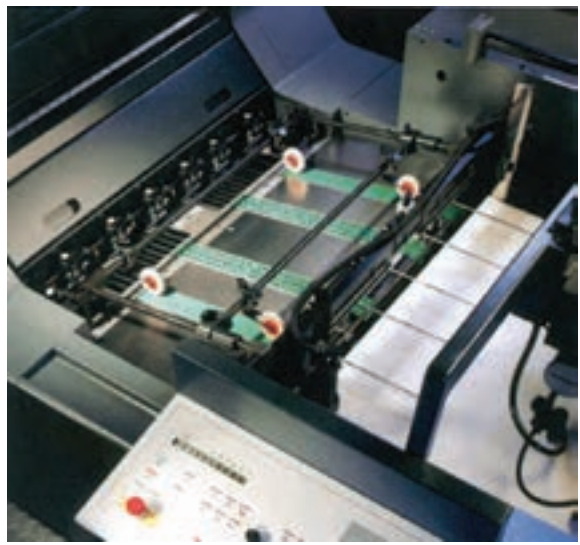
این عارضه در اثر نارسایی در ارسال هدایتگرهای کاغذ (مجموعه قرقره‌های لاستیکی و مویی و نوارهای نقاله) به‌وجود می‌آید.

برای اجتناب از توقف ماشین در قسمت سنجاق و نشان، حرکت کاغذ با زمان‌بندی در قسمت تغذیه و نظارت و کنترل دقیق در ارسال آن، توأم است.

ـ *فرآیند جداسازی:* فرآیند جداسازی و تغذیه ورق‌ها در تغذیه‌ی پیوسته قطعاً به نوع سطح چاپ شونده بستگی دارد. تفاوت در بافت سطح، ضخامت، گراماژ، میزان تخلخل و منافذ کاغذ و شارژ الکترواستاتیکی، بر حرکت کاغذ اثر می‌گذارد. سیستم تغذیه لازم است امکان تطابق و هماهنگی با کیفیت‌های مختلف سطوح چاپ شونده را داشته باشد.

با توجه به سرعت‌های بالای ماشین‌های چاپ، وضعیت تغذیه‌ی کاغذ توسط چشم غیرمسلح قابل پی‌گیری نخواهد بود. تجهیزات بسیار دقیق و پیشرفته‌ی سنجش، سیستم‌های کنترل و نمایشگر، وظیفه‌ی نظارت و بازرسی حرکت کاغذ از تغذیه تا تحویل را به‌عهده دارند.

هم‌چنین اهمیت انتقالِ عاری از آسیب و خدشه در سیستم تغذیه‌ی پیوسته و سهولت در دسترسی به میز تغذیه برای اعمال تنظیمات و عملیات مربوطه، به فناوری میز تغذیه که به نوار مکنده مجهز شده، منجر گردیده است (شکل ۵ـ۴). این مورد باعث انتقال کاغذ، بی‌نیاز از قرقره‌ها و هدایتگرها شده است.



شکل ۵ ـ۴ـ تغذیه پیوسته با میز مجهز به نوار مکنده

از سوی دیگر ماشین‌های چاپ با سرعت بالا که ورق‌های با اندازه‌ی بزرگ را به چاپ می‌رسانند، انحصاراً به سیستم‌های تغذیه‌ی پیوسته تجهیز شده‌اند.

۲ــ۴ــ سیستم‌های کنترلی

در کنترل حرکت کاغذ برای دست‌یابی به کیفیت مطلوب به فرآیندی بسیار پویا و دقیق نیاز است. ازجمله لازم است سیستم تغذیه، وظیفه‌ی بلند کردن ورق و تفکیک آن از پالت تغذیه و هدایتش به سینی تغذیه را به عهده داشته باشد. در این سیستم حرکت و ورود کاغذ به واحد چاپ باید به گونه‌ای تنظیم شود که هر کاغذ در مسیری کاملاً هم‌راستا با حرکتی یکنواخت و یکسان صورت گیرد. این حرکت و زمان‌بندی آن، باید توسط سیستم‌های متعددی کنترل و نظارت شود.

۱ــ۲ــ۴ــ تنظیم انطباق سه نقطه‌ای ورق چاپی روی میز تغذیه: در هر جایی که ورق مجدد وارد ماشین می‌شود، تنظیم دقیق (با نوسان بسیار ناچیز) لازم است. این امر هنگام چاپ یکرو و دورو در رو و پشت ورق اعمال می‌شود. هم‌چنین در عملیات تکمیلی مانند مراحل برش‌کاری، تاکنی، پانچ و برجسته‌کاری یا خط‌زنی نیز ضروری است. در عین حال در چاپ مرحله‌ی دوم به منظور به‌کارگیری رنگ‌های ساختگی از قبیل رنگ‌های تزیینی در چاپ‌های چند رنگ و فویل‌کوبی طلا روی کار چاپی نیز لازم است این تنظیم (انطباق ورق روی میز تغذیه) با دقت کامل صورت گیرد.

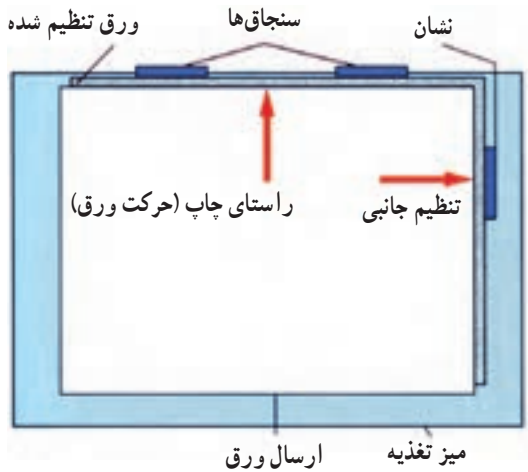
معمولاً این تنظیم توسط دو سنجاق و یک نشان انجام می‌شود. ماشین‌های چاپ در اندازه‌ی بزرگ، به شش سنجاق مجهزند. در زمان چاپ کوچک‌ترین اندازه‌ی کاغذ در این ماشین‌ها، سنجاق‌های غیرضروری غیرفعال می‌شوند. برای تنظیم انطباق ورق در اندازه‌ی کوچک دو سنجاق کافی است. برای استفاده از تنظیمات یکسان در ماشین‌های پس از چاپ، سمت سنجاق و نشان شده دسته ورق‌های چاپ شده علامت‌گذاری (علامت‌گذاری دستی در پالت تحویل) می‌شوند.

از آن‌جایی که سیستم‌های انطباق مختلفی در ماشین‌های چاپ و پس از چاپ وجود دارد، برش دقیق و گونیای کاغذ با کم‌ترین نوسان بسیار مهم است. بنابراین لازم است زاویه‌ی بین جلو و پهلوی کاغذ حتی‌الامکان راست باشد. موقعیت صحیح تصویر چاپی روی ورق فقط در صورتی به‌دست می‌آید که ورق به طور جداگانه تنظیم راستا شود.

۲ــ۲ــ۴ــ اجزای هدایتگر نشان: در حین فرایند تنظیم انطباق، ورق با نیروی کمی به سمت هدایتگرهای جانبی نشان، فشار داده و یا کشیده می‌شود. اجزای هدایت مانند تسمه‌ها، موئی‌ها، قرقره‌ها، قطعات کششی، یا صفحات مکنده‌ی هدایتگر در نشان، با اصطکاک لغزشی، به آرامی ورق

را در مسیر دقیق چاپ قرار می‌دهند. موقعیت نشان نسبت به اندازه‌ی کاغذهای مختلف تغذیه می‌شود و هم‌چنین نیروی اصطکاک لغزشی به تناسب سطح متفاوت ورق‌های درحال نشان، تنظیم می‌گردد. این موضوع هنگام تنظیم کاغذهایی که صاف نیستند و یا دارای لبه‌های موج‌دارند به مراتب مشکل‌تر است. هنگام ورود به قسمت نشان، اجزای مؤثری چون قرقره‌های مکنده‌ی نشان، می‌تواند باعث صاف شدن لبه‌ی کاغذ شود.

۳ــ۲ــ۴ــ سیستم گونیا: سیستم گونیا حرکت کاغذها و ورود کاغذ را به واحد چاپ در یک راستا تضمین می‌کند (شکل ۶ــ۴).



شکل ۶ــ۴ــ تنظیم راستای ورق توسط نشان و سنجاق‌ها

این امکانات بالاترین درجه‌ی دقت را داراست و امکان چاپ تصاویر را در یک وضعیت یک‌سان و یک‌نواخت بر روی ورق چاپی میسر می‌سازد. به‌کارگیری سیستم گونیا شرایط را برای چاپ ورق‌های از پیش چاپ شده (رنگ پنجم توسط ماشین تک‌رنگ روی کار چهاررنگ) و یا روی دیگر کار چاپی (برای چاپ دورو) فراهم می‌آورد. به نحوی که هیچ خطایی حتی با چشم غیرمسلح، روی کار چاپ شده قابل تشخیص نخواهد بود. هرگونه ضعف و یا نارسائی در تغذیه، ممکن است به عدم روی‌هم خوردگی در چاپ رنگ بعدی منجر گردد.

برای جلوگیری از خساراتی که در مراحل بعدی (برش‌کاری، تا کردن فرم‌ها و یا پانچ آن‌ها) هویدا می‌شود، لازم است بالاترین درجه‌ی دقت در این سیستم‌ها اعمال شود. این خسارات اغلب در اثر کنترل نکردن موقعیت تصویر، نسبت به لبه‌های ورق چاپی است.

نشان (Side Lay): وظیفه‌ی «نشان» تنظیم جانبی ورق‌ها به صورت جداگانه و قبل از انتقال آن‌ها به واحد چاپ است. تجهیزات «نشان» در دو نوع کششی و فشاری است. در زیر به شرح خلاصه‌ای از این دو فناوری می‌پردازیم :

الف) نشان فشاری (Push Lay)

«نشان فشاری» از فناوری ساده‌تر و تنظیم راحت‌تری، نسبت به «نشان کششی» برخوردار است (شکل ۷ــ۴). این فناوری الزاماً برای تنظیم انطباق ورق‌های با اندازه کوچک به‌کار می‌رود. کارایی این نوع «نشان» در تنظیم ورق‌های ضخیم و یا در اندازه‌ی بزرگ با محدودیت‌هایی روبه‌روست.

دو نوع سیستم
قطعه فشاری به طور همزمان در نقش نشان ۱ عمل می‌کند
قطعه فشاری ورق را به سمت نشان ۲ فشار می‌دهد

شکل ۷ــ۴ــ نشان فشاری

تنظیم ورق چاپی با جابه‌جایی چند میلی‌متری و در راستای انتقال صورت می‌گیرد. ورق جابه‌جا شده به سمت قطعه‌ی سدکننده‌ی نشان سوق داده می‌شود. این عمل با زاویه‌ای راست نسبت به راستای انتقال انجام می‌شود. هدایتگرهای فشاری به ورق نیرو وارد می‌کنند و به آن شتاب می‌دهند. این شتاب ممکن است باعث خمیدگی و یا انحنای ورق شود. سرعت بالای ماشین‌های چاپ، بزرگی اندازه و سختی کم ورق‌ها، احتمال تغییر شکل و خمیدگی ورق‌ها را افزایش می‌دهند و باعث عدم تغذیه‌ی دقیق ورق به نشان می‌شود.

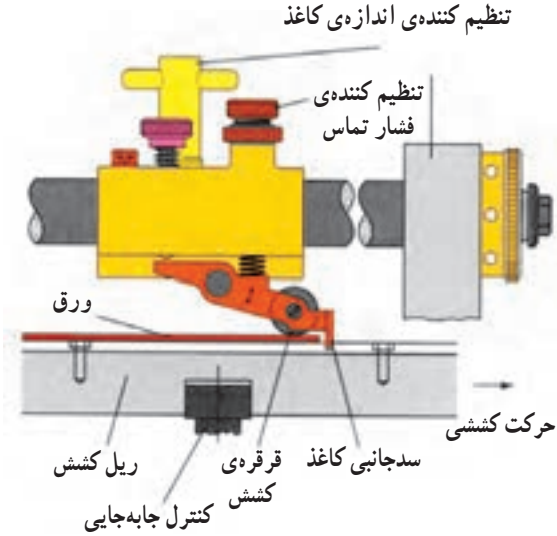
ــ ***میزهای تغذیه:*** برخی از میزهای تغذیه در راستای انتقالِ ورق، قوس دارند. این قوس تقویت سختی کاغذ و در نتیجه سهولت تنظیم را فراهم می‌کند. از سوی دیگر، برای تغذیه‌ی مقواهای ضخیم، از میزهای تغذیه‌ی تخت استفاده می‌شود. در غیر این‌صورت مقوا به خمیدگی یا ایستایی بر روی میز دچار می‌شود.

ب) نشان کششی

ماشین‌های با سرعت بالا و اندازه‌ی بزرگ چاپی معمولاً از فناوری «نشان کششی» استفاده می‌کنند (شکل ۸ــ۴).

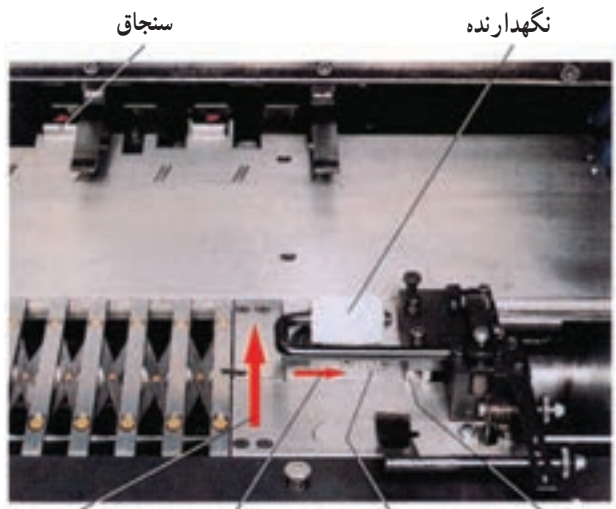
در این نوع نشان، کشش ورق به سمت پهلو و در امتداد لبه‌ی سنجاق صورت می‌گیرد. این حرکت کششی باعث می‌شود تا حالت موج‌دار لبه‌ی کاغذ صاف شود. «نشان‌های کششی» به دو روش کار می‌کنند :

- کشش ورق در مجاورت ریل کشش
- کشش ورق توسط صفحه‌ی مکنده



شکل ۸ ــ۴ــ نشان کششی

شیارهای قطعه‌ی اعمال فشار تا مرحله‌ی تماس ورق به سمت هادیِ نشان، هم‌چنان وجود دارد. نظر به این که ورق، هنگام حرکت قطعه‌ی کششی مقاومت می‌کند، لازم است فشار تماس قطعه‌ی کششی بر روی ورق، به صورت مکانیکی و با پیچ یا فنر تنظیم‌گر، تنظیم شود. این عمل می‌تواند توسط مکش با صفحه‌ی مکنده نیز صورت گیرد (شکل ۹ــ۴).



شکل ۹ــ۴ــ نشان کششی پنوماتیک

ـ ***تغییر نشان:*** تنها در صورتی به تغییر سمت نشان نیاز نیست که تمام کاغذهای روی پالت کاملاً هم‌اندازه باشند، در آن صورت کنترل دقیق سنجاق از جلو و نشان پهلویی، بدون تغییر سمت نشان، کافی است.

به هر حال، این موضوع در عمل امکان‌پذیر نیست و هنگام تولید، در اندازه‌ی کاغذ نوسان وجود خواهد داشت. قطعاً در پالت کاغذ، کاغذهایی متفاوت از لحاظ اندازه وجود دارند. ضمناً با مشکلاتی از قبیل زیر و رو زدن تیغ برش در حین برش‌کاری، اثر رطوبت در تغییر شکل و اندازه‌ی کاغذ هنگام چاپ رو، هوای محیط کار و تأثیرات حرارت آن بر روی کاغذها مواجه خواهیم شد. پس در ماشین‌های چاپ یکرو، کاربرد نشان دوم الزامی خواهد بود.

ـ **سنجاق (Front Lay):** برای تنظیم انطباق ورق از جلو، دو سنجاق عمل سد کردن ورق را برای تنظیم به عهده دارند. برای این منظور تسمه‌ی نقاله تعبیه شده روی میز تغذیه سرعت ورق را کاهش می‌دهد. هدف از این عمل تنظیم دقیق ورق در راستای انتقال (راستای چاپ) است. در حین انتقال ورق از قسمت تغذیه به واحد چاپ، سنجاق‌ها در وضعیت اولیه (وضعیت تنظیم) باقی می‌مانند تا پنجه‌ی بازوی آونگی بسته شود. سپس سنجاق‌ها از مسیر انتقال ورق خارج می‌شوند. این عمل قبل از حرکت پنجه‌ی آونگی در راستای چاپ، انجام می‌پذیرد. پس از دریافت و انتقال ورق توسط پنجه‌ی آونگی، سنجاق‌ها به وضعیت اولیه خود بازی می‌گردند.

ورق هنگام برخورد با سنجاق‌ها، کمی به عقب می‌جهد. برای جبران این کار و تنظیم دقیق، ورق به کمک تسمه‌های مکنده، قرقره‌ها و یا روزنه‌های مکنده یا دمنده‌ی کمکی به سمت سنجاق فشار داده می‌شود و مهار می‌گردد.

۴ـ۲ـ۴ـ سیستم دوتایی بگیر : ورود هر ورق کاغذ که بلند شده و به سمت سینی تغذیه هدایت می‌شود باید به موقع کنترل شود. در غیر این‌صورت باعث بروز صدمات بعدی خواهد شد. بلافاصله پس از کنترل ورق‌های دوتایی، واحد تغذیه‌ی انتقال ورق دوتایی و ورق‌های درپی آن را متوقف می‌سازد.

سیستم کنترل ماشین چاپ، تضمین کننده آن است که ورق‌ها به ترتیب اولویت چاپ شوند و به قسمت تحویل انتقال یابند. در جدول ۱ـ۴ مجموعه‌ای از سیستم‌های دوتایی بگیر و محدویت‌های آن‌ها نسبت به سطوح چاپی گوناگون ارائه شده است.

الف) سیستم‌های دوتایی بگیر مکانیکی: در بسیاری از موارد سیستم‌های دوتایی بگیر، هنوز به صورت مکانیکی عمل می‌کنند. آن‌ها معمولاً به صورت دستی و نسبت به ضخامت سطح

جدول ۱ــ۴ــ نمونه‌هایی از سیستم‌های دوتایی بگیر و کارایی آن‌ها

سیستم	سیستم‌های تماسی		سیستم‌های بدون تماس		
	مکانیکی	القائی	نوری	صوتی	خازنی
شیوه‌ی سنجش	اندازه‌گیری فاصله		تضعیف سیگنال خروجی (شدت سیگنال‌ها با دو ورق پایین‌تر است)		تغییر ظرفیت
	سیستم اهرمی سوئیچ را فعال می‌کند	سیستم اهرمی حسگرهای القائی فاصله را فعال می‌کند	نور خروجی	ماوراء صوت	اندازه‌گیری ظرفیت بین حسگر و سینی هدایت ورق
مؤثر برای سطوح چاپی از قبیل : کاغذ/مقوا با گرماژ حدودی	$> ۶۰ g/m^2$	$> ۴۰ g/m^2$	۲۸ (کاغذ انجیل) تا $۱۲۰ g/m^2$	$> ۲۸ g/m^2$	$> ۱۲۰ g/m^2$
سطوح چاپی متالایز	X	X		X	
فویل، کارت‌های اعتباری	X	X		X	(X)
پاکت نامه‌ها (کاغذ دولا شده)	(X)	(X)			X

علامت (X) = با محدودیت‌هایی

چاپی تنظیم می‌شوند. سیستم‌های دوتایی بگیرِ مکانیکی در کنترل کاغذهای سبک‌وزن و نازک محدودیت دارند.

ب) سیستم‌های دوتایی بگیر نوری: کار با دوتایی بگیرِ نوری (Optical) بسیار آسان‌تر است. این سیستم‌ها با ورود اولین ورق چاپی به صورت خودکار نسبت به ضخامت کاغذ تنظیم می‌شوند. علاوه بر آن، سیستم‌های حسگرِ کنترلِ وضعیت ورود کاغذ هم در کنار این سیستم قرار می‌گیرد.

پ) سیستم‌های دوتایی بگیر صوتی (اکوستیک): سیستم‌های دوتایی بگیر صوتی (Acoustic) براساس شدت امواج رادیویی، مادون قرمز و یا ماورای صوت، ضخامت ورق را اندازه‌گیری می‌کنند.

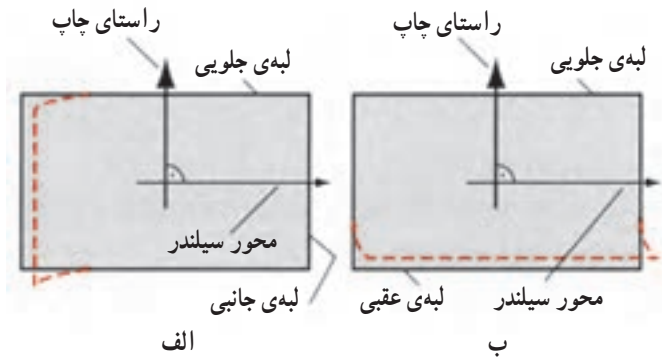
ت) سیستم‌های اندازه‌گیری خازنی: سیستم‌های اندازه‌گیری خازنی (Capacitive) به ویژه برای سطوح چاپیِ ضخیم مناسب است ولی برای کنترل سطوح چاپیِ دارای رطوبت، به سختی عمل می‌کند و کار با آن طاقت‌فرساست.

۳ــ۴ــ روش‌های برگردان کاغذ (Sheet Reversal)

معمولاً در بسیاری موارد چاپی، دوروی کاغذ چاپ می‌شود. برای رسیدن به این منظور، باید کاغذ را در دو مرحله از ماشین عبور دهند. مگر این که از ماشین‌های دورو چاپ استفاده شود که قابلیت چاپ یک‌رو و دورو را در یک ماشین دارند.

۱ــ۳ــ۴ــ برگردان کاغذ حول محور چاپ (Work and Turn): برای چاپ پشت کاغذ (Verso Printing)، معمولاً کاغذ قبل از دسته شدن مجدد در پالت تغذیه، حول محور چاپ برگردانده می‌شود. این بدان معناست که سمت نشان برای تنظیم لبه‌ی پهلویی ورق‌ها تغییر می‌کند (شکل ۱۰ــ۴ــ الف).

از آن‌جایی که کاغذ همواره در سه نقطه به‌طور همزمان تنظیم راستا می‌شود (دو سنجاق و یک نشان)، برای چاپ روی دیگر کاغذ در ماشین‌های چاپِ یک‌رو نیاز به نشان دوم خواهیم داشت که در نقطه‌ی مقابل اولین نشان قرار گیرد. پس از چاپ اول و گرداندن ورق‌های پالت در ماشین‌های یک‌رو چاپ، نشان دوم برای کنترل راستای دقیق کاغذ به‌کار گرفته می‌شود.



شکل ۱۰ــ۴ــ برگرداندن دسته‌ی ورق‌ها

۲ــ۳ــ۴ــ برگردان کاغذ حول محور سیلندر (Work and Tumble): کاغذ را هم‌چنان می‌توان برای چاپ ِروی دیگر در راستای چاپ و حول محور سیلندرها برگرداند. به این معنا که لبه‌ی جلوی کار چاپی در چاپ اول (روی کاغذ) به لبه‌ی عقبی کار چاپی در چاپ دوم (پشت کاغذ) تبدیل شود (شکل ۱۰ــ۴ــ ب).

در این سیستم برگردان، چاپ دورو تنها در صورتی دچار مشکل می‌شود که اندازه‌ی کاغذ از لبه جلویی تا لبه‌ی عقبی متغیر باشد. تغییر ابعاد کاغذ می‌تواند از چهار سمت آن و نیز قبل از چاپ صورت گیرد.

در طراحی و لی‌آت کارهای چاپی که به روش «برگردان کاغذ حول محور سیلندرها» یا به عبارتی، چاپ دوروی کاغذ (در ماشین‌های چاپ دورو) انجام می‌شوند باید دو لب پنجه محاسبه شود و در روش «برگردان کاغذ حول محور چاپ» که در ماشین‌های یک‌رو انجام می‌شود، یک لب پنجه را محاسبه می‌کنند با احتساب این موضوع به ندرت در تولید انبوه از روش «برگردان کاغذ حول محور سیلندرها» استفاده می‌شود.

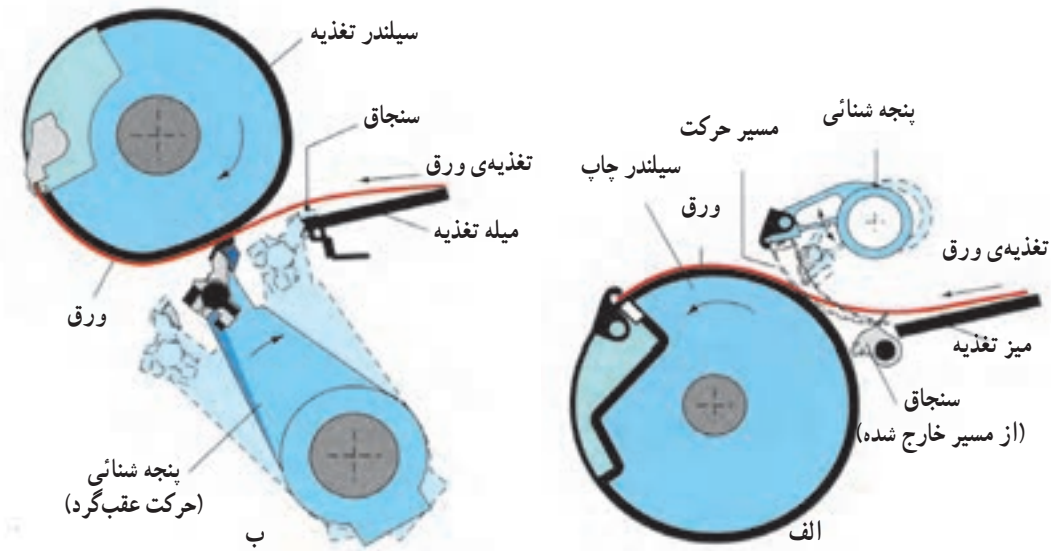
۴ــ۴ــ سیستم‌های انتقال به اولین واحد چاپ

(Infeed Systems to the First Printing Unit)

در روی سینی تغذیه، کاغذ برای کنترل و تنظیم راستا، کاملاً به حالت ایستا و ساکن درمی‌آید. از این‌رو بین سینی تغذیه و اولین واحد چاپ، مکانیزمی مورد نیاز است تا به کاغذ شتاب داده شود، با توجه به این که سیلندر چاپ تابع سرعت تولید است و سیستم انتقال، وظیفه‌ی رساندن دقیق کاغذ به پنجه‌های سیلندر چاپ را به عهده دارد، این انتقال باید متناسب با سرعت تولید صورت گیرد.

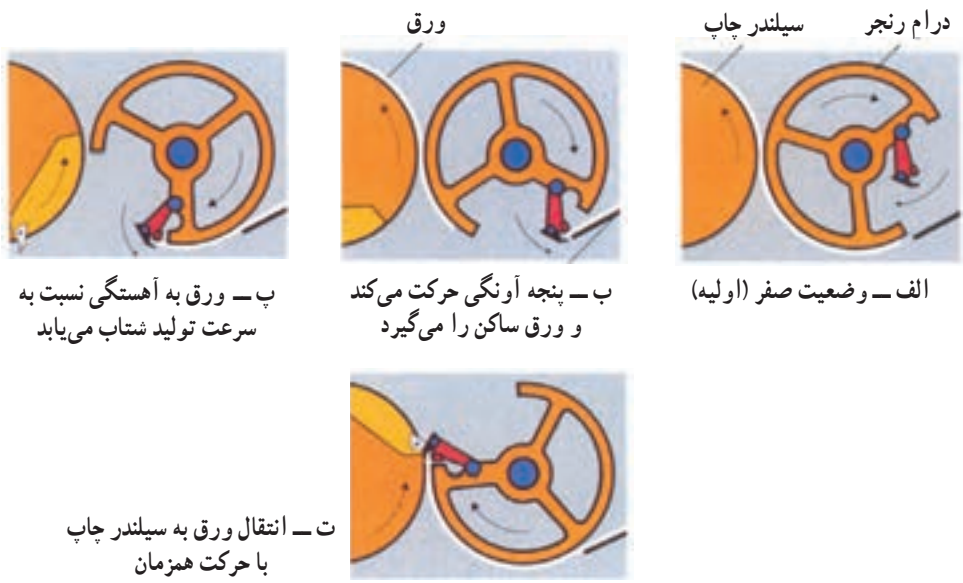
در بسیاری از ماشین‌های چاپ، این وظیفه توسط پنجه‌های آونگی "Swing Grippers" انجام می‌شود (شکل ۱۱ــ۴) البته لازم است بین پنجه‌های آونگی، که در روی کاغذ و پنجه‌های آونگی که در زیر کاغذ قرار می‌گیرند، تمایز قایل شویم.

۱ــ۴ــ۴ــ درام رنجر (Ranger Drum): با «درام رنجر» که نام خود را از مخترع انگلیسی آن گرفته است یک حرکت یکنواخت و دوار از درام تغذیه حاصل می‌شود. در این قسمت به تنها گروهی از پنجه‌ها برمی‌خوریم که یک حرکت نسبی متضاد با حرکت درام ایجاد می‌کند.



شکل ۱۱ــ۴ــ پنجه‌ی آونگی. الف ــ از بالا، ب ــ از پایین

قبل از آن که کاغذ احتمالاً به سینی تغذیه برسد، حرکت پنجه‌ها کمی از گردش درام (استوانه) سریع‌تر است. در زمان انتقال کاغذ، این پنجه‌ها در مقطعی کوتاه روی سینی تغذیه ثابت می‌ماند و کاغذ را می‌گیرد و سپس سرعت آن را به اندازه‌ی سرعت تولید افزایش می‌دهد تا انتقال در مسیر سیلندر چاپ صورت گیرد. این توالی حرکت توسط یک سیستم لنگ خاص کنترل می‌شود (شکل ۱۲ــ۴).



الف ــ وضعیت صفر (اولیه)

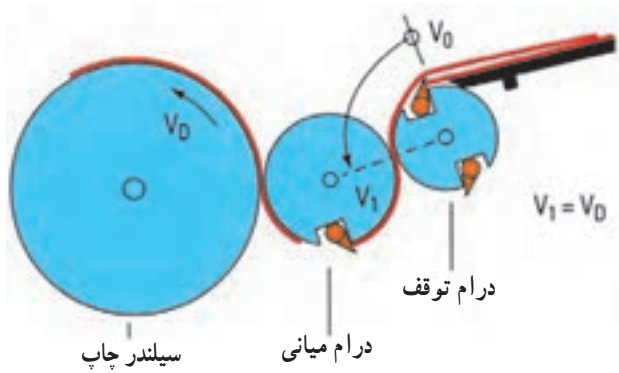
ب ــ پنجه آونگی حرکت می‌کند و ورق ساکن را می‌گیرد

پ ــ ورق به آهستگی نسبت به سرعت تولید شتاب می‌یابد

ت ــ انتقال ورق به سیلندر چاپ با حرکت همزمان

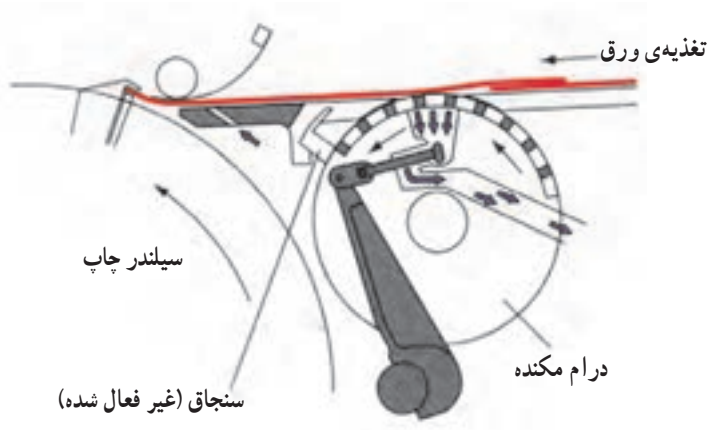
شکل ۱۲ــ۴ــ چرخه‌ی عملیات درام رنجر

۲ــ۴ــ۴ــ درام توقف (Stop Drum): سیستم «درام توقف» نوع دیگری از انتقال را عرضه می‌کند. این درام برای گرفتن کاغذ از سینی تغذیه، سرعت بخشیدن به آن و انتقال به یک درام واسطه مورد استفاده قرار می‌گیرد. از طریق این درام واسط میانیِ کاغذ با تنظیم کاملاً دقیق به سیلندرِ چاپ منتقل می‌شود (شکل ۱۳ــ۴).



شکل ۱۳ــ۴ــ سیستم درام توقف

ــ درام مکنده (Suction Drum): نوع دیگر، سیستم «درام مکنده» (شکل ۱۴ــ۴) است. این سیستم با استفاده از درام‌های مکنده که در جوار یکدیگر قرار می‌گیرند کاغذ را به پنجه‌های سیلندرِ چاپ منتقل می‌نماید.



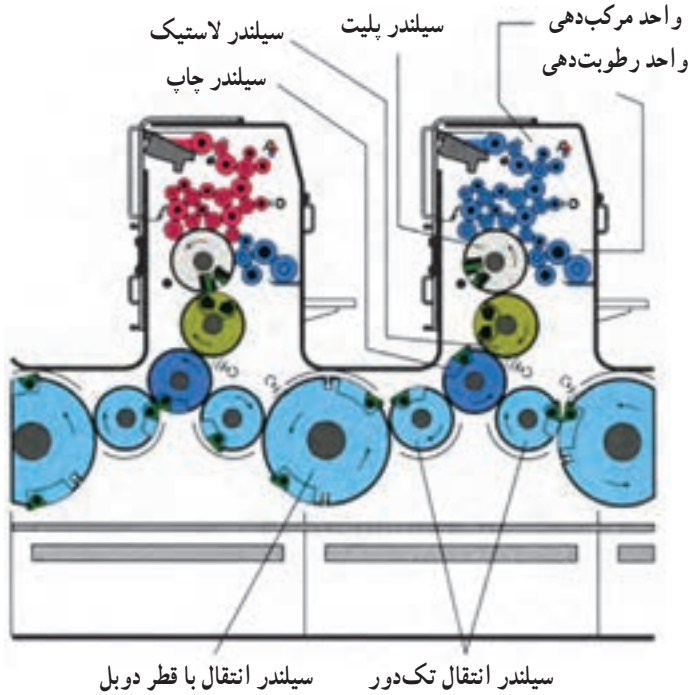
شکل ۱۴ــ۴ــ سیستم درام مکنده

۵ــ۴ــ فناوری در پیکره‌بندی واحدهای چاپ

اکثر ماشین‌های تک‌رنگ از پیکره‌بندی سیلندرها با قطر یکسان استفاده می‌کنند. گروه سیلندرهای واحد چاپ نقش قابل توجهی در برابر یکدیگر دارند. در ماشین‌های چندرنگ، سیلندرهای انتقال که وظیفه‌ی انتقال ورق چاپی را به واحد چاپ بعدی دارند، نیز شامل واحد چاپ می‌شوند.

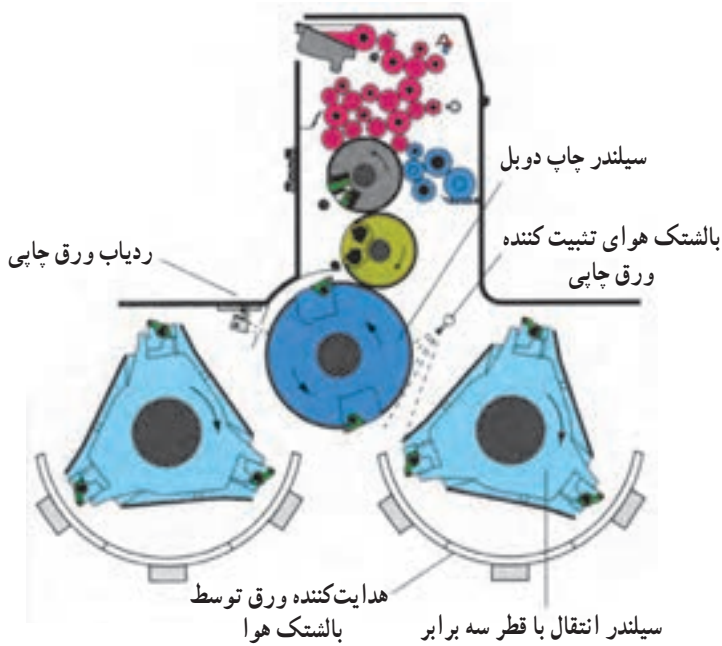
واحدهای چاپ با پیکره‌بندی‌های گوناگونی عرضه شده‌اند. به‌طور مثال، یک سیلندر لاستیک از دو سیلندر پلیت مرکب می‌گیرد و یا ممکن است ورق چاپی توسط چندین سیلندر لاستیک و یک سیلندر فشار به چاپ رسد. در ادامه برای دستیابی به اصول طراحی در پیکره‌بندی واحدهای چاپ به شرح مهم‌ترین و متداول‌ترین فناوری‌ها در ترکیب واحدهای چاپ می‌پردازیم :

۱ــ۵ــ۴ ــ فناوری سیستم سه‌سیلندری: سیستم‌های سه سیلندری (شکل‌های ۱۵ــ۴ و ۱۶ــ۴) به مرور زمان به پرطرف‌دارترین فناوری در سیستم‌های افست ورقی تبدیل شده است.



شکل ۱۵ــ۴ــ واحد چاپ با طراحی سه‌سیلندری و سیلندرهای انتقال تک دور

ماشین‌های چندرنگ با فناوری سه سیلندری به‌صورت طراحی تک‌واحدی (واحدهای مجزای چاپ) ساخته می‌شوند. واحدهای چاپ این ماشین‌ها به وسیله‌ی سیستم انتقال سیلندری به یکدیگر مرتبط می‌شوند. در این طراحی کلیه‌ی واحدهای چاپ چند رنگ کاملاً شبیه به یکدیگرند. این تشابه دارای مزایای بسیاری است که از آن جمله می‌توان به زمان‌های یکسان خشک شدن مرکب بر روی ورق، در واحدهای چاپ هم شکل، اشاره نمود.



شکل ۱۶ــ۴ــ واحد چاپ با طراحی سه‌سیلندری و سیلندر چاپ دوبل و سیلندر انتقال سه برابر (هایدلبرگ)

در تمام ماشین‌های چاپ سه سیلندری، اغلب بخش‌ها و اجزا در واحدهای مختلف به دلیل ایجاد حرکت و عملکرد یکسان و یکنواخت تقریباً شبیه یکدیگر طراحی شده‌اند. این طراحی از قواعدی پیروی می‌نماید. به‌طور مثال، سیلندرهای پلیت و لاستیک در این ماشین‌ها توسط آسوره‌ها با یکدیگر در تماس‌اند. این بدان معناست که فاصله‌ی بین سیلندرهای پلیت و لاستیک به تنظیم چاپکار بستگی ندارد.

برای تنظیم فشار چاپ در این ماشین‌ها، فاصله‌ی بین سیلندر لاستیک و سیلندر چاپ به‌وسیله‌ی سیستم کنترل لنگ اکنستری تنظیم و تعیین می‌شود. این لنگ برروی دیواره‌ی جانبی بدنه‌ی ماشین

کار گذاشته شده است. در عین حال فشار بین سیلندر لاستیک و سیلندر پلیت نیز توسط زیرسازی لاستیک ورق‌های زیر لاستیکی صورت می‌گیرد. برای انتقال صحیح و دقیق بر روی سطح چاپ لازم است فشار چاپ را نسبت به کیفیت و ضخامت ورق چاپی تنظیم کرد.

مفهوم دیگری که باید با آن آشنا شد قطر سیلندرها و رابطه‌ی آن‌ها در انتقال ورق چاپی است. می‌دانیم ماشین‌های چاپ چندرنگ با ساختار تک‌واحدی از سیستم سه‌سیلندری بهره می‌گیرند. در این ماشین‌ها معمولاً سیلندر چاپ با سیلندر لاستیک هم‌قطر است. هم‌قطر بودن دو سیلندر باعث می‌گردد تا هم دور (Single - revolution) نیز باشند ؛ یعنی به ازای هر دور سیلندر لاستیک، سیلندر چاپ هم یک دور می‌زند. این موضوع در ماشین‌های چاپ، که دارای سیلندرهای چاپ با قطر دو برابرند، متفاوت است. در این صورت، هر دو سیلندر لاستیک برابر با نیم‌دور (Half - revolution) سیلندر چاپ خواهد بود. اهمیت این مسئله را در بخش‌های بعدی و در نحوه‌ی انتقال ورق چاپی بازگو خواهیم نمود.

۲ــ۵ــ۴ــ فناوری سیلندرهای دوبل: سیلندرهای چاپ دوبل، معمولاً برای چاپ برروی مقوا طراحی شده‌اند. با توجه به خمیدگی و قوس بالایی که مقواهای خیلی ضخیم یا چندلایه، بر روی سیلندرهای تک‌دور (Single - revolution) پیدا می‌کنند. مقوای چاپی به دلیل قطر کوچک سیلندر، تحت فشار بسیار زیادی قرار می‌گیرد. این عامل باعث شکستگی مقوا و یا تخریب لایه‌های کارتن می‌شود، (امروزه چاپ کارتن‌های میکروفلوت در افست‌های ورقی امکان‌پذیر شده است) در صورتی که در سیلندرهای دوبل (نیم دور) شعاع خمیدگی دو برابر بزرگ‌تر از سیلندرهای کوچک (تک‌دور) است. این فناوری باعث می‌شود به مقوا فشار کم‌تری وارد آید و هدایت آن در ماشین با استفاده از اجزای هدایتگر کم‌تری صورت گیرد (شکل ۱۶ــ۴).

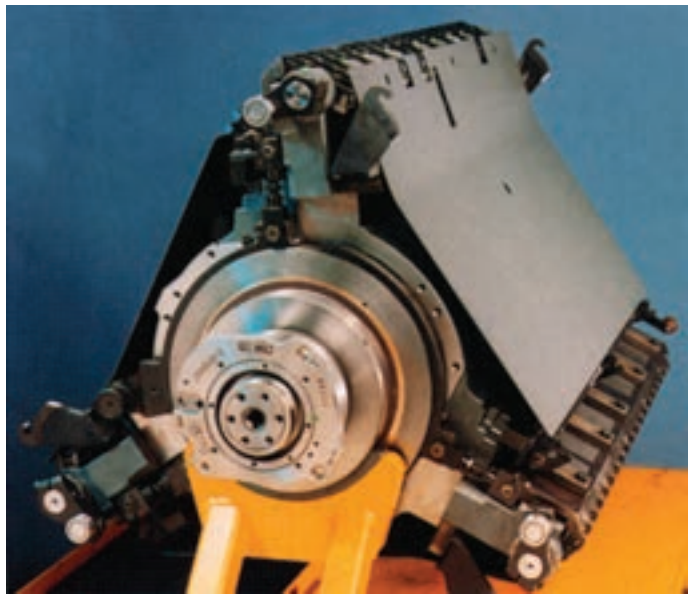
محصول این فناوری هدایت ورق به‌صورت مستقیم و با خمیدگی کم‌تر است. این فناوری حتی برای کاغذهای نازک (پوست پیازی) نیز مزایای مکانیکی قابل توجهی خواهد داشت، بدین صورت که در جداسازی کاغذ از سیلندر لاستیک (به سبب چسبندگی مرکب) نیروی کم‌تری برای انتقال کاغذ، بدون تماس و خدشه‌پذیری توسط سیلندر به‌کار می‌رود.

در زمان چاپ با سیلندرهای چاپ دوبل، ورق در حال چاپ، تا زمانی که با سیلندرهای لاستیک و چاپ در تماس است، به سیلندرهای انتقال تحویل نمی‌شود. این موضوع حاصل از قطر دو برابر سیلندر چاپ نسبت به سیلندر لاستیک بوده که با هر دور سیلندر لاستیک، سیلندر چاپی نیم‌دور می‌زند. در نتیجه نیروی گریز از مرکز، کاغذ را به طرف بیرون می‌راند و آن را به روی سیلندر

انتقال می‌خواباند. در این صورت پشت ورق چاپی می‌تواند در مسیر منحنی شکل سینی که در زیر سیلندر انتقال تعبیه شده است به خوبی هدایت شود. نمونه‌هایی از طراحی سیلندرهای انتقال در شکل‌های ۱۶ــ۴ و ۱۷ــ۴ نشان داده شده است.

سیلندرهای انتقال دوبل نیز هم‌چنین به‌جای سیلندرهای با قطر واحد و سیلندرهای با قطر سه برابر به‌کار می‌روند. یکی از مزیت‌های مهم در این سیستم این است که، سمت درونی ورق چاپی که به مرکب آغشته شده، با سطح سیلندر انتقال تماس پیدا نکند. در سیستم‌هایی که با سیلندر با قطر واحد کار می‌کنند، قبل از آن که ورق چاپی کاملاً از سیلندر لاستیکِ در حال انتقال تصویر جدا شده باشد، به وسیله‌ی پنجه‌های سیلندرِ انتقال گرفته می‌شود و به روی سیلندر انتقال هدایت می‌گردد. در این زمان ورق چاپی در برابر سطح سیلندرِ انتقال تحت تأثیر نیروی کششی قرار می‌گیرد و کشیده و پرس می‌شود.

ــ ***فناوری سیستم هدایت بدون تماس:*** فناوری سیلندر دوبل به همراه سیلندرِ انتقال مجهز به سیستم هدایت، بدون تماس ورق چاپی، دارای مزایای بسیاری است. سیلندر انتقالِ سه برابر در شکل‌های ۱۶ــ۴ و ۱۷ــ۴ نشان داده شده است. این سیستم با ایجاد یک لایه هوای در جریان به زیر ورق چاپی، امکان انتقال شناور و بدون تماس کاغذ را از سیلندری به سیلندر دیگر فراهم ساخته است.



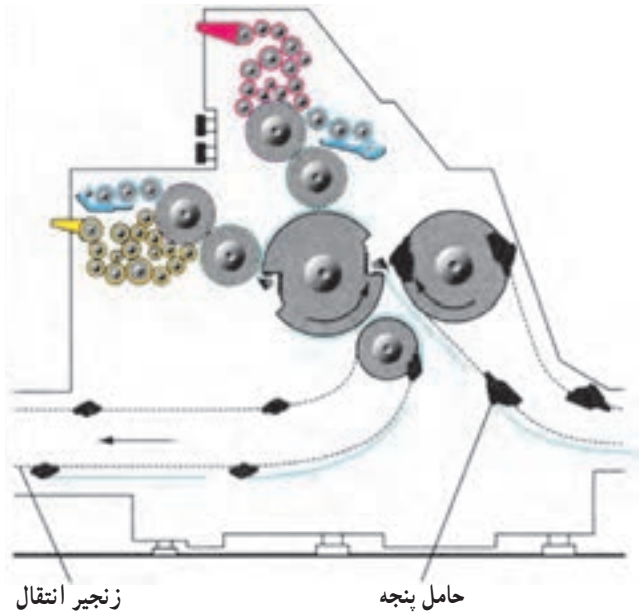
شکل ۱۷ــ۴ــ سیلندر انتقال سه برابر (حداکثر اندازه‌ی ورق)

۳ــ۵ــ۴ــ فناوری سیستم پنج سیلندری: سیستم پنج سیلندری به مراتب کم‌حجم‌تر از ساختار تک‌واحدی است. در این فناوری دو سیلندر لاستیک بر روی یک سیلندر مشترک چاپ قرار می‌گیرند و پنج سیلندر، تشکیل یک واحد چاپ را می‌دهند (شکل ۱۸ــ۴).

ماشین‌های چاپ افست ورقی با ساختار پنج سیلندری در مدل‌های دو تا ده رنگ ساخته می‌شوند. البته این امکان به سیستم‌های انتقال صحیح ورق بستگی کامل دارد.

کم‌حجم بودن این مدل‌ها برای کسانی که در چاپخانه محدودیت فضا دارند، مزیت خاصی است. از دیگر مزیت‌های شاخص این فناوری، انتقال ورق توسط تعداد ردیف کم‌تر پنجه‌هاست و کیفیت انطباق در چاپ را افزایش می‌دهد.

در ماشین‌های دورنگ، با توجه به نزدیکی سیلندرها به یکدیگر، دسترسی چاپکار برای پاک‌سازی و عملیات نگهداری، آسان شده است. در ماشین‌های چند رنگ طویل، در قسمت سیلندرهای چاپ برای انتقال ورق، به فضای مازاد نیاز است تا دسترسی را محدود می‌کند.



شکل ۱۸ــ۴ــ واحد چاپ با طراحی پنج سیلندری و سیستم انتقال زنجیری

از سوی دیگر باید توجه داشته باشیم سیلندر مشترکِ چاپ برای دو سیلندر لاستیک هنگام چاپ، نیروی کشش بسیار زیادی ایجاد می‌کند. این نیرو به دلیل چاپ همزمان دو رنگ و چسبندگی

مرکب بین ورق و دو لاستیک است. چسبندگی ورق در حال چاپ با دو سیلندر لاستیک می‌تواند باعث عدم انطباق دقیق نقاط چاپی شود. نقطه‌ی ضعف دیگر سیستم‌های پنج سیلندری در ماشین‌های چند رنگ، تفاوت زمانی مختلف آن، به دلیل فواصل متفاوت انتقال ورق چاپی است. این مورد باعث می‌شود زمان خشک شدن مرکب متفاوت شود.

همان‌گونه که در شکل ۱۸ــ۴ ملاحظه می‌شود، برای انتقال از یک واحد دوبل به واحد دیگر به جای سیلندرهای انتقال، از سیستم زنجیری استفاده می‌شود. با آن که ابتکارات خاصی برای انتقال زنجیری استفاده شده است تا ورق به‌صورت گونیا حرکت نماید، اما بازی زنجیر در حین انتقال امری اجتناب‌ناپذیر است و از معایب ماشین‌های ورقی چند رنگ، پنج سیلندری محسوب می‌شود.

در شکل ۲۹ــ۵ طراحی دیگری از ماشین‌های پنج سیلندری را مشاهده می‌کنید که سیلندرهای انتقال را جای‌گزین سیستم انتقال زنجیری نموده است.

از سوی دیگر، با نگاه اقتصادی در تولید ماشین آلات، سیستم‌های پنج سیلندری با حذف سیلندرهای چاپ و سیلندرهای انتقال نسبت به طراحی واحدی، هزینه‌ی ساخت کم‌تری خواهند داشت.

۶ــ۴ــ سیلندر پلیت (Plate Cylinder)

در سال‌های اخیر برای دست‌یابی به کوتاه‌ترین زمان جهت تعویض و آماده‌سازی پلیت، در زمینه‌ی سیستم‌های تعویض پلیت چاپی روی سیلندر پیشرفت‌های قابل توجهی به وقوع پیوسته است.

با آن که کماکان روش‌های سنتیِ تعویض پلیت به‌طور وسیعی به‌کار می‌رود، نمی‌توان از مزایای آشکار فناوری‌های کاربردی به منظور کاهش زمان‌های تنظیم (مانند بستن اتوماتیک پلیت و سیستم‌های گیره و تنظیمات ویژه‌ی انطباق پلیت) چشم‌پوشی کرد (شکل ۱۹ــ۴).

با بهره‌گیری از فناوری مدرن در تنظیمات، خطاهای انطباقی، که در طی مونتاژ فیلم، کپی پلیت

شکل ۱۹ــ۴ــ گیره‌های پلیت

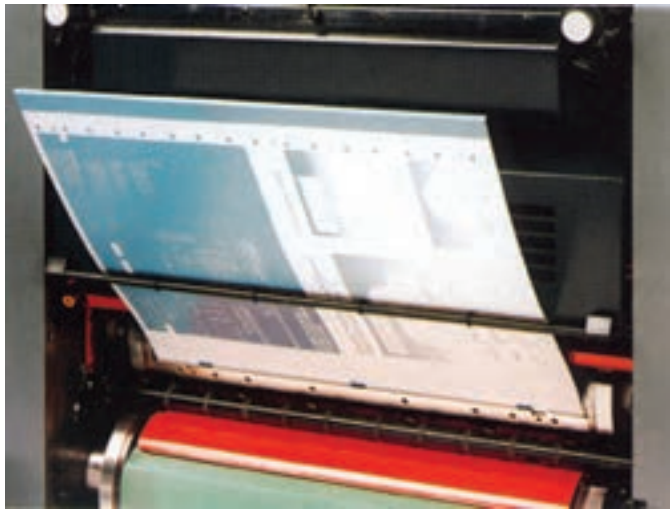
و نصب پلیت اتفاق می‌افتد، به حداقل رسیده است.

۱ــ۶ــ۴ــ تنظیمات پلیت از طریق کنسول مرکزی: در ماشین چاپ مجهز به کنسول مرکزی تنظیمات انطباق پلیت به صورت مرکزی است. با این تنظیمات، وضعیت پلیت برای کنترل انطباق به صورت طولی یا محیطی (Circumferential)، عرضی (Lateral) و قطری (Diagonal) قابل تصحیح خواهد بود. سیستم‌های کنترل از راه دور امکان تنظیمات انطباق با دقت تا یکصدم میلی‌متر (نسبت به نوع ماشین) را دارند.

سیستم‌های خروجی مستقیم فیلم و پلیت، پیش از چاپ، نقش عمده‌ای در حذف خطاهای تولید پلیت ایفا می‌کنند. این سیستم‌ها دارای دقت به مراتب بالاتری نسبت به مونتاژکاری دستی‌اند. به ویژه اگر این امر در شرایط محدود زمانی و یا فشارکاری باشد.

به‌کارگیری فناوری‌های خروجی مستقیم پیش از چاپ، در کنار فناوری‌های عرضه‌شده در سیستم‌های نصب و تنظیم پلیت، شرایط بسیار مناسبی جهت سرعت در تولید و حذف زمان‌های سربار به وجود می‌آورد.

۲ــ۶ــ۴ــ مکانیزم گیره پلیت: مکانیزم گیره‌ی پلیت دارای نقش بسیار مهمی است. برای حفظ یکپارچگی سیلندر، گیره‌های جلو (لب‌کار) را ثابت نگاه می‌دارند. گیره‌های ثابت نه تنها به عنوان تجهیزات استاندارد در بسیاری از ماشین‌ها مورد توجه است، که در سیستم‌های تعویض تمام و یا نیمه‌اتوماتیک نیز به کار گرفته می‌شوند (شکل‌های۱۹ــ۴ و ۲۰ــ۴).



شکل ۲۰ــ۴ــ تعویض اتوماتیک پلیت

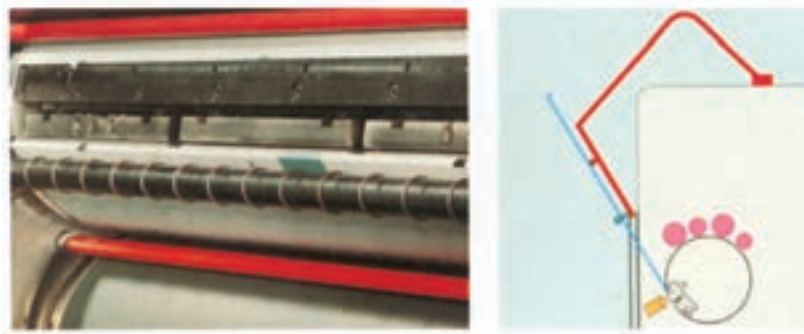
تعویض و تنظیم پلیت به‌صورت دستی و کنترل انطباق هررنگ به‌صورت جداگانه در هر واحد چاپ،زمان بسیار بالایی را به خود اختصاص می‌دهد که جزء زمان‌های تلف شده به حساب می‌آید.

۳ــ۶ــ۴ــ تعویض اتوماتیک پلیت (Automated Plate Change) : با تعویض اتوماتیک پلیت، سرعت در نصب پلیت و دقت در تنظیمات را توأم خواهیم داشت (شکل ۲۰ــ۴). با کاربرد این فناوری حتی اولین ورق چاپی هم دارای تنظیمات انطباق مطلوب است و با کم‌ترین زمان و صرف حداقل تنظیمات ریز می‌توان به نتیجه خوبی دست یافت و نمونه‌ی چاپی مطلوب را در اختیار داشت.

بنابراین چاپکار می‌تواند در حین دست‌یابی به سرعت مناسب تولید و شروع به کار ماشین، بلافاصله به اعمال تصمیمات رنگ بپردازد و وضعیت دقیق پلیت‌ها را تنظیم نماید.

کنترل تنظیمات انطباق رنگ‌های تفکیکی در هر واحد چاپی، می‌تواند از طریق سیستم مرکزی کنترل و به‌صورت همزمان انجام گیرد. در این صورت کاهش قابل توجهی در زمان‌های آماده‌سازی خواهیم داشت.

الف



ب

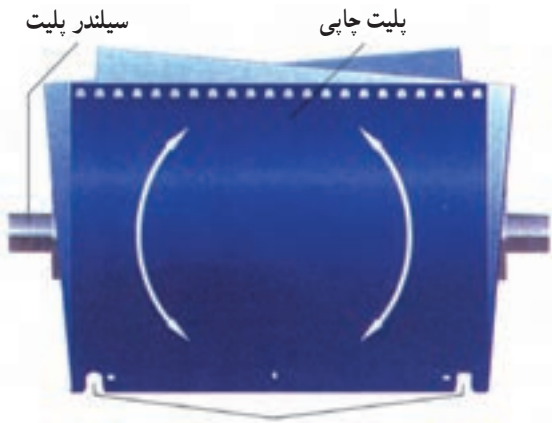
شکل ۲۱ــ۴ــ مراحل تعویض اتوماتیک پلیت

۴ــ۶ــ۴ــ تعویض تمام اتوماتیک پلیت (Fully Automatic Plate Change) :
تعویض تمام اتوماتیک پلیت، از طریق کاتریج و کاست‌های تعبیه شده در هر واحد چاپ و با ظرفیت ۵ تا ۱۰ پلیت، انجام می‌گیرد. این فناوری موفق نشد تا مورد پذیرش گسترده‌ای قرار گیرد. زیرا هزینه‌ی هدایت پلیت در کار نسبتاً بالاست و مزایای آن، در مقایسه با سیستم اتوماتیک تعویض تک پلیتی، ناچیز به شمار می‌آید. بنابراین سیستم‌های کاتریجی به ندرت در ماشین‌های افست ورقی مورد استفاده قرار می‌گیرند (شکل ۲۲ــ۴).

شکل ۲۲ــ۴ــ سیستم تمام اتوماتیک تعویض پلیت (مالتی پلیت هایدلبرگ)

۵ــ۶ــ۴ــ تنظیم وضعیت قرارگیری پلیت: تنظیم وضعیت قرارگیری پلیت‌ها عموماً از طریق سوراخ‌های کنترل انطباق (Register Holes) است. اگر زاویه‌ی تصویر چاپی، هنگام کپی پلیت یا زاویه‌ی پلیت بسته شده بر روی سیلندر یکی نباشد تنظیمات طولی و عرضی، مؤثر نخواهد بود. برای دست‌یابی به این منظور، در بسیاری از ماشین‌های چاپ، سیلندرِ پلیت می‌تواند تغییر وضعیت بدهد و اصطلاحاً کجیِ پلیت (Diagonal Register) را بگیرد.

راهکار دیگری نیز برای جابه‌جایی قطری پلیت وجود دارد. با تغییر موقعیت گیره‌های سیلندرِ پلیت به‌صورت عرضی می‌توان پلیت را به صورت قطری جابه‌جا کرد (شکل ۲۳ــ۴).



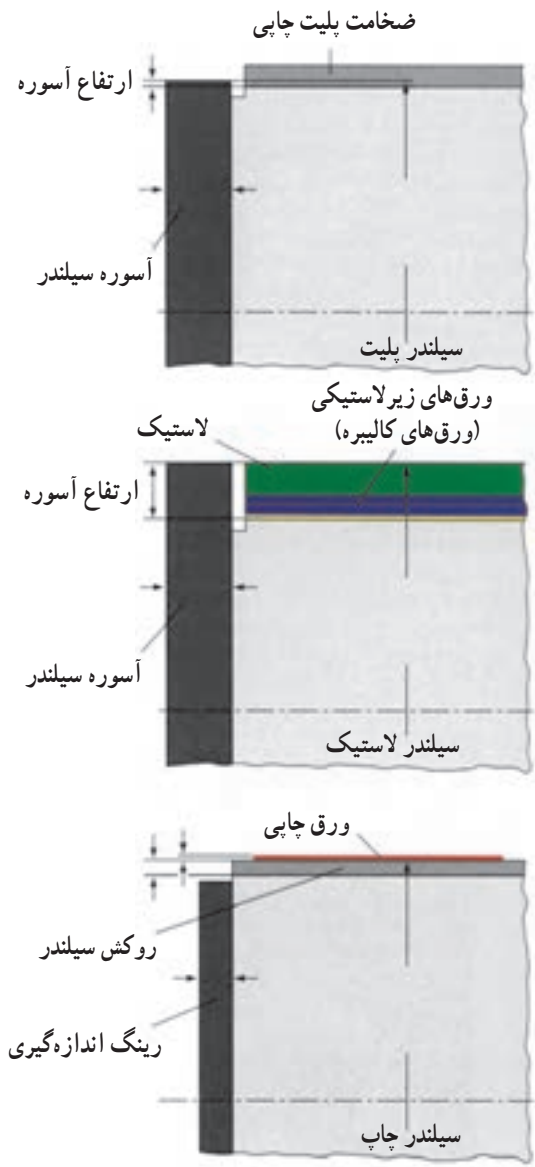
شکل ۲۳ــ۴ــ تنظیم انطباق با تغییر موقعیت گیره‌های سیلندر پلیت

سیلندر پلیت نقش بسیار مهم و دقیقی را بر روی سیلندر لاستیک دارد. تغییر ناچیزی (در حد میکرون) نیز می‌تواند بر روی سطوح هاف‌تن رگه‌هایی ایجاد کند که به وضوح دیده شوند. به همین سبب است که بین سیلندر پلیت و سیلندر لاستیک، تماس و فشار آسوره‌ای وجود دارد.

۶ــ۶ــ۴ــ آسوره‌ی سیلندر، رینگ تنظیم‌کننده فشار: در ماشین‌های افست ورقی برای کنترل دقیق سیلندرها و انتقال یکنواخت ترام‌ها و هم‌چنین نرمی و یک‌نواختی حرکت سیلندرها، از آسوره‌ها استفاده می‌نمایند. رینگ‌های آسوره در انتهای سیلندر پلیت و سیلندر لاستیک تعبیه شده‌اند تا سیلندرها با یکدیگر تماس مستقیم داشته باشند (شکل ۲۴ــ۴).

الف) آسوره‌ی سیلندر (Cylinder Bearer) : آسوره‌ی سیلندر دارای قطری است که با قطر چرخ دنده‌ی محرکه‌ی سیلندر همگام است. لاستیک سیلندر عموماً با ورق‌های زیرلاستیکی بر روی سیلندر لاستیک بسته می‌شود.

از طریق آسوره‌ها از فشار غیرضروری سیلندرها به یکدیگر جلوگیری می‌شود. در این سیستم پلیت‌های دارای ضخامت ۰/۱ میلی‌متر به بالا ارتفاعی بالاتر از سطح آسوره خواهند داشت و لاستیک و



شکل ۲۴ــ۴ــ نمونه‌ای از تعدیل قطر سیلندرها نسبت به یکدیگر

زیرلاستیکی‌ها مجموعاً تا سطح آسوره ارتفاع پیدا می‌کنند. به هرحال، وظیفه‌ی اولیه‌ی آسوره تضمین حرکت نرم سیلندرهاست. آسوره‌ها در عین کنترل دقیق انتقال فشار بین سیلندرها (برای انتقال صحیح ترام‌ها)، از صدایی که در اثر حرکت سیلندرها نیز تولید می‌شوند جلوگیری می‌کنند زیرا شکاف بین سیلندرها (مکان قرارگیری گیره‌ها) به هنگام حرکت صدا تولید می‌کند. هم‌چنین تغییر در وضعیت آسوره‌ها و فشار بین آن‌ها می‌تواند رگه‌های متوالی‌ای در کار چاپی ایجاد کند که موجب همگونی نقاط چاقی ترام می‌شود.

ب) رینگ‌های تنظیم‌کننده (Gauge Ring) : سیلندر لاستیک و چاپ تماس آسوره‌ای ندارند. در هر طرف سیلندرِ چاپ رینگ‌های تنظیم‌کننده وجود دارد، قطر این رینگ‌ها از قطر آسوره‌ها کم‌تر است. رینگ‌های تنظیم همانند آسوره‌های سیلندر پلیت و لاستیک‌اند. قطرِ کم‌تر این رینگ‌ها برای آن است که با سیلندر لاستیک تماس پیدا نکند. با اعمال این روش، می‌توان با تغییر فاصله‌ی بین سیلندرهای چاپ و لاستیک میزان فشار چاپ را نسبت به ضخامت ورق‌های چاپی تنظیم نمود.

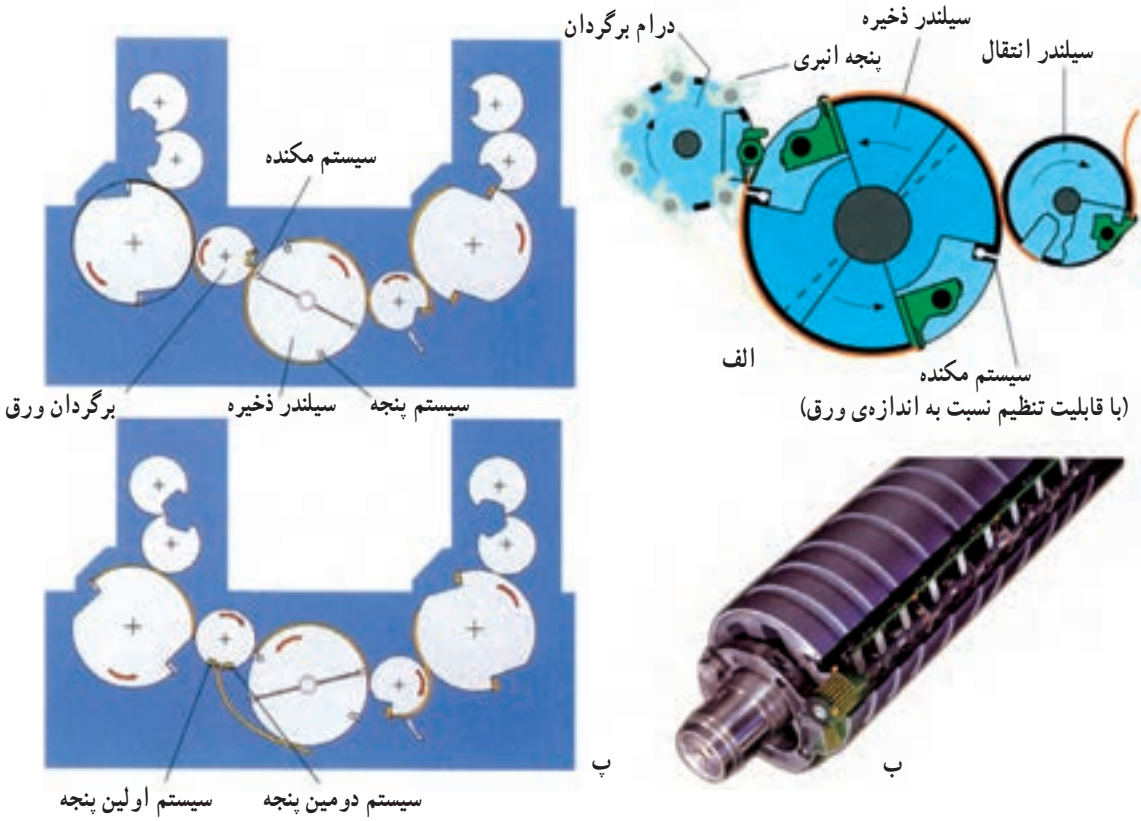
۷ــ۴ــ سیلندر لاستیک (Blanket Cylinder)

مرکب از طریق سیلندر لاستیک و به‌طور غیرمستقیم به سطح چاپ شونده (کاغذ، مقوا ...) منتقل می‌شود.

تنظیم دقیق ارتفاع لاستیک: برای تنظیم دقیق ارتفاع لاستیک بر روی سیلندر، از ورق‌های کالیبره شده (Calibrated Packing Sheets) استفاده می‌شود، در مواردی هم از ورق‌های زیرلاستیکی شکل ۳۱ــ۲ استفاده می‌شود. این ورق‌ها در صورتی که فاقد فشردگی و ضخامت یکسان باشند، نمی‌توانند در تنظیم دقیق فشار مؤثر واقع شوند.

۸ــ۴ــ فناوری چاپ دورو (Perfecting)

تغییر حرکت کاغذ از چاپ یکرو به چاپ دورو (Perfecting) به تجهیزات برگردان کاغذ بین واحدهای چاپ نیاز دارد. از این‌رو فناوری‌های گوناگونی برای انجام این عملیات عرضه شده است. با به‌کارگیری این فناوری‌ها، دست‌یابی به سرعت‌های بالا و تولید تک مرحله‌ای چاپ دورو میسر شده است. این نوع از ماشین‌های چاپ را ماشین دورو چاپ (Perfecting Presses) می‌نامند.

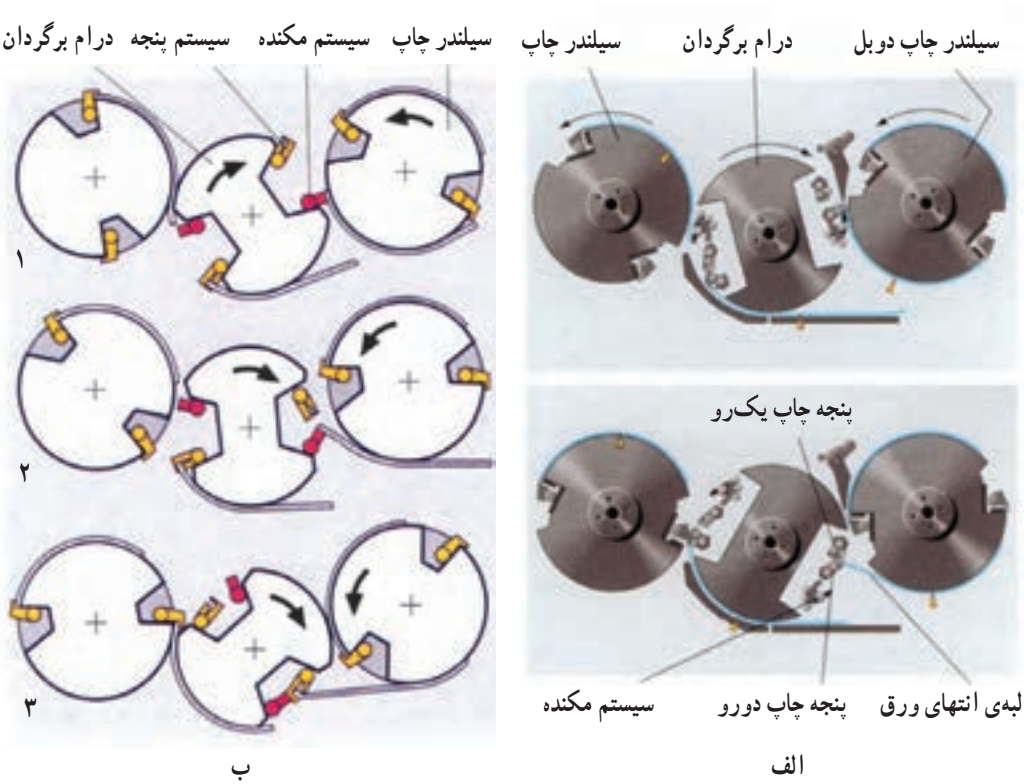


شکل ۲۵ــ۴ــ سیستم‌های برگردان ورق (سیستم سه درامی)

۱ــ۸ــ۴ــ چاپ دورو با برگردان ورق (Sheet Reversal) : فناوری سیستم‌های چاپ دورو با برگردان ورق با استفاده از سه درام و یا تک‌درام عرضه شده‌اند. (شکل‌های ۲۵ــ۴ و ۲۶ــ۴)

الف) سیستم سه درام (Three-drum System) : این سیستم با دو نوع روش انتقال عرضه شده است :

ــ ***روش اول:*** در این سیستم از پنجه‌های انبری روی درام برگردان استفاده می‌شود. پنجه‌ی انبری قابلیت انتقال ورق را در حالت یک رو و دورو داراست. تغییر زاویه‌ی این پنجه توسط چرخ‌دنده و دنده‌ی تخت انجام می‌شود. در این سیستم تک پنجه‌ی انبری انتهای ورق را در فاصله‌ی نزدیک به سیلندر ذخیره می‌گیرد و آن را برمی‌گرداند (شکل ۲۵ــ۴ــ الف و ب).



شکل ۲۶ــ۴ــ سیستم‌های برگردان ورق (سیستم تک‌درام)

ــ ***روش دوم:*** در این روش لبه‌ی انتهایی ورق توسط مکنده‌های سیلندر ذخیره نگه داشته می‌شود. سپس سیستم اولین پنجه‌ی ورق را می‌گیرد و در حین انتقال، به سیستم دومین پنجه تحویل می‌دهد. این عمل با حرکت دو سیستمِ پنجه به سوی یکدیگر، با زاویه ۹۰ درجه، صورت می‌گیرد (شکل ۲۵ــ۴ــ پ).

ب) سیستم تک درام (Single-drum System) : این سیستم با دو نوع روش انتقال عرضه شده است :

ــ ***روش اول:*** در این فناوری وظیفه‌ی گرفتن انتهای ورق را سیستم مکنده به‌عهده دارد. سپس ورق به پنجه‌های چاپ دورو تحویل داده می‌شود. پنجه‌های چاپ دورو پس از رها شدن لبه‌ی جلوی ورق، آن را به پنجه‌های چاپ یک‌رو تحویل می‌دهند (شکل ۲۶ــ۴ــ الف).

ــ ***روش دوم:*** ابتدا لبه‌ی انتهایی ورق توسط سیستم مکنده درام برگردان گرفته می‌شود، سپس لبه‌ی جلوی ورق رها می‌شود. سیستم مکنده و سیستم پنجه‌ی روی درام برگردان با زاویه‌ای ۹۰ درجه به

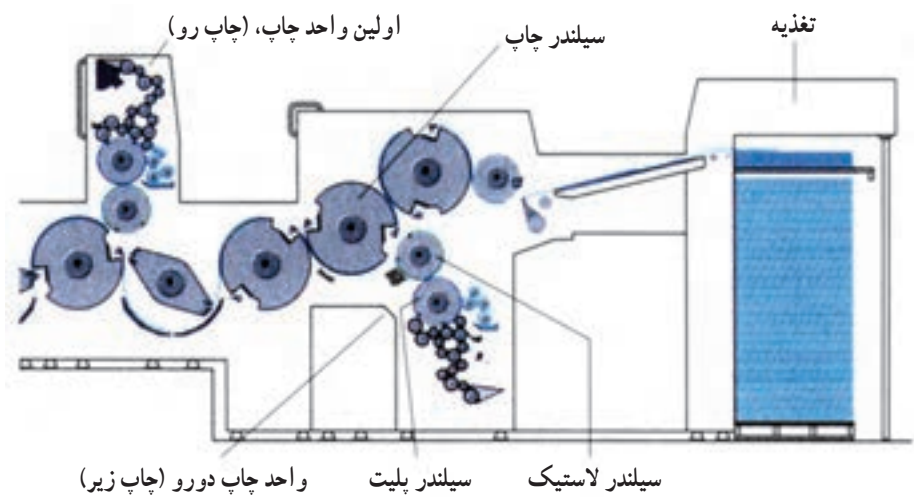
سمت یکدیگر حرکت می‌کنند و ورق را تحویل پنجه‌های سیلندر چاپ بعدی می‌دهند (شکل ۲۶ــ۴ــ ب).

فناوری چاپ دورو با استفاده از ماشین‌های دورو چاپ، باعث افزایش تولید و کاهش تنظیمات کاغذ شده است. امکان چاپ دورو در یک گذر و بدون تنظیم مجدد کاغذ، در قیاس با ماشین‌های یک‌رو چاپ (نیاز به دو مرحله برای چاپ دوروی ورق) آن را به فناوری اقتصادی تبدیل کرده است.

این فناوری در ابتدا برای چاپ تک‌رنگ در دوروی کاغذ استفاده می‌شد، زیرا نظارت و کنترل تک‌رنگ به مراتب ساده‌تر از چند رنگ است و مرکب به سرعت جذب کاغذ می‌شود. در نتیجه هنگام معکوس شدن ورق روی سیلندر چاپ بعدی، اثر نمی‌گیرد. هم‌چنین احتمال دوتایی شدن (Doubling) تصویر، آسیب و خش‌پذیری آن بسیار کم است.

۲ــ۸ــ۴ــ فناوری چاپ دورو بدون برگردان ورق: روش‌های چاپ دورو ویژه‌ای نیز وجود دارد.

در این سیستم‌ها نیازی به واحد برگردان کاغذ نیست. چاپ دوروی ورق با زیر و رو قرار گرفتن واحدهای چاپ، و بدون معکوس شدن ورق انجام می‌شود (شکل ۲۷ــ۴).



شکل ۲۷ــ۴ــ واحد چاپ دورو برای چاپ ورق‌های ضخیم (چاپ بسته‌بندی)

۹ــ۴ــ چاپ دورو چهاررنگ (۴/۴)

ماشین‌های چاپ مدرن قادر به چاپ چهارنگ در دوروی کاغذ در یک گذرند. این ماشین‌ها سرعت و کیفیت را به‌طور توأم دارند. مزیت این فناوری داشتن کیفیت یکسان و بدون تفاوت چاپ در

دوروی کاغذ و هم‌چنین دو چندان شدن تفاوت مراحل چاپ رو و زیر است.

در ساختار ماشین‌های هشت رنگ پیشرفت‌های تکنیکی به کار گرفته شده است. با بهره‌گیری از سیستم‌های بسیار دقیقِ سیلندرهای انتقال ورق چاپی و روکش‌های اختصاصیِ سیلندرهای چاپ، برگردان کاغذ پس از چاپ چهاررنگ و در نهایت کیفیت و دقت امکان‌پذیر شده است.

در این حالت کاغذ برگردان شده و دارای مرکب تازه در زمان چاپ چهاررنگ پشت کاغذ، با سطح سیلندرِ چاپ تماس کامل پیدا می‌کند و پرس می‌شود.

خاصیت سیال و تازگی مرکب و هم‌چنین چسبندگی آن باعث می‌شود این مسئله به روش‌های دیگر کنترل شود تا در نهایت کار چاپ شده بدون آسیب در قسمت تحویل دسته شود.

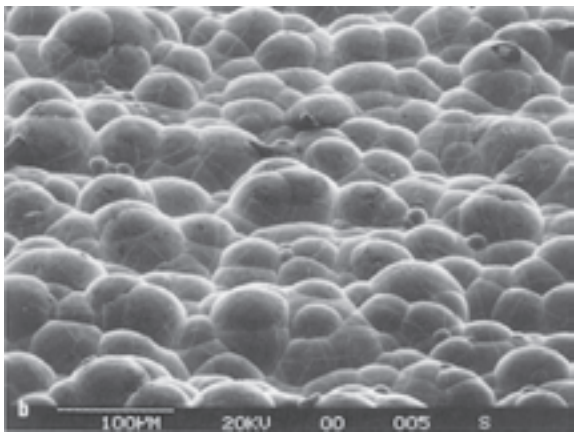
۱ــ۹ــ۴ــ دوتایی شدن تصویر: اگر عمل برگردان ورق با دقت تمام صورت نگیرد باعث دوتایی شدن تصویر خواهد شد. هر نقطه‌ی چاپی برروی سیلندر چاپ باید دقیقاً نقطه به نقطه به روی ورق بعدی و در جای خود بنشیند.

در ترام ۶۰ خط بر سانتی‌متر، فقط جابه‌جایی تصویر در محدوده‌ی ۱۰ میکرومتر باعث دوتایی شدن تصویر می‌شود. این مورد با چشم غیرمسلح قابل تشخیص است.

ــ فناوری روکش‌های سیلندر: یکی از ساختارهای مناسب در طراحی ماشین‌های چاپ (برای هدایت بدون آسیب و خدشه‌ی کاغذ)، به‌کارگیری فناوری‌های روکش سیلندرهای پس از برگردان ورق است. در صورت بهره‌گیری نکردن از این فناوری، بهترین روش استفاده از ماشین‌های طویل است که با واحدهای زیر و رو این عمل را انجام می‌دهند.

فناوری ساختار ویژه‌ی روکش‌های سیلندرِ چاپ بعد از برگردان ورق (شکل ۲۸ــ۴) باعث می‌شود از آسیب‌پذیری و چسبندگی مرکب تازه به روی سیلندر جلوگیری به عمل آید.

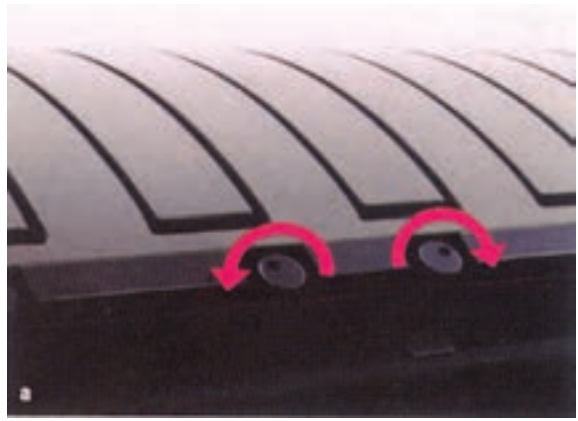
روکش‌های پوشیده شده از سیلیکون نیز برای این منظور استفاده می‌شود که به دلیل ساختار فیزیکی خود، مرکب را دفع



شکل ۲۸ــ۴ــ ساختار ویژه‌ی سطح سیلندرهای چاپ پس از برگردان ورق

می‌نماید. توسعه فناوری در ساخت سیستم‌های برگردان و هم‌چنین روکش‌های اختصاصی امکان مهندسی ماشین‌های دورو چاپ را در مدل‌های بالای هشت رنگ نیز میسر کرده و امروزه مدل‌های ۶/۶ نیز تولید شده است.

۲ــ۹ــ۴ــ مکنده‌های ویژه روی سیلندر ذخیره: فناوری به کار گرفته شده در ماشین‌های دورو چاپ در شکل ۲۵ــ۴ نشان داده شده است. در این روش با استفاده از مکنده‌های ویژه بر روی سیلندر ذخیره (Storage Cylinder) که قبل از سیلندر برگردان قرار می‌گیرد، کاغذ به خوبی بر روی سیلندر و به‌طور کاملاً یکنواخت و بدون لغزش نگه داشته می‌شود (شکل ۲۹ــ۴).

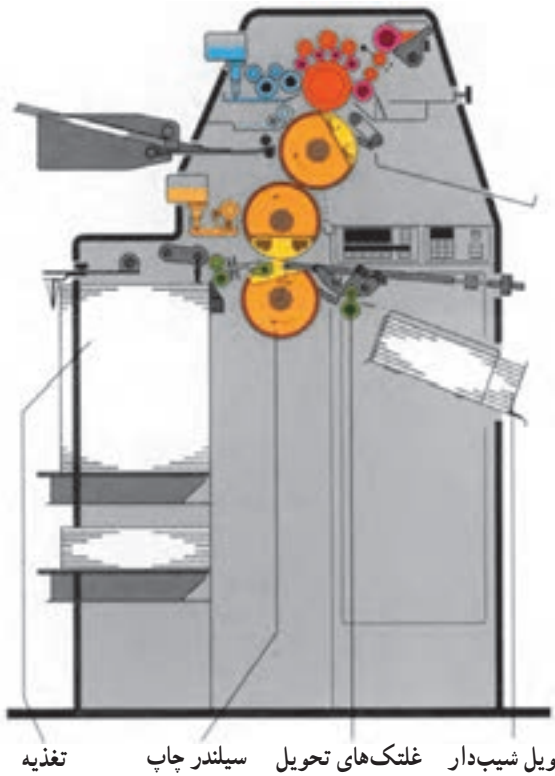


شکل ۲۹ــ۴ــ صاف کردن نیمه‌ی انتهایی ورق و تثبیت آن توسط مکنده‌های دوار سیلندر ذخیره

۳ــ۹ــ۴ــ به‌کارگیری رنگ‌های ساختگی: امکان به‌کارگیری رنگ‌های ساختگی در کنار چهار رنگ اصلی و هم‌چنین ورنی روی کار در یک گذر، دلیل ظهور این فناوری‌ها بوده است. در عین حال نمی‌توان از این مهم گذشت که امروزه سهولت به‌کارگیری رنگ‌های تزیینی ساختگی در کنار چهاررنگ باعث شده تا با به کارگیری چاپ یک روی هشت، ده و دوازده رنگ به‌صورت مستقیم، شاهد چاپ‌های کاملاً هنری و منحصر به فرد نیز باشیم. کاربرد دو منظوره ماشین‌های دورو چاپ، آن را به فناوری برتر (در چاپ دورو) تبدیل کرده است.

۱۰ــ۴ــ واحد تحویل (Delivery Unit)

پس از گذر از واحدهای چاپ، ورق‌ها به روی پالت تعبیه شده در قسمت تحویل، هدایت می‌شوند. ساده‌ترین راهکار تکنیکی، «تحویل شیب‌دار» (Chute Delivery) است و در برخی از



شکل ۳۰ــ۴ــ تحویل شیب‌دار روی ماشین چاپ کوچک تک‌رنگ افست

ماشین‌های کوچک افست استفاده می‌شود. ورق‌ها در این سیستم توسط نوردهایی به سینی شیب‌دار تحویل منتقل می‌شوند (شکل ۳۰ــ۴).

لبه‌ی پالتِ تحویل همواره لازم است صاف و یکدست باشد، برای این منظور ورق‌ها یکی پس از دیگری دسته می‌شوند تا یک پالت منظم فراهم شود.

واحدهای تحویل ماشین‌های ورقی به تجهیزات دسته‌سازی ورق‌ها مجهزند (Sheet Joggers)، تا هر ورق در وضعیتی یکسان بر روی پالت قرار گیرد. شکل‌گیری یک پالت به‌صورت منظم یک ضرورت است تا از تنظیمات دوباره در چرخه‌ی کاریِ پس از چاپ و عملیات تکمیلی، اجتناب شود.

۱ــ۱۰ــ۴ــ سیستم تحویل زنجیری (Chain Delivery System) : در سیستم تحویل زنجیری شکل ۲۴ــ۲ برخلاف غلتک‌های تحویل شیب‌دار، سیستم زنجیری ورق را از آخرین

سیلندر چاپ به پالت تحویل حمل می‌کند.

بین فناوری‌های گوناگون سیستم‌های تحویل از قبیل، تحویل بلند، تحویل استاندارد، تحویل طویل باید امتیازاتی قایل شد.

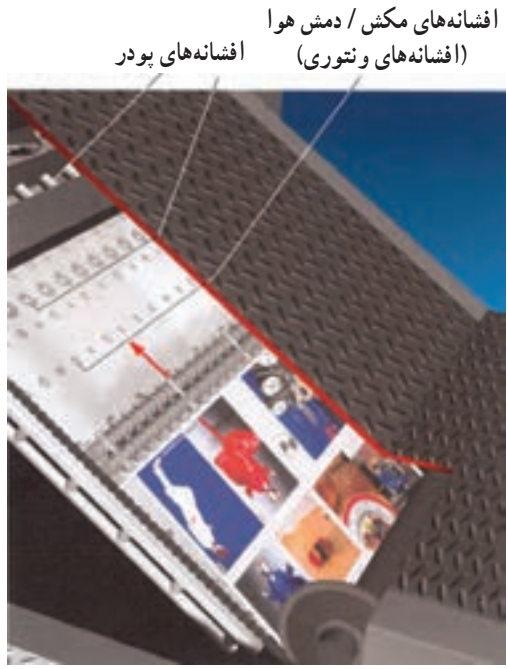
۲ـ۱۰ـ۴ـ تحویل استاندارد (Standard Delivery) : بیش از همه، دارای طراحی جمع و جور و اقتصادی است. واحد تحویل زنجیر کوتاه، ورق را مستقیماً (عموماً به‌صورت افقی) از سیلندر چاپ به پالت تحویل می‌رساند.

در این سیستم ارتفاع پالت حدود ۵۰ سانتی‌متر است. این مورد به مدل ماشین‌های چاپ بستگی دارد. ارتفاع پالت برای تیراژهای چاپی پایین (حدود ۱۰۰۰ تا ۵۰۰۰ ورق)، مناسب است.

۳ـ۱۰ـ۴ـ تحویل بلند (High-pile Delivery) : برای تیراژهای متوسط به بالا، لازم است ماشین‌های چاپ سریع‌تر و ورق‌های ضخیم‌تر، برای تعویض پالت‌ها زمان بیش‌تری منظور کنند. در این صورت، تحویل بلند با ارتفاع پالتی بیش از یک متر مناسب است. یک متر ارتفاع پالت معادل ۱۰/۰۰۰ ورق (کاغذهایی با گراماژ ۱۰۰ گرم بر متر مربع، حدود ضخامت ۰/۱ میلی‌متر) می‌شود. این میزان، حدوداً ظرف یک ساعت به چاپ می‌رسد. فناوری افزایش ارتفاع ماشین چاپ از سطح زمین (Raised Press) برای چاپکاران مقوا که تمایل دارند فضای بیش‌تری برای تحویل و تغذیه داشته باشند، راهکاری مناسب است.

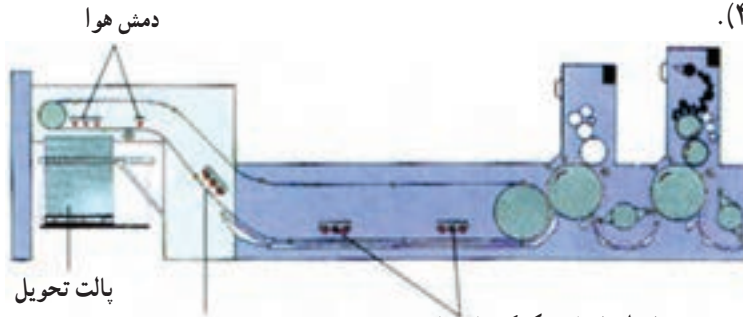
در تحویل بلند، ورق مسیر طولانی‌تری را بین سیلندرِ چاپ و تحویل طی خواهد کرد. در ماشین‌های سرعت بالا، ورق‌های سبک وزن دچار لرزش می‌شوند و در جریان این انتقال ممکن است ورق تازه چاپ شده در تماس با تجهیزات و اجزای واحد تحویل خدشه‌بردارد. در اثر حرکت بسیار سریع محور پنجه‌ها، جریان هوای متلاطمی تولید می‌شود که کاغذ را وادار به لرزش می‌کند. آزمایش‌های ایرودینامیک با هدف بهینه کردن نحوه‌ی هدایت کاغذ، منجر به نصب تجهیزات ویژه‌ای از قبیل تجهیزات هدایت ورق (Sheet Guidance-elements) شده است.

در این سیستم با تولید جریان هوا بین سینی هدایت کاغذ و ورق چاپ شده (شکل ۳۱ـ۴) کاغذ را در فاصله معینی نسبت به سینی هدایت نگه می‌دارند. این نوع هدایت ورق در قسمت تحویل، برای جلوگیری از لک‌پذیری (Smudge) ورق در حین حرکت، عامل تعیین‌کننده‌ای است.



شکل ۳۱ــ۴ــ سیستم هدایت ورق چاپی مجهز به افشانه‌های ونتوری

۴ــ۱۰ــ۴ــ واحدهای تحویل طویل (Extended Delivery Units) : در فاصله و فضای موجود تا واحد تحویل، می‌توان تجهیزات مختلفی مانند واحدهای خشک‌کن (Dryer Units) را جای داد. از جمله : خشک‌کن‌های مادون قرمز (IR Dryers) ، خشک‌کن‌های ماوراء بنفش (UV Dryers)، دمنده‌های هوای گرم (Hot Air Blowers)، تجهیزات پودرپاش (Spraying Device) و سیستم‌های تخلیه هوا (Extraction System) این فضا اغلب برای جای‌گزینی کلیه‌ی واحدها کافی نیست. در این‌گونه موارد از واحدهای تحویل طویل استفاده می‌شود که برای نصب خشک‌کن‌ها بسیار لازم است (شکل ۳۲ــ۴).



شکل ۳۲ــ۴ــ تحویل طویل مجهز به واحدهای خشک‌کن

ـ ***پشت‌زدگی (Set off)*** : در ماشین‌های چاپ با سرعت بالا، زمان بین آخرین واحد چاپ و پالت تحویل بسیار کوتاه است (کم‌تر از یک ثانیه). با کاربرد واحد طویل، فاصله‌ی زمانی افزایش می‌یابد و باعث می‌شود تا مرکب تازه روی کار چاپی، فرصت سفت شدن پیدا کند و در پالت تحویل پشت نزند. در نتیجه از پودر کم‌تری نیز استفاده خواهد شد.

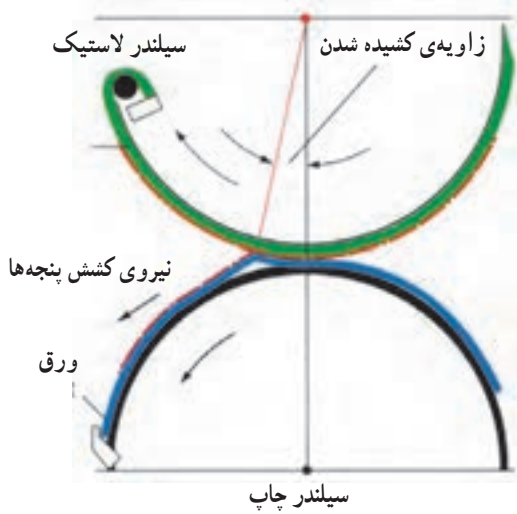
۵ـ۱۰ـ۴ـ سیستم سرعت‌گیر (Braking System) : در زمانی که ورق با سرعت بالا به تحویل می‌رسد، لازم است تا حرکت آن آرام شود. در غیراین‌صورت ورق دارای انرژی حرکتی، پس از رها شدن به مسیر خود در راستای اولیه ادامه می‌یابد و با برخورد به قسمت جلوی تحویل آسیب می‌بیند. سیستم سرعت‌گیر با به کارگیری چرخ‌های مکنده و یا نوارهای مکنده، لبه‌ی انتهایی کاغذ را از زیر می‌مکد و نگه می‌دارد. حرکت چرخشی چرخ‌های سرعت‌گیر از سرعت تولید کم‌تر است و باعث می‌شود کاغذ کشیده و صاف گردد و بدون انرژی جنبشی به پالت تحویل منتقل شود (شکل ۳۳ـ۴).

ـ ***لنگ‌های بازکننده‌ی (Opening Cams) پنجه‌ها:*** لنگ‌های بازکننده‌ی پنجه‌ها روی بدنه‌ی جانبی ماشین و در قسمت انتهایی تحویل تعبیه شده‌اند. این لنگ‌ها، در زمان مناسب با بازکردن پنجه‌ها، قبل از انتهای مسیر پالت، ورق را رها ساخته تا روی پالت بنشیند، در این حالت انرژی حرکتی کاغذ باعث ادامه‌ی مسیر ورق می‌شود و با سیستم‌های سرعت‌گیر کنترل می‌گردد.

حرکت ورق به سمت پالت تحویل

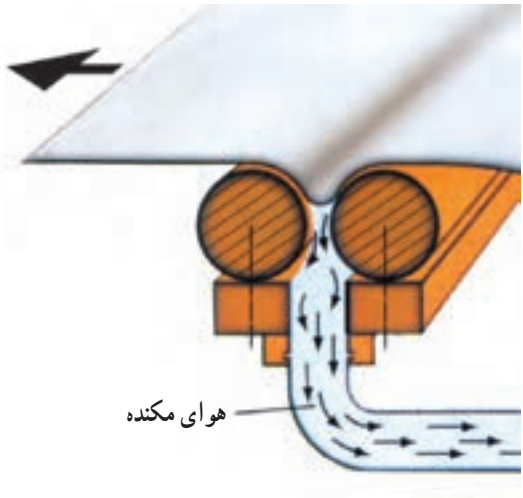
شکل ۳۳ـ۴ـ سیستم سرعت‌گیر ورق چاپی

۶ــ۱۰ــ۴ــ تاب‌گیر ورق (Sheet Decurlers) : عامل مهم دیگر، تمایل شدید ورق چاپی به انحناپذیری است. این اثر به دلیل خاصیت مرکب‌های افست است. چسبندگی مرکب به هنگام انتقال از سیلندر لاستیک، که با حرکت دورانی سیلندر توأم است، باعث خَمِش ناچیز ورق (شکل ۳۴ــ۴) می‌شود.



شکل ۳۴ــ۴ــ آزاد کردن ورق از لاستیک (اثر کشیده شدن)

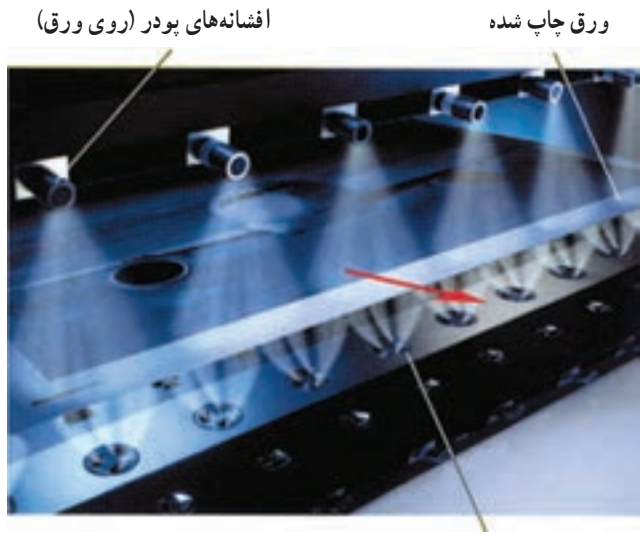
در این شرایط کاغذهای تاب برداشته، احتمال به هم چسبیدن و یا پشت‌زدن مرکب را در قسمت تحویل خواهند داشت. «تاب‌گیر» تعبیه شده در قسمت تحویل، با خم کردن ورق چاپی در جهت خلاف، تاب آن را می‌گیرد و حالت تخت و همواری را برای ورق چاپی به وجود می‌آورد (شکل ۳۵ــ۴).



شکل ۳۵ــ۴ــ تاب‌گیر ورق چاپی

۱۱ــ۴ــ فناوری پودرپاشی دوسویه (Both-sided Powder Spraying)

ایجاد لایه‌ی پودر در میان ورق‌ها باعث جلوگیری از پشت زدن مرکب می‌شود. اما باید توجه داشت که کنترل عدم تماس ورق‌ها در چاپ دورو به مراتب مشکل‌تر است. پودرپاش دوسویه برای ماشین‌های طویل دورو چاپ از فناوری‌های منحصر به فرد در انواع تجهیزات پودرپاش است. قابلیت پودرپاشیِ همزمان در دو سمت کارِ چاپ شده، بهترین شرایط را برای دسته‌سازی ورق‌های تازه به چاپ رسیده ایجاد می‌کند (شکل ۳۶ــ۴).



شکل ۳۶ــ۴ــ عملکرد پودرپاش دوسویه در ماشین‌های دورو چاپ

۱۲ــ۴ــ فناوری خشک کردن(Drying Technology)

ضرورت سرعت بخشیدن به مرحله‌ی خشک کردن کارهای چاپی باعث شد فناوری‌های متنوعی در ساخت تجهیزات و واحدهای خشک‌کن در ماشین‌های افست ورقی ایجاد شود، از جمله :

- ــ خشک‌کن مادون قرمز (IR Dryer)
- ــ خشک‌کن هوای گرم (Hot Air Dryer)
- ــ خشک‌کن اشعه‌ی ماورای بنفش (UV Dryer)

فناوری‌های خشک‌کن به بررسی بسیار گسترده و کاملی نیاز دارد. در این قسمت فقط به

معدود طرح‌ها و ویژگی‌های آن پیرامون افست می‌پردازیم :

دو مورد ذیل در ماشین‌های افست ورقی چند رنگ از اهمیت خاصی برخوردار است.

ــ باید عمل خشک شدن در پالتِ تحویل (بعد از مرحله‌ی چاپ) به سرعت هرچه تمام‌تر و بدون تأخیر انجام شود.

ــ خشک‌شدن مرکب روی ورق چاپی بین واحدهای چاپ باید به گونه‌ای انجام گیرد که مرکب‌پذیری مناسب را در چاپ‌های متوالی تضمین کند. تا از دوتایی شدگی تصویر، تغییر رنگ مرکب در حین چاپ و لکه‌پذیری آن جلوگیری شود.

۱ــ۱۲ــ۴ــ خشک‌کن اشعه‌ی مادون‌قرمز و هوای گرم: مرکبی که چاپچی برمی‌گزیند براساس خصوصیات خشک شدن آن، با توجه به کیفیت کاغذ، موارد فنی مورد نیاز و کیفیت چاپ دلخواه است. سیستم‌های خشک‌کن مختلفی وجود دارد که شمار زیادی از مرکب‌ها را به نحو مطلوب خشک می‌کنند، از جمله :

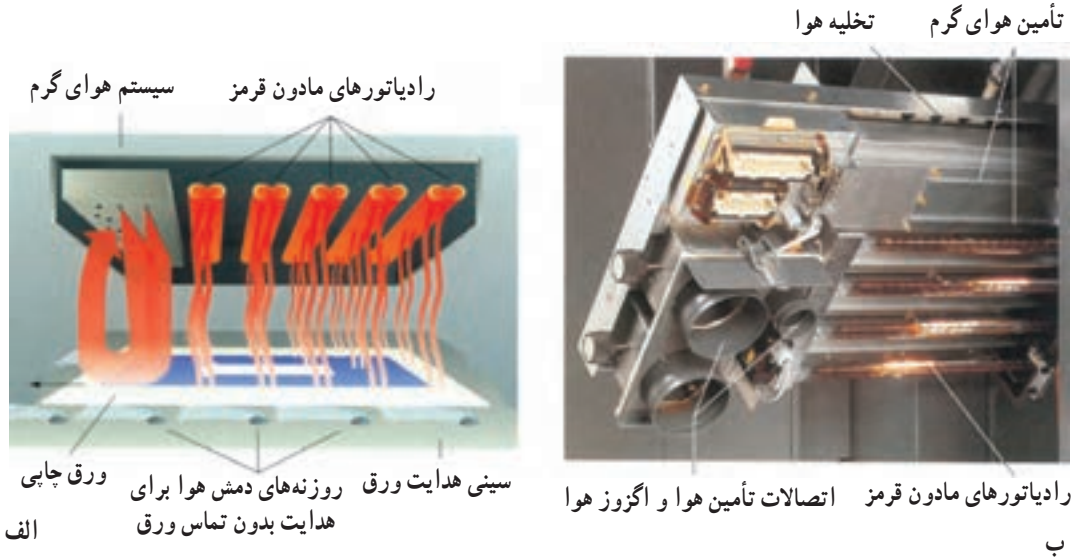
- خشک‌کن‌های اشعه‌ی مادون قرمز، که جذب و اکسیداسیون مرکب را سرعت می‌دهد.
- خشک‌کن‌های هوای گرم با دمنده‌های هوای محیطی، که حجم بالایی از هوا را به گردش درمی‌آورد، در نتیجه، آب (محلول رطوبت) موجود در مرکب و کاغذ به سرعت بخار می‌شود. خشک‌کن‌های هوای گرم به‌ویژه در خشک کردن ورنی‌های پایه‌ی آب نیز مؤثرند.

به‌کارگیری دمنده‌های اضافه‌ی هوای گرم و سرد برای خشک‌کردن ملایم کاغذ مناسب است. عملیات ملایم خشک‌کردن از موج برداشتن و جمع شدن (کشش آمدن) کاغذ جلوگیری می‌کند.

امروزه افست‌های ورقیِ چندرنگِ دارای تحویل طویل، به فضای لازم برای تعبیه سیستم‌های خشک‌کن مجهزند. نمونه‌ای از سیستم خشک‌کن با ویژگی‌های ترکیبی، اشعه‌ی مادون قرمز و دمنده هوای گرم در شکل‌های ۳۷ــ۴ و ۴۰ــ۴ دیده می‌شود.

ــ ***سیستم هدایت ورق:*** در این سیستم، ورق به واسطه‌ی سینی تعبیه شده با روزنه‌های کنترل هوا، ثابت (بدون شلاق زدن ورق) می‌ماند. ورق در این حالت فاصله‌ی مناسب و ثابتی را از رادیاتورها (اشعه تاب‌ها) حفظ می‌کند (شکل ۳۸ــ۴). سیستم هدایت ورق، به‌خصوص در مورد ورق‌های دورو چاپ، بسیار کارآمد است، زیرا از خدشه‌پذیری ورق جلوگیری می‌کند.

از دیگر مشخصات ویژه این خشک‌کن، سیستم کنترل درجه‌ی حرارت رادیاتورهای اشعه‌ی مادون قرمز است. این سیستم توسط دمش هوا به درون روزنه‌های تعبیه شده در دوطرف رادیاتور، آن



شکل ۳۷ــ۴ــ سیستم خشک‌کن ترکیبی اشعه‌ی مادون قرمز و هوای گرم. الف ــ نمای سیستم خشک‌کن، سینی هدایت بدون تماس ورق، ب ــ خشک‌کن ترکیبی

شکل ۳۸ــ۴ــ تثبیت ورق چاپی توسط سیستم هدایت هوا مجهز به روزنه‌های ونتوری

را خنک می‌سازد. سیستم کنترل و نظارت هوای در جریان، گرم شدن سریع رادیاتورها را در زمان روشن شدن تضمین می‌کند. در صورت ایجاد گرمای مازاد، بلافاصله هشدار می‌دهد و در صورت لزوم می‌توان حرارت رادیاتورها را کاهش داد. هنگام چاپ کارهای کوچک نیز می‌توان از پهنای تابش لامپ‌های مادون قرمز کاست (شکل ۳۹ــ۴).

شکل ۳۹ــ۴ــ تطابق پهنای تابش اشعه نسبت به اندازه‌ی ورق چاپی

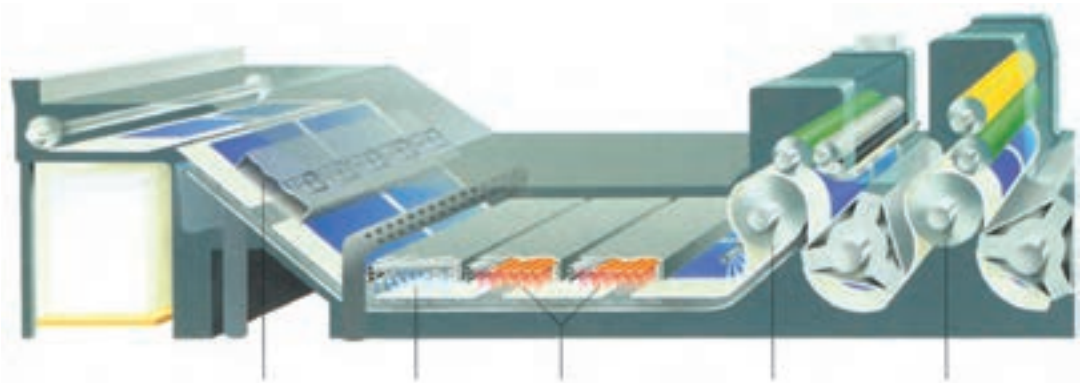
تعادل واکنش‌های فیزیکی و شیمیایی را می‌توان به واسطه‌ی اشعه‌ی گرم در محدوده‌ی مادون قرمز سرعت بخشید. با این وجود مدت زمان مورد نیاز برای خشک شدن ورق چاپی، با توجه به شرایط چاپ، همواره چندین ساعت طول می‌کشد. زمان خشک شدن را می‌توان از طریق اکسیداسیون یا روش جذبی و با افزایش حرارت، نسبت به دمای معمول محیط، کوتاه‌تر نمود. هرچه سطح، گرم‌تر باشد، عملیات نهایی سریع‌تر صورت می‌گیرد و هرچه میزان جذب مرکب در طول عملیات خشک‌شدن بیش‌تر باشد، اشعه‌های گرمایی در بهبود تحویل و چیده شدن کار در روی هم، نقش بیش‌تری خواهند داشت. با به‌کارگیری این فناوری، می‌توان دسته‌سازی ورق‌ها را بدون این که مانعی برای آن ایجاد شود (به هم چسبیدن ورق‌ها)، با سرعت بیش‌تری به انجام رساند.

خشک کردن مرکب با استفاده از گرما، فرآیند آن را سرعت می‌بخشد. این فرآیند در مقایسه با فرآیند اشعه‌ی ماوراء بنفش سرعت کم‌تری دارد. معمولاً زمان خشک شدن با گرما چندین ساعت به طول می‌انجامد (بسته به نوع کاغذ و مرکب از ۵ تا ۲۰ ساعت). اما با استفاده از این سیستم به سادگی می‌توان آن را به نصف این زمان رساند.

۲ــ۱۲ــ۴ــ خشک‌کن اشعه‌ی ماوراء بنفش: با استفاده از این فناوری مدت زمان واکنش‌پذیری و سخت شدن لایه‌ی مرکب‌های یووی کاملاً کوتاه می‌شود.

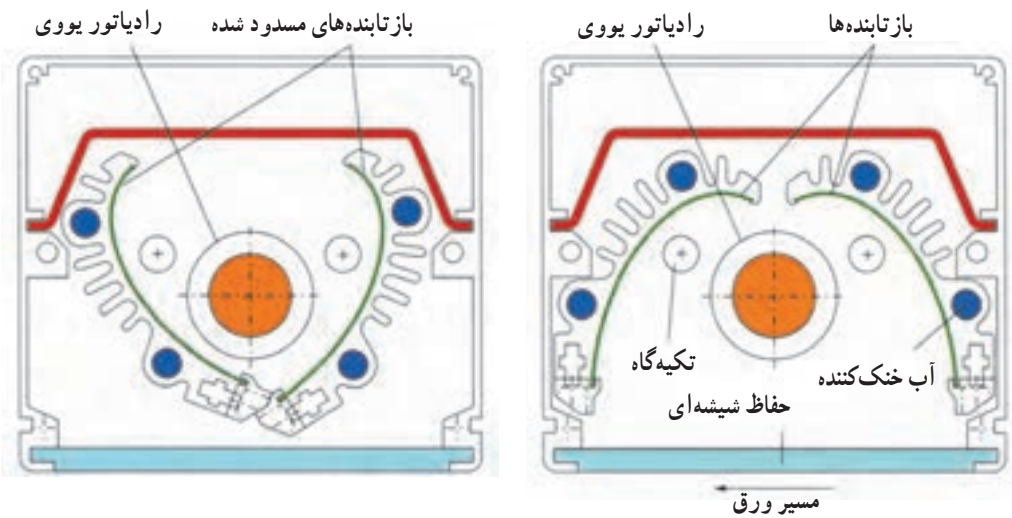
در ماشین‌های افست ورقی، کاربرد سیستم‌های مرکب‌دهی رادیکالی اولویت دارد و برای خشک کردن از لامپ‌های گاز جیوه، با خروجی ۱۰۰ تا ۱۲۰ ولت در سانتی‌مترِ عرض چاپ، استفاده

می‌شود. از آن‌جا که فقط ۲۵ درصد نیروی مصرفی رادیاتور یووی، به اشعه‌ی ماوراء بنفش تبدیل می‌شود و مابقی آن حدوداً، ۵۰درصد به اشعه‌ی مادون قرمز و ۲۵ درصد به اشعه‌ی قابل رؤیت تبدیل می‌شود، رادیاتورها بسیار گرم می‌شوند و لازم است به نحو مطلوبی خنک شوند (شکل ۴۰ــ۴).



شکل ۴۰ــ۴ــ نصب انواع مختلف سیستم‌های خشک‌کن بر روی ماشین افست ورقی

به‌منظور پیش‌گیری از تماس اشعه با ورق چاپی و گرمایش بیش از حد خشک‌کن‌های اشعه‌ی ماوراء بنفش، این خشک‌کن‌ها را به قطعات ایمنی، از جمله بازتابنده‌ها (Reflectors) مجهز می‌کنند (شکل ۴۱ــ۴).



شکل ۴۱ــ۴ــ خشک‌کن ماوراء بنفش (یووی) مجهز به بازتابنده‌های مسدود شونده

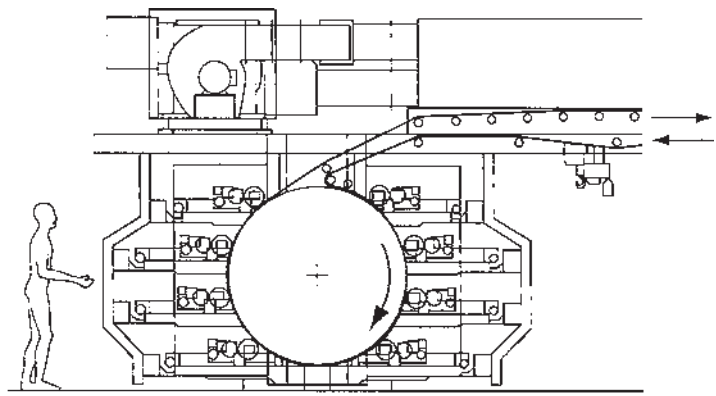
۳ــ۱۲ــ۴ــ خشک‌کن‌های میان‌برجی: خشک‌کن‌های اشعه‌ی ماوراء بنفش هم در قسمت تحویل و هم بین واحدهای چاپی، به صورت خشک‌کن‌های میان برجی کاربرد دارند.

چاپ با مرکب‌های اشعه ی ماوراء بنفش، با نیازهای عمده‌ی کیفی و ویژگی‌های چاپ، ارتباط تنگاتنگ دارد. برای افزایش توانایی در رفع نیازهای چاپ چندرنگ، عمدتاً از این خشک‌کن استفاده می‌شود. به‌کارگیری این فناوری در زمانی است که لایه‌های مرکب بسیار ضخیم باشد. عملکرد خشک‌کن‌های میان برجی باعث افزایش ضریب مرکب‌پذیری می‌شود. در این حالت لایه‌ی ضخیمی از مرکب، پیش از انتقال به واحد چاپ بعدی، خشک می‌شود (مثلاً رنگ مشکی روی زمینه نقره‌ای).

۱۳ــ۴ــ طراحی ماشین‌های چاپ فلکسو برای چاپ چند رنگ

ماشین‌های چاپ فلکسوگرافی، عمدتاً به صورت ماشین‌های چاپ رول با سه پیکره‌بندی طراحی شده‌اند :

۱ــ۱۳ــ۴ــ سیلندر چاپ مرکزی (CIC) : ماشین‌های چاپ سیلندر مرکزی در اصل برای افزایش قابلیت چاپ روی لفاف (فیلم پلاستیک)، با روی هم خوردگی کامل، توسعه یافته‌اند. در حین روند چاپ، سطح چاپی روی سیلندر بزرگ چاپ می‌خوابد، تا بیش‌ترین وضعیت ممکن برای دستیابی به ثبات رنگ به دست آید (شکل ۴۲ــ۴).



شکل ۴۲ــ۴

چهار تا ده واحد مرکب دهی با خشک‌کن‌های میانی می‌توانند دور یک سیلندر چاپ مرکزی (قطر بزرگ‌تر از ۲ متر و پهنای رول چاپی ۳۰۰ تا ۳۰۰۰ میلی‌متر) پیکربندی شوند. به منظور حفظ

فشار یکسان در نقطه‌ی تماس چاپ، سیلندرِ فشار مرکزی باید با نوسان گردشی پایین‌تر از ۵ میکرون ساخته شود و کنترل دمایی با ±۱ درجه سانتی‌گراد انحراف داشته باشد. (در صورتی که قطر سیلندر استیل ۱/۸۰ متر باشد، برای مثال یک درجه تفاوت دما اختلافی در حدود ۱۰ میکرون در شعاع ایجاد می‌کند.) ماشین‌های استاندارد چاپ دارای پهنای چاپ ۱۳۰۰ میلی‌متر و طول چاپ تا ۱۰۰۰ میلی‌متراند و سرعت تولیدی معادل ۶/۷ متر در ثانیه دارند.

نمونه‌هایی از ماشین‌های چاپ فلکسوگرافی (CIC): ماشین هشت‌رنگ سیلندر مرکزی، با فناوری پیشرفته‌ی کنترل و سیستم اتوماتیکِ تعویضِ رول و خشک‌کن‌های تعبیه شده بین واحد چاپ و تغذیه‌ی رول (شکل ۴۳ــ۴).

شکل ۴۳ــ۴

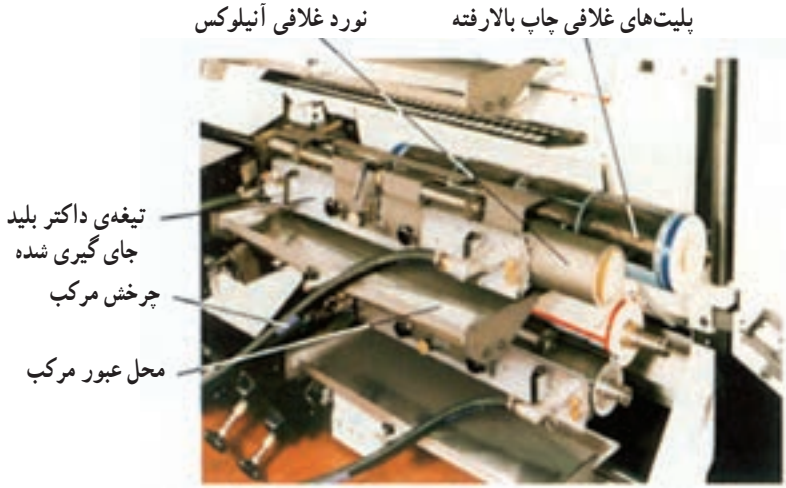
تجهیزات تعویض: هشت سیلندر این ماشین چاپ با سیستم رباتیک، کم‌تر از دوازده دقیقه، تعویض می‌شود (شکل ۴ـ۴۴).

شکل ۴ـ۴۴

نحوه‌ی تعویض سیلندرهای پلیت غلافی، از طریق قاب جانبی در شکل **۴ـ۴۵** آمده است.

شکل ۴ـ۴۵

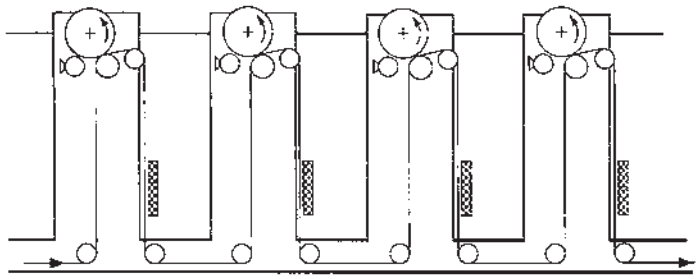
شکل ۴۶ـ۴ تعویض سیلندرهای پلیت غلافی و نوردهای آنیلوکس غلافی را نشان می‌دهد.



شکل ۴۶ـ۴

۲ـ ۱۳ـ ۴ـ مدل واحدی (Unit Design): ماشین‌های چندسیلندری چاپ مدل واحدی دارای واحدهای چاپ یکسان هستند که در یک ردیف افقی قرار گرفته‌اند.

رول چاپی معمولاً بین واحدهای چاپ تغییر مسیر می‌دهد، تا برای عملیات خشک‌شدن از مقابل خشک‌کن‌هایی که در طول چاپ در کنار اجزای کنترل کشیدگی رول تعبیه شده‌اند، بگذرد (شکل ۴۷ـ۴).



شکل ۴۷ـ۴

ابتدا برای ماشین‌های رول باریک (با پهنای رول تا حدود ۵۰۰ میلی‌متر) به‌منظور چاپ لیبل، طراحی واحدی موردپسند واقع شد که گسترش یافت و از چندی پیش به این طرف با پهنای رول تا حدود ۱۵۰۰ میلی‌متر مورد توجه بازار قرار گرفت. تولید با سرعت تا ۴ متر در ثانیه، به موتورهای مستقل واحدهای چاپ امکان‌داد تا ارتباط میانی ماشین را آسان کنند و انطباق دقیق

همراه با حرکت با کیفیت عالی رول را حتی برای مواد قابل انعطاف، به صورت یکنواخت کنترل نمایند.

واحدهای چاپ فلکسوگرافی قابل تعویض‌اند، و هم‌چنین می‌توانند در ترکیب با واحدهای چاپ افست و گراور به کار گرفته شوند تا ساختار سیستم‌های چاپ ترکیبی (Hybrid Printing Systems) را تشکیل دهند.

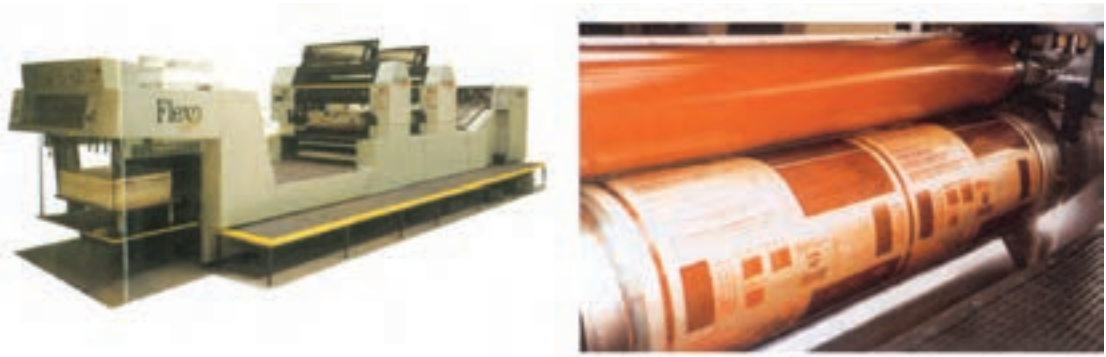
در شکل ۴ـ۴۸ ماشین فلکسوگرافی مدل واحدی که به واحد دایکات مجهز است، دیده می‌شود. این ماشین برای تولید جعبه‌های تاشو به کار می‌رود و قابلیت چاپ مقوای ۶۰۰ـ۲۰۰ گرم بر متر مربع با حداکثر قطر رول ۲ متر و حداکثر پهنای ۸۲ سانتی‌متر را داراست.

شکل ۴ـ۴۸

ماشین‌های چاپ لیبلِ رول باریک مجهز به واحد دایکات در شکل ۴ـ۴۹ آمده است. در بسیاری موارد لیبل‌ها با مرکب یووی به چاپ می‌رسند و پس از هر واحد چاپ، خشک‌کن‌های یووی تعبیه شده است.

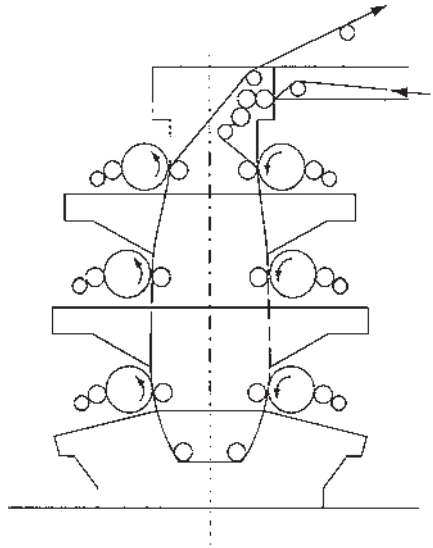
شکل ۴ـ۴۹

نمونه‌ای از ماشین فلکسوگرافی ورقی دورنگ نیز در شکل ۵۰ــ۴ نشان داده شده است.



شکل ۵۰ ــ۴

۳ــ۱۳ــ۴ــ مدل عمودی (Stack-type) : این نوع ماشین‌ها به دلیل انطباق ضعیف‌شان (حدود ۰/۲± میلی‌متر در انطباق طولی)، فقط برای کارهای چاپی ساده، برای مثال به عنوان واحدهای چاپ برای تولید ساک به‌کار می‌روند. امتیازی که این طرح بر ماشین‌های سیلندر چاپ مرکزی دارد این است که با استفاده از نوردهای هدایت رول، امکان چاپ دوروی رول با این ماشین میسر است (شکل ۵۱ــ۴).



شکل ۵۱ــ۴

امروزه گستره‌ی متنوعی از عملکردهای فلکسوگرافی را در ماشین چاپ روزنامه با ۱۴۴ واحد چاپ آن می‌بینیم. این چاپ با مرکب‌های پایه آب به انجام می‌رسد (شکل ۵۲ــ۴).

شکل ۵۲ــ۴

آزمون پایانی (۴)

۱ــ در سیستم تغذیه‌ی تک‌برگی، ورق چگونه انتقال می‌یابد؟

الف) مکنده‌های تعبیه شده در جلوی پالت

ب) مکنده‌های بالابر و جلوبر

پ) چرخ مکنده در جلوی پالت

ت) قرقره‌های تعبیه شده در جلوی پالت

۲ــ حرکت مکنده‌ها در سیستم تغذیه‌ی تک‌برگی چگونه است؟

الف) نوسانی　　پ) بالابر

ب) جلوبر　　ت) چرخشی

۳ــ مزایای سیستم تغذیه تک‌برگی را شرح دهید. (توضیح دهید)

۴ــ نحوه‌ی انتقال ورق در سیستم تغذیه‌ی پیوسته چگونه است؟

الف) توسط دماغه مکنده مستقر در لبه انتهایی ورق‌ها

ب) توسط یک ردیف مکنده مستقر در جلوی ورق‌ها

پ) توسط مکنده‌های بالابر

ت) توسط مکنده‌های جلوبر

۵ــ دماغه مکنده سیستم تغذیه‌ی پیوسته چگونه ورق را انتقال می‌دهد؟

الف) حرکت متناوب مکنده‌های بالابر و جلوبر

ب) حرکت متناوب باد پاشنه و مکنده بالابر

پ) حرکت قرقره‌های مویی و لاستیکی

ت) حرکت قرقره‌های لاستیکی و نوار نقاله

۶ــ فرآیند جداسازی و تغذیه ورق‌ها در تغذیه‌ی پیوسته به چه عواملی بستگی دارد؟ (توضیح دهید)

۷ــ فناوری میز تغذیه مجهز به نوار مکنده چه مزیتی دارد؟

الف) انتقال بدون خدشه و آسیب ورق‌ها

ب) جذب ذرات زاید کاغذ روی میز تغذیه

پ) حذف پنجه‌های اتوماتیک انتقال کاغذ

ت) حرکت اصطکاکی مناسب انتقال کاغذ

۸ــ تنظیم انطباق سه نقطه‌ای ورق چاپی روی میزتغذیه توسط چه تجهیزاتی صورت می‌گیرد؟

الف) دو سنجاق و یک نشان

ب) قرقره موئی و لاستیکی و تسمه نقاله

پ) قرقره‌ی لاستیکی و سنجاق‌ها

ت) دو نشان و سنجاق جلو

۹ــ اجزای هدایتگر نشان با چه نیرویی ورق را تنظیم می‌کنند؟

الف) اصطکاک لغزشی　　پ) مکانیکی

ب) برقی　　ت) الکترونیکی

۱۰ــ وظیفه نشان چیست؟

الف) تنظیم جانبی ورق‌ها　　پ) تنظیم فوقانی ورق‌ها

ب) علامت‌گذاری ورق‌ها　　ت) هدایت ورق‌ها

۱۱ــ نشان فشاری برای چه ورق‌هایی مناسب است؟

الف) ورق‌های با اندازه کوچک　　پ) ورق‌های ضخیم

ب) ورق‌های با اندازه بزرگ　　ت) ورق‌های بسیار ضخیم

۱۲ــ در نشان فشاری ورق چگونه تنظیم می‌شود؟

الف) هدایت فشاری به سمت قطعه‌ی سدکننده‌ی نشان

ب) هدایت به جلو به سمت سنجاق‌ها

پ) هدایت فشارنشان به جلو

ت) هدایت به پهلو و فشار به جلو

۱۳ــ میز تغذیه دارای قوس چه مزیتی دارد؟

الف) تقویت سختی کاغذ و سهولت تنظیم

ب) حرکت آرام ورق

پ) تغذیه‌ی مناسب مقواهای ضخیم

ت) رفع خمیدگی ورق

۱۴ــ نشان کششی در چه ماشین‌هایی استفاده می‌شود؟ ماشین‌های ...

الف) با سرعت بالا و اندازه بزرگ چاپی پ) افست

ب) پیشرفته و سریع ت) متوسط با اندازه کوچک چاپی

۱۵ــ نشان‌های کششی به چند روش کار می‌کنند؟ (توضیح دهید)

۱۶ــ وظیفه‌ی سنجاق چیست؟

الف) تنظیم انطباق ورق از جلو پ) سدکردن ورق

ب) کاهش سرعت ورق ت) تنظیم ورق از پهلو

۱۷ــ چه مشکلاتی باعث نوسان در اندازه کاغذ می‌شود؟ (توضیح دهید)

۱۸ــ انواع سیستم‌های تماس دوتایی بگیر را نام ببرید.

الف) مکانیکی و القایی پ) نوری و صوتی

ب) القایی و خازنی ت) صوتی و مکانیکی

۱۹ــ سیستم‌های بدون تماس دوتایی بگیر چگونه کار می‌کنند؟

الف) تضعیف سیگنال خروجی و تغییر ظرفیت

ب) اندازه‌گیری فاصله

پ) تقویت سیگنال

ت) مکانیکی

۲۰ــ سیستم‌های دوتایی بگیر صوتی (اکوستیک) چگونه کار می‌کنند؟ (توضیح دهید)

۲۱ــ برگردان کاغذ حول محور چاپ به چه معناست؟

الف) تغییر سمت نشان پ) تغییر روی کاغذ

ب) چاپ دوروی کاغذ ت) دسته‌سازی مجدد کاغذ

۲۲ــ برگردان کاغذ حول محور سیلندرها به چه معناست؟

الف) تبدیل لب کار چاپی پ) تغییر ابعاد کاغذ

ب) چاپ پشت کاغذ ت) تبدیل سمت نشان

۲۳ــ وظیفه‌ی سیستم انتقال به اولین واحد چاپ چیست؟

الف) انتقال ورق متناسب با سرعت تولید

ب) انتقال آرام ورق

پ) کنترل و تنظیم راستای ورق

ت) کاهش سرعت ورق در انتقال به چاپ

۲۴ــ پنجه‌های آونگی چه وظیفه‌ای دارند.

الف) انتقال ورق به اولین واحد چاپ پ) تنظیم حرکت ورق در انتقال

ب) حرکت نوسانی ت) انتقال ورق به واحد تحویل

۲۵ــ درام توقف ورق را توسط ..... به سیلندر چاپ منتقل می‌کند.

الف) درام واسط میانی پ) پنجه آونگی

ب) مکنده ت) پنجه‌ی اتوماتیک

۲۶ــ ماشین‌های چندرنگ با فناوری سه سیلندری چگونه طراحی می‌شوند؟

الف) تک‌واحدی پ) چندواحدی

ب) ورقی ت) رول

۲۷ــ سیلندرهای پلیت و لاستیک در فناوری سه سیلندری توسط ..... با یکدیگر در تماس‌اند.

الف) آسوره‌ها پ) لنگ‌ها

ب) ورق ت) مرکب

۲۸ــ هم‌قطر بودن دو سیلندر باعث می‌شود تا آن‌ها ..... نیز باشند.

الف) هم دور پ) یکسان

ب) سریع ت) بدون نوسان

۲۹ــ سیلندرهای چاپ دوبل معمولاً برای چه نوع چاپی طراحی شده‌اند؟

الف) چاپ روی مقوا پ) چاپ روی ورق دولا

ب) چاپ با کیفیت ت) چاپ دوبرابر

۳۰ـ شعاع خمیدگی کم‌تر مقوا روی سیلندر باعث می‌شود تا .....

الف) به مقوا فشار کم‌تری وارد شود.

ب) به مقوا فشار بیش‌تری وارد شود.

پ) مقوا شکسته شود.

ت) مقوا به خوبی چاپ نگیرد.

۳۱ـ مزیّت سیلندرهای چاپ دوبل در انتقال تصویر به ورق چاپی در چیست؟ (توضیح دهید)

۳۲ـ فناوری سیستم هدایت بدون تماس چیست؟

الف) سیستم هدایت با ایجاد یک لایه هوای در جریان

ب) سیستم هدایت بدون پنجه

پ) سیستم هدایت بدون قرقره

ت) سیستم هدایت الکترونیکی

۳۳ـ در فناوری سیستم پنج سیلندری وضعیت سیلندرها چگونه است؟

الف) دو سیلندر لاستیک روی یک سیلندر مشترک چاپ

ب) پنج سیلندر لاستیک روی یک سیلندر مشترک

پ) دو سیلندر پلیت روی یک سیلندر لاستیک

ت) هم‌قطر و هم‌سان

۳۴ـ مزیت خاص مستقیم پنج سیلندری در چیست؟

الف) کم‌حجم بودن　　پ) ارزان بودن

ب) دسترسی بالا　　ت) چاپ با کیفیت

۳۵ـ عدم انطباق دقیق در سیستم پنج سیلندری به چه دلیل است؟

الف) چسبندگی ورق در حال چاپ با دو سیلندر لاستیک

ب) قطر دوبل لاستیک

پ) عدم چسبندگی ورق روی سیلندر

ت) تفاوت در زمان خشک شدن مرکب

۳۶ــ وضعیت پلیت از طریق کنترل مرکزی چگونه تصحیح می‌شود؟ (توضیح دهید)

۳۷ــ برای حفظ یکپارچگی سیلندر پلیت، گیره‌های جلو را ..... درنظر می‌گیرند.

الف) ثابت　　پ) متحرک

ب) فلزی　　ت) فنری

۳۸ــ تعویض تمام اتوماتیک پلیت از چه طریق صورت می‌گیرد؟

الف) کاتریج　　پ) کنسول

ب) اپراتور　　ت) الکترونیکی

۳۹ــ تنظیم وضعیت قرارگیری پلیت‌ها عموماً از چه طریق صورت می‌گیرد؟

الف) سوراخ‌های کنترل انطباق　　پ) کنسول

ب) پیچ تنظیم　　ت) موتور برقی

۴۰ــ چرا در ماشین‌های افست ورقی از آسوره‌ها استفاده می‌شود؟ (توضیح دهید)

۴۱ــ آسوره سیلندر قطر همگام با قطر ..... سیلندر دارد.

الف) چرخ‌دنده محرک　　پ) سیلندر لاستیک

ب) سیلندر پلیت　　ت) سیلندر چاپ

۴۲ــ تولید صدا در اثر حرکت سیلندرها به چه علت است؟

الف) شکاف بین سیلندرها　　پ) حرکت چرخ‌دنده‌ها

ب) حرکت آسوره‌ها　　ت) حرکت سریع سیلندرها

۴۳ــ رینگ‌های تنظیم‌کننده مربوط به کدام سیلندر است؟

الف) سیلندر چاپ　　پ) سیلندر پلیت

ب) سیلندر لاستیک　　ت) سیلندر انتقال

۴۴ــ برای تنظیم دقیق ارتفاع لاستیک روی سیلندر از ..... استفاده می‌شود.

الف) ورق‌های کالیبره شده　　پ) گیره لاستیک

ب) پیچ تنظیم　　ت) مقوای ضخیم

۴۵ــ پنجه‌ی انبری در کدام نوع از سیستم‌های برگردان کاغذ است؟

الف) سیستم سه درام　　پ) سیستم تک‌درام

ب) سیستم چاپ دورو　　ت) سیستم چاپ یک‌رو

۴۶ــ در سیستم تک‌درام برگردان ورق، وظیفه گرفتن انتهای ورق به‌عهده ..... است.

الف) سیستم مکنده　　پ) سیستم پنجه

ب) پنجه‌ی انتقال　　ت) سیستم دورو

۴۷ــ چاپ دورو بدون برگردان ورق چگونه صورت می‌گیرد؟

الف) با زیر و رو قرار گرفتن واحدهای چاپ

ب) با پنجه‌های برگردان

پ) با ماشین‌های هشت رنگ

ت) توسط سیلندرهای انتقال

۴۸ــ دلیل استفاده از روکش سیلندر چاپ بعد از برگردان ورق چیست؟

الف) جلوگیری از آسیب‌پذیری و چسبندگی مرکب

ب) جلوگیری از آسیب‌پذیری سیلندر

پ) جلوگیری از عدم انطباق رنگ

ت) جلوگیری از دوتایی شدن تصویر

۴۹ــ ساده‌ترین راه‌کار تکنیکی تحویل ورق‌ها در چه نوع واحد تحویل است؟

الف) تحویل شیب‌دار　　پ) تحویل زنجیری

ب) تحویل بلند　　ت) تحویل کوتاه

۵۰ــ تحویل بلند برای چه نوع شرایط کاری مناسب است؟ (توضیح دهید)

۵۱ــ در تحویل بلند چه عاملی کاغذ را وادار به لرزش می‌کند؟

الف) تولید جریان هوای متلاطم در اثر حرکت سریع محور پنجه‌ها

ب) مسیر طولانی تحویل

پ) مسیر شیب‌دار تحویل

ت) جریان هوای زیرکاغذ

۵۲ــ در تحویل بلند چگونه ورق چاپی را با فاصله معینی نسبت به سینی هدایت می‌کنند؟

الف) تولید جریان هوا

ب) حرکت سریع پنجه‌ها

پ) هوای متلاطم روی ورق

ت) کوتاه کردن مسیر تحویل

۵۳ــ تجهیزات متعدد خشک کن‌ها و دمنده‌های هوای گرم را در چه نوع تحویلی می‌توان تعبیه کرد؟

الف) تحویل طویل ب) تحویل استاندارد

پ) تحویل زنجیری ت) تحویل بلند

۵۴ــ واحد تحویل طویل چه مزیتی برای جبران پشت‌زدگی مرکب دارد؟

الف) فاصله زمانی مناسب جهت سفت شدن مرکب

ب) واحد پودرپاش

پ) ارتفاع پالت بلند

ت) سرعت بالای چاپ

۵۵ــ چه تجهیزاتی در تحویل از انرژی حرکتی ورق پس از رهاشدن جلوگیری می‌کند؟

الف) سیستم سرعت‌گیر ب) هوای سینی هدایت

پ) لنگ پنجه ت) مسیر طولانی تحویل

۵۶ــ وظیفه لنگ‌های بازکننده پنجه‌ها در تحویل چیست؟

الف) بازکردن پنجه‌ها در زمان مناسب

ب) جلوگیری از انرژی حرکتی ورق

پ) دریافت ورق از آخرین واحد چاپ

ت) بازنگه‌داشتن پنجه‌ها پس از رهاکردن ورق

۵۷ــ تاب گیر ورق در واحد تحویل چه وظیفه‌ای دارد؟

الف) جبران انحنای ورق چاپی

ب) جلوگیری از تاب خوردن ورق چاپی

پ) جلوگیری از لرزش ورق چاپی

ت) جلوگیری از انرژی حرکتی ورق چاپی

۵۸ــ بهترین انتخاب پودرپاش در ماشین‌های طویل دورو چاپ چه نوع است؟

الف) پودرپاش دوسویه ب) پودرپاش الکترونیکی

پ) پودرپاش مجهز به افشانه ت) پودرپاش طویل

۵۹ــ خشک‌کن‌های اشعه مادون قرمز چه تأثیری روی مرکب دارند؟

الف) جذب و اکسیداسیون سریع مرکب

ب) سریع خشک می‌شود

پ) مرکب را گرم می‌کنند

ت) مرکب را سرد می‌کنند

۶۰ــ چگونه آب موجود در مرکب و کاغذ به سرعت بخار می‌شود؟

الف) کاربرد خشک‌کن‌های هوای گرم با دمنده‌های هوای محیطی

ب) کاربرد پودرپاش

پ) جریان هوای سینی هدایت

ت) تعبیه انواع خشک کن در تحویل

۶۱ــ فاصله‌ی مناسب و ثابت ورق از رادیاتورهای خشک‌کن چگونه حفظ می‌شود؟

الف) توسط سینی هدایت با روزنه‌های کنترل هوا

ب) ایجاد جریان هوا روی کاغذ توسط دمنده‌های هوای محیطی

پ) حرکت سریع پنجه‌های تحویل

ت) کاهش شدت جریان رادیاتورها

۶۲ــ چگونه می‌توان زمان خشک شدن مرکب را در روش‌های اکسیداسیون و جذبی کوتاه‌تر کرد؟

الف) افزایش حرارت توسط اشعه‌های گرمایی

ب) کاربرد مرکب با لایه نازک‌تر

پ) افزایش طول تحویل

ت) افزایش قدرت خشک‌کن‌ها

۶۳ــ چه درصدی از نیروی مصرفی رادیاتور یووی به اشعه‌ی ماوراء بنفش تبدیل می‌شود.

الف) ۲۵٪ پ) ۵۰٪

ب) ۷۵٪ ت) ۱۰۰٪

۶۴ــ چه قطعات ایمنی در خشک‌کن‌های ماوراء بنفش از گرمایش بیش از حد آن جلوگیری می‌کند؟

الف) بازتابنده‌ها پ) حفاظ شیشه‌ای

ب) تکیه‌گاه ت) رادیاتورها

۶۵ــ خشک‌کن‌های میان برجی باعث افزایش ..... می‌شود.

الف) ضریب مرکب‌پذیری پ) سرعت

ب) کیفیت ت) تعداد خشک‌کن‌ها

۶۶ــ در کدام پیکره‌بندی در ماشین‌های چاپ فلکسو واحدهای چاپ دور یک سیلندر قرار می‌گیرند؟

الف) سیلندر چاپ مرکزی پ) سیلندر فرم مرکزی

ب) مدل واحدی ت) مدل عمودی

۶۷ــ روی هم خوردگی کامل در کدام پیکره‌بندی ماشین‌های چاپ فلکسو به‌دست می‌آید؟

الف) سیلندر چاپ مرکزی پ) مدل افقی

ب) مدل عمودی ت) مدل واحدی

۶۸ــ در کدام مدل از ماشین‌های چاپ فلکسو واحدهای چاپ یکسان در یک ردیف افقی هستند؟

الف) مدل واحدی　　پ) مدل عمودی

ب) مدل سیلندر مرکزی　　ت) چندسیلندری

۶۹ــ چرا ماشین‌های فلکسو مدل عمودی فقط برای چاپ کارهای ساده استفاده می‌شوند؟

الف) انطباق ضعیف　　پ) سرعت بالا

ب) امکان چاپ دورو　　ت) عمودی بودن واحدها

فصل پنجم

رویکرد ترکیبی دانش، مواد وماشین آلات

اهداف رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود :
۱ــ توسعه‌ی فناوری عملیات تکمیلی در خط چاپ را تعریف کند.
۲ــ فناوری‌های ویژه را در ساختمان ماشین چاپ شرح دهد.

رویکرد ترکیب سه عامل مهم و اثرگذار در فناوری، عملاً به تولید فناوری‌های پیشرفته و روش‌های نوینی منتهی می‌شوند ؛ از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

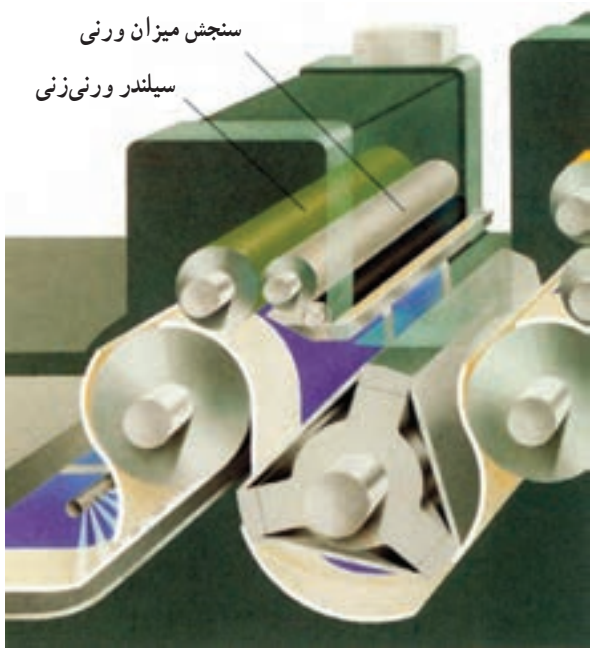
۱ــ۵ــ توسعه‌ی فناوری چاپ و عملیات تکمیلی در خط چاپ
(Print Enhancement and In-line Finishing Technologic)

فناوری پیشرفته‌ی چاپ و عملیات تکمیلی در خط چاپ، به‌صورت گسترده‌ای در ماشین‌های افست ورقی به کار گرفته می‌شوند. این فرآیند شامل موارد زیر است :

ــ ورنی زنی برای افزایش جلا و نمای بصری چاپ و یا ایجاد لایه‌ی محافظ روی سطح چاپ شده
ــ چاپ رنگ‌های ویژه با مرکب‌های متالیک
ــ نمره و کلیشه زنی
ــ کار روی سطح ورق چاپی، مانند پرفراژ، سوراخ کردن، خط و تیغ زنی، برجسته کردن

واحدهای ورنی زنی (Coating Units) به‌طور عمده برای ورنی زنی یا اعمال مرکب‌های متالیک مورد استفاده قرار می‌گیرند (شکل ۱ــ۵). با این حال بعضی از ورنی‌ها از طریق واحد چاپ اعمال می‌شوند.

واحدهای ورنی همیشه به صورت یک سیستم ترکیبی، متشکل از ورنی و واحدهای خشک‌کن (هوای گرم، مادون قرمز و ماوراء بنفش) است. تقاضای روزافزون به بهره‌گیری از جلوه‌های ویژه‌ی



شکل ۱ــ۵ــ واحد ورنی‌زنی

چاپی به شناخت بیش‌تری از خواص ورنی‌ها و خشک‌کن‌های متناسب با آن منجر شده است. در این میان، ورنی پراکنشی یا ورنی پایه‌ی آب (Dispersion Varnish) و ورنی ماوراء بنفش (UV Varnish) از دیگر روش‌ها برترند.

از ورنی پایه‌ی روغن (Oil-based Varnish) به ندرت استفاده می‌شود زیرا درجه‌ی براقیت آن اندک است. برای دست‌یابی به سطح بسیار براق معمولاً از ترکیب دو نوع ورنی پراکنش و یووی استفاده می‌شود.

سالنامه‌ها، جزوه‌ها، کاتالوگ‌ها، برچسب نوشابه‌ها، بسته‌بندی‌های آرایشی و غذایی از جمله تولیداتی هستند که از جلوه‌های ویژه بهره می‌گیرند. جلوه‌های ویژه هم‌چنین با کاربرد ورنی‌های متالیک (Metallic Varnish) مانند طلا و نقره نیز به‌دست می‌آید.

گذشته از تولیدات چاپی، ورنی اثر مثبتی در کاهش مصرف پودر دارد، ضمن این که «قسمت تحویل» و «ماشین‌های مراحل تکمیلی»، که در چرخه‌ی کاری مستقرند، نیز کم‌تر کثیف می‌شوند.

۱ــ۱ــ۵ــ سیستم‌های ورنی زنی: عملکرد واحدهای ورنی زنی با واحدهای چاپ فلکسوگرافی بسیار شبیه است. دو نوع سیستم برای اعمال ورنی به‌کار گرفته می‌شود (شکل ۲ــ۵).

شکل ۲ــ۵ــ عملکرد و سیستم‌های سنجش ورنی

الف) سیستم نوردی (Roller System): در این سیستم باز، ورنی از طریق نورد لاستیکی از حوضچه‌ی ورنی برداشته می‌شود. میزان ورنی توسط سرعت گردش نورد دوم (نورد فشار) تعیین می‌شود. میزان ضخامت لایه‌ی ورنی می‌تواند متفاوت باشد. این مورد به راستای حرکت دورانی، آرایش و تعداد نوردهای سیستم بستگی دارد (شکل ۲ــ۵ــ الف).

ب) سیستم محفظه‌ای با تیغه‌های محافظ (Chambered-type Doctor Blade System): در این سیستم بسته، ورنی درون یک محفظه‌ی بسته وارد می‌شود و از مجرایی که توسط تیغه‌های محافظ مهار شده است به روی نورد آنیلوکس منتقل و اندازه‌گیری می‌شود. با توجه به سرعت‌های گوناگون تولید، این سیستم دارای عملکردی بهتر و کارآمدتر است (شکل۲ــ۵ــ ب).

میزان ورنی به کار گرفته شده به ظرفیت نورد آنیلوکس (عمق سلول و تعداد سلول‌ها در سانتی‌متر) بستگی دارد. بنابراین برای ضخامت‌های گوناگون (مقدار استاندارد ظرفیت یک نورد آنیلوکس برای عملیات ورنی زنی ۲۰ سانتی‌متر مکعب بر متر مربع است، که یک لایه‌ی یک‌پارچه ۸/μm ، هشت گرم بر متر مربع ورنی را بر روی سطح چاپی ایجاد می‌کند) می‌توان نورد آنیلوکس را تعویض کرد.

در عمل، معمولاً دو یا سه نورد آنیلوکس با حجم سلول‌های متفاوت کافی است، که به تناسب کار جای‌گزین می‌شوند.

ــ ***پلیت‌های چاپ ورنی:*** انواع پلیت‌های چاپ ورنی به شرح زیرند :

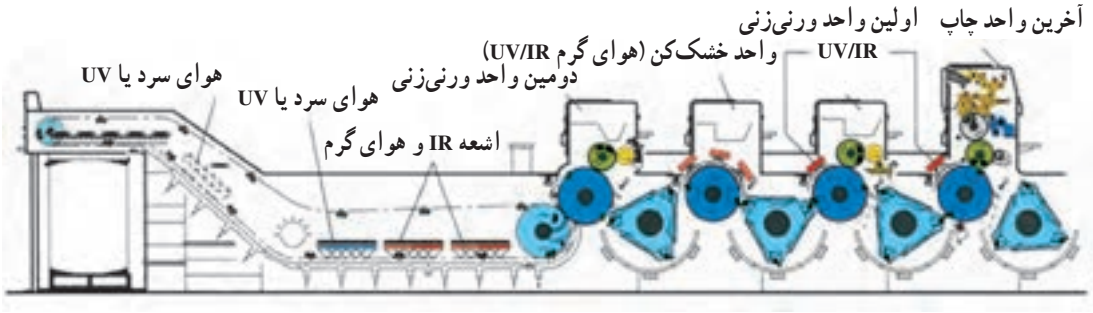
ــ لاستیک برای ورنی تخت و تمام سطح

ــ لاستیک برش خورده، پلیت‌های لاستیکی و پلی‌استری برای ورنی موضعی

ــ پلیت‌های فلکسوگرافی و کلیشه‌ای (فتو پلیمر با پایه‌ی آلومینیم برای استحکام بیش‌تر) برای ورنی موضعی با دقت و کیفیت بالاتر و یا ورنی‌های متالیک با براقیت بالا.

برای سرعت در تعویض پلیت‌های ورنی از سیستم گیره با قابلیت کاربری سریع استفاده می‌شود. هم‌چنین برای تنظیم دقیق انطباق چاپ ورنی، می‌توان سیلندر ورنی زنی را به صورت طولی، عرضی و قطری تنظیم کرد.

پ) واحدهای ورنی زنی دوبل (Double Coating Units): برای دست‌یابی به درجه‌ی بسیار بالای براقیت و اعمال لایه‌های ضخیم ورنی پراکنشی، لازم است از واحدهای ورنی‌زنی دوبل (Double Coating Units) با واحد خشک‌کن میانی (Inter-unit Dryer) استفاده کرد (شکل۳ــ۵).



شکل ۳ــ۵ــ واحدهای ورنی‌زنی دوبل با واحد خشک کن، تحویل طویل و چندین ماژول خشک کن

در این سیستم، واحد اول ورنی زنی پوشش حفاظتی مرکب چاپ شده را به عهده دارد. در واحد دوم ورنی، به دلیل ایجاد یک لایه‌ی آستری (ورنی مقدماتی) در واحد اول، ورنی به خوبی پخش می‌شود و سطح همواری را فراهم می‌آورد. در نتیجه یک لایه‌ی ورنی بسیار براق خواهیم داشت. برای دست‌یابی به نتایج بسیار مناسب ورنی‌های یووی نیز می‌توان از واحدهای ورنی زنی دوبل استفاده کرد.

در واحد اول ورنی، اغلب ورنی پایه‌ی آب به عنوان آستری (Primer) زده می‌شود. سپس در واحد بعدی (واحد خشک کن) آن را خشک می‌کنند. کیفیت حقیقی ورنی یووی تنها در شرایط زیرسازی با ورنی آستری به دست خواهد آمد. در غیر این صورت، لایه‌ی ورنی حالت پوست پرتقالی پیدا می‌کند و جلوه‌ی کاملاً براق یووی را نخواهیم داشت.

ت) ماشین‌های ورنی زنی: از فناوری‌های دیگر ماشین‌های اختصاصی ورنی زنی است. در این صورت ورق‌های چاپ شده پس از خشک شدن، مراحل ورنی را در چنین ماشینی طی می‌کنند. در شکل ۴ــ۵ نمونه‌ای از این ماشین‌ها ارائه شده است.

شکل ۴ــ۵ــ ماشین مستقل ورنی زنی برای پرداخت سطح چاپی

کیفیتی که از این ماشین‌ها (به دلیل خشک شدن کامل مرکب) حاصل می‌شود، در قیاس با ورنی زنی در خط چاپ، به مراتب بالاتر است.

به کارگیری سیستم ورنی زنیِ محفظه‌ای با تیغه‌های محافظ برای دست‌یابی به بسیاری از جلوه‌ها در این ماشین‌ها الزامی است. ترکیب واحد ورنی در کنار واحدهای خشک‌کنِ میانی و انتهایی و هم‌چنین تعداد و نحوه‌ی قرارگیری آن‌ها، بر روی زمان خشک شدن و درصد براقیت آن‌ها بسیار مؤثر است و باعث ارتقای کیفی این جلوه‌ها می‌شود.

۲ــ۱ــ۵ــ چاپ جلوه‌های ویژه (Special Effect): جلوه‌هایی که با کاربرد واحد ورنی قابل اجراست، با روش‌های متداول چاپ افست امکان‌پذیر نیست. چاپ طلا و خمیرهای متالیک می‌تواند توسط روش‌های متداول چاپ افست به‌دست آید، اما کیفیتی که از لایه‌ی ورنی با ضخامت پایین (از طریق محلول رطوبت‌دهی و افزودنی‌ها) حاصل می‌شود، مطلوب نخواهد بود.

الف) ورنی‌های متالیک (Metallic Varnishes): جلوه‌های متالیک بهتر، با استفاده از واحد ورنی امکان‌پذیر است. جلوه‌های براق را می‌توان با مخلوط رنگدانه‌های فلزی و طلا در ورنی‌های پایه‌ی آب به دست آورد. این مورد به‌طور آشکارا نسبت به مرکب‌های پایه‌ی روغن برتری دارد. برای مثال، جلوه‌های طلایی با کیفیت خوب را می‌توان با استفاده از رنگدانه‌های صدفی (Pearlescent Pigment) ایجاد کرد.

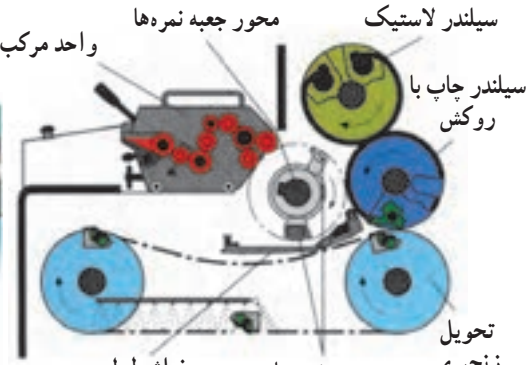
ب) ورنی‌های معطر (Scented Varnishes): جلوه‌های متفاوتی را می‌توان با ورنی‌های معطر خلق کرد. انواع عطر و اسانس را می‌توان به صورت میکروکپسول در ورنی تعبیه کرد و از طریق واحد ورنی آن‌ها را بر روی سطح چاپی منتقل نمود.

در اثر مالش و ایجاد حرارتی جزئی، میکروکپسول‌ها می‌شکنند و عطر یا اسانس درون آن‌ها آزاد می‌شود. با انتشار رایحه‌ی موردنظر، می‌توان جلوه‌ای معطر را به‌وجود آورد.

پ) ورنی‌های ترکیبی: ورنی‌های ترکیبی یووی (مات و براق)، ورنی‌های پراکنشی (براق و مات)، ترکیب دو نوع ورنی (پایه‌ی آب و یووی) و هم‌چنین ترکیب این نوع ورنی‌ها با ورنی‌های متالیک، گستره وسیعی را در برمی‌گیرند و با ماشین‌های چاپِ مجهز به واحدهای ورنی زنیِ دوبل و یا ماشین‌های اختصاصی ورنی زنی قابل تولیدند.

۳ــ۱ــ۵ــ فناوری خشک کنِ یووی سرد (Cool UV): در این فناوری به میزان قابل توجهی از تولید گرمای ناخواسته جلوگیری خواهد شد. توضیح این که لامپ‌های گاز جیوه با معایب کاربردی زیادی (چون تولید ناخواسته اشعه‌ی مادون قرمز و هم‌چنین تشکیل اُزون) روبه‌روست. بدین منظور فناوری‌های نوینی برای رفع این نقایص عرضه شده است. در این نوع رادیاتورها، برای جلوگیری از تولید اُزون از دمش گاز نیتروژن مابین ورق چاپی و رادیاتور، استفاده می‌شود.

۴ــ۱ــ۵ــ نمره‌زنی (Numbering): بسیاری از ماشین‌های افست ورقی به سیستم نمره‌زنی با نصب جعبه نمره‌ها مجهزند. شکل ۵ــ۵ محل نصب و نمونه‌هایی از جعبه نمره و محور اختصاصی نصب آن‌ها را نشان می‌دهد.



ب الف

شکل ۵ــ۵ــ واحد نمره‌زنی شامل واحد مرکب‌دهی، محور نمره‌ها و جعبه نمره‌های گردان

در این سیستم، نمره‌ها توسط یک واحد ساده‌ی مرکب‌دهی (مانند روش لترپرس) مرکب می‌گیرند و سپس به روی ورق منتقل می‌شوند. واحد نمره‌زنی، پس از آخرین واحد چاپی، مقابل آخرین سیلندر چاپ قرار گرفته و در تماس با سیلندر چاپ است و قبل از آن‌که ورق توسط پنجه زنجیرها گرفته شود، عمل می‌کند.

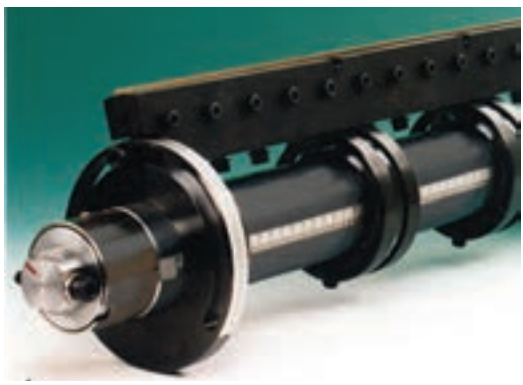
نمره‌ها با هر گردش سیلندر به صورت مکانیکی توسط لنگ نمره (Numbering Cams) تغییر می‌کند و نمره‌ی جدید چاپ می‌شود.

۵ــ۱ــ۵ــ کلیشه‌زنی (Imprinting): با کار گذاشتن درام کلیشه‌زنی بر روی محور نمره‌ها و نصب پلیت‌های برجسته (مانند کلیشه لاستیکی لترپرس) می‌توان به‌طور مثال نشان یا آرم را چاپ کرد. به تناسب عملکرد موردنظر، سطح سیلندرِ چاپ را با بستن روکش‌های سخت و یا نرم (ورق فلزی، چوب پنبه‌ای، پلاستیکی و ...) حفاظت می‌کنند و به اقتضای نوع کار، فشار را تنظیم می‌کنند.

۶ــ۱ــ۵ــ پرفراژ، تیغ‌زنی، سوراخ کاری، خط‌زنی، برجسته کاری (Perforating, Cutting, Punching, Creasing, Embossing): ابزار و تجهیزات پرفراژ، تیغ‌زنی، سوراخ‌کاری، خط‌زنی و برجسته‌سازی را می‌توان بر روی محور اختصاصی، که به صورت میلی‌متری مدرج شده است، نصب کرد و به‌کار گرفت.

ــ ***پرفراژکاری:*** ابزاری از قبیل «چرخ پرفراژ» می‌تواند توأم با واحدهای نمره‌زنی بر روی سیلندر چاپ کار کند. در این صورت از روکش‌های خاص برای حفاظت سیلندر چاپ استفاده می‌کنند. عملیاتی مانند پرفراژ و خط‌زنی، که به‌صورت حرکت چرخ‌های دوار در راستای چاپ (نه قائم به آن) انجام می‌گیرند، باید در فواصل بین حرکت پنجه سیلندرها تنظیم گردد (شکل ۶ــ۵ــ الف).

الف



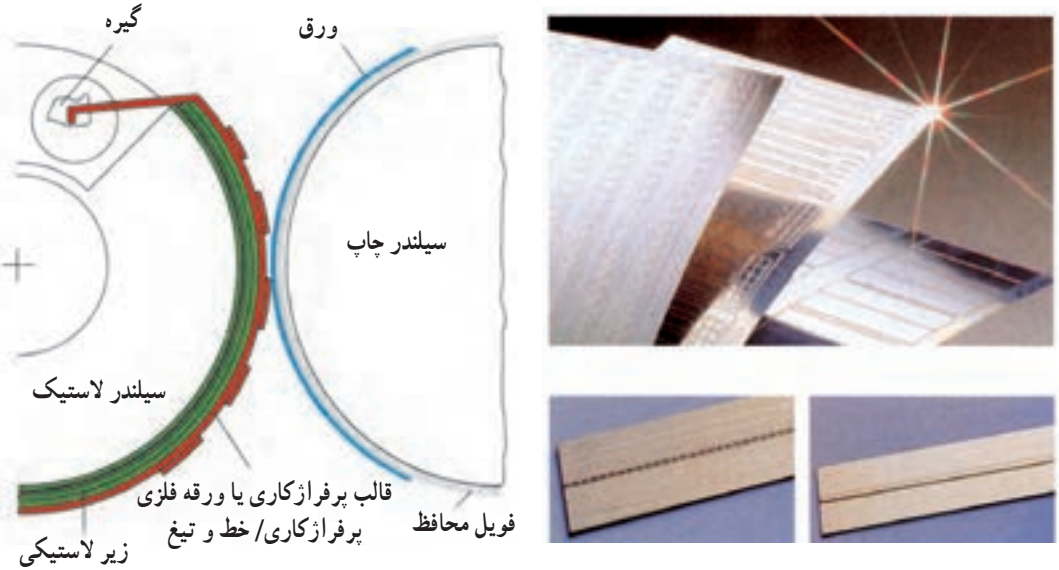
ب

شکل ۶ــ۵ــ ابزار پرفراژکاری شامل چرخ پرفراژ طولی و تیغه پرفراژ عرضی

از ابزار پرفراژ عرضی (Cross Perforating) می‌توان برای دست‌یابی به پرفراژ قائم به راستای چاپ استفاده کرد (شکل ۶ ــ ۵ ــ ب).

ــ نوار پرفراژ (Perfostrip): این نوار ابزار ساده‌ی دیگری است که از آن برای خط و پرفراژکاری استفاده می‌شود و به صورت تیغه‌ی منعطفی است که بر روی سیلندرِ چاپ نصب و چسبانده می‌شود. تماس فشاری این تیغه‌ها با سیلندر لاستیک (هنگام عبور ورق چاپی) باعث اثرگذاری برروی آن می‌شود. با این روش عملیات چاپ پرفراژ یا خط‌زنی را می‌توان به‌صورت همزمان در واحد چاپ انجام داد.

در عین حال لازم است آسیب‌پذیری ابزار در مقابل فشار لاستیک را مدنظر داشت. عملیات موردنظر را، چه در راستای چاپ و یا قائم به آن، می‌توانیم با کمک ورق‌های فلزی (با اشکال ویژه) نیز به انجام برسانیم. شکل ۷ــ۵ نمونه‌هایی از ورق‌های فلزی را، که مانند قالب خط و تیغ عمل می‌کنند، نشان می‌دهد. به اقتضای نوع کار، این ابزار را روی ورق‌های نرم و یا سخت آماده‌سازی می‌کنند. این ورق‌ها به جای لاستیک بر روی سیلندر و یا به جای روکش سیلندر چاپ بسته می‌شوند. از این طریق می‌توان برش نیم تیغِ (Kiss Cutting) برچسب‌ها و برش قالبی روی مقواهای سبک را به انجام رساند و یا با استفاده از قالب‌های طرح‌دار، بر روی سطح چاپی، بافت برجسته ایجاد نمود.



شکل ۷ــ۵ــ ورق‌های فلزی پرفراژکاری، قابل نصب روی سیلندر لاستیک با نوارهای خط‌زنی و پرفراژ که روی ورق چسبانده می‌شوند.

۲ــ۵ــ فناوری‌های ویژه در ساختمان ماشین چاپ

در بسیاری از موارد، برای بهینه‌سازی فرآیند تولید در ماشین‌های افست ورقی، بهره‌گیری از فناوری‌های ویژه لازم است. این فناوری‌ها با تغییراتی در ساختمان ماشین همراه است. در ادامه به شرح برخی از آن‌ها می‌پردازیم.

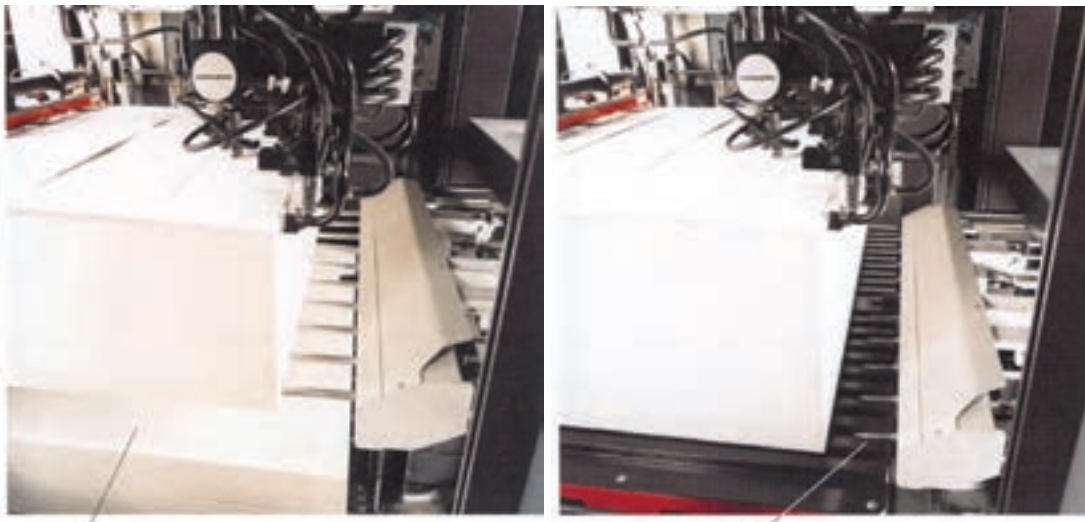
۱ــ۲ــ۵ــ تغذیه‌ی ورق بدون توقف (Non- stop Sheet Feeder): تأمین و برداشت کاغذ در افست‌های ورقی، به منظور سودمندی و یکنواخت‌سازی کیفیت چاپی، امری بسیار مهم است. به ویژه اگر تولید انبوه و حجم زیاد چاپی موردنظر باشد. تجهیزات تعبیه شده برای تعویض بدون توقف پالت‌ها (بدون نیاز به توقف‌های ماشین چاپ)، از باطله‌های مکرر (در شروع مجدد پس از هر توقف) جلوگیری می‌کند و تولید را هموار می‌سازد.

شکل ۸ــ۵ تجهیزات اتوماتیک تعویض پالت را در تغذیه نمایش می‌دهد.

شکل ۸ــ۵ــ تعویض بدون توقف پالت در تغذیه

۲ــ۲ــ۵ــ فناوری تخته‌ی تغذیه‌ی بدون توقف: تخته‌ی پالت کاغذ، ویژه‌ی تغذیه‌ی بدون توقف، دارای شیارهای طولی (در راستای حرکت کاغذ) است. در زمان تغذیه‌ی کاغذ، وقتی که ارتفاع پالت باقی‌مانده حدوداً به ۳۰۰ الی ۵۰۰ ورق می‌رسد، چنگکی به صورت اتوماتیک در شیارهای طولی به جلو هدایت می‌شود و در زیر کاغذها قرار می‌گیرد (شکل ۹ــ۵).

چنگک، پالت باقی‌مانده را به بالا هدایت می‌کند. در این شرایط، حتی با آخرین سرعت تولید



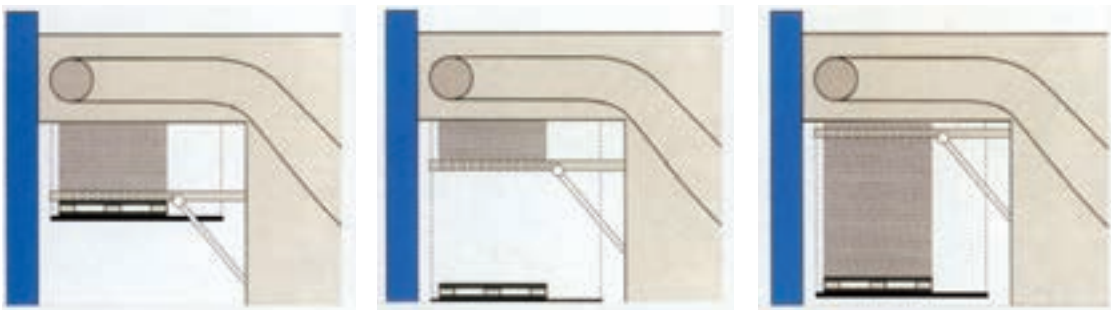
الف — چنگک در زیر پالت قرار می‌گیرد (بسته ورق‌های باقی‌مانده)

ب — پالت جدید زیر پالت باقی‌مانده منتقل می‌شود.

شکل ۹ــ۵ــ مراحل تعویض پالت توسط چنگک

نیز می‌توان تخته‌ی خالی تغذیه را پایین آورد و از قسمت تغذیه خارج کرد. با جای‌گزینی پالت جدید آماده به تغذیه، در جایی که دقیقاً جهت این کار در نظر گرفته شده است، سیستم پشتیبانی پالت به سمت بالا هدایت می‌کند و در اسرع وقت پالت جدید به زیر چنگک می‌رسد. سپس سیستم پس از به عقب راندن چنگک، آن را به بالای واحد تغذیه و در جایگاه ویژه‌ی آن انتقال می‌دهد و متوقف می‌سازد. این فناوری را در قسمت تحویل نیز می‌توان اجرا کرد.

۳ــ۲ــ۵ــ تحویل بدون توقف (Non-stop Sheet Delivery): شکل ۱۰ــ۵ راهکاری دیگر را برای نگهداری پالت باقی‌مانده‌ی تحویل در زمان تعویض نشان می‌دهد.



الف ــ غلتک‌ها در زیر پالت جای گرفته است.

ب ــ غلتک‌ها مانند تخته تحویل به تدریج در اثر پُرشدن پالت پایین می‌آید.

پ ــ تخته پالت چاپی زیر دسته ورق‌ها قرار گرفته و غلتک‌ها به عقب باز می‌گردند.

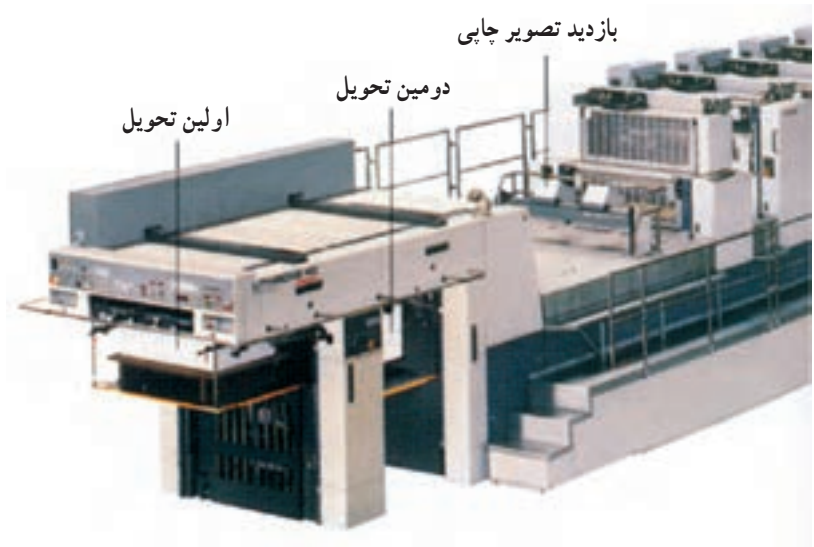
شکل ۱۰ــ۵ــ مراحل مختلف تعویض پالت تحویل

ورق‌های چاپ شده بر روی غلتک‌های مخصوص این سیستم قرار می‌گیرد و پالت پر شده در تحویل پایین آورده می‌شود و از قسمت تحویل خارج می‌گردد. در این حالت تخته‌ی جدید جای‌گزین و به زیر کاغذهای چاپ شده هدایت می‌شود.

شکل ۱۱ــ۵ ماشینی را با دو مکان تحویل، که در پی یکدیگر قرار گرفته‌اند، نشان می‌دهد. از این سیستم می‌توان برای تعویض پالت و یا از دور خارج کردن کاغذهای چاپ شده‌ی باطله استفاده کرد.

۴ــ۲ــ۵ــ سیستم خارج‌سازی باطله (Waste Diverter): این سیستم قادر به کنترل شاخصه‌های گوناگونی بر روی تصویر چاپی است و با تشخیص نقص‌های مربوط به چاپ یا کاغذ (با هشدار دادن در قسمت اپراتوری) آن را مشخص می‌کند. این سیستم کاغذ باطله را از دورِ تولید و دسته شدن در قسمت تحویل خارج می‌کند و آن را در قسمت اختصاصی پالت کاغذهای باطله (دومین تحویل) دسته می‌سازد.

شکل ۱۱ــ۵ واحد کنترل و بازدید تصویر چاپی را، که در فاصله‌ی بین تحویل و آخرین واحد چاپ قرار گرفته است، نشان می‌دهد.



شکل ۱۱ــ۵ــ تحویل دو واحدی و سیستم بازدید تصویر چاپی

۵ــ۲ــ۵ــ رول بازکن (Sheeter): تجهیزات تبدیل رول به ورق (رول بازکن) در امتداد واحد تغذیه قرار می‌گیرد (شکل ۱۲ــ۵). رول پس از برش عرضی، در این سیستم توسط دماغه‌ی مکنده‌ی واحد تغذیه به سینی تغذیه هدایت می‌شود. این تجهیزات دارای دو مزیت اصلی است : یکی

شکل ۱۲ــ۵ــ سیستم تبدیل رول به ورق (رول بازکنی)

این‌که حجم بالاتری از کاغذ آماده به چاپ در قسمت تغذیه جای می‌گیرد و دوم این‌که رول کاغذ در قیاس به بند کاغذ، ارزان‌تر و اقتصادی‌تر است.

۶ــ۲ــ۵ــ چاپ رنگین‌کمان (Rainbow Printing): برای چاپ رنگین‌کمانی می‌بایست تغییراتی در ساختمان مرکبدان ایجاد کرد. برای این منظور از قطعات ویژه‌ی جداکننده (سنگ مرکبدان) استفاده می‌شود.

این قطعات مرکبدان را به صورت عرضی و در راستای چاپ تفکیک می‌کنند. هر قسمت از منشأ مرکبدان می‌تواند با رنگ خاصی پر شود. توضیح این که می‌توان چندین رنگ متفاوت را با ریختن مرکب در قسمت‌های جدا شده، به‌طور همزمان و در یک واحد چاپ بر روی ورق چاپ کرد.

شکل ۱۳ــ۵ــ مرکبدان مجهز به جداکننده‌ها برای چاپ رنگ‌های متفاوت (چاپ رنگین‌کمانی) در یک واحد چاپ

از چنین مرکبدانی (متفاوت) برای عملکردهای ویژه، مانند چاپ رنگین‌کمانی (چاپ‌های امنیتی) استفاده می‌شود (شکل ۱۳ــ۵).

هم‌چنین اگر مرکب‌ها، با کاربرد عمدی حرکت جانبی صلایه‌ها به درون یکدیگر کشیده شوند، در منطقه‌ی مورد نظر چاپی، جلوه‌ی رنگی ویژه‌ای را به‌وجود می‌آورند که شباهت زیادی به رنگین‌کمان دارد.

۳ــ۵ــ فناوری پیکره‌بندی ماشین‌های افست ورقی

(Sheet - fed Offset Printing Presses Configuration Technology)

کارخانجات تولیدی هر یک بنابه طراحی خود پیکره‌بندی‌های متنوعی از ماشین‌های چاپ را تولید و به بازار عرضه می‌کنند.

ماشین‌های افست ورقی براساس اندازه ورق و گستره‌ی آن، گروه‌بندی می‌شوند. این مورد با در نظر گرفتن حداکثر اندازه‌ی ورق قابل چاپ انجام می‌گیرد. جدول ۱ــ۵ دسته‌بندی اندازه‌ی ورق‌های کاغذ و جدول ۲ــ۵ نیز اندازه‌ی حداکثر چاپ ماشینی با اندازه‌ی حداکثر کاغذ چاپی را نشان می‌دهند. در ماشین‌های افست ورقی دیگر عوامل تعیین‌کننده در گروه‌بندی در زیر آمده است :

- گستره‌ی کارایی‌ها (سطح چاپ شونده، کیفیت چاپی، نوع بازار و ...)
- بهره‌وری
- سطح اتوماسیون
- آرایش سیلندرها، انتقال ورق
- عملکرد
- انعطاف‌پذیری دستگاه (اندازه‌ی ورق، قابلیت چاپ دورو)
- اندازه‌ی فیزیکی

مقایسه‌ی اندازه‌ی حداکثر چاپ ماشین با اندازه‌ی حداکثر کاغذ چاپی

ماشین‌های چاپ در اندازه‌ی ۱۰۰×۷۰ با چهار الی شش رنگ و یک واحد برگردان ورق، در گروه «ماشین‌های چاپ همه کاره» تعریف شده‌اند و عملکردی منعطف دارند.

شکل‌های ۱۴ــ۵ الی ۱۹ــ۵ ماشین‌های متفاوتی از این قبیل را نشان می‌دهد.

جدول ۱ــ۵ــ دسته‌بندی اندازه‌ی ورق‌های کاغذ در ماشین‌های افست ورقی

اندازه چاپی (سانتی‌متر)	دسته‌بندی اندازه ورق
۳۵×۵۲ تا	00
۴۶×۶۴	01
۵۰×۷۰	0b
۵۶×۸۳	1
۶۱×۸۶	2
۶۵×۹۶	3
۷۲×۱۰۲	3b
۷۸×۱۱۲	4
۸۹×۱۲۶	5
۱۰۰×۱۴۰	6
۱۱۰×۱۶۰	7

جدول ۲ــ۵ــ حداکثر اندازه‌ی ورق چاپی در ماشین‌های چاپ و تطبیق آن

معادل ابعاد استاندارد (DIN/ISO)		حداکثر اندازه چاپی ماشین چاپ	گستره اندازه ورق
ابعاد B	ابعاد A	mm	cm
B3 ۳۵۳×۵۰۰	A3(۲×A4) ۲۹۷×۴۲۰	۳۷۰×۵۲۰	۳۵×۵۰
B2 ۵۰۰×۷۰۷	A2(۴×A4) ۴۲۰×۵۹۴	۵۲۰×۷۴۰	۵۰×۷۰
B1 ۷۰۷×۱۰۰۰	A1(۸×A4) ۵۹۴×۸۴۱	۷۲۰×۱۰۲۰	۷۰×۱۰۰
B0 ۱۰۰۰×۱۴۱۴	A0(۱۶×A4) ۸۴۱×۱۱۸۹	۱۰۲۰×۱۴۲۰ (۱۰۱۰×۱۴۲۰)	>۷۰×۱۰۰ ۱۰۰×۱۴۰

شکل ۱۴ــ۵ شش واحد چاپ، واحد ورنی زنی و دو واحد برگردان، اندازه‌ی ورق ۷۲۰×۱۰۲۰ و سرعت ۱۳۰۰۰ ورق در ساعت را نشان داده است.

شکل ۱۴ــ۵

شکل ۱۵ــ۵ ماشین چاپ مقوا، شش رنگ با واحد ورنی‌زنیِ تحویل طویل، دارای سیلندر چاپ دوبل و سیلندر انتقال سه برابر و سرعت ۱۵۰۰۰ ورق در ساعت

شکل ۱۵ــ۵

شکل ۱۶ــ۵ ماشین چاپ شش رنگ دورو چاپ، اندازه‌ی ورق ۷۲۰×۱۰۵۰، سرعت ۱۲۰۰۰/۱۵۰۰۰، کاهش سرعت در چاپ دورو

شکل ۱۶ــ۵

شکل ۱۷ــ۵ ماشین چاپ شش رنگ، اندازه‌ی ورق ۱۰۴۰×۷۴۰ ، سرعت ۱۵۰۰۰ ورق در ساعت

شکل ۱۷ــ۵

شکل ۱۸ــ۵ ماشین چاپ شش رنگ، با دو واحد ورنی و واحد خشک کن میانی و تخلیه‌ی هوای گرم در تحویل، اندازه‌ی ورق ۱۰۳۰×۷۲۰ ، سرعت ۱۵۰۰۰ ورق در ساعت

شکل ۱۸ــ۵

شکل ۱۹ــ۵ اندازه‌ی ورق ۱۴۲۰×۱۰۲۰، سرعت ۱۵۰۰۰ ورق در ساعت

شکل ۱۹ــ۵

۱ــ۳ــ۵ــ ماشین‌های چاپ ابعاد بزرگ (Larg Format): این نوع ماشین‌ها (اندازه حدودی ۱۶۲×۱۲۰ سانتی‌متر) معمولاً برای چاپ بسته‌بندی (جعبه‌های تاشو) استفاده می‌شوند. هم‌چنین پوسترهای بزرگ تبلیغاتی و نقشه‌ها نیز در گروه تولیدات این ماشین‌ها قرار می‌گیرند (شکل ۲۰ــ۵).

شکل ۲۰ــ۵

۲ــ۳ــ۵ــ ماشین‌های دورو چاپ: ماشین‌های هشت رنگ اغلب برای چاپ دورو مورد استفاده قرار می‌گیرند. امروزه مدل‌های ده، دوازده و چهارده رنگ نیز برای همین منظور تولید می‌شوند (شکل‌های ۲۱ــ۵ و ۲۲ــ۵).

شکل ۲۱ــ۵ هشت رنگ دورو چاپ، اندازه‌ی ورق ۵۳۰×۷۴۰، سرعت ۱۵۰۰۰ ورق در ساعت

شکل ۲۱ــ۵

شکل ۲۲ــ۵

شکل ۲۲ــ۵ ماشین ده رنگ دورو چاپ، با سیستم کنترل مرکزی CP2000

در ادامه، نمونه‌های متنوعی را از کارخانه‌های سازنده مختلف با پیکره‌بندی‌های متفاوت عرضه می‌کنیم تا چشم‌انداز بهتری از تنوع فناوری‌ها در تولید ماشین‌های افست ورقی به‌دست آوریم. در پیکره‌بندی ماشین‌های چاپِ اندازه‌ی «متوسط» و «کوچک» تنوع فناوری بیش‌تری به چشم می‌خورد (شکل‌های ۲۳ــ۵ الی ۳۰ــ۵).

شکل ۲۳ــ۵ ماشین چهار رنگ دورو چاپ، اندازه‌ی ورق ۷۴۰×۵۳۰، سرعت ۱۵۰۰۰ ورق در ساعت

شکل ۲۳ــ۵

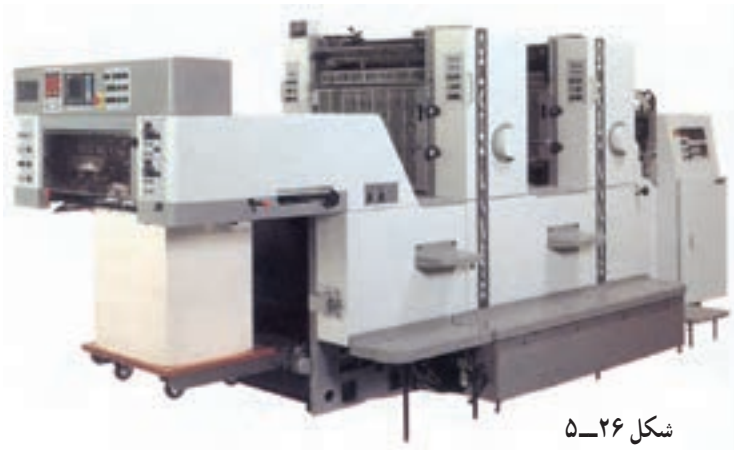
شکل ۲۴ــ۵ ماشین چهار رنگ دورو چاپ، اندازه‌ی ورق ۶۶۰×۴۸۰ ، سرعت ۱۵۰۰۰/۱۳۰۰۰ ورق در ساعت، کاهش سرعت در چاپ دورو

شکل ۲۴ــ۵

شکل ۲۵ــ۵ ماشین چهار رنگ دورو چاپ، واحدهای ۱ و ۲ همانند واحدهای ۳ و ۴ با سیلندرهای انتقال دوبل به یکدیگر متصل می‌شوند و واحد برگردان ورق بعد از واحد چاپ دوم دارای سه درام است. اندازه‌ی ورق ۶۶۰×۴۸۳ ، سرعت ۱۳۰۰۰ ورق در ساعت

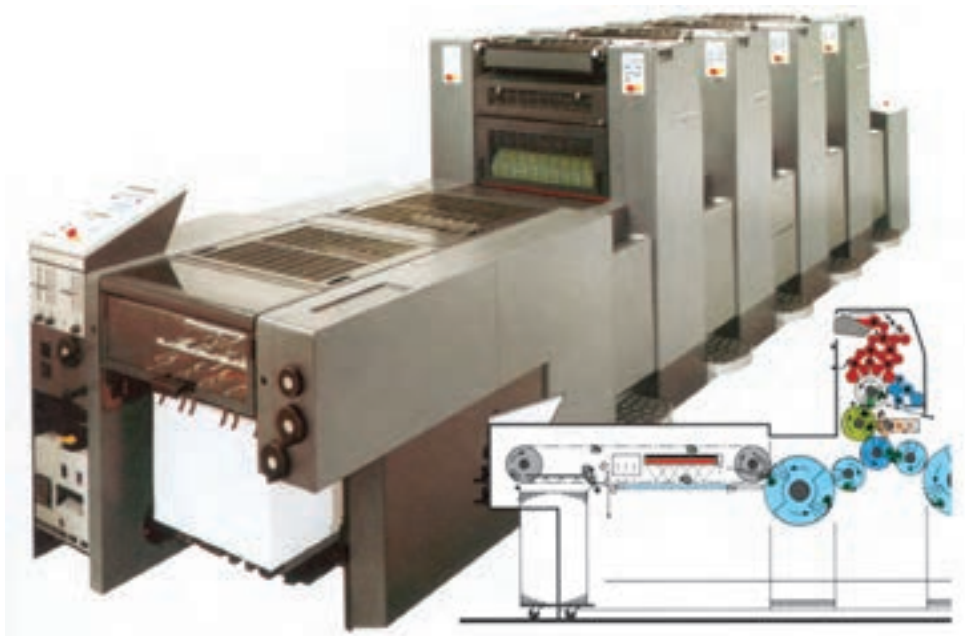
شکل ۲۵ــ۵

شکل ۲۶ــ۵ ماشین دو رنگ دورو چاپ، اندازه‌ی ورق ۷۲۰×۵۲۰ ، سرعت ۱۲۰۰۰/۱۰۰۰۰ ورق در ساعت، کاهش سرعت در چاپ دورو



شکل ۲۶ــ۵

شکل ۲۷ــ۵ ماشین چهاررنگ دورو چاپ، اندازه‌ی ورق ۵۲۰×۳۷۰ ، سرعت ۱۵۰۰۰ ورق در ساعت

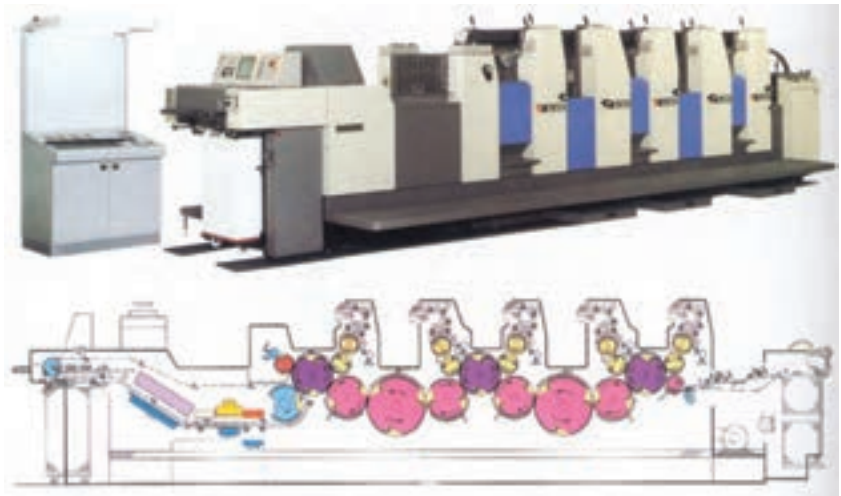


شکل ۲۷ــ۵

شکل ۲۸ــ۵ ماشین چاپ دو رنگ دورو چاپ، اندازه‌ی ورق ۶۶۰×۴۸۰ ، صفحه‌ی کنترل تعبیه شده بر روی تحویل، سرعت ۱۲۰۰۰/۱۰۰۰۰ ورق در ساعت، کاهش سرعت در چاپ دورو

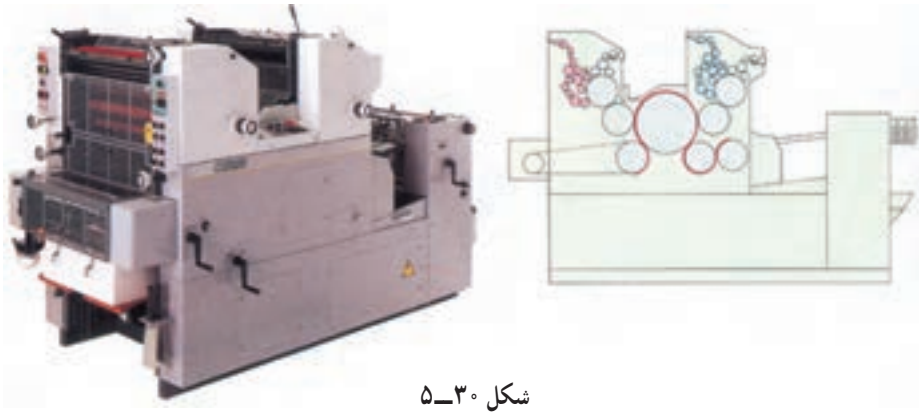
شکل ۲۸ــ۵

شکل ۲۹ــ۵ ماشین چاپ پنج رنگ، با واحد ورنی و تحویل بلند، سیستم پنج سیلندری، اندازه‌ی ورق ۵۲۰×۳۷۵ ، سرعت ۱۳۰۰۰ ورق در ساعت



شکل ۲۹ــ۵

شکل ۳۰ــ۵ ماشین چاپ دو رنگ، بر پایه‌ی سیستم پنج سیلندری، اندازه‌ی ورق ۵۲۰×۳۶۵ ، سرعت ۱۰۰۰۰ ورق در ساعت



شکل ۳۰ــ۵

۴ــ۵ــ توسعه‌ی فناوری در چاپ فلکسو

ابتدا یادآوری می‌شود که روش چاپ سنتی لترپرس در واقع اهمیت خود را از دست داده است و جایگاهی برای طرح و توضیح ندارد. اما استفاده از چاپ فلکسوگرافی به‌طور قابل توجهی

در سراسر جهان افزایش یافته و این را مدیون پیشرفت‌های جدیدی است که در صنعت بسته‌بندی به‌دست آورده است. کیفیت محصولات چاپی در فلکسوگرافی، با توجه به سطح و موضوع چاپ ارتقا یافته و فاصله‌اش با چاپ پر کیفیت افست و گراور کم شده است. فلکسوگرافی از نظر کیفی به فناوری مطلوبی تبدیل شده و برای چاپ صنعتی کاملاً مناسب است. در سال‌های اخیر سهم بازار آن حدود ۳٪ نسبت به حد متوسط ارتقا یافته است. این فناوری در صنعت بسته‌بندی نیز، رشد قابل توجهی داشته و در بسیاری از بازارها استفاده‌ی از آن را برای سال‌های آینده‌ی خود پیش‌بینی کرده‌اند. از طرف دیگر در آینده، فلکسوگرافی در بخش روزنامه نیز نقش خواهد داشت.

۱ــ۴ــ۵ــ فناوری از کامپیوتر به پلیت: در نتیجه‌ی استفاده از فناوری کامپیوتر به پلیت، پیشرفت وسیعی در کل حوزه‌ی پیش از چاپ فلکسوگرافی ایجاد شده است. این پیشرفت‌ها، همراه با تلاش‌هایی برای استانداردسازی، به صورت هدفمندانه ادامه دارد. نتایج عملی جاری ضمن این که بسیار امید بخش است، با چاپ افست و گراور نیز قابل مقایسه شده است. بیش‌ترین برتری فناوری دیجیتال کامپیوتر به پلیت، در کیفیت چاپ با چاقی ترام کم‌تر و کنتراست چاپی وسیع‌تر است. در زمینه‌ی صرفه‌جویی در هزینه، به فیلم و مواد شیمیایی فیلم نیازی نیست (که به معنی سازگاری با محیط زیست است)، هم‌چنان که در انتقال داده‌ها، از حروف‌چینی الکترونیک استفاده می‌شود.

۲ــ۴ــ۵ــ پلیت‌های غلافی: استفاده از غلاف‌های استوانه‌ای به عنوان فرم چاپی، در نتیجه‌گیری مطلوب در چاپ سهم عمده‌ای دارد. در حال حاضر غلاف‌های روکش شده با پلیت‌های چاپیِ حساس به لیزر، برای مرحله‌ی بعدی نگاشت لیزری مورد استفاده قرار می‌گیرند. پلیت‌های غلافی بدون درز، قابل قیاس با سیلندرهای گراور با حداکثر استفاده از سطح پیرامونی پلیت، تهیه شده و به بازار معرفی گردیده است.

۳ــ۴ــ۵ــ افزایش بهره‌وری: سیستم‌های روباتیک، سیستم‌های تأمین مرکب و تجهیزات شست‌و شو (برای تمام قسمت‌های هدایت مرکب، تکمیل شده در ماشین چاپ) به بهبود اثرات اقتصادی فلکسوگرافی کمک کرده‌اند. این سیستم‌ها در آینده بیش‌تر توسعه خواهند یافت و بر میزان کار، کیفیت چاپ و قابل اعتماد بودن ماشین‌های چاپ فلکسوگرافی خواهند افزود.

آزمون پایانی (۵)

۱ــ کدام نوع ورنی درج براقیت اندکی دارد؟

الف) ورنی پایه آب　　پ) ورنی یووی

ب) ورنی پایه روغن　　ت) ورنی پراکنشی

۲ــ میزان ورنی به کار گرفته شده در سیستم محفظه‌ای با تیغه‌های محافظ به چه عواملی بستگی دارد؟

الف) عمق سلول و تعداد سلول‌های نورد آنیلوکس

ب) ضخامت لایه‌ی ورنی

پ) سرعت نورد ورنی‌زنی

ت) قطر نورد ورنی زنی

۳ــ ورنی موضعی و ورنی‌های متالیک با کدام نوع پلیت انجام می‌گیرد؟

الف) پلیت فتوپلیمری با پایه‌ی آلومینیم

ب) لاستیک برش خورده

پ) لاستیک

ت) پلیت لاستیکی

۴ــ کیفیت حقیقی ورنی یووی با زیرسازی چه نوع ورنی به دست می‌آید؟

الف) ورنی آستری　　پ) ورنی مات

ب) ورنی روغنی　　ت) ورنی براق

۵ــ واحد نمره‌زنی در کدام قسمت ماشین چاپ افست نصب می‌شود؟

الف) واحد تحویل　　پ) پس از آخرین واحد چاپی

ب) واحد چاپ　　ت) بین واحدهای چاپ

۶ــ برای پرفراژکاری در راستای چاپ از چه نوع ابزاری استفاده می شود؟

الف) چرخ پرفراژ　　پ) پرفراژ نواری

ب) پرفراژ عرضی　　ت) پرفراژ قائم

۷ــ برای تأمین و برداشت کاغذ در تولیدات انبوه از چه تجهیزاتی در ماشین‌های افست استفاده می‌شود؟

الف) پالت تغذیه
ب) تغذیه‌ی ورق بدون توقف
پ) تجهیزات تغذیه
ت) تخته اضافه تغذیه

۸ــ برای نگهداری پالت باقی‌مانده‌ی تحویل در زمان تعویض از چه تجهیزاتی استفاده می‌شود؟

الف) تحویل بدون توقف
ب) تخته اضافه تحویل
پ) زنجیر تحویل
ت) واحد تحویل بلند

۹ــ چاپ رنگین کمانی با چه تجهیزاتی صورت می‌گیرد؟

الف) مرکبدان با جداکننده‌های عرضی
ب) مرکبدان رنگین کمانی
پ) تجهیزات ویژه مرکبدان
ت) منشأ مرکبدان رنگ‌های خاص

۱۰ــ ماشین‌های افست ورقی براساس چه عواملی، گروه‌بندی می‌شود؟

الف) اندازه‌ی ورق و گستره آن
ب) بهره‌وری و کارآیی
پ) سطح اتوماسیون
ت) آرایش سیلندرها و انتقال ورق

۱۱ــ اندازه ورق ۷۰×۵۰ سانتی‌متر معادل کدام ابعاد استاندارد B است؟

الف) B0
ب) B1
پ) B2
ت) B3

۱۲ــ پلیت بدون درز در چاپ فلکسو چه نام دارد؟

الف) پلیت لاستیکی
ب) پلیت غلافی
پ) پلیت لیزری
ت) پلیت ژلاتینی

فصل ششم

فناوری اتوماسیون و کنترل کیفیت

اهداف رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود :
۱ــ فناوری اتوماسیون را تعریف کند.
۲ــ فناوری کنترل کیفیت را شرح دهد.

توجه به پیشرفت روزافزون فناوری در تمام زمینه‌های صنعتی، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و ... در صنعت چاپ نیز به عنوان یک صنعت فراگیر تحولات فناوری با جهش فوق‌العاده‌ای صورت گرفته است به گونه‌ای که هر روز شاهد پیدایش فناوری و دگرگونی‌هایی در این صنعت هستیم. در زیر به عنوان نمونه دو فناوری جدید اتوماسیون و فناوری کنترل کیفیت را که به صورت وسیعی (نرم‌افزاری و سخت‌افزاری) در تجهیزات و ماشین‌آلات صنعت چاپ به کار رفته است به اختصار توضیح می‌دهیم.

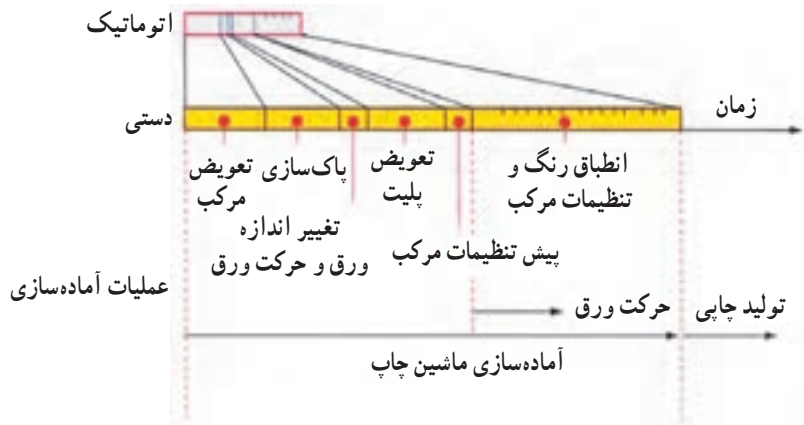
۱ــ۶ــ فناوری در اتوماسیون

در این فصل تلاش می‌کنیم برمبنای نمونه‌هایی از چاپ افست، گزینه‌ها، روش‌ها و سیستم‌های موجود، که به مکانیزه کردن فرآیند چاپ‌های چند رنگ با تیراژ بالا منجر شده است، توضیحاتی را بیان کنیم.

در حال حاضر تولید ماشین‌های چاپ چند رنگ در سطح فنی دارای سرعت بالایی شده است (برای افست‌های ورقی، تقریباً ۱۵۰۰۰ الی ۱۸۰۰۰ دور در ساعت). هر چند افزایش این سرعت‌ها نسبت به کاهش زمان از دست رفته (زمان آماده‌سازی)، در فرآیند چاپ، اهمیت کم‌تری دارد. تا آن‌جا که به حداقل رسانیدن زمان آماده‌سازی و کاهش باطله، به عنوان عامل تعیین‌کننده زمان تولید را افزایش می‌دهد.

تولید یک کار چاپی مستلزم پیش نیازهایی است و قبل از شروع به یک کار چاپی لازم است کاغذ، مرکب و به خصوص پلیت‌های چاپ تنظیم شوند. به عنوان مثال، واحدهای مرکبدهی باید تمیز

شوند و به جای پلیت‌های کارِ چاپیِ قبلی پلیت‌های جدید نصب شود. واحد تغذیه با کاغذهایی متناسب با قطع کار تأمین شود و مرکبدان‌ها براساس توالی رنگ تعیین شده برای چاپ چند رنگ پر شوند. میزان و سرعت مرکب‌رسانی و انطباق رنگ نیز باید مطابق با تولید کار چاپی تنظیم شود. در واقع اولین قدم در روند آماده‌سازی، از بین بردن ردپای کار قبلی است. عملیات بنیادی تنظیمات یک ماشین چاپ افست در شکل ۱ــ۶ نشان داده شده است.



شکل ۱ــ۶ــ مقایسه‌ی زمان‌های آماده‌سازی دستی و اتوماتیک تولید یک کار چاپی چند رنگ

در مقایسه‌ی مقدمات و آماده‌سازی ماشین چاپ (Preparation and Make-ready of the Press) به صورت دستی یا اتوماتیک به خوبی درک می‌کنیم که روند اتوماسیون، زمان آماده‌سازی را به‌طور قابل توجهی کاهش می‌دهد. با استفاده از سیستم‌های پیشرفته امروزی، تنظیم یک کار چاپی چهار رنگ حدود ۱۵ تا ۲۰ دقیقه زمان می‌برد در حالی که همان کار با یک روش کاملاً دستی ۶۰ تا ۹۰ دقیقه طول خواهد کشید.

در ضمن چون تعداد تنظیمات لازم برای رسیدن به مرکب دل‌خواه کم شده، باطله‌ی کاغذ به‌طور قابل توجهی کاهش می‌یابد.

یکی دیگر از فواید آماده‌سازی اتوماتیک، ساده کردن عملیات چاپ برای چاپکار است. بدین معنا که او را از کار فیزیکی طاقت‌فرسا رها می‌سازد و مانع از خطراتی می‌شود که ممکن است در تولید یک کار چاپی رخ دهد. هم‌چنین باعث می‌شود کار در یک محیط پاک و کاملاً دل‌پذیر انجام شود. نتیجه‌ی نهایی این است که چاپکار تمام توجه خود را به وظایف واقعی یک متخصص، که همان تولید اقتصادیِ طبق برنامه و با کیفیت است، معطوف می‌سازد.

در ادامه به صورت جداگانه، گزینه‌هایی از فناوری‌های به‌کار رفته را به منظور دست‌یابی به اتوماسیون موردنیاز (برای تمهید مقدمات و روند آماده‌سازی) ارائه می‌دهیم.

۱ــ۱ــ۶ــ عملیات شست‌وشو (Wash-up Procedures): در عملیات چاپ افست، در صورت تغییر یا توقف در کار، واحد مرکب، پلیت چاپ، لاستیک سیلندر و سیلندرِ چاپ برای تطبیق با شرایط عملیاتی، باید تمیز شوند. حتی ممکن است لازم باشد سیلندر لاستیک در طول چاپ تمیز شود. به عنوان مثال ممکن است گرد و خاک یا ذراتی از سطح کاغذ روی لاستیک بنشیند و موجب بروز خطا یا عیوبی در طی فرآیند چاپ شود.

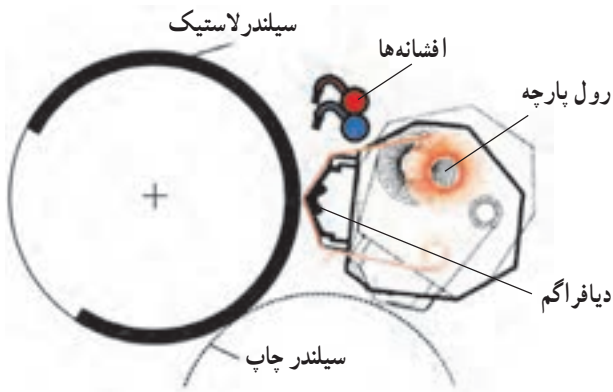
به همین نحو، پلیت چاپی نیز در طول فرآیند تولید نیاز به تمیز کردن دارد. چون ممکن است سطح پلیت چاپ هنگام بروز یک عیب فنی در تأمین رطوبت و مرکب یا مشکلات ناشی از عوامل وابسته به کاغذ تغییر کند و به کیفیت کار چاپی صدمه بزند. از سوی دیگر، سیلندر چاپ نیز ممکن است به سبب انتقال مرکب به سطح سیلندر در چاپ دورو، یا بر اثر ارسال نکردن و یا تمام شدن ورق چاپی، نیاز به تمیز کردن داشته باشد و یا مرکب به اشتباه روی آن چاپ شده باشد.

هنگام تغییر یک کار، در صورت استفاده از نوع خاص یا رنگ متفاوتی از مرکب، به عنوان مثال مرکب یووی (UV)، باید مرکب باقی‌مانده‌ی کار قبلی از مرکبدان تخلیه شود.

وجود تجهیزات اتوماتیکی، برای تمیز کردن واحدهای مرکب و سطوح سیلندرها بسیار ضروری و تأثیرگذار است. این فناوری‌ها بر مبنای تدابیر طراحی شده‌ی مختلف و با اختلاف‌هایی در میزان کارایی عوامل شیمیایی عرضه شده‌اند. شکل ۲ــ۶ سیستم‌های شست‌وشوی سیلندرهای چاپ و لاستیک و نوردها را در واحد چاپ افست ورقی نشان می‌دهد.

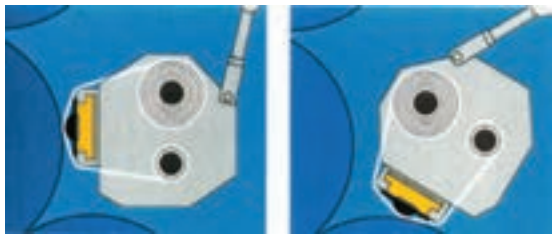
شکل ۲ــ۶ــ سیستم‌های شست‌وشوی اتوماتیک. ۱ــ سیلندرها ۲ــ نوردها

الف) سیستم شست‌وشوی پارچه‌ای (Washing Cloth Reel System): شکل ۳ــ۶ با جزئیات بیش‌تری چگونگی عملکرد این سیستم را با توجه به موقعیت واحد شست‌وشو برای تمیزکردن سیلندرهای لاستیک و چاپ نشان می‌دهد.



شکل ۳ــ۶ــ نمای سیستم شست‌وشوی اتوماتیک

تجهیزات شست‌وشوی اتوماتیک در مقابل سیلندرها مستقر شده است. این واحد با تغییر وضعیت خود، امکان شست‌وشوی سیلندرهای لاستیک و چاپ را فراهم می‌کند (شکل ۴ــ۶).



شکل ۴ــ۶

در این فناوری برای پاک‌سازی سطوح سیلندرها از رول پارچه استفاده می‌شود. سیستم پیشرفته‌ی این واحد با به‌کارگیری یک دیافراگم، که توسط فشار هوا کنترل می‌شود، با اعمال فشار کنترل شده، پارچه را با سطح سیلندر درگیر می‌کند و آلودگی‌های آن را پاک می‌کند. توضیح این که، عرض رول شست‌وشو برابر با عرض واحد چاپ است (شکل ۵ــ۶).

شکل ۵ــ۶

مایع مرطوب‌کننده، به دقت مطابق با میزان آلودگی اندازه‌گیری شده است و توسط لوله‌های افشانه که در یک ردیف قرار گرفته‌اند، روی سطوح پاشیده می‌شود. نکته‌ی قابل توجه این است که مایع تمیزکننده‌ی مورد استفاده، به راحتی قابل دورریز و تا حدی قابل بازیافت است.

ب) سیستم شست‌وشوی نورد فرچه‌ای (Roller Brush Wash-up): شکل ۶ــ۶ یک سیستم شست‌وشو را که عملکرد آن براساس یک نورد فرچه‌ای است، نشان می‌دهد.

شکل ۶ــ۶

مایع تمیزکننده از طریق نورد فرچه‌ای، با هدف از میان برداشتن ذرات کثیف، به سطوح انتقال پیدا می‌کند. عملیات تمیز کردن شیمیایی به کمک حرکت مکانیکی نورد کامل می‌شود.

پ) سیستم شست‌وشوی اتوماتیک نوردهای مرکب: به منظور سرعت بخشیدن به عملیات شست‌وشوی نوردهای مرکبدهی و صرفه‌جویی در زمان، از سیستم اتوماتیک شست‌وشوی نوردهای مرکب (Automated Inking Roller Wash-up) بهره می‌گیرند. شکل ۷ــ۶ چگونگی تمیز شدن یک واحد مرکب‌دهی را، توسط تجهیزات ویژه‌ی اسپری‌کننده، نشان می‌دهد.

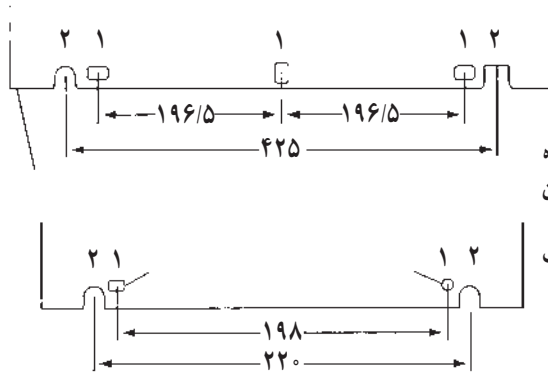
شکل ۷ــ۶ــ سیستم شست‌وشوی اتوماتیک نوردهای مرکب

در سمت مقابل سیستم اسپری کننده‌ی محلول شست‌وشو، تشتکی قرار دارد که مرکب باقی‌مانده بر روی نورد نهایی را جمع می‌کند. برنامه‌ریزی دوره‌ی شست‌وشوی نوردها از طریق میز فرمان مرکزی صورت می‌پذیرد. شست‌وشوی همزمان نوردها در یک ماشین چند رنگ، زمان قابل ملاحظه‌ای را صرفه‌جویی می‌کند. محاسبه‌ی هزینه و سود، خیلی اوقات، در مقابل سطح بالای اتوماسیون شکست می‌خورد و درست از آب درنمی‌آید.

ـ وسیله‌ی آشغال‌گیر (Hickey Remover): اگر در طول فرآیند چاپ، ذرات زائدی روی لاستیک یا پلیت چاپ جمع شده باشد (مانند ذرات کاغذ که با لکه‌هایی سفید روی کاغذ چاپ شده نمایان می‌شود)، وسیله‌ی ویژه‌ای به نام آشغال‌گیر وجود دارد (در یک بخش محدود انتخاب شده‌ی سیلندر لاستیک) که به کمک یک تیغه‌ی لاستیکی، عوامل زائد و مخرب را برمی‌دارد.

۲ـ۱ـ۶ـ تعویض پلیت (Plate Changing): جابه‌جا کردن پلیت‌های چاپ از کار قبلی و نصب پلیت‌های چاپ برای کار بعدی در مراحل مختلفی از یک برنامه‌ی خودکار اتفاق می‌افتد. جابه‌جایی پلیت و تغذیه‌ی عملیات می‌تواند با کمک چاپکار برای یکایک پلیت‌ها به طور متوالی انجام شود یا به‌طور کاملاً اتوماتیک به‌وسیله‌ی سیستم مجهز به کاست تغذیه‌ی پلیت (Cassette System)، بدون مداخله‌ی چاپکار صورت گیرد. اولین فناوریِ سیستم تعویض پلیت اتوماتیک برای چاپ افست ورقی، در حدود سال ۱۹۹۰ میلادی از ژاپن ارائه گردید.

هنگام نصب مجموعه‌ی پلیت‌های چاپ (در یک کار چند رنگ) لازم است برای انطباق صحیح بر روی سیلندرِ پلیت، آن‌ها پانچ شوند. این عمل توسط سوراخ‌های ویژه‌ی انطباق روی پلیت چاپ و سیستم‌های راهنمای مناسب انجام می‌شود. البته این امر مستلزم این است که در مرحله‌ی پیش از چاپ، رنگ‌های تفکیکی با روی هم خوردگیِ دقیق، روی پلیت‌ها ظاهر شده باشد (شکل ۸ـ۶).



شکل ۸ـ۶ـ سوراخ‌های پانچ شده به منظور دقت در کپی و نصب پلیت

تجهیزاتی که اطمینان و کارایی سیستم‌های تغذیه‌ی پلیت اتوماتیک را افزایش می‌دهند، نیاز به توجه خاصی دارند. با توجه به کاربرد سیستم‌های انطباق دقیق (در مراحل پیش از چاپ و چاپ)، تثبیت موقعیت صحیح پلیت در واحد چاپ حتی با تغذیه دستی پلیت نیز به خوبی به انجام می‌رسد. مزیت ویژه‌ی تغذیه‌ی اتوماتیکِ پلیت این است که از عملیات دستی بی‌نیاز است و در نتیجه هیچ فاکتوری وابسته به چاپکار وجود ندارد. تغییر پلیت می‌تواند روی کلیه‌ی واحدهای چاپ و در یک زمان صورت گیرد (نه همیشه به‌طور همزمان، این موضوع به ترتیب سیلندرها و موقعیت سیلندر در چندین واحد چاپ و به ویژه شکاف سیلندر بستگی دارد).

الف) تغذیه‌ی پلیت اتوماتیک (Automated Plate Feeding): در فناوری تغذیه‌ی پلیت اتوماتیک، ابتدا آماده‌سازی پلیت کار چاپی جدید، با قرارگیری در جایگاه ویژه‌ی تعبیه شده در واحد چاپ صورت می‌گیرد. سپس پلیت در وضعیت تغذیه‌ی اتوماتیک قرار می‌گیرد و برای نصب روی سیلندر پلیت آماده می‌شود. در شکل ۹ــ۶، الف ــ مراحل مختلف عملکرد سیستم تغذیه اتوماتیک پلیت و در شکل ۹ــ۶، ب ــ ساختار طراحی مکانیزم گیره‌ی پلیت، نشان داده شده است.

الف

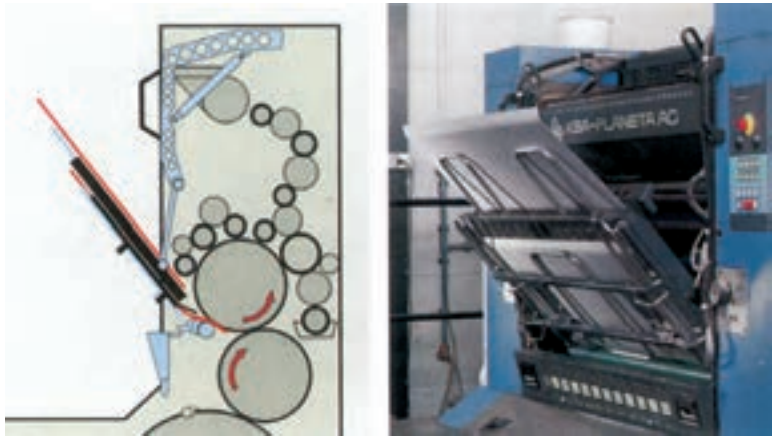
ب

شکل ۹ــ۶

ب) *تغذیه‌ی پلیت کاستی (Cassette System)*: فناوری دیگر در زمینه‌ی تغذیه پلیت، سیستم تغذیه‌ی کاستی می‌باشد (شکل ۱۰ــ۶).

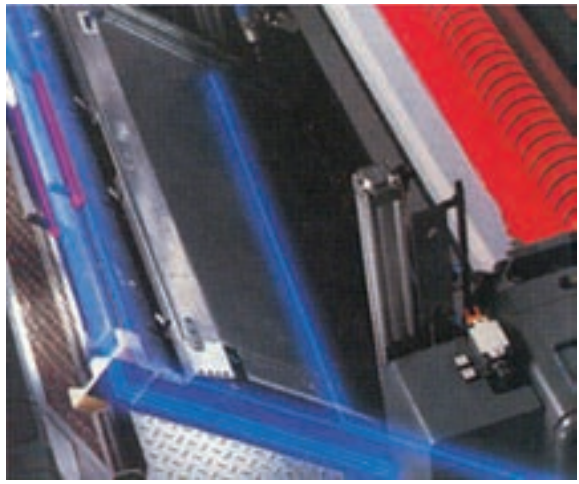
شکل ۱۰ــ۶

در این سیستم کاست‌ها، امکان تعویض و تغذیه پلیت را به‌طور کاملاً اتوماتیک فراهم می‌آورند. شکل ۱۱ــ۶ چگونگی برداشتن و تغذیه‌ی پلیت را توسط یک کاست نشان می‌دهد.



شکل ۱۱ــ۶ــ مراحل تعویض پلیت توسط سیستم کاستی (راپیدا ۱۰۵ ــ ک ب آ)

پ) *سیستم تغذیه‌ی کاستی چند پلیتی (Multi-plate Cassette System)*: فناوری‌های دیگری از سیستم تغذیه‌ی کاستی عرضه شده‌اند که پلیت‌های چاپی را می‌توان برای چندین کار در



شکل ۱۲ــ۶ــ سیستم تغذیه‌ی تمام اتوماتیک کاستی چند پلیتی

یک کاست با توالی صحیح ذخیره کرد. کاست‌های ویژه امکان تعویض و تغذیه‌ی متوالی پلیت را میسر می‌سازند (شکل ۱۲ــ۶). هر چند ممکن است با بروز خطا در دستورهای چاپی، توالی چاپ و ترتیب پلیت‌ها دچار مشکل شود.

۳ــ۱ــ۶ــ تنظیم اندازه و حرکت ورق چاپی

(Sheet Size and Paper Travel Adjustment): با تغییر اندازه‌ی ورق چاپی از یک کار به کار دیگر، لازم است واحد تغذیه و تحویل کاغذ نیز در ماشین چاپ افست، تنظیم شود. تثبیت موقعیت دسته‌ی ورق‌ها در واحد تغذیه و تنظیمات مکنده‌ها برای برداشتن کاغذ و انتقال آن به اولین واحد چاپ هم باید تنظیم شوند. هم‌چنین سیستم هدایت و تراز کردن کاغذ روی میز تغذیه (قرقره‌های راهنما، سنجاق و نشان) نیاز به تنظیم دارند. هم‌چنین سیستم‌های دمش و مکش هوا، که به حفظ مسیر ورق کمک می‌کنند، باید به فرمت جدید تنظیم شوند. با فناوری‌های امروزی این تنظیمات را می‌توان به صورت اتوماتیک اعمال کرد. به عنوان مثال، با ورود مشخصات اندازه‌ی ورق در میز کنترل چاپ، عوامل راهنمای کاغذ تغییر می‌کند. این امر هم برای واحد تغذیه و هم برای واحد تحویل، امکان‌پذیر است.

در این فناوری داده‌های ورودی، از قبیل اندازه و ضخامت ورق چاپی، امکان «پیش تنظیمات» واحد تغذیه را میسر می‌سازد. دماغه‌ی تغذیه، دوتایی بگیر، قرقره‌های راهنما، نحوه‌ی هدایت ورق و موقعیت سنجاق و نشان از جمله تنظیمات اتوماتیکی‌ای است که حاصل این فناوری است (شکل ۱۳ــ۶).

شکل ۱۳ــ۶ــ پیش تنظیمات اتوماتیک واحد تغذیه

در چاپ دورو، که هر دو طرف ورق با یک بار عبور از ماشین (یک دور چاپ) چاپ می‌شوند، هرگاه چاپ از روش مستقیم (Straight Print) به دو رو تبدیل شود، واحد برگردان ورق و سیستم مکش باید نسبت به اندازه‌ی ورق تنظیم گردد. با توجه به ساختار ماشین چاپ، این روند می‌تواند خیلی زمان بر باشد و تنظیمات دستی فراوانی را بطلبد. این عمل تنها با فشار یک دکمه در این سیستم امکان‌پذیر می‌شود.

تیراژهای بالا در تولید انبوه ورقی افست، تعویض چندین باره‌ی پالت‌های تغذیه را ایجاب می‌کند. در نتیجه توقف‌ها و دوباره راه‌اندازی‌های ماشین چاپ برای تعویض ورق اجتناب‌ناپذیر است.

در حال حاضر واحد تغذیه در ماشین چاپ افست ورقی این امکان را یافته است که به‌طور کاملاً اتوماتیک پالت‌های تغذیه را تعویض کند (شکل ۱۴ــ۶).

با تجهیزاتی از این دست یک ماشین چاپ افست ورقی می‌تواند بدون توقف برای

شکل ۱۴ــ۶

یک تیراژ یکپارچه، مشابه روش ماشین‌های چاپ رول عمل کند.

«پیش تنظیمات» در واحد تحویل نیز، باعث تغییر سینی هدایت ورق چاپی می‌شود. این ورق‌های چاپی به قالب‌بندی اجزای مکانیکی و پشتیبانی سیستم‌های دمش و مکش هوا وابسته‌اند. این تغییر می‌تواند توسط سیستم کنترل از راه دور تنظیم شود. در عین حال، واحدهای خشک کن، زمان و محدوده‌ی پودرپاش می‌توانند با پشتیبانی از ویژگی‌ها و اجزای اتوماتیک، با فرمت ورق چاپی تطبیق داده شوند.

۴ــ۱ــ۶ــ پیش تنظیمات تغذیه‌ی مرکب در واحد چاپی

(Inkfeed Presetting in the Printing Unit): انطباق و روی هم خوردگی دقیق، به مرکب‌رسانیِ کافی به پلیت ربطی ندارد، بلکه به این بستگی دارد که تصویر چه درصدی از سطح پلیت را تشکیل داده است. بر همین اساس تغذیه‌ی مرکب روی هر واحد اختصاصی چاپ (براساس تقسیم‌بندی موازی مناطق مرکبدهی) متفاوت و قابل تنظیم است.

اگر چاپکار مجبور باشد شیرهای مرکب را مستقیماً به صورت دستی و واحد به واحد تنظیم کند، زمان زیادی را از دست می‌دهد. به علاوه این روش دقیق نیست و به تجربه‌ی چاپکار و کیفیت ارزیابی چشمی او، برای تنظیم منطقه‌ای مرکب از طریق شیرهای مرکب، بستگی دارد.

اگر چه سال‌هاست که تنظیمات بخش مرکب از طریق میز کنترل امکان‌پذیر شده، ولی هنوز «پیش تنظیمات» اولیه‌ی دقیق به دست نیامده است.

از قدم‌های ریشه‌ای و اولیه برای کم کردن مراحل آماده‌سازی، پیشرفته شدن سیستم‌های پلیت‌خوان است. توسط این سیستم شرایط پخش مرکب روی پلیت، قبل از این‌که پلیت وارد واحد چاپ شود، به طور اتوماتیک اندازه‌گیری می‌شود (شکل ۱۵ــ۶).

شکل ۱۵ــ۶ــ سیستم پلیت خوان

هم‌چنین این اطلاعات می‌تواند مستقیماً از طریق خط اطلاعاتی به چاپ منتقل شود و یا ترجیحاً بر روی حامل اطلاعات (مثل فلش کارت‌ها) همراه دیگر اطلاعات چاپی به ماشین چاپ منتقل شود. میزان تغذیه‌ی مرکب کلیه‌ی واحدهای چاپ، می‌تواند براساس این اطلاعات، قبل از این‌که پلیت‌ها بسته شوند و حرکت ورق در چاپ آغاز گردد، از پیش تنظیم شود. تنظیمات دیگری را می‌توان از طریق شرایط مرکب و توزیع آن روی پلیت استنتاج کرد (به عنوان مثال، موقعیت شروع حرکت نوردهای صلایه‌ی مرکب، مرتبط با شکاف سیلندرِ پلیت و یا میزان محلول مرطوب‌کننده‌ی موردنیاز کار چاپی).

دیجیتال‌سازیِ فرآیند تولید و یکپارچه‌سازیِ مراحل پیش از چاپ و تولید، انتقال جزء به جزء تنظیمات موردنیاز را از طریق فایل‌های اطلاعات فراهم کرده است. با محاسبه اجزای کامل صفحات چاپ شده‌ی کار چاپی دیگر به سیستم‌های پلیت خوان نیاز نیست.

محاسبه‌ی مرکب قبل از تنظیمات، توسط اطلاعاتِ تصویر چاپی در مرحله‌ی پیش از چاپ نمونه‌ای از کارایی رابط‌های پیش از چاپ است. اطلاعاتِ پیش تنظیماتِ تغذیه‌ی مرکب توسط این رابط با استفاده از فرمت محصول چاپ (PPF)، منتقل می‌شود.

شکل ۱۶ــ۶ چگونگی پوشش مرکب را در مناطق مرکبدهی از تفکیک رنگ‌های خاص برای کل تصویر چاپ شده، نشان می‌دهد. محاسبه‌ی میزان شیرهای مرکب و ضخامت لایه‌ی مرکب در هر منطقه بر روی کامپیوتر و میز فرمان ماشین چاپ انجام می‌گیرد.

شکل ۱۶ــ۶

در هر واحد چاپ یک ماشین افست متداول، یک واحد رطوبت‌دهی کار گذاشته شده است. ملزومات موردنیاز محلول افست براساس میزان موردنیاز مرکب هر کار چاپی محاسبه می‌شود. معمولاً تغذیه‌ی بخش بخش (منطقه‌ای) محلول افست ضروری نیست.

با این سیستم، ضخامت لایه‌ی رطوبت در حدود ۱ تا ۲ میکرون کافی است (واحدهای مرکبدهی با عملکرد ویژه را می‌توان از تجهیزات کنترل منطقه‌ای دمش هوا برای کنترل لایه‌ی رطوبت برخوردار ساخت) بنابراین سرعت نورد منشأ محلول رطوبت‌دهی را می‌توان توسط اطلاعات پیش تنظیم بخش مرکب تنظیم کرد. مقدار مرکبی که بر روی پلیت چاپ منتقل می‌شود به ارقام مشخصی بستگی دارد که جریان مرکب‌رسانی را در واحد چاپ تحت تأثیر قرار می‌دهد.

در هر کدام از این موارد میزان مرکب در طول حرکت از منشأ به نوردها و فرآیند دو نیم شدن مرکب در هر قسمت از هر نورد، بستگی به میزانی دارد که برای آن تنظیم شده است (نقطه‌ی شروع حرکت صلایه بستگی به شکاف سیلندر پلیت دارد).

محلول افست روی امولسیون آب ــ مرکب نیز مؤثر است. انتقال از نوردهای مرکب به پلیت چاپ و از پلیت چاپ به لاستیک و بعد از آن از لاستیک به کاغذ، همگی از نوع جنس و مکانیزم نوسانات و تنظیمات فشار چاپ در واحد چاپ تأثیر می‌پذیرد.

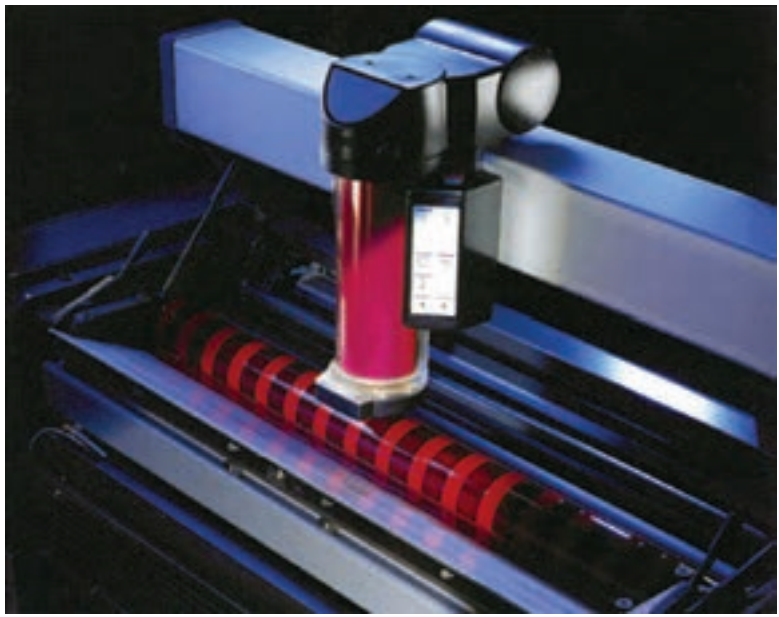
۵ــ۱ــ۶ــ تأمین مرکب و محلول رطوبت‌دهی

(Ink & Dampening Solution Supply): برای پر کردن مرکبدان در چاپ افست ورقی، چاپکار از یک کاردک، برای ریختن مرکب از ظرف به درون مرکبدان، استفاده می‌کند. بدیهی است تأمین پیوسته‌ی مرکب در ماشین‌های چند رنگ امری زمان بر و مشکل‌زاست.

سیستم‌های ساده و مناسب‌تری برای پر کردن مرکبدان در چاپ‌های افست ورقی وجود دارد. کارتریج‌های مرکب برای سیستم پر کردن اتوماتیک نمونه‌ای از آن‌هاست (شکل ۱۷ــ۶).

شکل ۱۷ــ۶

نگه‌دارنده‌های کارتریج را نشان می‌دهد، که با حرکت اتوماتیک از یک طرف به طرف دیگرِ مرکبدان از پر بودن مرکب اطمینان حاصل شود. سطح مرکبدان از نظر پر بودن، توسط یک حسگر (حسگر اولتراسونیک) ثبت می‌شود و پر کردن آن توسط یک سیستمِ کنترل، مدیریت می‌شود (شکل ۱۸ــ۶).

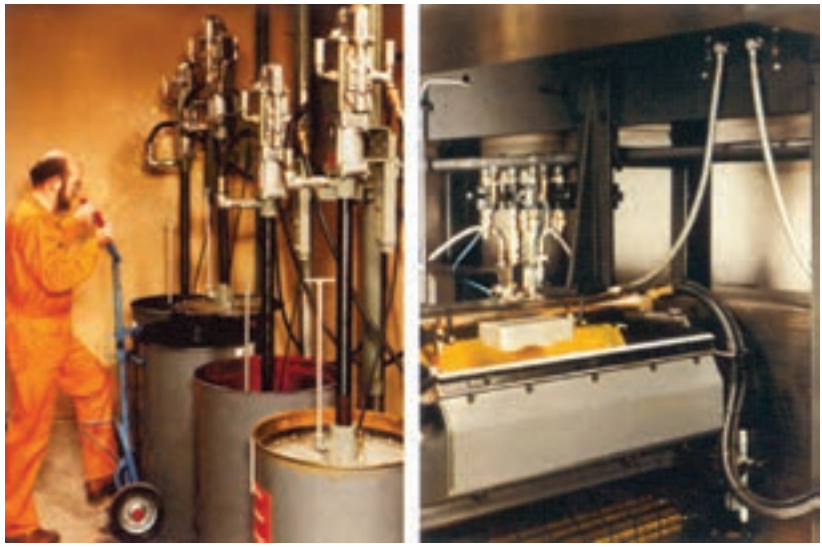


شکل ۱۸ــ۶

کار با این سیستم کارتریجی برای چاپکار راحت است و در طول فرآیند چاپ، اتوماسیون و نمایش دیجیتال این فناوری برای حصول اطمینان از وجود مرکب کافی در مرکبدان، مفید است.

شکل ۱۹ــ۶ نشان می‌دهد که چه‌طور مرکب در مخزن مرکب یک ماشین افست توسط پمپ‌های مرکب (Ink Pumps) و سیستم‌های لوله‌کشی تأمین شده است. ضمناً به منظور اندازه‌گیری و کنترل سطح پرشدگی از حسگر ماورای صوت نیز استفاده می‌شود.

هم‌چنین فناوری‌هایی برای سیستم کنترل و اندازه‌گیری تأمین محلول رطوبت‌دهی وجود دارد. این تجهیزاتِ کنترل، میزان ثابت محلول را در منشأ رطوبت‌دهی تضمین می‌کنند. علاوه بر تمام موارد مذکور، سیستم‌های اندازه‌گیری تصحیح غلظت، بر موقعیت و ثبات محلول نظارت می‌کنند. هم‌چنین



شکل ۱۹ــ۶

تجهیز سیستم‌های اتوماتیک محلول رطوبت‌دهی به واحد کنترل درجه حرارت، ثبات دمای محلول رطوبت‌دهی را تأمین می‌کنند.

۶ــ۱ــ۶ــ آماده‌سازی تولیدات چاپی (Make - ready of Print Production):

پس از تکمیل عملیات تمیزکاری گوناگون، پیش تنظیمات واحدها به تغذیه‌ی ورق و مرکب و هم‌چنین تعویض پلیت‌ها می‌پردازد. آخرین مرحله در آماده‌سازی چاپ برای کار بعدی، تنظیم دقیق در حین حرکت ورق است. این تنظیمات می‌تواند مانند عملیات مقدماتی حرکت ورق مستقیماً، ساده و به سرعت باشد و از یک میز کنترل مرکزی، مانند آن‌چه که در شکل ۲۰ــ۶ برای یک ماشین چاپ افست ورقی با ده واحد چاپ نشان داده شده است، تنظیم شود. همه‌ی عملیات چاپ روی یک صفحه‌ی نمایشگر نشان داده شده است و تنظیمات می‌توانند از این میز مستقیماً وارد شوند. میز کنترل یک صفحه کلید اختصاصی برای کنترل از راه دور تغذیه‌ی مرکب دارد.

همان‌طورکه درشکل ۲۰ــ۶ نشان داده شده است، چاپکار می‌تواند تصاویر چاپی و مناطق مرکبدهی را با یک‌دیگر تنظیم کند. در این‌صورت او قادر است توسط نظارت بصری یا به کمک وسایل اندازه‌گیری دستی، تنظیمات دقیق ویژه‌ی تغذیه مرکب را اعمال کند.

کاربرد اتوماسیون پیشرفته در تنظیمات دقیق رنگ و انطباق رنگ چاپیِ آن‌ها به کمک سیستم‌های کنترل و اندازه‌گیری، در فصل سوم توضیح داده شده است.

شکل ۲۰ــ۶

به منظور یادآوری، درشکل ۲۱ــ۶ یک ماشین چاپ افست چند رنگ نشان داده شده است. این ماشین از سیستم اندازه‌گیری نوری و الکترونیکی، مانند سیستم پلیت‌خوان برای تنظیم مرکب برخوردار است و هم‌چنین دارای سیستم خواننده‌ی الکترونیکی علائم انطباق برای اندازه‌گیری و کنترل روی هم‌خوردگی رنگ و اندازه‌گیری طیفی استفاده کرده و دارای سیستم کنترل تنظیمات تغذیه‌ی مرکب برای مقادیر رنگ است. این سیستم‌ها حفظ کیفیت چاپ را در طول فرآیند چاپ به‌عهده دارند و در نهایت از میز کنترل مرکزی بهره‌برداری می‌شود.

شکل ۲۱ــ۶

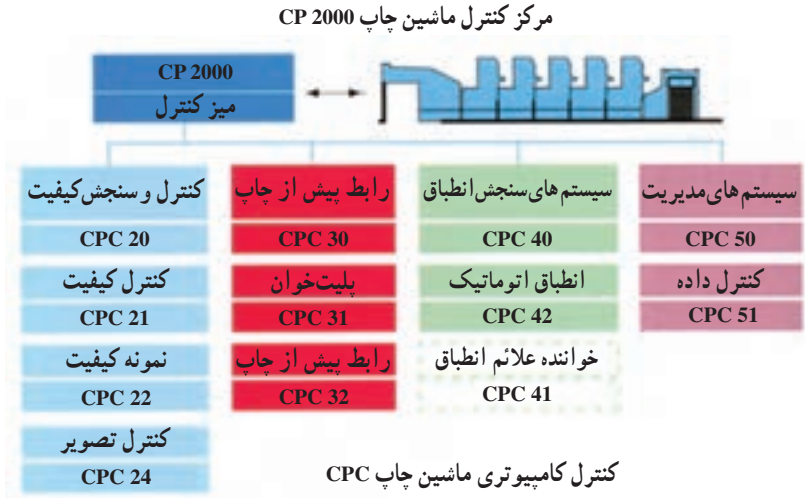
در مقایسه با روش‌های قدیمی بدون اتوماسیون، در این روش صرفه‌جویی قابل‌توجهی در باطله‌ی کاغذ حاصل می‌شود. واحد مرکب، در شروع چاپ و حرکت ورق لازم است در یک شرایط ثابت و برحسب مشخصه‌های پیش‌تنظیمات مرکب باشد. در غیر این‌صورت، با توجه به تعداد بالای نوردهای مرکبدهی و دست‌یابی به تولید پایدار، زمان قابل‌توجهی صرف می‌شود. شرایط ثابت معمولاً پس از انجام ۱۵۰ دور گردش سیلندرِ پلیت و انتقال مرکب به ورق، به‌دست می‌آید. این بدان معناست که تا قبل از تنظیمات لازم برای جریان مرکب‌رسانی، باطله‌ی فراوانی خواهیم داشت.

درحال حاضر، با بهره‌گیری از اتوماسیون در محاسبات و الگوریتم‌ها، می‌توان زمان واکنش واحد چاپ و جریان مرکب‌رسانی را، تا دست‌یابی به یک شرایط پایدار، سرعت بخشید. الگوریتم‌های کنترلیِ جریان مرکبْ‌رسانی، انتقال مرکب بیش‌تر را به واحد مرکب‌دهی، با حداکثر قدرت و در دوره‌ی مشخص کوتاه امکان‌پذیر کرده است. تنها در این زمان است که شیرهای مرکب با مقادیر تعیین شده برای تولیدی ثابت، باز می‌شوند.

تنظیمات دقیقِ در حین حرکت ورق با سرعت چاپ عموماً پایین‌تر از سرعت تولید است. لازمه‌ی افزایش سرعت ماشین چاپ برای رسیدن به تولید سریع‌تر، ایجاد تغییراتی در مقادیر مرکب و مشخصه‌های دیگر آن است. این مهم می‌تواند به کمک کامپیوتر قدرتمند سیستم‌های کنترل به انجام رسد. به کمک سیستم‌های کنترل، تأمین میزان محلول رطوبت، میزان هوای دمشی و مکشی و هم‌چنین خشک‌کن‌ها را می‌توان به تناسب افزایش سرعت جبران کرد. شکل ۲۲ــ۶ میز کنترلی را نشان می‌دهد که کلیه‌ی علائم و نمادهای لازم برای عملیات چاپ را دربر دارد.

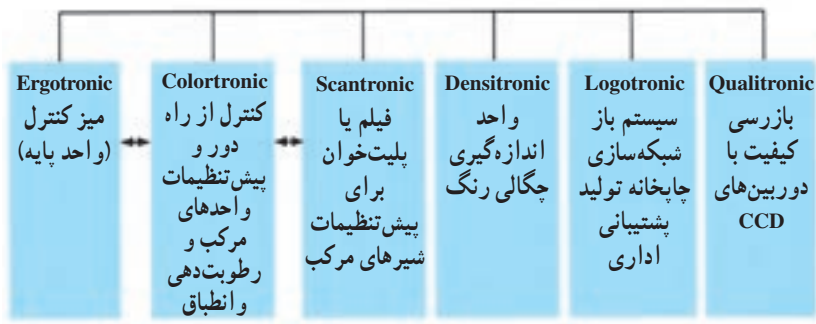
شکل ۲۲ــ۶ــ نمایش اطلاعات، تنظیمات تغذیه، واحد چاپ و تحویل روی نمایشگر میز کنترل

نمایشگر میز کنترل جزئی از سیستم اطلاعات و تولید (Production & Information System) است. این سیستم، انتقال داده‌ها را از طریق شبکه، نه‌تنها از ماشین‌خانه بلکه از بخش پیش از چاپ پوشش می‌دهد. می‌توان برنامه‌ریزی تولید، جدول داده‌ها، عملکرد مؤثر ماشین چاپ و برگ سفارش چاپ را نمایش داد و در صورت لزوم آن‌ها را روزآمد ساخت. در مواقع لازم نیز می‌توان از امکان پیام‌گذاری بهره برد و با اعلام هشدار روی صفحه‌ی نمایشگر، مواردی را به چاپکار یادآوری کرد. تجهیزات سیستم‌های کنترل از راه دور و نظارت و مدیریت تولید، در سطح بالایی از اتوماسیون قرار دارند. شکل ۲۳ــ۶ نمای کلی پیکربندی یک سیستم مدیریت تولید را از سه شرکت سازنده‌ی گوناگون نشان می‌دهد. فناوری کنترل شبکه‌ای، عملکردی کاملاً اقتصادی را به ارمغان می‌آورد.



شکل ۲۳ــ۶ــ الف ــ سیستم CP2000 (هایدلبرگ)

(سیستم باز اتوماسیون آرگونومیک)



شکل ۲۳ــ۶ــ ب ــ سیستم OPERA (ک ب آ)

شکل ۲۳ــ۶ــ پ ــ سیستم PECOM (مان رولند)

به حرکت درآوردن یک ماشین چاپ افست (ورقی یا رول) نیاز به تنظیمات مختلف و پیچیده‌ای دارد. از آن‌جایی که کیفیت در چاپ از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، از این‌رو لازم است در واحدهای مختلف یک دستگاه به منظور مرکب‌رسانی (Ink feed)، انطباق رنگ (Color Register)، رطوبت‌رسانی، تغذیه‌ی ورق، هدایت ورق، پودرپاشی، خشک‌کن و تحویل ورق، تنظیمات لازم براساس کار موردنظر انجام شود.

اگر همه‌ی این کارها مستقیماً در واحدهای ماشین چاپ (تغذیه، چاپ و تحویل) انجام شوند، به چاپکارهای کم‌تری نیاز خواهد بود. به‌ویژه در ماشین‌های چند رنگ (۶ تا ۱۰ رنگ) لازم خواهد شد که از تنظیم یک به یک واحدها جلوگیری شود. این مورد حتی در دستگاه‌های چاپ رول با تعداد بیش‌تر واحدهای خشک‌کن، تاکن و دیگر تجهیزات عملیات تکمیلی، که دور از هم‌اند، نیز کاملاً صادق است. در صورت عدم استفاده از سیستم کنترل از راه دور تنظیمات اولیه و به‌ویژه زمان آماده‌سازی طولانی می‌شود و کندی کار را به‌دنبال خواهد داشت. در اثر طولانی شدن تنظیمات، تعداد زیادی کاغذ، باطله می‌شود و خسارت زیادی به‌بار می‌آورد.

با توسعه‌ی فناوری کنترل از راه دور، سیستم‌های کنترل و اندازه‌گیری و تنظیمات می‌توانند

نه‌تنها برای ماشین‌های بزرگ (افست رول یا ماشین‌های چاپ روزنامه) بلکه برای ماشین‌های ورقی نیز از راه دور اعمال شوند.

۷ــ۱ــ۶ــ سیستم‌های کنترل از راه دور (Remote Control Systems): سیستم‌های قدرتمند کنترل از راه دور از سال ۱۹۷۰ کاربرد یافته و پیوسته درحال رشد است. در ادامه، به تفکیک، اجزای سیستم‌های کنترل، اندازه‌گیری، چگونگی عملکرد و فناوری‌های به‌کار رفته در آن‌ها را به اختصار شرح می‌دهیم.

الف) میزهای فرمان کنترل از راه دور ماشین چاپ (Press Remote Control Consols): روی این میزها یک ورق از کار چاپی را که درحال اجراست با نمونه‌ی اصلی، تحت نور استاندارد مقایسه می‌کنند (شکل ۲۴ــ۶).

شکل ۲۴ــ۶ــ میز فرمان، مجهز به واحد روشنایی و سیستم علائم خوان انطباق (CPC1/CPC41)

ـــ **مرکب‌دهی:** برای کنترل از راه دورِ میزان مرکبِ تغذیه شده در چاپ، کلیدهای فشاری‌ای بنا به نیاز مناطق مرکب‌دهی (Ink Zones) تعبیه شده است. درنتیجه چاپکار می‌تواند میزان مرکب را به تناسب رنگ‌های نمونه‌ی اصلی با تقسیماتی که روی مناطق مرکب‌دهی شده است، در هر واحد چاپ تنظیم کند.

ـــ ***علائم انطباق:*** روی میز کنترل نیز تجهیزاتی برای تنظیم علائم انطباق (Ink Register) تعبیه شده است. با استفاده از این تجهیزات می‌توان موقعیت سیلندرهای پلیت را به‌صورت جداگانه با اندکی جابه‌جایی در جهت افقی یا عمودی پلیت، تنظیم کرد. این تنظیمات روی صفحه‌ی نمایشگر به‌صورت اختصاصی برای هر واحد چاپ قابل رؤیت است.

ب) ذخیره‌سازی داده‌ها: بیش‌تر میزهای کنترل نیز امکاناتی برای انتقال داده‌های کار چاپی (مانند تنظیمات رنگ) دارند که می‌توانند آن‌ها را ذخیره کنند. در عین حال، روی میزهای فرمان علاوه بر تنظیمات مرکب‌دهی و انطباق، کلیدهای دیگری نیز برای سایر عملیات از قبیل، تنظیمات واحد رطوبت‌دهی، کنترل دمنده‌ها و مکنده‌ها تعبیه شده است.

شکل ۲۵ــ۶ــ میز فرمان مجهز به صفحه‌ی نمایشگر لمسی و متصل به سیستم سنجش رنگ و کنترل تصویر (CP2000/CPC42)

ـــ ***بررسی و انطباق رنگ (Checking Color Register and Match):*** برخی از میزهای کنترل جدید از تجهیزات اندازه‌گیری برای بررسی و تطبیق دادن رنگ‌ها برخوردارند. در قسمت

جلوی این میزها خودکار نوری (Light Pen) نصب شده که با سیم به کامپیوتر میز فرمان متصل شده است. این فناوری راه دیگری برای تنظیمات نمودار رنگ است، که توسط طراحی ویژه‌ی نمایشگر مناطق مرکب‌دهی (Ink Zone Display) انجام می‌شود.

اما بسیاری از کنترل تنظیمات عرضه نمی‌شوند و میزهای فرمان جدید دارای سیستم‌های کنترل تفکیک شده‌ای‌اند، که از طریق رابط کاربری گرافیک و صفحه‌ی نمایشگر لمسی عمل می‌کنند. در این سیستم‌ها، مستقیماً می‌توان از داده‌های ذخیره شده برای تنظیم میزان مرکب‌دهی در واحدهای چاپ استفاده کرد. هم‌چنین صفحه کلیدهای غشایی (Membrane Key) جای‌گزین کلیدهای قدیمی شده‌اند. این صفحه کلیدها دارای پوششی است که از کثیف شدن و ضربه دیدن کلیدها جلوگیری می‌کند.

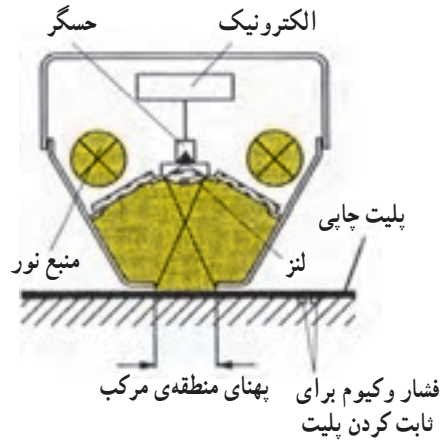
ـــ ***اسکن و سنجش رنگ:*** برخی دیگر از میزهای فرمان، به‌منظور افزایش اتوماسیون دارای تجهیزات سنجش برای اندازه‌گیری رنگ‌اند. تجهیزات اندازه‌گیری رنگ از طریق یک واحد ویژه‌ی نوری مستقیماً ورق چاپ شده را اسکن می‌کند و تصویر آن روی مونیتور نمایش داده می‌شود (شکل ۲۵ـ۶).

ـــ ***سیستم کنترل و مدیریت تولید:*** میز فرمان هم‌چنین می‌تواند با نصب مونیتوری به‌عنوان بخشی از سیستم کنترل و مدیریت تولید تجهیز شود. این سیستم امکان دسترسی چاپکار را به جداول تولید اختصاصی کارهای چاپی، مهیا می‌سازد و از این اطلاعات می‌توان برای پیشرفت کار درحال چاپ بهره برد (شکل ۲۶ـ۶).

شکل ۲۶ـ۶ـ ماشین چاپ مجهز به میز فرمان برای تنظیمات از راه دور، نظارت بر تولید و سیتم پلیت‌خوان (SM102/CP31/Data Control)

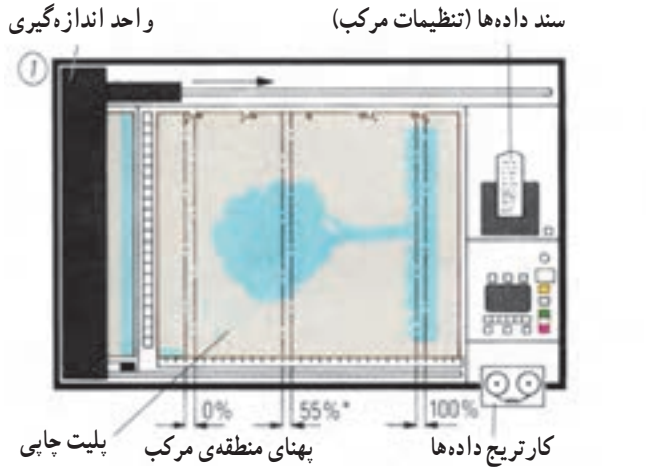
ـ ***سیستم پلیت‌خوان (Plate Image Reader):*** برخی دیگر از میزهای کنترل دارای قسمتی هستند که تصویر روی پلیت را می‌خواند (شکل ۲۷ـ۶).

سیستم‌های پلیت‌خوان برای پیش‌تنظیمات مرکب استفاده می‌شود. این سیستم با اسکن پلیت، مقدار پوشش مرکب روی پلیت را اندازه‌گیری می‌کند و به‌صورت داده‌ها درمی‌آورد.



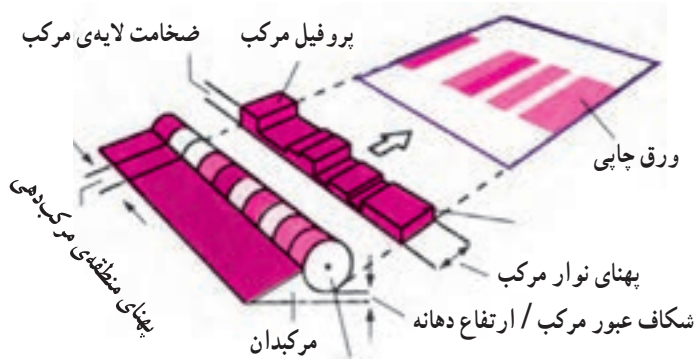
شکل ۲۷ـ۶ـ واحد اسکن پلیت

سپس داده‌ها از طریق یک نوار کاست یا دیگر وسایل انتقال اطلاعات، به میز فرمان کنترل ارسال می‌شود (شکل ۲۸ـ۶).



شکل ۲۸ـ۶ـ اسکن منطقه به منطقه‌ی پلیت چاپی و امکان ضبط داده‌ها

این داده‌ها برای تنظیم میزان باز بودن شیرهای مرکب (Ink Opening Zone) و پهنای نوارهای مرکب (Ink Strip Widths)، در هر واحد چاپ به‌کار می‌رود (شکل ۲۹ــ۶).



شکل ۲۹ــ۶ــ تنظیم منطقه‌ای مرکب برحسب داده‌های سیستم پلیت‌خوان

کاربرد این نوع سیستم‌های پیش‌تنظیم رنگ به میزان قابل‌توجهی زمان آماده‌سازی و باطله را کاهش می‌دهد. با بهره‌گیری از سیستم‌های سنجش و کنترل رنگ، می‌توان تنظیم واحد مرکب‌دهی را بهینه ساخت (شکل ۳۰ــ۶).

شکل ۳۰ــ۶ــ سیستم پلیت‌خوان

اغلب سیستم‌های پلیت‌خوان، که در اوایل سال‌های ۱۹۸۲ در چاپخانه‌ها پدیدار شدند، با اتکا به فناوری حسگرهای نوری که در واحد روشنایی قرار داشت کار می‌کردند.

در نمونه‌های دیگری نیز از دوربین‌های سی‌سی‌دی (CCD) استفاده می‌شد که فاقد واحد متحرک اسکن پلیت بود و کم‌تر مورد استقبال قرار گرفت. نمونه‌هایی از این فناوری در ادامه، ارائه شده است.

ـ پلیت‌خوان دای نیپون (Devise for Measuring an Image Area) DEMIA (شکل ۳۱ـ۶).

شکل ۳۱ـ۶

ـ پلیت‌خوان کنترل کامپیوتری چاپ (Computer Print Control) CPC31 (شکل ۳۲ـ۶).

شکل ۳۲ـ۶

ـ پلیت‌خوان اسکن الکترونیکی پلیت (Electronic Plate Scanner) EPS (شکل ۳۳ـ۶).

شکل ۳۳ـ۶

ـ پلیت‌خوان کنترل کامپیوتری چاپ CPC31 (شکل ۳۴ـ۶).

شکل ۳۴ـ۶

۲ـ۶ـ فناوری کنترل کیفیت

به منظور استفاده‌ی بهینه از زمان، مواد و تجهیزات و بالا بردن راندمان تولید ضرورت دارد به دانش و ابزار کنترل کیفیت توجه ویژه‌ای شود. سیستم‌های کنترل کیفیت، تجهیزات مورد نیاز را برای

افزایش بهره‌وری در اختیار قرار می‌دهند. در ادامه، خلاصه‌ای از این تجهیزات را شرح می‌دهیم.

۱ــ۲ــ۶ــ سیستم‌های اندازه‌گیری و کنترل رنگ

(Color Measurement & Control Systems) : عوامل اصلی تأثیرگذار بر کیفیت کارهای چاپی، رسیدن مرکب به کاغذ و روی هم‌خوردگی رنگ‌ها است. برای کنترل این عوامل، از نوارهای کنترل رنگ (Color Control Strip) و علائم رجیستر (Register Marks) استفاده می‌شود. استفاده از نوارهای کنترل رنگ برای اندازه‌گیری منطقه‌ای رنگ و علائم رجیستر برای اندازه‌گیری روی هم‌خوردگی‌های استاندارد شده‌اند.

دو روش اساسی برای سنجش رنگ وجود دارد :

الف) چگالی‌سنجی (Densitometry)

ب) رنگ‌سنجی (Colorimetry)

در روش چگالی‌سنجی، چگالی نوری لایه‌ی مرکب را، که به‌طور خاص به ضخامت لایه‌ی مرکب بستگی دارد، اندازه‌گیری می‌کند.

در روش طیف‌سنجی (Spectrophotometry) و رنگ‌سنجی، رنگ را براساس روش بینایی چشم انسان، اندازه‌گیری می‌کنند. این روش اندازه‌گیری رنگ را از لحاظ کیفی و کمی ممکن می‌سازد. روش رنگ‌سنجی نسبت به چگالی‌سنجی، توانایی بیش‌تری برای کنترل کیفیت کار چاپی دارد.

شکل ۳۵ــ۶ــ کنترل رنگ از طریق نوار کنترل

۲ــ۲ــ۶ــ دستگاه

چگالی‌سنج: بسیاری از تجهیزات اندازه‌گیری رنگ، دستی و قابل حمل هستند و رنگ را به شیوه‌ی چگالی‌سنجی اندازه‌گیری می‌کنند. از چگالی‌سنج‌ها برای کنترل نوارهای رنگ، تعبیه شده بر روی کارهای چاپی، استفاده می‌شود (شکل ۳۵ــ۶).

شکل ۳۶ــ۶ــ چگالی‌سنج دستی برای اندازه‌گیری نشانه‌های نوار کنترل رنگ

این نوارها شامل مجموعه‌ای (تقریباً ۵×۵ میلی‌مترمربع) از نشانه‌هایند. این نشانه‌ها علائمی هستند که درصد ترام‌ها، بالانس رنگ‌ها، چاقی ترام و سایر مشخصه‌های کنترل رنگ را کنترل می‌کنند. در عین حال همین‌ها لازم است توسط تجهیزات چگالی‌سنج جداگانه کنترل شوند (شکل ۳۶ــ۶).

ــ ***چگالی‌سنج با صفحه‌ی نمایشگر:*** درسال ۱۹۸۰، فناوری ویژه‌ای در دستگاه چگالی‌سنج ارائه شد. ابزار اندازه‌گیری این دستگاه با حرکت در مسیر افقی، در چندین موقعیت رنگ به رنگ را می‌خواند و داده‌ها را به مناطق مرکب‌دهی منتقل می‌کرد. این چگالی‌سنج که روی میز کنترل مرکزی تعبیه می‌شد، مجهز به نمایشگر تغییرات رنگ نیز بوده است (شکل ۳۷ــ۶).

شکل ۳۷ــ۶ــ چگالی‌سنج با قابلیت کنترل همزمان کلیه‌ی نشانه‌های نوار رنگ

ــ ***چگالی‌سنج با سیستم حسگر:*** بعدها سازندگان دیگری با استفاده از دماغه‌ی متحرک چگالی‌سنج و اندازه‌گیری اتوماتیک نوار کنترل رنگ، به‌دنباله‌روی از این فناوری پرداختند. سپس برای کاربری مفیدتر از تجهیزات گران‌قیمتی چون سیستم‌های حسگر استفاده کردند. این دستگاه‌ها به کمک فناوری‌های بعدی از قابلیت کاربری چند ماشینی (Multi-machine Operation) برخوردار شدند.

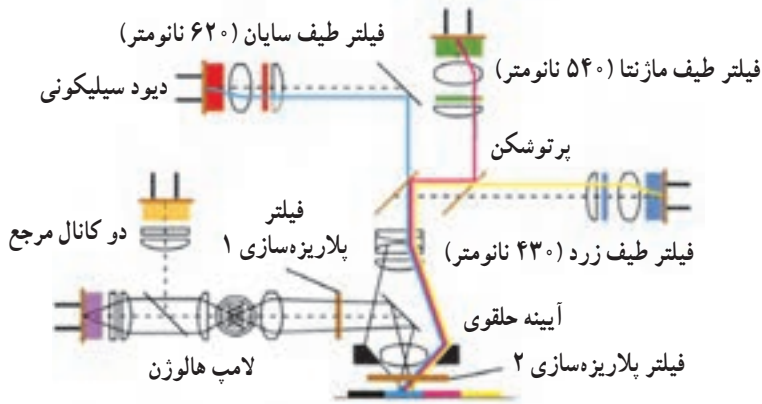
در این نوآوری، یک سیستم اندازه‌گیری رنگ، کنترل ورق‌های چاپ شده را (از چندین ماشین چاپ، در عمل سه یا چهار ماشین) به‌عهده می‌گرفت. داده‌های ذخیره شده به میزهای کنترل مرکزی وابسته ارسال می‌شد و روی صفحه‌ی نمایشگر ماشین‌ها ظاهر می‌گردید. آن‌گاه چاپکاران می‌توانستند از این داده‌ها برای تنظیمات ماشین چاپ بهره ببرند.

توسعه‌ی قدرتمندانه سیستم‌های عملیاتی اندازه‌گیری، در کنار پیشرفت کنترل الگوریتم‌ها و محاسبات عددی به‌کار رفته برای خواندن رنگ‌ها، امکان مقایسه با مقادیر ثبت شده‌ی مرجع را فراهم می‌ساخت. این داده‌ها برای تسریع در محاسبات میزان مرکب‌رسانی در هر واحد چاپی به‌کار می‌رفت.

ـــ ***چگالی‌سنج ترکیبی:*** در مقایسه با سیستم‌های مستقل چگالی‌سنج با قابلیت پوشش بیش از یک ماشین، سیستم‌هایی نیز با ترکیب میز کنترل مرکزی ماشین چاپ تولید شدند. درشکل ۳۸ـــ۶ نمونه‌ای از این نوع (ساختار باند کم‌عرض) چگالی‌سنج برای اسکن کردن و اندازه‌گیری طیف رنگ و فیلترهای مربوطه نشان داده می‌شود.

شکل ۳۸ـــ۶

این سیستم به فیلترهای استاندارد معمول ارسال باند پهن مجهز نیستند و از فیلترهای رنگی در مسیر پرتو استفاده می‌کنند، به‌طوری که نور بازتابی را در باند کم‌عرض طول موج حس می‌نمایند.



شکل ۳۹ــ۶ــ چگالی‌سنج ترکیبی اسکن و اندازه‌گیری طیف رنگ (CCI)

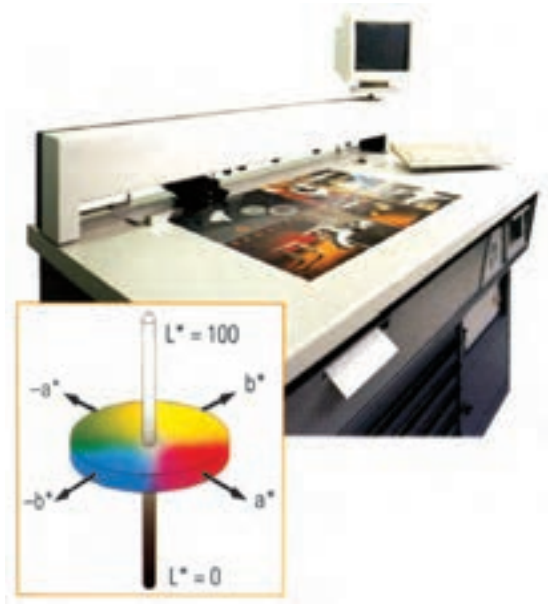
ــ ***چگالی‌سنج دومحوری:*** فناوری دیگر در این زمینه، امکان اسکن دوبعدی رنگ، در هر نقطه از تصویر چاپی است. در این سیستم، دماغه‌ی چگالی‌سنج در محورهای Y و X حرکت می‌کند و موقعیت از پیش تعیین‌شده‌ای را اندازه‌گیری می‌نماید. این فناوری برای حداکثر کاربری در کارهای چاپی چندتایی، که نمی‌توان از یک نوار کنترل رنگ سراسری استفاده کرد، مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۴۰ــ۶).

۳ــ۲ــ۶ــ دستگاه رنگ‌سنج (طیف‌سنج) (Spectral Color Measurement): در اواخر ۱۹۸۰، کارایی و کیفیت سیستم‌های اندازه‌گیری رنگ در چاپخانه‌ها تجربه شد. تلفیق این تجارب با فناوری نور ــ الکترونیک (Opto - electronic) و سیستم‌های محاسباتی قدرتمند، باعث شد اجزای دستگاه‌ها ارزان‌تر شوند، درنتیجه سیستم‌های اندازه‌گیری رنگ، امکان کاربری عملی را بیرون از آزمایشگاه‌ها پیدا کردند.

شکل ۴۰ــ۶ــ اسکن دوبعدی ورق چاپی (دنسیترونیک)

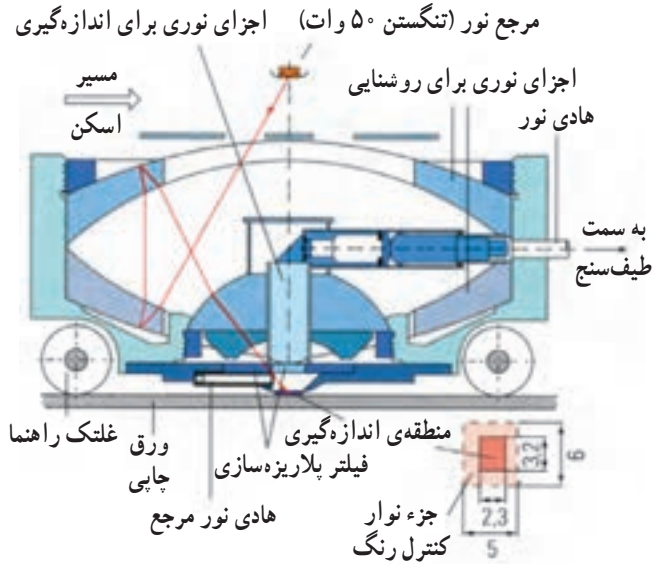
فناوری به‌کار رفته در این سیستم‌ها، امکان ضبط و اندازه‌گیری دقیق رنگ را براساس سه مختصات، در یک فضای رنگی مهیا می‌ساخت (مانند فضای رنگی Lab).

اجزای سیستم کنترل و اندازه‌گیری رنگ با دستگاه طیف‌سنج درشکل ۴۱ــ۶ نشان داده شده است.



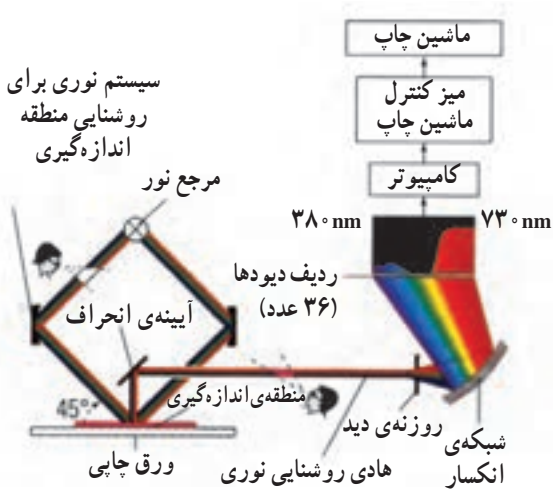
شکل ۴۱ــ۶ــ طیف‌سنج (CPC2-S)

شکل ۴۲ـ۶ نحوه‌ی عملکرد طیف‌سنج را به‌صورت شماتیک نشان می‌دهد.



شکل ۴۲ـ۶

در این فناوری نور به‌صورت حلقه‌ای روی نشانه‌های نوار رنگ تابانده می‌شود و آن را روشن می‌کند. بازتاب نور از سطح نشانه‌ها توسط هدایت‌کننده‌های نور و فیبرهای نوری از واحد طیف‌سنج ثابت گذرانده می‌شود. این طیف‌سنج نور بازتابی را از طریق یک شبکه‌ی انکسار هولوگرافیک (سیستم حافظه نوری با امکان ذخیره‌ی یک تریلیون اطلاعات و بازیابی سریع آن از طریق انتقال نور بازتابی به درون کریستال) منکسر می‌کند. سپس یک ردیف از دیودها نور آنالیز شده در طول موج مریی را در یک فرآیند باند کم‌عرض (Narrow Band) اندازه‌گیری می‌کند. مسیر پرتو بازتابشی و فرآیند اندازه‌گیری در شکل ۴۳ـ۶ نشان داده شده است.

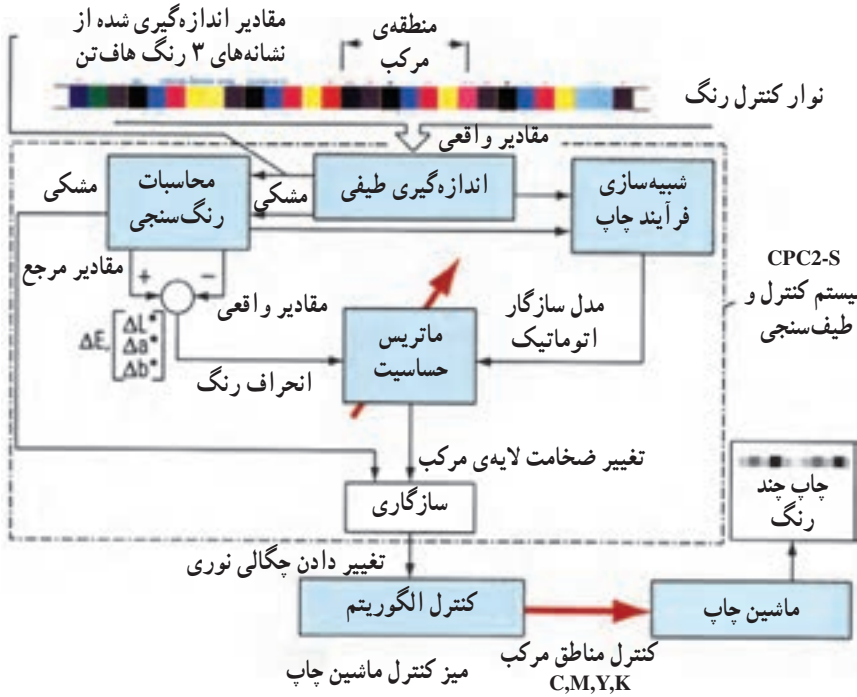


شکل ۴۳ـ۶ـ مسیر پرتو بازتابش نور و فرآیند اندازه‌گیری

طیف بازتاب شده‌ی مرکب (از ۳۶ مقدار اندازه‌گیری شده) در طول موج در فاصله ۱۰ نانومتر مقادیر رنگ مانند یک نوع اثر انگشت (Fingerprint) ثبت می‌شود. سپس مقادیر رنگ از طریق طیف بازتاب شده محاسبه می‌شود. انحرافات رنگی چاپی می‌تواند همانند چشم انسان ارزیابی شود.

برای کنترل مرکب‌دهی ماشین چاپ، لازم است مقادیر رنگ‌سنجی به تنظیماتی برای واحدهای مرکب و چهار رنگ پردازشی (سایان، ماژنتا، زرد، مشکی) تبدیل شوند. این بدین‌معنا بود که می‌بایست الگوریتم ویژه‌ای با استفاده از عوامل تجربی و از طریق فرآیند عددی پیچیده ایجاد می‌شد که در بسیاری موارد، با تغییر از یک نوع ورق چاپی به نوع دیگر نتایج رضایت‌بخش حاصل نمی‌شد.

ـــ ***سیستم‌های خودفراگیر و سازگارکننده:*** توسعه‌ی سیستم‌های خودفراگیر و سازگارکننده (Adaptive & Self - learning) شرایط را برای انتقال داده‌های ثبت شده و تبدیل آن به تنظیمات روی ماشین چاپ تغییر داد. با استفاده از مقادیر میانی که به‌نام چگالی نوری رنگ (Optical Color Density) خوانده می‌شود، امکان کنترل الگوریتم‌ها در میزهای کنترل مرکزی، که مجهز به سیستم خواننده داده‌های چگالی و رنگ‌سنجی بودند، نیز فراهم شد. شکل ۴۴ـ۶ چگونگی تبدیل مقادیر رنگ به تنظیمات ماشین چاپ را نشان می‌دهد.



شکل ۴۴ـ۶ـ نمودار تبدیل انحراف رنگ ΔE به متغیرهای کنترل برای تنظیم مرکب‌رسانی

تکامل روش‌های طیف‌سنجی منجر به عرضه‌ی گستره‌ی وسیعی از دستگاه‌های دستی طیف‌سنج شد. در عین حال، این دستگاه‌ها امکان محاسبات مقادیر چگالی نوری را نیز داشتند. از سوی دیگر این امکان برای دستگاه‌های رنگ‌سنجی که براساس فیلترها کار می‌کردند، میسر شد.

۴ــ۲ــ۶ــ دستگاه اندازه‌گیری تصویر (Image Measurement): دو دستگاه چگالی‌سنج و طیف‌سنج دانش کنترل پوشش منطقه‌ای رنگ‌های تفکیکی، تکنیک‌های اندازه‌گیری رنگ و درنتیجه امکان کنترل خود تصویر چاپی را به‌وجود آوردند. هم‌چنین قابلیت اسکن کل تصویر چاپی (با دقت ریزنمایی ۲/۵×۲ میلی‌مترمربع) و بازرسی دقیق تصویر چاپی (از نظر خراشیدگی و لکه‌دار شدن) نیز امکان‌پذیر شد. کاربری این فناوری برای الگوریتم‌های پردازش تصویر نیز مفید است.

ــ ***دستگاه اندازه‌گیری تصویر:*** مجهز به صفحه‌ی نمایشگر لمسی است و به کاربر امکان بازرسی و آنالیز هر نقطه یا منطقه‌ی انتخابی تصویر چاپی را می‌دهد (شکل ۴۵ــ۶).

شکل ۴۵ــ۶ــ دستگاه اندازه‌گیری تصویر (CPC42)

ــ ***سیستم‌های تعاملی کنترل انسان ــ ماشین:*** با اتکا به سیستم‌های رنگ‌سنج و چگالی‌سنج، کنترل اتفاقات در ماشین چاپ امکان‌پذیر باشد. اما بررسی نمونه‌ی چاپی در حین تولید مستلزم درگیر کردن چاپکار جهت بیرون کشیدن نمونه از قسمت تحویل است. روند کنترل بیرون از ماشین، چرخه‌ی صحیحی برای کنترل کیفیت نیست (شکل ۴۶ــ۶).

شکل ۴۶ــ۶

در این حالت، چاپکار تصمیم می‌گیرد که در چه دوره‌ی زمانی به نمونه‌گیری اقدام کند و اوست که روند بررسی را آغاز می‌کند.

با توسعه‌ی فناوری، کامپیوتر سیستم کنترل و اندازه‌گیری با تشخیص انحرافات رنگ بین مقادیر اندازه‌گیری شده و مقادیر مرجع و محاسبه‌ی آن، تنظیمات لازم جهت میزان مرکب‌رسانی را برای هر رنگ اعمال می‌کند.

در این سیستم، چگالی و مقادیر خوانده شده و هرگونه تنظیم موردنیاز در مرحله‌ی اول، روی صفحه‌ی نمایشگر سیستم کنترل به نمایش درمی‌آید. سپس چاپکار آزاد خواهد بود که تنظیمات تصحیحی را بر پایه‌ی تجارب خود و یا با فشار یک دکمه، به‌صورت کامپیوتری اعمال کند.

در این چرخه، چاپکار مدار بررسی را کامل می‌کند و به بیان دیگر، چاپکار مانند ناظمی برای همزمانیِ چرخه‌ی بررسیِ نمونه (Sample-and-hold Control) تلقی می‌شود.

امکان بررسی منظم مقادیر رنگ روی صفحه‌ی نمایشگر، توان چاپکار را در سرعت تصمیم‌گیری و اعمال صحیح تنظیمات به‌نحو چشم‌گیری افزایش داده است. این فناوری تعاملی بین کنترل انسان و ماشین، نظارت بر کیفیت را کامل می‌کند و روشی مقرون به‌صرفه در فرآیند چاپ محسوب می‌شود.

ــ دستگاه اندازه‌گیری و کنترل انطباق (Register Measurement & Control): همزمان با عرضه‌ی سیستم‌های کنترل و تنظیم میزان مرکب‌رسانی، هم‌نشینی رنگ‌های تفکیکی نیز نیازمند کنترل انطباق‌اند. بدین‌منظور، لازم است علائم روی هم‌خوردگی هر رنگ تفکیکی را کنترل کنیم (شکل ۴۷ــ۶).

شکل ۴۷ــ۶

در این مورد نیز فناوری‌های متنوعی با سطوح مختلف اتوماسیون ارائه شدند. این فناوری‌ها می‌توانست در اشکال بسیار ساده، یک ذره‌بین برای بزرگ‌نمایی علائمِ کمکی انطباق تا دستگاه‌های دستی و قابل حمل با فناوری نور ــ الکترونیک باشند که مطمئن، سریع و دقیق، این عمل را به انجام رسانند. برخی دیگر از این سیستم‌های کنترل نیز روی میز کنترل ماشین چاپ تعبیه شدند (شکل ۴۸ــ۶).

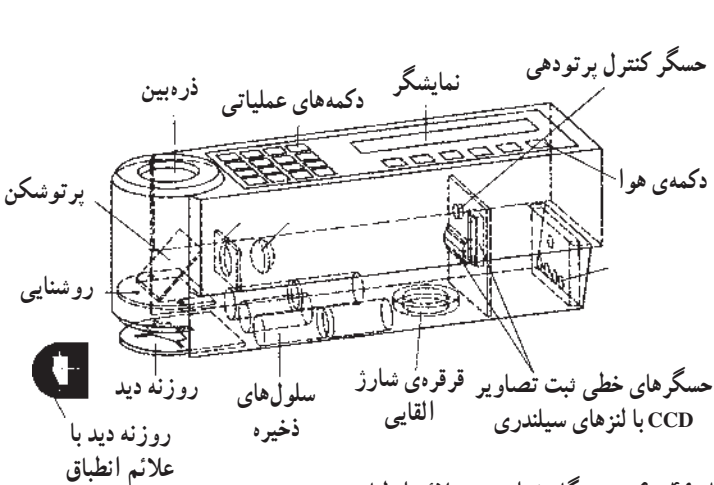
علائم روی‌هم‌خوردگی روی ورق چاپی

علائم روی‌هم‌خوردگی ۱۹ × ۷ میلی‌مترمربع (اندازه‌ی اصلی)

شکل ۴۸ــ۶

ــ ***دستگاه خواننده‌ی علائم انطباق:*** این دستگاه مجهز به دو حسگر خطی ثبت تصاویر سی‌سی‌دی (CCD)، با ریزنمایی حدودی ۵ میکرومتر، برای اندازه‌گیری فاصله‌ی بین خطوط و علائم انطباق است. یک حسگر خطی برای اندازه‌گیری علائم عمودی و دیگری برای اندازه‌گیری علائم

افقی به‌کار می‌رود. این دستگاه‌ها طوری طراحی شده‌اند که هرگونه اختلاف در علائم و خطوط را توسط نور مادون قرمز به کامپیوتر میز کنترل انتقال می‌دهند. سپس این داده‌ها برای تصحیح وضعیت سیلندرهای پلیت به‌کار گرفته می‌شوند (شکل ۴۹ــ۶).

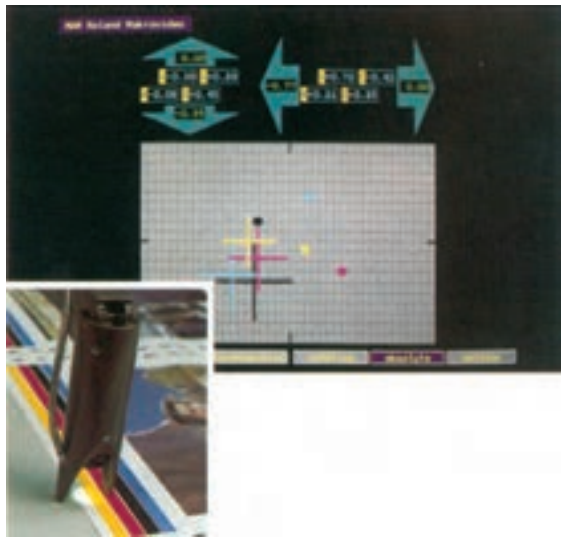


شکل ۴۹ــ۶ــ دستگاه خواننده‌ی علائم انطباق

ــ ***ذره‌بین ویدئویی:*** در این فناوری با کاربرد ذره‌بین ویدئویی می‌توان موقعیت علائم انطباق را روی صفحه‌ی نمایشگر بررسی کرد (شکل ۵۰ــ۶).

شکل ۵۰ــ۶ــ ذره‌بین ویدئویی (CCI)

ــ ***ذره‌بین ویدئویی با واحد روشنایی:*** این سیستم علائم را بررسی می‌کند و سپس آن را با الگوریتم مقادیر اصلی مقایسه می‌نماید. سپس هرگونه انحرافی را تشخیص می‌دهد و تنظیمات مورد نیاز را محاسبه می‌کند. چاپکار نیز براساس این داده‌ها ماشین چاپ را تنظیم می‌کند (شکل ۵۱ــ۶).



شکل ۵۱ــ۶ــ ذره‌بین ویدیوئی با واحد روشنایی و نمایشگر موقعیت علائم انطباق

امروزه درنتیجه‌ی سیستم‌های کنترل انطباق هنگام تهیه‌ی پلیت، نصب پلیت‌ها در ماشین چاپ با دقت بسیار بالایی صورت می‌گیرد، درنتیجه به تنظیمات کم‌تری نیاز دارد، که به‌راحتی و سریعاً توسط چاپکار انجام می‌شود.

تنظیم میزان مرکب به‌طور صحیح بزرگ‌ترین چالش در این فناوری است ضمن آن‌که از بزرگ‌ترین عوامل برای کاهش زمان آماده‌سازی نیز هست. درحقیقت، انطباق رنگ، آسان‌تر از تنظیم مرکب است.

۵ــ۲ــ۶ــ دستگاه بازدید تصویر چاپ شده (Inspection of Printed Image): تنظیمات مرکب و روی هم‌خوردگی رنگ‌ها تنها عوامل مؤثر در کیفیت چاپ نیستند. از جمله تصاویر ممکن است اشکالاتی هر چند ظریف و جزئی داشته باشند. در این‌صورت چاپکار جزئیات اشکالات را بررسی می‌کند. این اشکالات چاپی می‌تواند هنگام تغذیه‌ی ورق چاپی و یا در حین چاپ به‌وجود آید. مشکلاتی از قبیل چروک شدن ورق در اثر تغذیه‌ی نادرست آن و یا خال‌زدگی چاپ در اثر ذرات زائد روی لاستیک، که قابل نمایش با ابزار اندازه‌گیری نخواهد بود.

بررسی کیفیت چاپ، به‌ویژه در ماشین‌های با سرعت بالا، توسط «ابزارهای بازرسی بصری» (Visual Inspection Tools) انجام می‌گیرد. این ابزار چاپکار را به کشف سریع مشکلات کار چاپی قادر می‌سازد و یا او را برای واکنشی درست آگاه می‌کند.

۶ــ۲ــ۶ــ دوربین ثبت تصاویر: در این سیستم بازرسی، نظارت و کنترل، توسط دوربین‌های ویژه‌ی بسیار پیشرفته انجام می‌گیرد. برای نمونه نوعی از دوربین‌های خطی ثبت تصاویر روی ماشین افست رول در شکل ۵۲ــ۶ نشان داده شده است.

شکل ۵۲ــ۶

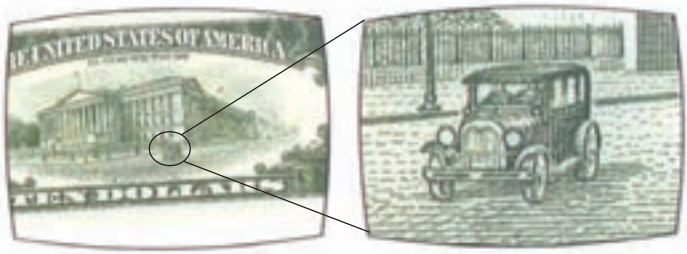
تصاویر ثبت شده روی صفحه‌ی نمایشِ رنگی، به منظور کنترل موقعیت تصویر روی رول چاپی، در شکل ۵۳ــ۶ آمده است.

با این فناوری هرگونه انحرافات در کیفیت تصویر و در علائم انطباق به سرعت نشان داده می‌شود. با کالیبراسیون صحیح نمایشگرهای رنگی، می‌توان انحراف رنگ (Color Deviation) بین تصویر مطلوب و تصویر چاپ شده را بازرسی کرد. اما این موضوع به میزان زیادی بستگی به مهارت چاپکار، هنگام ارزیابی تصویر توسط دوربین‌های ویدئویی، دارد و نسبتاً دقیق نیست.

شکل ۵۳ــ۶ــ تصاویر ثبت شده

ــ ***فناوری ارزیابی تصویر:*** تقسیم صفحه‌ی نمایشگر به دو قسمت (Splitting the Display into Two Parts)، روش بهتری برای ارزیابی تصویر است. با این روش، مقایسه‌ی تصویر مرجع با تصویر درحال چاپ بهتر صورت می‌گیرد. در ادامه، نمونه‌هایی از این فناوری ارائه می‌شود.

الف) بررسی جزئیات تصویر تک‌رنگ (شکل ۵۴ــ۶).

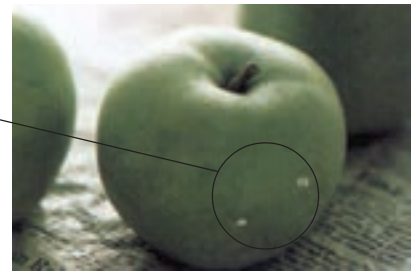


شکل ۵۴ــ۶

ب) تقسیم افقی و یا عمودی دو تصویر، برای ارزیابی بصری تصاویر رنگی (شکل ۵۵ــ۶).

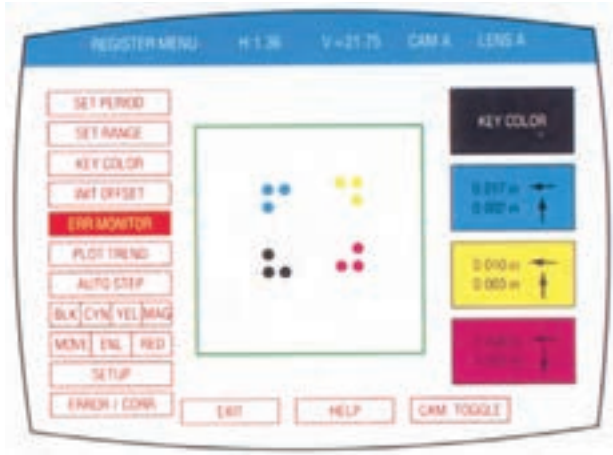
شکل ۵۵ــ۶

پ) بررسی مشکلات چاپی، مانند خال زدن تصویر چاپی (شکل ۵۶ــ۶).



شکل ۵۶ــ۶

ت) کنترل علائم انطباق رنگ (شکل ۵۷ــ۶).



شکل ۵۷ــ۶ــ نمایش خطای انطباق رنگ

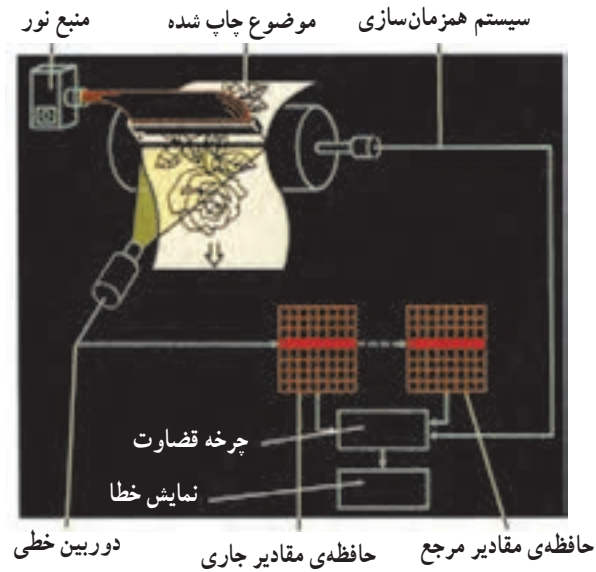
سیستم‌های بازرسی‌ای که به دوربین‌های ریزنمای پیشرفته مجهزند، قادرند علائم کوچک انطباق را به‌خوبی تشخیص دهند و با ارسال داده‌های ثبتی، موقعیت سیلندرهای پلیت را مستقیماً تغییر و تصحیح نمایند. چنین دوربین‌های با ریزنمایی بالایی، درحالت عمومی، بخش کوچکی از کار چاپی را نمایش می‌دهند و کنترل می‌کنند.

این دوربین‌ها اگر به اندازه‌ی کافی قدرتمند باشند، قادر خواهند بود تمام سطح کار چاپی را مورد ارزیابی قرار دهند. از این‌رو، می‌توانند بسته به قدرت محاسبه و حافظه‌ی در دسترس آن‌ها برای نمایش دوره‌های چاپ (در سرعت‌های بالا، هنگام کار و فرآوری داده‌ها به‌صورت فوری) مورد

استفاده قرار گیرند. تصویر چاپ شده می‌تواند در فواصل مشخصی، روی صفحه‌ی نمایش و همزمان با چاپ، آنالیز و خوانده شود.

ـــ *دوربین‌های مجهز به صفحه‌ی نمایش:* این دوربین‌ها اساساً برای ماشین‌های چاپ افست رول مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما سیستم‌هایی هم عرضه شده‌اند که می‌توانند قسمتی و یا همه‌ی تصویر چاپی در ماشین افست ورقی را ثبت یا آنالیز کنند.

چنین سیستم‌هایی باید دارای فناوری پیچیده‌ای باشند تا قادر به ارزیابی کیفی به منظور کنترل اتوماتیک رنگ و انطباق شوند. هنوز فناوری‌های پیشرفته‌تری برای این منظور لازم است تا ارائه شوند. درسال ۱۹۸۷ طرح اولیه‌ای از یک سیستم کنترل در خط چاپ عرضه شد (شکل ۶ـ۵۸).



شکل ۶ـ۵۸

با توجه به دیدگاه فناوری برای این منظور چالش‌های قابل‌توجهی وجود داشت. از جمله لازم است سیستم کنترل امکان برطرف‌سازی موقعیت و رنگ تصویر چاپی را داشته باشد و هم‌چنین نکاتی از قبیل سرعت کافی برای ضبط و پردازش داده‌ها در حین تولید و موقعیت ورق درحال سنجش در روند چاپ بسیار مهم بودند. تجهیزات نوری سیستم‌های اندازه‌گیری، عموماً نمی‌توانند انحرافات موقعیتی را پوشش دهند. برای جبران این مشکل (با استفاده از استقرار دمنده‌ها روی سیلندرِ چاپ)

شکل ۵۹ــ۶

سعی می‌شود با دمش روی ورقِ درحال چاپ، موقعیت آن در زمان جدا شدن از سیلندرهای لاستیک و چاپ حفظ شود، زیرا انتهای ورق چاپی در این مرحله آزاد است و شرایط ثابتی جهت ثبت تصویری دقیق با دوربین‌ها را ندارد (شکل ۵۹ــ۶).

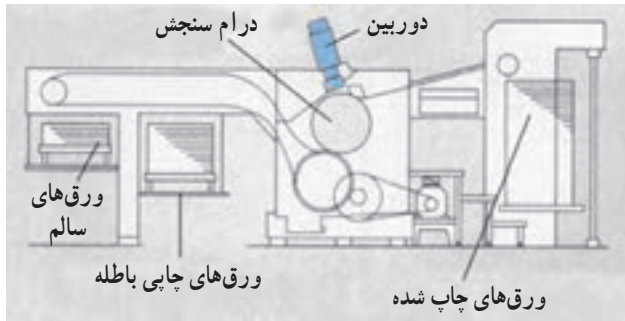
۷ــ۲ــ۶ــ دستگاه نوارگذار: مقایسه‌ی تصویر چاپی حقیقی با تصویر مرجع، توسط ابزار پردازشِ تصویر انجام می‌گیرد و درصورتی که نتیجه درست نباشد، انتخاب‌های متعدد دیگری وجود خواهد داشت. از جمله چاپکار با بررسی تصویر و منطقه‌ی علامت‌گذاری شده امکان دخالت دارد. امکانات دیگر عبارت‌اند از : انطباق، هشدار صوتی در مواقع بروز خطا و علامت‌گذاری آن در پالتِ تحویل، توسط دستگاه نوارگذار.

در این حالت چاپکار با کنترل دسته‌های ورق چاپی علامت‌گذاری شده در پالت تحویل، ورق‌های معیوب را خارج می‌سازد (شکل ۶۰ــ۶).

۸ــ۲ــ۶ــ واحد تحویل کارهای باطله: برای تکمیل این فناوری در خط چاپ، ماشین‌هایی با دو واحد تحویل نیز عرضه شدند. در این صورت، هر کار چاپی، که خطا و مشکل داشت، از دور خارج می‌شد و در واحد تحویلِ مستقلی قرار می‌گرفت (شکل ۶۰ــ۶).

شکل ۶۰ــ۶ــ سیستم ارزیابی کیفیت و واحد تحویل کارهای باطله (PQA / لیترون)

۹ــ۲ــ۶ــ ماشین کنترل کیفی: دانش نور ــ الکترونیک امکانات فراوانی را در اختیار این فناوری قرار داد. از سوی دیگر، سیستم‌های تصویربرداری قدرتمند و هم‌چنین سیستم‌های پردازشگر الگوریتم‌ها، گستره‌ی وسیعی از سیستم‌های حرفه‌ای را به ارمغان آورد. درنتیجه‌ی این توسعه، برای روش‌های مختلف چاپی سیستم‌هایی با عملکردهای ویژه عرضه شد. کنترل تولیدات ویژه‌ای مانند لیبل و چاپ‌های امنیتی از آن جمله‌اند. اما بیش‌ترین کاربرد این سیستم‌ها در ماشین‌های چاپ رول و رتوگراور است. هم‌چنین ماشین‌های مستقلی عرضه شدند، که از آن‌ها صرفاً به منظور کنترل کیفی کارهای چاپ شده استفاده می‌شد (شکل ۶۱ــ۶).



شکل ۶۱ــ۶

ــ ***کنترل کیفیت در حین تولید:*** برای آشنایی بیش‌تر با فناوری کنترل کیفیت، لازم است همزمان با تولید کار چاپی مروری بر سیستم‌های متصل به چاپ داشته باشیم. در ادامه، به شرح مختصر آن‌ها می‌پردازیم :

شکل ۶۲ــ۶ــ سیستم متصل چگالی‌سنج، برای کنترل نوار رنگ در آخرین واحد چاپ

۱۰ــ۲ــ۶ــ سیستم‌های متصل اندازه‌گیری رنگ

(Inline Color Measurement Systems): نمونه‌های اولیه این فناوری درسال ۱۹۸۵ عرضه شد (شکل ۶۲ــ۶).

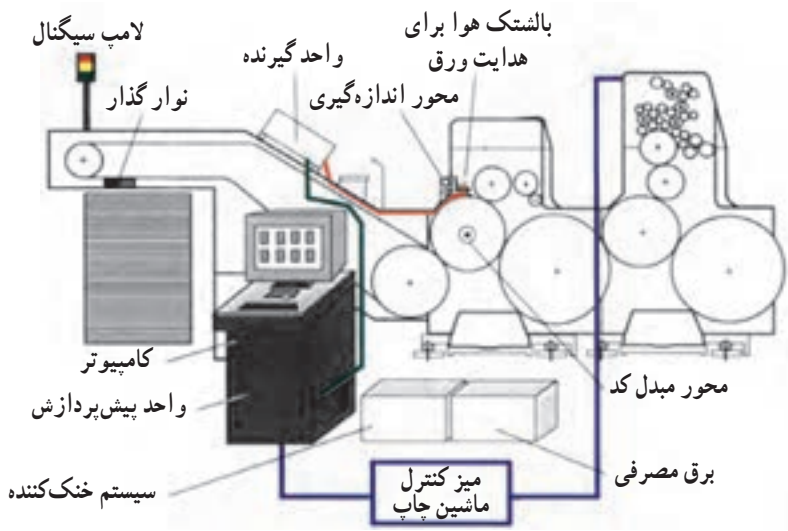
این سیستم با استقرار یک دستگاه چگالی‌سنج، نوارهای کنترل رنگ را بعد از آخرین سیلندر چاپ می‌خوانْد. سپس اطلاعات روی صفحه‌ی نمایشگرِ میز کنترل نشان داده می‌شد و اپراتور از چگالی به‌دست آمده، میزان مرکب موردنیاز را حساب می‌کرد. در مرحله‌ی بعد، چاپکار توسط میز کنترل، واحدهای مرکب را به‌صورت انفرادی تنظیم می‌کرد. این فناوری به علت گران بودن سیستم‌های کاربردی همه‌گیر نشده است. اما سیستم‌هایی که درحال چاپ به‌طور همزمان وضعیت چاپ را نشان می‌دهند، کاربردی‌ترند.

۱۱ــ۲ــ۶ــ اندازه‌گیری چندمنظوره: با فناوری‌های پیشرفته، سیستم‌های اندازه‌گیری چندمنظوره‌ی کیفیت کار چاپیِ در حین تولید، ارائه گردید. این سیستم‌ها به دوربین‌هایی با ریزنمایی بالا (۱×۱ میلی‌مترمربع) مجهّزند و با دقت تصویرِ، تمام سطح چاپی را با کیفیت خوب ثبت می‌کنند. به‌علاوه یک سیستم رنگ‌سنجی برای اندازه‌گیری رنگ و کنترلِ همزمانِ واحدهای مرکب نیز مکمل این عملیات است.

ــ ***فیبر نوری:*** بدین‌منظور، از سیستم پیشرفته‌ی فیبرهای نوری (به‌طور ویژه در دوربین‌های اندازه‌گیری تفکیکی رنگ‌ها) استفاده شده است. در این‌صورت تصاویر کل سطح چاپی، با تعبیه‌ی

یک ردیف دوربین‌های سری شده در عرض کار چاپی روی آخرین واحد چاپ، ثبت می‌شوند.

دوربین‌های با دقت بسیار بالای سری شده، به‌طور همزمان، داده‌های ثبت شده‌ی کل تصویر را از طریق چهار کانال رنگ‌های تفکیکی و مشکی ارسال می‌کنند. شکل ۶۳ــ۶ اجزای سیستم متصل در خط چاپ و جایگاه آن‌ها را در ماشین افست ورقی نشان می‌دهد.



شکل ۶۳ــ۶

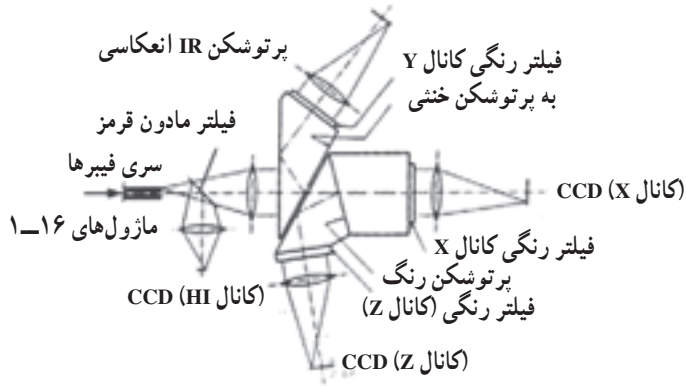
ماژول حسگر (در یک ردیف ۱۶ تایی) به‌عنوان بخشی از محور اندازه‌گیری، شامل حسگرهای نوری و واحد روشنایی، درشکل ۶۴ــ۶ــ الف و ماژول فیبر نوری (انتقال‌دهنده سیگنال‌های اندازه‌گیری) درشکل ۶۴ــ۶ــ ب نشان داده شده‌اند.

الف ــ ماژول حسگر

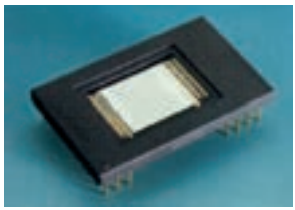
ب ــ ماژول فیبر نوری

شکل ۶۴ــ۶

ــ ***پرتوشکن:*** با فیلتر اختصاصی مادون قرمز نور ثبت شده در سه کانال سنجش رنگ (توسط فیلترهای سه‌گانه‌ی رنگ) و نیز مشکی را، می‌شکند و هدایت می‌کند (شکل ۶۵ــ۶).



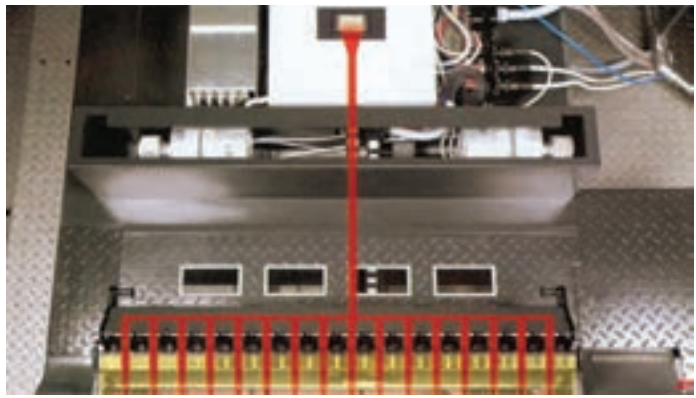
شکل ۶۵ــ۶ــ پرتوشکن



شکل ۶۶ــ۶ــ گیرنده‌ی CCD

ــ ***گیرنده‌ی سی‌سی‌دی (CCD):*** سری گیرنده‌ی سی‌سی‌دی سیگنال‌های ارسالی از محور اندازه‌گیری رنگ (برای هر کانال رنگ، به‌طور مثال ۱۶ ماژول گیرنده برای ۳۲ منطقه مرکبدهی) را دریافت می‌کند (شکل ۶۶ــ۶).

ــ ***ماژول‌های حسگر:*** ردیف ماژول‌های حسگر روی محور اندازه‌گیری رنگ به موازات سیلندر چاپ و ارسال سیگنال‌های نوری به گیرنده‌ی سی‌سی‌دی از طریق فیبرهای نوری، درشکل ۶۷ــ۶ نشان داده شده است.



شکل ۶۷ــ۶

آزمون پایانی (۶)

۱ــ کدام بخش از واحد چاپ توسط یک دستگاه قابل شست‌وشوست؟

الف) سیلندر چاپ و سیلندر لاستیک

ب) نوردهای مرکبدهی و سیلندر لاستیک

پ) سیلندر چاپ و نوردهای مرکبدهی

ت) نوردهای مرکبدهی و سیلندر پلیت

۲ــ آشغال‌گیر توسط کدام وسیله ذرات زائد را از روی لاستیک و یا پلیت جمع‌آوری می‌کند؟

الف) فرچه

ب) پارچه

پ) هوای فشرده

ت) تیغه‌ی لاستیکی

۳ــ پانچ پلیت به چه منظور انجام می‌گیرد؟

الف) انطباق صحیح

ب) تفکیک رنگ

پ) تغذیه‌ی اتوماتیک

ت) تعویض سریع

۴ــ تغذیه‌ی متوالی پلیت توسط کدام سیستم امکان‌پذیر است؟

الف) پانچ پلیت

ب) تغذیه‌ی اتوماتیک

پ) پیش‌تنظیمات

ت) تغذیه‌ی کاستی

۵ــ کدام تنظیمات دستگاه چاپ در اثر تغییر اندازه‌ی ورق چاپی می‌بایست دوباره تنظیم شوند؟

الف) فشار چاپ و میزان مرکبدهی

ب) سرعت و تیراژ چاپ

پ) تنظیمات تغذیه و تحویل

ت) اندازه‌ی پلیت و فشار چاپ

۶ــ کدام داده‌ها برای پیش‌تنظیمات اتوماتیک واحد تغذیه موردنیاز است؟

الف) تعداد و نوع کار چاپی

ب) اندازه و ضخامت

پ) تعداد رنگ و نوع کاغذ

ت) اندازه‌ی سطح چاپی و نوع مرکب

۷ــ پلیت‌خوان برای کدام منظور مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

الف) خواندن متن

پ) تشخیص صحیح رنگ

ب) تنظیم علائم روی‌هم خوردگی ت) تنظیم شیرهای مرکبدهی

۸ــ سیستم کنترل اتوماتیک نسبت به تنظیم میزان کدام عامل، کمک می‌کند؟

الف) دوتایی بگیر پ) دمش و مکش مناسب هوا

ب) کجی‌گیری کاغذ ت) ضخامت کاغذ

۹ــ تنظیم کنترل از راه دور میزان مرکب در هر واحد چاپ با کدام وسیله انجام می‌شود؟

الف) کلیدهای فشاری پ) مناطق مرکب‌دهی

ب) میز کنترل ت) علائم انطباق

۱۰ــ جابه‌جایی افقی و عمودی پلیت باعث تنظیم کدام عامل می‌شود؟

الف) کجی‌گیری پلیت پ) تنظیم سنجاق و نشان

ب) کجی‌گیری کاغذ ت) علائم مونتاژ

۱۱ــ اسکنر میز فرمان برای اسکن کدام مورد استفاده می‌شود؟

الف) اوریجینال پ) پلیت

ب) کار چاپی ت) فیلم

۱۲ــ خودکار نوری میز کنترل برای کدام منظور مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

الف) تنظیمات نمودار رنگ پ) علائم انطباق

ب) سنجش رنگ ت) کنترل از راه دور

۱۳ــ چگالی‌سنج، ضخامت کدام مورد را اندازه‌گیری می‌کند؟

الف) رطوبت پ) کاغذ

ب) مرکب ت) پلیت

۱۴ــ کدام مورد برای کنترل مرکبدهی دستگاه مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

الف) ضخامت مرکب پ) میزان مرکب و رطوبت

ب) مقادیر رنگ‌سنجی ت) نوع مرکب

۱۵ــ دستگاه انطباق علائم روی هم‌خوردگی به کدام نوع حسگر مجهز است؟

الف) مادون قرمز پ) ماوراءِصوت

ب) ماوراءِبنفش ت) نور مرئی